

El rol de las tecnologías agrícolas y la seguridad alimentaria en un mundo con creciente escasez de recursos naturales

Atender los desafíos del cambio climático, el aumento a largo plazo de los precios de los alimentos y el poco avance en mejorar la seguridad alimentaria van a requerir un aumento en la producción de alimentos sin afectar aún más al ambiente.



CGIAR

Mark Rosegrant, Jawoo Koo, Nicola Cenacchi, Claudia Ringler, Ricky Robertson, Myles Fisher, Cindy Cox, Karen Garrett, Nicostrato Perez y Pascale Sabbagh.

Se espera que la población mundial llegue a 9000 millones al 2050. Mucho de este crecimiento estará concentrado en países de bajos ingresos que ya enfrentan serios desafíos para satisfacer las necesidades básicas incluyendo alimentos, agua y energía.

El crecimiento de la población y de los ingresos impulsarán la demanda por alimentos en las próximas décadas; entre 2005 y 2050 (basado en el escenario de cambio climático MIROC A1B) se necesitará producir 52 por ciento más cereales, 80 por ciento más carnes y 40 por ciento más tubérculos y raíces, probablemente con precios mayores de alimentos y con consecuencias adversas para las poblaciones pobres y vulnerables del mundo. ▶

**El Mejor Pasto es el Maíz
Además de Forraje, Aporta Grano**

Semilla Híbrida

**FNC
8134**

Maíz Amarillo



- ✓ Alto Rendimiento
- ✓ Grano Cristalino
- ✓ Mazorca Grande
- ✓ Alta Producción de Biomasa
- ✓ Maíz para Ensilaje

www.fenalce.org

★ Y el mejor híbrido para ensilar es el que más rinda en grano ★

CENICEL



**Consulte el manejo del Cultivo con
los Asistentes Técnicos o los
Ingenieros Agrónomos de Fenalce**

Federación Nacional de Cultivadores
de Cereales y Leguminosas
PBX: (57 - 1) 592 10 92
FAX: (57 - 1) 592 10 98
E-mail: elcerealista@fenalce.org
Kilometro Uno - Vía Cota Siberia
Vereda El Abra
Cota, Cundinamarca
Colombia

El cambio climático contribuye significativamente a los aumentos de precios proyectados. El cambio climático podría reducir los rendimientos en maíz entre 9 y 18 por ciento al 2050 comparado con un escenario sin cambio climático; en arroz los rendimientos podrían caer de 7 a 27 por ciento; y los rendimientos en trigo podrían bajar entre 18 y 36 por ciento al 2050 (Nelson et al., 2009).

Atender los desafíos del cambio climático, el aumento a largo plazo de los precios de los alimentos y el poco avance en mejorar la seguridad alimentaria van a requerir un aumento en la producción de alimentos sin afectar aún más al ambiente. Será crucial acelerar las inversiones en investigación y desarrollo agrícola para apoyar la mayor producción de alimentos. Sin embargo, no sabemos cuáles son las tecnologías agrícolas que deben aplicarse. A su vez, el paquete tecnológico futuro tendrá un importante impacto en la producción agrícola, el consumo de alimentos, la seguridad alimentaria, el comercio y la calidad ambiental en países en desarrollo.

El tipo y la efectividad de las tecnologías agrícolas es muy debatido y el debate es frecuentemente polarizado. Los defensores de la agricultura intensiva piensan que las inversiones en ciencia agrícola especializada, incluyendo la biotecnología y modificación genética, son necesarias para el crecimiento rápido de la agricultura, junto al uso de niveles altos de insumos como fertilizantes, plaguicidas y agua. Del otro lado, los defensores de la agricultura de bajos insumos enfatizan el papel de usar pocos

insumos y mejorar el manejo de los cultivos a través de la eficiencia en la captación de agua, la siembra directa y la fertilidad de los suelos para aumentar el rendimiento de los cultivos a futuro.

Hay muchas opciones de tecnología, pero es relativamente escasa la información transparente y basada en evidencia científica que soporte las decisiones sobre el potencial de tecnologías alternativas. Esto ya no es una cuestión de países de bajos ingresos versus altos ingresos, sino un tema del planeta: cómo logramos la seguridad alimentaria en un mundo de creciente escasez?

