



Enfermedades de suelo, microbioma y transición fitosanitaria: el caso del plátano

Dr. Aurelio Ciancio

Consiglio Nazionale
delle Ricerche, Istituto
per la Protezione
Sostenibile delle Piante
(IPSP). Bari, Italia

Los microorganismos del suelo desempeñan servicios fundamentales para los cultivos. Muchos de ellos, aunque no conocidos, establecen una estrecha relación con las plantas. Análisis del microbioma del banano en las Islas Canarias han revelado varias especies útiles como endófitos y antagonistas. Algunas de ellas se están probando para controlar hongos fitopatógenos como *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, el picudo negro *Cosmopolites sordidus* y nematodos fitoparásitos. Algunos microorganismos, junto con el uso de compuestos volátiles y de quitosano, están actualmente en estudio para ofrecer estrategias alternativas al control químico. El microbioma de suelo es una fuente muy importante de especies útiles, que deben de ser protegidas para sostener los niveles actuales de producción.

El suelo es un ecosistema complejo y sus microorganismos (microbioma) contribuyen a los cultivos desempeñando servicios como el reciclaje de nutrientes, la detoxificación y la regulación de plagas. En el microbioma se encuentran patógenos, endófitos, promotores de crecimiento o movilizadores de nitrógeno y fósforo, especies fitopatogénicas y sus antagonistas. La protección del microbioma aspira a conservar la biodiversidad natural y a promover posibles aplicaciones fitopatológicas y biotecnológicas (Schloss y Handelsman, 2003; Van Elsas y col., 2008).

Los análisis del suelo indican que muchos microorganismos son nuevos para la ciencia. Se estima que conocemos menos del 10% de todas las especies presentes (Torsvik y col., 2002; Berg y col., 2016). Las raíces establecen una estrecha relación con muchas de ellas. Su conocimiento es entonces de vital importancia.

Microbiomas y factores limitantes del plátano

En el marco del proyecto Horizon 2020 MUSA¹ se estudiaron tres factores limitantes para la producción del plátano: el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc), el picudo negro, *Cosmopolites sordidus*, y nematodos fitoparásitos. Se han buscado, en una perspectiva de transición fitosanitaria hacia medidas sostenibles y no químicas, soluciones basadas en el uso de endófitos y de bio-controladores, junto a la ecología del suelo y la genética del banano.

Foc es monitoreado en las islas Canarias por el Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (Laich, comunicación personal). Se han reportado razas del grupo vegetativo de compatibilidad 0120, como la subtropical 4 (SR4), la R2 y la R1, que en pasado eliminó la cv. 'Gros Michel' (Domínguez y col., 2001; Dita y col., 2018). Hasta hoy estos patógenos han tenido un impacto reducido, resultando R1 patogénica en 'Cavendish' sólo a bajas temperaturas. La escasa capacidad y virulencia de esas razas aparecen relacionadas a factores supresivos del suelo, como la escasez de hierro y altos niveles de sodio y arcilla (Domínguez y col., 2001).

La raza tropical 4 (TR4) de Foc, originaria del sureste asiático, está actualmente difundiéndose en los Trópicos de África y América Latina, resultando muy virulenta (Dita y col., 2018). Afortunadamente, no hay reports de TR4 en Canarias (Laich y Cepero, comunicación personal). Representa una amenaza, por la que se necesita una prevención eficaz a nivel institucional y de productores. Es necesario reforzar la prevención cuarentenaria (por ejemplo, controlando todos los productos que entran en las islas) e incrementar la investigación sobre su difusión. El empleo de medidas de contención en el campo es útil, incluyendo normas higiénicas y de prevención al ingreso en las fincas.

Algunos clones de 'Cavendish' (por ejemplo, 'GCTCV-218', conocido como 'Formosana') presentan resistencia a TR4 con una buena capacidad productiva, y ya se producen en diferentes regiones del mundo (Hwang y Ko, 2004).

Varios *Fusarium* has sido también reportados como endófitos en banano (Sikora y col., 2008). Algunas especies fueron encontradas en colecciones de semillas de plátanos silvestres, recogidas en estudios de biodiversidad y genéticos. En ellas se identificaron ascomicetos endófitos con un papel clave en la ecología de las plantas, promoviendo su crecimiento, proporcionando nutrientes, y/o incrementando sus defensas. Hay que considerar que los endófitos incluyen también especies fitopatogénicas (Sikora y col., 2008; Hill y col., 2021).

