Septiembre 2018
Volumen XXXVI, No. 3
ISSN 1022-6303

The ICAC Recorder

Comité Consultivo Internacional del Algodón

Fotografía cortesía del Sr Lawrence Malinga

Edición especial (Volumen 1):

Altos rendimientos de algodón - Esta vez para Africa

Indice

- Editorial 3
- Perspectivas sobre la investigación del algodón e ideas para Africa: Actas y recomendaciones de la XIV Reunión del Foro del Algodón de Africa Meridional y Oriental (SEACF) 5
- Ideas innovadoras para mejorar la producción de algodón y el valor de los subproductos en Africa.....16
- Esperanza y campo de acción para mejorar la producción de algodón en Africa.....22
- Un cambio en la arquitectura de la planta puede superar las barreras en los rendimientos de Africa.....30

The ICAC Recorder

Editorial

¿Por qué son tan bajos los rendimientos de algodón en África, y por qué han estado tan estancados en los últimos 30 - 35 años? Esas dos preguntas conducen a muchas más. ¿Son infértiles los suelos? ¿Es el clima apropiado para el algodón? ¿Hay insuficiencia de agua? ¿No existen tecnologías para generar altos rendimientos? ¿Existe algún problema con la transferencia de tecnología? ¿No pueden los productores proporcionar los insumos necesarios debido a la pobreza?

Paradójicamente, los bajos rendimientos en África persisten a pesar de muchas condiciones favorables para la producción de algodón. Los expertos estarían de acuerdo en que:

- Las condiciones climáticas en África son muy apropiadas para el algodón, con buena luz solar y precipitación;
- Los suelos son tan buenos, y probablemente mejores que en muchas otras partes del mundo donde se cultiva algodón;
- Se han desarrollado nuevas tecnologías en África que llegan a muchas explotaciones; y
- Los productores son muy trabajadores y aplican sus mejores habilidades de gestión para lograr una mayor producción.

Sin embargo, pareciera que nada funciona, al menos en lo que se refiere a los rendimientos. Durante las últimas décadas, ha habido innumerables planes de parte de prestigiosos organismos internacionales para introducir nuevas tecnologías de algodón en África – principalmente relacionadas con el desarrollo varietal, el manejo integrado de plagas y la conservación del suelo y el agua- con miras a mejorar los rendimientos. Esos organismos internacionales desarrollaron proyectos con muchas ideas, se ejecutaron con una importante financiación y terminaron según lo planificado, pero aparentemente ninguno de ellos logró elevar los rendimientos.

Esto es ciertamente intrigante. ¿Existen ideas que aún no se han explorado en África? Esta edición de septiembre 2018 del *ICAC RECORDER*, así como la próxima de diciembre 2018, tienen como objetivo analizar las ideas para elevar los rendimientos en África. Esta publicación contiene artículos que examinan brevemente las perspectivas sobre la investigación del algodón africano, así como las ideas de todo el mundo para mejorar los rendimientos de algodón en África. Si bien algunas ideas se relacionan con la necesidad de nuevas políticas gubernamentales para modernizar el mercado, algunas se ocupan de problemas "investigables" y otras abordan el tema de la transferencia de tecnología. Muchas ideas se inspiraron en historias de éxito del mundo desarrollado. ¿Serán pertinentes para África?

En los últimos años, Australia, China México, Brasil y Turquía han estado cosechando más de 1.500 kg de fibra por hectárea, con Australia llegando a un récord de 2.680 kg/ha en 2014. Curiosamente, Turquía cosecha 1.800 kg/ha sin utilizar algodón *biotec*. EE.UU. ha estado cosechando alrededor de 1.000 kg de fibra por hectárea. Los rendimientos de algodón en esos países han estado en una curva de crecimiento positivo significativo a lo largo de los años. Un análisis crítico demuestra que la escalada de esta curva de crecimiento se debió a las mejoras constantes en la selección genética de plantas, la agronomía y el manejo integrado de plagas (MIP).

