



Seguridad alimentaria: de la revolución verde a la Biotecnología

-¡Norman hora de comer! Era la única señal que recibía el pequeño para darse cuenta de cuanto tiempo había pasado observando cómo los cultivos de avena, trigo y pastos de la granja, que rentaban sus padres, crecían al Sol, producían los preciados granos y, sobre todo, que presentaban características diversas e interesantes.

*Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (CIBA), IPN

Es ese niño era Norman E. Borlaug, padre de la revolución verde, estadounidense originario de Iowa, especialista en enfermedades de plantas, el joven que al terminar su doctorado tuvo como única oportunidad laboral trasladarse a México (1944) a estudiar las enfermedades del maíz y del trigo. En el Valle del Yaqui, Sonora, dedicó muchas horas a las royas del trigo (enfermedades causadas por hongos) y detectó que algunas variedades eran resistentes. Reunió mucha información, y junto con un grupo de brillantes agrónomos mexicanos desarrolló por entrecruzamiento variedades enanas de trigo que eran muy productivas, se adaptaban a muchos ambientes y, lo más importante, eran resistentes a la roya.

Esas nuevas variedades hicieron a México autosuficiente en la producción de trigo. Para el mundo, el descubrimiento de Borlaug permitió alimentar poblaciones de India y Pakistán inmersas en un grave desabasto de alimentos que ponía en riesgo de muerte a millones de personas; las variedades enanas de trigo produjeron una cantidad de alimentos nunca antes vista.

El éxito de esta revolución tecnológica se debió no solo a los avances en genética y nutrición de plantas, sino a una coordinación estratégica de factores sociales y económicos implantados en los años 60 del siglo pasado, la cual constaba de tres componentes:

1. Distribución del germoplasma y tecnología vegetal desarrollada por Bourlaug.
2. Multiplicación del conocimiento a través de parcelas demostrativas, que enseñaban a los productores, planeadores, estadistas y científicos el incremento de la producción agrícola como resultado de fertilización química correcta (resultado de la creciente industria petroquímica) y uso de granos híbridos.
3. Sostenimiento de los precios por parte del gobierno, con lo cual se aseguraba la rentabilidad de los cultivos en India, Pakistán y Turquía.

Por su trascendental aportación para entender la producción de alimentos y con ello abatir el hambre, Norman E. Borlaug se hizo acreedor al premio Nobel de la Paz en el año 1970. Para este científico y humanista muchos de sus descubrimientos eran resultados de la señora "serendipia" (ver *Conversus* 91). En palabras de Borlaug: *Cuando ella [la serendipia] te sonrío, tienes que tomar ventaja de la situación porque esa ventana de oportunidad se cierra rápidamente.*

La revolución verde ganó la esperanza de que la tecnología incrementaría la producción de alimentos de tal manera que terminaría con el hambre del mundo. Desafortunadamente no se realizó de manera uniforme, ni se implantó de forma sustentable debido a múltiples factores socioeconómicos, políticos y ambientales que influenciaron negativamente la distribución geográfica y de alimentos. La revolución verde resultó ser una estrategia que llevó al desastre agrícola varias décadas después de implantada.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), actualmente un billón de personas sufre hambre crónica, otros tantos sufren de mala nutrición en términos generales por deficiencias en nutrientes, y otros más de obesidad, enfermedades del corazón, cáncer, y todas las relacionadas con la nutrición. Por otra parte, tenemos suelos agotados, erosionados, reducción de la calidad del agua, todo ello asociado con la pérdida de la biodiversidad.

Como biotecnólogos, consideramos que el reto para el desarrollo de una nueva agricultura, que garantice el abasto de alimentos, no solo es considerar la producción con sistemas controlados, sino también entender que a nivel de escala hay un impacto de las actividades humanas. Por ejemplo, al inicio de la revolución verde nadie imaginó que el potente insecticida DDT tardaría décadas en degradarse. El Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (CIBA) del IPN, la Universidad Estatal de Nuevo México y el Departamento de Agricultura de Estados Unidos trabajan en un proyecto con enfoque integral a fin de desarrollar y establecer tecnologías agrícolas con sustentabilidad (figura 1).