El objetivo de este estudio fue comparar los efectos que varias tecnologías tienen en la productividad de maíz, arroz y trigo, y en el uso de recursos, particularmente área cultivada, agua y nutrientes. Al modelar cambios inducidos por tecnología en el rendimiento de los cultivos, el análisis también ayuda a explicar cómo la combinación de tecnologías podría influenciar el mercado global de alimentos por medio de cambios en el precio de los alimentos y el flujo comercial, y como las tecnologías puedan afectar la seguridad alimentaria, medida en cambios en la disponibilidad calórica, el número de niños malnutridos y de personas bajo riesgo de hambre, particularmente en los países en desarrollo.

Cuáles estrategias tecnológicas deben implementarse para lograr niveles de seguridad alimentaria nacional, regional y global en un mundo con una escasez de recursos naturales que crece rápidamente y con competencia por tierra, agua y energía entre sectores productivos e inclusive entre países?

Metodología

Mediante una combinación de modelos de cultivos espacialmente desagregados conectados con modelos económicos para explorar los impactos en productividad agrícola y los mercados globales de alimentos para 11 alternativas de tecnología agrícola, así como algunas combinaciones de las mismas para maíz, arroz y trigo, los principales alimentos base del mundo.

Las tecnologías seleccionadas fueron:

- 1 Labranza cero (sin disturbar el suelo o en forma mínima, en combinación con retención de residuos de cosechas, rotación de cultivos y el uso de cultivos alternos de cobertura)
- 2 Manejo integrado de la fertilidad del suelo o ISFM (combinación de fertilizantes químicos, residuos de cultivos y estiércol/compostaje)
- 3 Agricultura de precisión (asistencia de GPS para la aplicación de insumos agrícolas, así como las prácticas de manejo de baja tecnología que apuntan a controlar todos los parámetros del campo, desde la aplicación de insumos hasta el espacio entre plantas y el nivel de agua)
- 4 Agricultura orgánica (cultivo con exclusión de o límites estrictos en el uso de fertilizantes, plaguicidas, reguladores de crecimiento y organismos genéticamente modificados)



5 Captación de agua (el agua es canalizada hacia los campos de cultivo desde macro o micro cuencas, o por el uso de diques, represas o curvas de nivel)

6 Riego por goteo (el agua se aplica en leve descarga directamente alrededor de cada planta o a la zona de la raíz, frecuentemente usando micro tubos)

7 Riego por aspersión (el agua se distribuye bajo presión por una red de tubos y llega al cultivo por cañones pulverizadores elevados)

8 Tolerancia al calor (variedades mejoradas que permiten a la planta mantener su productividad a temperaturas mayores)

9 Tolerancia a la sequía (variedades mejoradas en su capacidad de captar la humedad del suelo y su menor susceptibilidad a la escasez de agua)

10 Eficiencia en el uso del nitrógeno (plantas que responden mejor a los fertilizantes)

11 Protección de cultivos (la práctica de manejar las plagas, enfermedades, malezas y otros organismos que dañan los cultivos agrícolas mediante control químico).

Los resultados muestran que enfrentar el reto del cambio climático de manera sostenible mientras se mejora la seguridad alimentaria de manera sustancial, requiere de un esfuerzo de tres vías: el aumento de productividad de cultivos por medio del aumento de la inversión para la investigación agrícola; desarrollo y manejo conservador de recursos; y aumento en la inversión de la irrigación.

El modelo biofísico de cultivos basado en procesos (Sistema de Apoyo a las Decisiones de Transferencia Agrotecnológica, o DSSAT, por sus siglas en inglés) es usado para evaluar el impacto de cada tecnología o combinación de tecnologías en la productividad (rendimientos) y el uso de recursos (como agua y nitrógeno). El modelo IMPACT (Modelo Internacional para el Análisis de Políticas de Productos Agrícolas y Comercio) es un modelo global de equilibrio parcial para el sector agrícola, desarrollado por el IFPRI, que simula cambios en productividad debido a la adopción de tecnologías que afectan el rendimiento, consumo y comercio de alimentos, los precios internacionales de los alimentos y la seguridad alimentaria.

Los rendimientos de cada lugar específico son simulados en un tramado de medio grado (o aproximadamente 60 kilómetros) para los cultivos de temporal o irrigados de maíz, arroz y trigo, con o sin acceso a las tecnologías potenciales, bajo condiciones actuales o futuras (2050s) del clima según predicciones de MIROC (Modelo para Investigación Interdisciplinaria en Clima) A1B y CISRO A1B para los escenarios de cambio climático.

Los rendimientos simulados por DSSAT para las prácticas agrícolas con-

vencionales, que constituyen la línea base de comparación, reflejan el mejor entendimiento actual de las prácticas de manejo de los agricultores, y están basados en una compilación de bases de datos globales, bibliografía, y una síntesis de IFPRI de los parámetros de insumos de modelos de cultivos. Las tecnologías agrícolas se implementan en los modelos de cultivos ajustando los parámetros de insumos y codificando detalladamente las prácticas de manejo para reflejar como los productores implementarían la tecnología en el campo.