Las mejoras ocurren cada año y los rendimientos están en constante crecimiento. Aparentemente, las estrategias se basan sobre todo en elementos interrelacionados, como nuevas variedades que se desarrollaron específicamente para satisfacer las condiciones mecanizadas que exigen un tipo específico de agronomía. Las nuevas variedades se diseñaron para una arquitectura de la planta que se adaptaba a las cosechadoras mecánicas de husillos *(*tipo *picker*). Las plantas tenían una altura baja de menos de 100 cm, con un ancho estrecho de 60 a 70 cm, y entre 10 a 15 ramificaciones simpodiales productivas que daban de 15 a 20 cápsulas por planta en un sistema de siembra de alta densidad (más de 110.000 plantas por hectárea). Aunque Australia, México, Brasil, EE.UU. y Turquía se vieron obligados a cambiar la arquitectura de la planta y continuar el manejo del follaje con productos químicos reguladores del crecimiento de las plantas (PGR, por sus siglas en inglés) debido a la mecanización, China adoptó esas estrategias tan solo para aumentar los rendimientos. Los científicos rápidamente se dieron cuenta que las plantas de baja altura eran más eficientes en la utilización de la

The ICAC RECORDER (ISSN 1022-6303) se publica cuatro veces al año por la Secretaría del Comité Consultivo Internacional del Algodón, 1629 K Street, NW, Suite 702, Washington, DC 20006-1636, EE.UU. Editor: Keshav R. Kranthi <keshav@icac.org>. Precio de la suscripción: $220.00 (versión impresa).
Copyright © ICAC 2018. Prohibida la reproducción parcial o total sin el consentimiento de la Secretaría.

luz solar, el agua y los nutrientes ya que podían desarrollar una cantidad adecuada de cápsulas en un tiempo más corto al gastar menos energía con mayor eficacia.

¿Se pueden aplicar esas estrategias en África para romper el maleficio de los rendimientos? Es cierto que ninguna tecnología ajena se puede simplemente reproducir, adoptar o trasladar de un país a otro. Es poco probable que las tecnologías desarrolladas para una condición en un entorno específico de un país en particular serían adecuadas para otras condiciones en un entorno diferente en otro país. Sin embargo, la inspiración puede llegar, y siempre se pueden aprender las lecciones.

Los principios básicos que sustentan el cambio tecnológico se deben dilucidar, asimilar y utilizar para el desarrollo de conceptos, estrategias y tecnologías que tienen que probarse y validarse en el entorno local de adaptación. Sería un error dar por sentado que las tecnologías del mundo desarrollado no serían pertinentes para un mundo menos desarrollado o en desarrollo. El rendimiento promedio de la fibra en África ha sido aproximadamente de 350 kg/ha durante más de tres décadas, y esto debe cambiar. No obstante, un cambio solo es posible cuando alguien se atreve a soñar. Y los sueños pueden hacerse realidad cuando los científicos se atreven a soñar y avanzar a través de la experimentación.

Con esto como telón de fondo, y con un banco de ideas que proponen los científicos del algodón de países en desarrollo y menos desarrollados, las ediciones especiales de septiembre y diciembre de 2018 del *ICAC RECORDER* sobre "Altos rendimientos de algodón -Esta vez para África", se deben considerar como las abanderadas de un nuevo mañana para el sector algodonero en África. Espero sinceramente que las ideas que proponen los investigadores del algodón se conviertan dentro de poco en las precursoras de la esperanza para África.

The ICAC Recorder

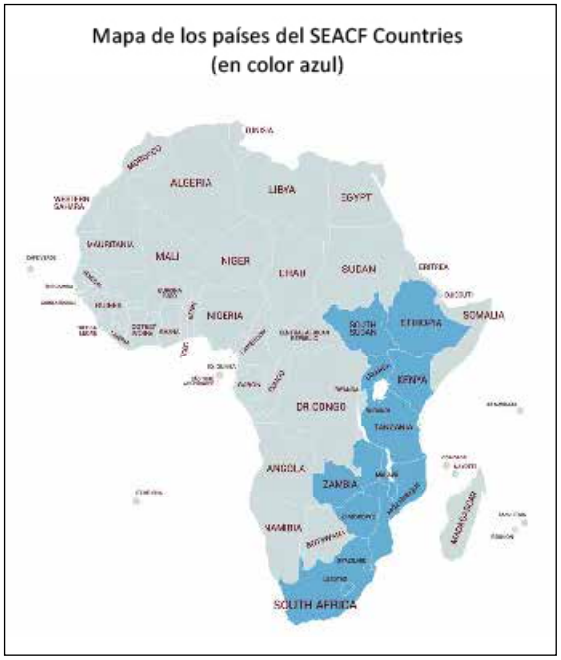
Perspectivas sobre
La investigación del algodón e ideas para África
Actas & recomendaciones de la XIV Reunión del Foro del Algodón de África Meridional y Oriental (SEACF)