Microbioma vegetal y la Biotecnología

En los sistemas naturales, las plantas están asociadas a un continuo de microorganismos en su mayoría, incluidos epifitos, que crecen sobre ellas, y endófitos, localizados dentro de las hojas, tallos y raíces. Los endófitos y, en general, la microbiota que acompaña a las plantas han beneficiado ampliamente a la humanidad: cuando nacemos, después de la leche materna, las primeras frutas y verduras que ingerimos son fuente de los inoculantes microbianos que colonizan nuestro sistema digestivo.

Nuevas tecnologías aplicadas a las investigaciones sobre la interacción planta-microorganismos permiten efectuar una rápida evaluación de la comunidad microbiana y de su potencial para mejorar la producción agrícola mientras restauran el suelo, comprender su interacción con el ciclo de nutrientes (movilización de nitrógeno, fósforo, potasio en el microambiente de las raíces de la planta) o su habilidad para reducir las plagas (figura 1).

Expertos en química, en biología molecular o en bioquímica pueden contribuir a comprender las interacciones que ocurren a muy fina escala dentro de la planta, y con ello entender qué bacterias y hongos ejercen mayor influencia en el crecimiento y la salud de los cultivos. El secuenciamiento del ADN de microorganismos benéficos asociados a las plantas, pudiera develar cómo dichas interacciones hacen que un cultivo produzca mayor cantidad de granos, cómo ese

microorganismo ayuda a la planta a ser resistente a la sequía o a la salinidad, o cómo incrementar sus defensas químicas.

Por otra parte, el estudio de la metagenómica (genoma, secuencias de ADN de una comunidad microbiana) asociada a la planta hospedera puede revelar el potencial metabólico completo que influye en la producción primaria de alimentos. Las enormes bases de datos como el *National Center for Biotechnology Information* (por ejemplo el *GenBank*) o el *Cyberinfrastructure for Advanced Microbial Ecology Research and Analysis* (Camera), actualmente proveen de colecciones públicas de secuencias de ADN disponibles para ser aplicadas a modelos, a fin de incrementar nuestra comprensión sobre las interacciones microbianas y su impacto en la producción sustentable de alimentos.

Desde hace 50 años que inició la Biotecnología, los investigadores se dieron a la tarea de entender la maquinaria molecular para duplicar el ADN y transformar esa información en proteínas. Ahora, el reto es el manejo de esa información que, junto a las bases de datos geográficas, climáticas, ambientales y humanas, a nivel multiescala, pueden acelerar el progreso global hacia la seguridad alimentaria y la agricultura sustentable. **U**

Para saber más

Sobre la revolución verde y la vida del Dr. Norman E. Borlaug:

www.normanborlaug.org/

Secreto de las plantas del desierto y su microbioma:

www.ars.usda.gov/is/AR/archive/mar95/desert0395.htm?pf=1

Proyecto genoma microbiano del Departamento Energía de Estados Unidos:

<http://microbialgenomics.energy.gov/databases.shtml>

Seguridad alimentaria y equilibrio del suelo: www.soilfoodweb.com/

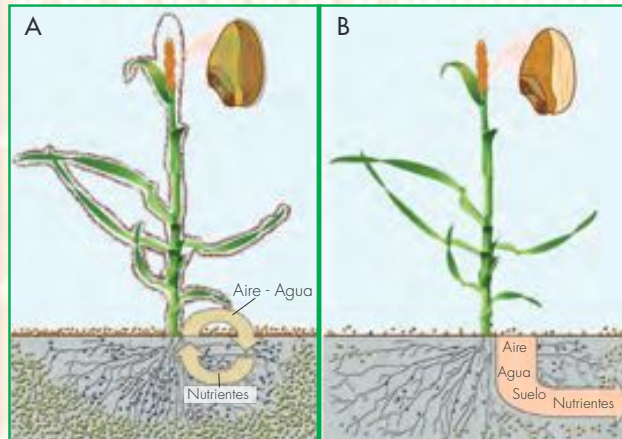


Figura 1. a) Las plantas en el hábitat natural interactan con un continuo de microorganismos que interactúan en el ciclo básico de nutrientes y responden a estímulos bióticos y abióticos. Constituyen características deseables en los suelos localizados fértiles con una alta retención de agua, entre otras. b) En los agroecosistemas convencionales, las comunidades microbianas son alteradas porque se adicionan fertilizantes químicos. Estas prácticas pueden eliminar los nutrientes, disminuir la tolerancia a estrés hídrico o salino, propiciar la erosión y eliminación del suelo y, reducir nuestra seguridad alimentaria.