Los nematodos asociados al plátano en Tenerife son endo- y ectoparásitos, como *Pratylenchus goodeyi* y especies de *Helicotylenchus* como *H. multicinctus*. El primero afecta a cultivos en altiplanos de África tropical (Coyne y col., 2018), y es probable que fuera introducido con los primeros clones de bananos. *Helicotylenchus multicinctus* es un semi-endoparásito asociado a banano en todo el mundo (Gowen y Quénehervé, 1990). Un tercer grupo importante de nematodos son los agalladores (*Meloidogyne*), también presentes en Canarias (Rodríguez, 1990).

El tercer factor limitante en la producción bananera estudiado en

MUSA es el picudo, *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae). Las larvas y los adultos, que se alimentan de los tejidos internos del cormo, causan la destrucción de la planta. Varias soluciones alternativas al control químico se han buscado también para el manejo sostenible de este insecto.

Hacia un manejo fitosanitario sostenible

El microbioma del suelo es un importante recurso natural. Su conservación y protección es necesaria para conservar la biodiversidad de las especies y desarrollar aplicaciones fitopatológicas y biotecnológicas (Schloss y Handelsman, 2003; Van Elsas y col., 2008).

Estudios sobre el microbioma de banano en Tenerife han revelado que el perfil microbiano del suelo varía entre la rizosfera y el suelo no cultivado en la misma finca. Eso significa que sea la planta (a través sus exudados radicales y su microbioma) que el mismo cultivo afectan a la composición y microbiología del suelo. Otro factor que afecta al microbioma es la latitud, observándose diferentes perfiles metagenómicos debidos a diferencias climáticas entre norte y sur (Ciancio y col., 2019). Los datos metagenómicos han revelado la presencia de varios controladores biológicos. Los Rozellomycota, por ejemplo, son antagonistas de otros hongos, mayormente no clasificados a nivel de especies y presentes en la rizosfera de banano. Los análisis en Tenerife han revelado también varios antagonistas naturales de nematodos e insectos, como *Trichoderma*, *Arthrobotrys* y *Beauveria*, junto con antagonistas biológicos y endófitos, como *Metarhizium anisopliae* y *Pochonia chlamydosporia* (Ciancio y col., 2019).

Un estudio sobre las plataneras en islas Canarias también indicó que las diferentes partes de la planta presentan diferentes perfiles del microbioma, como en los tejidos de plantas madres e hijas, variando así como entre fincas e islas muestreadas (Gómez-Lama Cabanás y col., 2021).

¹ <http://www.projectmusa.eu>

Varias bioformulaciones comerciales de antagonistas disponibles hoy son útiles en el manejo de nematodos agalladores o insectos, y es importante conocer la capacidad de estos microorganismos para persistir en el ambiente. En plataneras de Costa Rica se encontraron especies de *Trichoderma* endófitas capaces de controlar en el campo *Radopholus similis*, un importante nematodo del plátano (Pocasangre, comunicación personal). Estudios metagenómicos conducidos en África Central también indicaron la presencia de muchos endófitos en diferentes partes de las plantas muestreadas (Kaushal y col., 2020).

En el manejo convencional de los patógenos y plagas citados se actúa hoy también con medidas preventivas y el uso de compuestos de base orgánica. Las medidas preventivas incluyen el trasplante, en suelos sanos, de cormos limpios de nematodos o saneados con termoterapia. Esta práctica representa un ejemplo de transición fitosanitaria hacia un manejo sostenible de los nematodos fitoparásitos (Coyne y col., 2018). Un producto derivado de la industria pesquera, el quitosano, se ha

revelado muy útil en el control de varias plagas, debido a su capacidad de atacar hongos fitopatógenos sin afectar a los antagonistas de nematodos (López Moya y col., 2019). La aplicación de quitosano como fungicida natural contra *Foc* y como antagonista de nematodos, siendo compatible con *P. chlamydosporia*, parece útil en el banano, que tolera bien su suministro (Suárez-Fernández y col., 2021).