Keshav R. Kranthi, Comité Consultivo Internacional del Algodón, Washington D.C,
Lawrence Malinga, ARC – Cultivo Industriales, Sudáfrica
Washington Mubvekeri, Instituto de Investigación del Algodón, Zimbabue

La XIV Reunión del Foro del Algodón de África Meridional y Oriental (SEACF, por sus siglas en inglés) se celebró en Harare, Zimbabue, del 4 al 6 de julio de 2018, con el tema "Mejores prácticas mundiales para elevar los rendimientos de algodón en África". Setenta y siete investigadores de siete países (Kenia, Mozambique, Sudáfrica, Zimbabue, India, Bangladesh y China) asistieron a la reunión del SEACF. El Dr. Dumisani Kutywayo, presidió el Comité Organizador local y orientó al Sr. Lawrence Malinga, ARC- Cultivos Industriales, Sudáfrica y al Sr. Washington Mubvekeri en la organización de la reunión.

Antecedentes

El SEACF se fundó hace 20 años. Antes del establecimiento del SEACF en 1997, el CCIA brindó su apoyo a tres reuniones regionales africanas; la primera en 1982 en Sudán, la segunda en 1984 en Tanzanía y la tercera como la Conferencia Africana del Algodón en 1989 en Togo. Posteriormente, durante la primera Conferencia Mundial sobre la Investigación Algodonera celebrada en febrero de 1994 en Australia, investigadores de los países de la región de África Meridional y Oriental se reunieron y propusieron la creación de la "Red Africana de Investigación del Algodón" bajo la égida del CCIA. El Dr. Joe Kabissa de Tanzanía fue elegido como el presidente. La red se fusionó con el SEACF en 1997 para enfocarse más en la investigación de la producción en lugar de los asuntos comerciales. Hasta



Hon. Ringson Chitsiko y Kai Hughes

ahora se han celebrado catorce reuniones. Las últimas seis reuniones se realizaron en Tanzanía (2008), Zambia (2010), Kenia (2012), Mozambique (2014), Brasil (2016) y Zimbabue (2018). El Dr. Graham Thompson de Sudáfrica se desempeñó como coordinador de SEACF por más de 10 años. El Sr. Adalberto Banze fue el presidente del SEACF de la XIV Reunión en Harare.

Sesión Inaugural

Los discursos inaugurales estuvieron a cargo del **Dr. Dumisani Kutywayo**, presidente del Comité Organizador local, el Sr. Adalberto Banze, presidente del SEACF y el Sr. Kai Hughes, Director Ejecutivo del CCIA. El Secretario Permanente, Sr. Ringson Chitsiko, representó al Ministro de Tierras, Agricultura y Reasentamiento Rural en la inauguración de la reunión.

Zonas algodoneras en Zimbabue

Miembros del comité organizador: Sr Kai Hughes, Sr. Lawrence Malinga, Dr Keshav Kranthi, Sr Washington Mubvekeri y Dr Graham Thompson

Primera Sesión: Perspectivas sobre las políticas

La Sra. Nancy Zitsanza, Autoridad de Comercialización Agrícola (AMA, por sus siglas en inglés), Zimbabue, presentó las perspectivas sobre la gobernanza del sector algodonero en Zimbabue: políticas, regulaciones y estrategias nacionales. Más de 200.000 pequeños productores cultivan algodón en Zimbabue. Es una fuente importante de sustento para aproximadamente 600.000 personas, incluidos productores, trabajadores agrícolas, sus familias y trabajadores industriales. Tres sindicatos de agricultores, a saber, ZFU, ZCFU y ZNFU, participan activamente en la producción de algodón. Grupos independientes de productores también están involucrados en la producción y comercialización del algodón. El AMA tiene una función reguladora. Otros proveedores de servicios son el Instituto de Investigación sobre el Algodón, la División de Servicios de Investigación, Agritex, el Ministerio de Tierras y Agricultura, el Ministerio de Industria y Comercio y los proveedores de insumos. Los actores clave en el valor agregado del algodón son Cottco - en todo el país, ETG Parrogate - Masvingo, Manicaland, China Africa - Gokwe, Alliance - Gokwe, Sanyati, Kadoma, Southern Cotton - Mbire, Muzarabani, Rushinga, Makonde y Gokwe. La capacidad nacional de desmotado es de 600.000 toneladas métricas. La producción promedio de desmotado es 41% de fibra. En los últimos siete años, han descendido la superficie, la producción y los rendimientos, con una ligera recuperación en 2017. Los temas clave que afectan al sector algodonero son: 1. Poca viabilidad de la producción de algodón debido a que los subsidios afectan los precios internacionales; 2. Volatilidad de los precios internacionales; 3. Bajo rendimiento por hectárea - El rendimiento nacional promedio es de 700 kg/ha de algodón en rama a pesar del alto potencial de rendimiento de las variedades locales; 4. Altos costos de los insumos; 5. Débil sostenibilidad de los esquemas contractuales y 6. Sequías recurrentes. Las estrategias nacionales abarcan un marco integral de producción y comercialización del algodón, esquemas de apoyo a los insumos del algodón y una estrategia del 'algodón a la confección'. Es necesario mejorar la productividad a través de la investigación y el desarrollo, fortaleciendo el apoyo al Instituto de Investigación sobre el Algodón y a Quton. Los programas de capacitación para los productores pueden mejorar el rendimiento de algodón en rama. La industria algodonera de Zimbabue cuenta con amplias oportunidades. Existe un clima propicio para la producción de algodón. Los contratistas podrían aumentar la inversión en la producción de algodón. Alrededor del 70% del algodón se exporta como fibra bruta, aunque el sector anhela una mayor inversión para