Resultados

Con base al modelo DSSAT, bajo el escenario de clima más caliente y húmedo MIROC A1B, los principales impactos en producción para el maíz son logrados con tolerancia al calor seguido de labranza cero. La eficiencia en el uso de nitrógeno tiene un impacto en rendimiento más alto en el caso del arroz, seguido del Manejo Integrado de la Fertilidad de Suelo (ISFM). En el caso del trigo, labranza cero tiene el mayor impacto en producción, seguido de agricultura de precisión (Figura 1).

Por otro lado, en el escenario más seco y fresco del CSIRO A1B, los beneficios de la tolerancia al calor ▶

son menores, llevando esta tecnología al tercer lugar a nivel global, en el caso del maíz.

Los tres tipos de protección de cultivos (de insectos, plagas y maleza) también pueden aumentar el rendimiento entre un 6 y 12 por ciento en los distintos escenarios de cultivos y climas.

Utilizando el modelo IMPACT, los impactos esperados en el rendimiento global para el 2050 en el maíz son del 16 por ciento debido a la adopción de variedades tolerantes al calor y la labranza cero; en el caso del arroz, 20 por ciento debido a la eficiencia del uso de nitrógeno y 9 por ciento por la agricultura de precisión; y para el trigo, 16 por ciento de la labranza cero y 10 por ciento de la agricultura de precisión.

El impacto en la seguridad de alimentos (usando el escenario MIROC A1B) puede ser significativo. La cantidad de personas que sufren de inseguridad alimentaria en países en desarrollo en el 2050 puede ser reducida en un 12 por ciento si se implementaran las tecnologías para la eficiencia del uso de nitrógeno, en un 9 por ciento si se adoptara de una manera más amplia la labranza cero, en un 8 por ciento si se adoptaran las variaciones tolerantes al calor o bien la agricultura de precisión y en más de un 4 por ciento por medio del ISFM.

Dada la heterogeneidad en la respuesta de producción, es importante identificar tecnologías específicas para regiones y países específicos. Esto incluye enfocarse en variedades tolerantes al calor en Norte América y el Sur de Asia; tolerancia a la sequía en América Latina y el Caribe, el Medio Oriente y el Norte de África y el área de África al sur del Sahara; y en la protección de cultivos en el área de África, en el Sur de Asia y Europa

Oriental. Las variedades eficientes en el uso de nitrógeno también son críticas para la reducción del uso de recursos y para el avance hacia el desarrollo sostenible.

Segundo, los impactos de la tecnología agrícola se ven aumentados con la irrigación (Figura 1). Mientras que los impactos directos de producción debidos a la sustitución de riego en surcos con el riego por goteo y aspersión son pequeños para el maíz y el trigo, el ahorro de agua es sustancial. Además, debido a que el impacto en producción de otras tecnologías tiende a ser mayor con la irrigación, la inversión en irrigación avanzada debería ir de la mano con la implementación de la tecnología.

Tercero, la tecnología es importante para enfrentar fuentes de estrés abiótico, las cuales se verán en aumento debido a los cambios climáticos. Las variedades tolerantes a la sequía dan un desempeño equivalente a las variedades susceptibles en condiciones sin estrés de sequía y presentan significantes


beneficios de producción bajo condiciones de sequía. Las variedades tolerantes al calor pueden ayudar a reducir los impactos negativos proyectados ante el cambio climático.

Cuarto, la mejora en el manejo de la tierra tiene alto impacto en producción en muchas regiones. Prácticas clave de alto impacto en el manejo de tierra incluyen labranza cero (particularmente en el maíz), agricultura de precisión e ISFM. Por otro lado, la agricultura orgánica no es una estrategia de preferencia para el maíz, el trigo ni el arroz, aunque pueda tener un papel en nichos de mercados de valor alto.

Quinto, dado el aumento en la escasez de los recursos naturales, las tecnologías que disminuyen el uso de agua al igual que la escorrentía de nitrógeno son particularmente importantes. Estos incluyen riego avanzado, como el riego por goteo y aspersión en comparación con el riego por surcos, especialmente si se utiliza fuentes renovables de energía en su aplicación. Otras tecnologías de importancia que tratan



El mejoramiento genético de plantas debe concentrarse en estrés abiótico como el calor y la sequía al igual que el estrés biótico como plagas y enfermedades, sin embargo, la inversión para las mejoras en el rendimiento debe continuar.