Para el manejo de *C. sordidus* existen alternativas de bajo impacto ambiental que son actualmente evaluadas en diferentes países. El uso de compuestos orgánicos volátiles con acción repelente, producidos por hongos entomopatógenos y nematófagos es muy prometedor. Se han encontrado algunas moléculas que pueden prevenir los ataques de los picudos en el campo (Lozano-Soria y col., 2020). Varios hongos antagonistas y/o endófitos ofrecen una estrategia alternativa para el manejo del insecto. Inoculaciones de raíces de banano (cv. 'Kibuzi') con esporas de *Beauveria bassiana* en África Central mostraron una reducción de las larvas del picudo, limitando el daño a las plantas y actuando en contra

de los estadios crípticos y dañinos del insecto (Akello y col., 2008).

Otra alternativa evaluada para el control de *C. sordidus* son los nematodos entomopatógenos. Estudios desarrollados en Cuba indicaron que aplicaciones de *Heterorhabditis* sp. redujeron drásticamente la incidencia del insecto en el campo (Miranda y col., 2019).

Conclusiones prácticas

La información y los datos de campo son muy importantes en la gestión de las plataneras, debido a la complejidad de los sistemas de producción y la incidencia de nuevas epidemias y patógenos. Aunque muchas soluciones alternativas al control químico están actualmente disponibles, se necesita evaluar los diversos factores biológicos que contribuyen, en el campo, al éxito del cultivo.

Agradecimientos

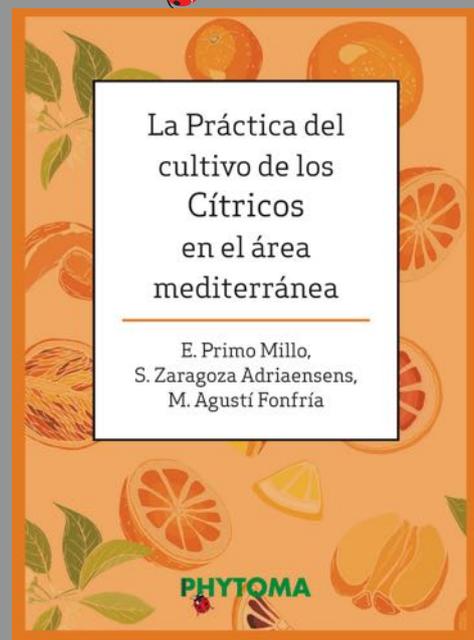
Estudios financiados por la UE, proyecto Horizon 2020 MUSA: "Microbial uptakes for sustainable management of major banana pests and diseases", GA 727624.

Próxima novedad editorial

PHYTOMA

"La Práctica del cultivo de los Cítricos en el área mediterránea". Un excelente trabajo que reúne a tres de los mayores expertos en citricultura: Manuel Agustí, Catedrático de Fruticultura de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) e investigador, y Eduardo Primo y Salvador Zaragoza, ex Profesores de Investigación del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). Esta obra revisa las técnicas utilizadas en el cultivo de los cítricos en la cuenca mediterránea. El objetivo es poner a disposición del citricultor el conocimiento actualizado en el que se basan, con el fin de facilitar su capacidad de decisión ante los problemas cotidianos que presenta la Citricultura. Algunas de estas técnicas permanecen desde el inicio del cultivo de estas especies, la mayor parte han evolucionado extraordinariamente y otras son de reciente implantación. Un libro práctico para ayudar a los citricultores, técnicos, asesores, y otros profesionales a tomar las decisiones adecuadas en cada momento del ciclo de cultivo.

Editorial: Phytoma-España
Número de páginas: 472 + cubiertas
Formato: 17 x 24 cm.
Precio: 40 €