utilizar la fibra que se produce en hilanderías, tejedurías y la industria textil. La AMA mantiene su compromiso de fomentar el crecimiento del sector proporcionando igualdad de condiciones para todos los actores de la industria algodonera en Zimbabue.

El Sr. Michael Jenrich se enfocó en la importancia del concepto una variedad, una zona, una desmotadora. Indicó que el 10% del algodón del mundo se cultiva en África subsahariana (el cuarto mayor exportador de algodón del mundo después de EE.UU., India y Uzbekistán). Solo en los estados del Sahel a lo largo del cinturón meridional del Sahara, se generan $1.500 millones cada año a través de la exportación de algodón en rama, lo cual representa hasta el 35-75% de los ingresos de exportación agrícola en esa región. En África meridional y oriental, el algodón lo cultivan los pequeños productores exclusivamente (3 millones en número). En el África subsahariana (ASS), 18 millones de personas dependen directa o indirectamente del cultivo de algodón. El Sr. Jenrich enfatizó que las empresas que inviertan en la producción tienen que estar seguras de que recibirán el algodón mediante el cumplimiento de los contratos y también garantizando que las empresas que no brindan apoyo a los productores no puedan obtener la licencia de compra de algodón. Es necesario establecer un sistema central de compras para que las empresas recuperen su inversión. Además, las concesiones se otorgan bajo el concepto de una zona, una desmotadora, donde solo se permitiría (acreditaría) la operación de un solo desmotador en áreas determinadas. La producción de algodón de Mozambique es única en la región y se basa completamente en un sistema de concesiones. A las empresas desmotadoras se les otorgan concesiones y derechos como compradores exclusivos del algodón sin desmotar en sus respectivas áreas de concesión. El Gobierno controla y supervisa la instalación completa. Las compañías obtienen el derecho exclusivo de comprar todo el algodón cultivado dentro del área de concesión. Existe apoyo para organizar grupos de trabajo en aldeas y distritos y grupos empresariales de productores para que los compradores recuperen los préstamos. A todos los productores de algodón registrados se les proporciona un paquete de extensión. Se ofrece apoyo a la capacitación de extensión como un requisito obligatorio para obtener una concesión. Se establece el precio mínimo para garantizar que los productores reciban un precio de mercado 'justo'. La compra de algodón se realiza a través del mecanismo de apoyo al precio mínimo. Los productores reciben semillas, fertilizantes, herbicidas, herramientas mejoradas, etc. Tanzanía está investigando la concesión de distritos, ya que son más fáciles de manejar desde el punto de vista administrativo. Es más fácil controlar y monitorear el comercio en un solo distrito, reduciendo así las fugas de recursos durante la comercialización. Esto hace más atractiva la concesión para los licitadores, lo cual atrae potencialmente mejores ofertas. La provisión técnica y de insumos para la producción de algodón es esencial para garantizar la productividad y la viabilidad para los productores y compradores. El establecimiento de controles individuales (supervisión y cumplimiento de los contratos) es costoso y complejo. Los sistemas controlados desde el campo hasta la desmotadora pueden garantizar la inversión y la viabilidad para los productores y compradores. Los sistemas de monitoreo de precios y servicios necesitarían asegurar un comercio justo. La instalación de concesiones licitadas y monitoreadas con producción exclusiva y compras basadas en la inversión (desmotadora, infraestructura y apoyo) necesitarían inversiones en producción y productividad. Por último, el monitoreo transparente y eficaz de los reglamentos y las directrices es fundamental para el progreso del sector.