El costo de no tomar acciones oportunamente podría ser dramático para aquellos países, como el nuestro, que sufren de inseguridad alimentaria.

el aumento en la escasez de recursos, incluyen la labranza cero, que conserva la humedad del suelo y disminuye la erosión; y eficiencia en el uso de nitrógeno en nuevas variedades, lo cual tiene fuertes impactos en la producción y puede reducir el impacto negativo en el ambiente debido a la fertilización.

Además de las tecnologías evaluadas individualmente, el estudio también estimó una serie de aplicaciones conjuntas de tecnología que combina los elementos de la agricultura más tradicional, como la labranza cero, con las tendencias modernas del cultivo de plantas, como por ejemplo, la tolerancia al calor o la sequía. Se ha visto que la combinación de la labranza cero con la tolerancia del calor funciona bien para el maíz y la labranza cero con la agricultura de precisión logra altos incrementos en la producción del trigo. Finalmente, la tecnología acumulada (aplicación de componentes de todas las tecnologías) puede incrementar con éxito la producción de los tres cultivos.

El camino hacia adelante

La implementación de estas tecnologías en la práctica requerirá de avances institucionales, normativos y de inversión en muchas áreas. Actualmente se observa una clara división entre las tecnologías usadas en países desarrollados versus países en vías de desarrollo, con retos clave para su adopción en países en desa-

rollo en las áreas de financiamiento (particularmente en el tiempo de la recuperación de la inversión), rentabilidad relativa y tamaño de la finca. Por ejemplo, ISFM y la captación de agua de lluvia son tecnologías clave ampliamente consideradas en partes de África ubicadas al sur del Sahara y partes del Sur de Asia. Se considera que tienen un costo relativamente bajo pero requieren de una fuerza laboral considerable. Por otro lado, la agricultura de precisión y el riego por goteo y aspersión actualmente permanecen concentrados principalmente en países desarrollados. La labranza cero es una de las pocas tecnologías evaluadas aquí que puede ser y que en efecto ha sido adoptada cada vez más en partes del norte y del sur, ya que se da independientemente de la escala, es relativamente baja en costo, y relativamente fácil de implementar en el maíz y el trigo.

Dado que muchas de las tecnologías requieren de mucho conocimiento, será crucial que los sistemas de extensión aumenten la capacidad del conocimiento y que fuentes innovadoras de extensión – por medio de tecnología de información y comunicación, por ejemplo – sean implementadas. Además, varias de las tecnologías tardarán varios años para dar beneficios finales. Esto suele afectar su adopción en lugares donde los sistemas de tenencia de la tierra son débiles o en lugares donde los agricultores no tienen acceso a financiamiento viable. Dichas tecnologías incluyen labranza mínima, ISFM, y captación de agua.

Los resultados muestran que enfrentar el reto del cambio climático de manera sostenible mientras se mejora la seguridad alimentaria de manera sustancial, requiere de un esfuerzo de tres vías: el aumento de productividad de cul-

tivos por medio del aumento de la inversión para la investigación agrícola; desarrollo y manejo conservador de recursos; y aumento en la inversión de la irrigación.

El mejoramiento genético de plantas debe concentrarse en estrés abiótico como el calor y la sequía al igual que el estrés biótico como plagas y enfermedades, sin embargo, la inversión para las mejoras en el rendimiento debe continuar.

El manejo conservacionista de recursos y la tecnología deben expandirse, incluyendo la cero labranza, el manejo integral de la fertilidad del suelo, la mejor protección de cultivos y la agricultura de precisión. El aumento de inversión en irrigación rentable servirá para aumentar el retorno a otras tecnologías, mientras que las tecnologías de riego avanzado como la de goteo y aspersión pueden ahorrar agua en lugares específicos manteniendo niveles de producción.

Los resultados descritos se basan en varios supuestos en cuanto al funcionamiento del mercado mundial de alimentos, inversiones futuras y dinámicas de comercio. Es probable que se requiera de una combinación de soluciones para mejorar de manera significativa la seguridad alimentaria conforme la población mundial aumenta pero la incertidumbre en cuanto a la eliminación del desperdicio de alimentos y las mejoras en la distribución de alimentos significa que los esfuerzos para mejorar la productividad aún son clave para la seguridad alimentaria. Aunque el camino no será sencillo ni rápido, debemos avanzar. El costo de no tomar acciones oportunamente podría ser dramático para aquellos países, como el nuestro, que sufren de inseguridad alimentaria. 🌍