**Próximamente en nuestra web: www.phytoma.com/tienda
e-mail: editorial@phytoma.com - ☎ 96 382 65 11**

Bibliografía

- ! Akello, J., Dubois, T., Coyne, D., Kyamanywa, S. 2008. Endophytic *Beauveria bassiana* in banana (*Musa* spp.) reduces banana weevil (*Cosmopolites sordidus*) fitness and damage. *Crop Protection*, 27, 1437–1441.
- Berg, M., Stenuit, B., Ho, J., Wang, A., Parke, C., Knight, M., Alvarez-Cohen, L., Shapira, M. 2016. Assembly of the *Caenorhabditis elegans* gut microbiota from diverse soil microbial environments. *ISME J.* 10, 1998–2009.
- Ciancio, A., Colagiero, M., Rosso, L.C., Pentimone, I., López Cepero, J. 2019. A metagenomic study of banana nematode antagonists in Canary Islands. 51st ONTA Annual Meeting, San José, Costa Rica (July 21-25, 2019). *Nematropica* 49, 7.
- Coyne, D.L., Cortada, L., Dalzell, J.J., Claudius-Cole, A.O., Haukeland, S., Luambano, N., Talwana, H. 2018. Plant-parasitic nematodes and food security in sub-Saharan Africa. *Annual Review of Phytopathology* 56, 381–403.
- Dita, M., Barquero, M., Heck, D., Mizubuti, E.S.G., Staver, C. P. (2018). Fusarium wilt of banana: current knowledge on epidemiology and research needs toward sustainable disease management. *Frontiers in Plant Science* 9, 1468.
- Domínguez, J., Negrín, M.A., Rodríguez, C.M. 2001. Aggregate water-stability, particle-size and soil solution properties in conducive and suppressive soils to Fusarium wilt of banana from Canary Islands (Spain). *Soil Biology and Biochemistry* 33, 449–455.
- Gómez-Lama Cabanás, C., Fernández-González, A. J., Cardoni, M., Valverde-Corredor, A., López-Cepero, J., Fernández-López, M., Mercado-Blanco J. 2021. The banana root endophytome: differences between mother plants and suckers and evaluation of selected bacteria to control *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *Journal of Fungi*, 7, 194.
- Gowen, S., Quénéhervé, P. 1990. Nematode parasites of bananas, plantains and abaca. Pgs. 431–460. En: M. Luc y R.A. Sikora, eds. *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*, CAB International, Wallingford, UK.
- Hill, R., Llewellyn, T., Downes, E., Oddy, J., MacIntosh, C., Kallow, S., Panis, B., Dickie, J.B., Gaya, E. 2021. Seed banks as incidental fungi banks: fungal endophyte diversity in stored seeds of banana wild relatives. *Frontiers in Microbiology*, 12, 643731.
- Hwang, S.C., Ko, W.H. 2004. Cavendish banana cultivars resistant to fusarium wilt acquired through somaclonal variation in Taiwan. *Plant Disease*, 88, 580–588.
- Kaushal, M., Swennen, R., Mahuku, G. 2020. Unlocking the microbiome communities of banana (*Musa* spp.) under disease stressed (Fusarium wilt) and non-stressed conditions. *Microorganisms*, 8, 443.
- Lozano-Soria, A., Picciotti, U., López-Moya, F., López-Cepero, J., Porcelli, F., López-Llorca L.V. 2020. Volatile organic compounds from entomopathogenic and nematophagous fungi, repel banana black weevil (*Cosmopolites sordidus*). *Insects*, 11, 509.
- López-Moya, F., Suárez-Fernández, M., López-Llorca, L.V. 2019. Molecular mechanisms of chitosan interactions with fungi and plants. *International Journal of Molecular Sciences* 20, 332.
- Miranda, I., García-Perera, D., Rodríguez Hernández, M.G. 2019. Meta-analysis of the strategies for management of *Cosmopolites sordidus* Guermer in *Musa* spp. *Revista de Protección Vegetal* 34, e08.
- Rodríguez, R. 1990. Los nematodos de la platanera (*Musa acuminata* AAA, sub grupo Cavendish Enana) en Canarias (1963-1984). *Caja Insular de Ahorros de Canarias, Las Palmas de Gran canarias*, 58 pgs.
- Schloss, P.D., Handelsman, J. 2003. Biotechnological prospects from metagenomics. *Current Opinions in Biotechnology* 14, 303–310.
- Sikora, R.A., Pocasangre, L., Felde, A.Z., Niere, B., Vu, T.T., Dababat, A.A. 2008. Mutualistic endophytic fungi and in-plant suppressiveness to plant parasitic nematodes. *Biological Control* 46, 15–23.
- Suárez-Fernández, M., Sambles, C., López-Moya, F., Nueda, M.J., Studholme, D.J., Lopez-Llorca L.V. 2021. Chitosan modulates *Pochonia chlamydosporia* gene expression during nematode egg parasitism. *Environmental Microbiology* 23, 4980–4997.
- Torsvik, V., Øvreås, L., Thingstad, T.F. 2002. Prokaryotic diversity – magnitude, dynamics, and controlling factors. *Science* 296, 1064–1066.
- Van Elsas, J.D., Costa, R., Jansson, J., Sjöling, S., Bailey, M., Nalin, R., Vogel, T.M., Van Overbeek, L. 2008. The metagenomics of disease-suppressive soils - experiences from the Metacontrol project. *Trends in Biotechnology* 26, 591–601.