El Sr. Fungayi Simbi, Bayer Crop Sciences, propuso intervenciones del sector público y privado para mejorar la productividad del algodón en la región septentrional y oriental africana. Destacó las siguientes limitaciones en la región: bajos rendimientos de algodón y producción de algodón en rama de baja calidad; falta de acceso a créditos para la compra de insumos clave en la producción de algodón; financiación deficiente para los servicios nacionales de extensión agrícola; falta de inversión en la industria algodonera; falta de cumplimiento de la integridad de los contratos por parte de los pequeños productores; comercialización fuera del acuerdo contractual para evadir reembolsos de anticipos para insumos de algodón; uso de productos químicos que no están recomendados; uso repetido de productos químicos del mismo grupo que aceleran la resistencia a los insectos; falta de cultivares de algodón de alto rendimiento; venta de insumos gratuitos provistos por el Gobierno y uso de tecnología obsoleta. Concluyó que los esfuerzos colectivos de la asociación privada y pública resultaron en un aumento de la producción de fibra de 25.000 fardos en 2013 a 180.000 fardos en 2017, la inversión en 3 desmotadoras, la inversión en cosechadoras para consolidar la recolección y el enfardado, la creación de 5.500 empleos desde la explotación hasta el sector minorista y la provisión de apoyo financiero para 1.000 pequeños productores (4.500 ha).

El Sr. Jeremiah Tevera, Federación de Sindicatos de Productores (FoFU, por sus siglas en inglés), habló sobre los roles, desafíos y expectativas del productor en el sector algodonero. El costo de producción ha ido en aumento debido principalmente al incremento en el costo de los insumos y los salarios de la mano de obra. El deterioro de la tracción animal debido a muertes y enfermedades del ganado y las sequías, especialmente durante la temporada 2015/16, fueron los principales factores limitantes de la producción. La adopción de tecnologías es lenta, razón por la cual los rendimientos fueron bajos llegando a 710 kg de algodón en rama por hectárea durante la temporada 2016/17. El cambio climático ha ocasionado anomalías monzónicas. El uso de insumos es según las recomendaciones generales y no se basa en el análisis del suelo ni en ningún estudio de diagnóstico. Señaló que la propuesta del Gobierno de hacer resurgir el algodón es un paso acertado, pero que sería exitoso solo cuando se habilitara un entorno propicio para la participación del sector privado. Además, existen problemas que requieren atención inmediata. La mano de obra familiar se da por sentado e incluye la explotación de niños y mujeres. La exposición a productos químicos peligrosos es nociva para la salud humana. Es necesario contar con programas adecuados de educación y concienciación sobre el cumplimiento de las normas laborales y el uso apropiado de productos químicas. Las empresas que operan en las regiones productoras de algodón generalmente manipulan los precios de los insumos y otros productos durante la temporada de comercialización en perjuicio de los productores y los consumidores. Se necesitarían las intervenciones del gobierno para evitar esas manipulaciones. La provisión de servicios de extensión debe ser complementaria entre el gobierno y el sector privado. Existen varias expectativas que abarcan mejores rendimientos y mejores precios, insumos a precios razonables disponibles en la explotación, participación del sector privado en la financiación de la producción de algodón, pagos puntuales y acceso a riego complementario en caso de sequía. Es necesario estimular la inversión mediante el apoyo a los actores de la cadena de valor. Otras expectativas son: acceso a prácticas de manejo efectivas para el control de malezas, plagas y enfermedades; desgravaciones arancelarias; prohibiciones de importar a través de mejores precios al productor; creación de empleos; costos más bajos de insumos; mejoras en la educación de los productores y avances en el sistema de producción en consonancia con las tendencias regionales y mundiales, así como incentivos a la exportación para acondicionar la inversión local en el sector.

Segunda Sesión: Transferencia de tecnología

La Dra. Usha Rani Joshua, Instituto Central para la Investigación del Algodón, India, describió la experiencia de las demostraciones de interfaz directa entre investigadores y productores [*Front-line demonstrations* (FLD, por sus siglas en inglés)], como una práctica de transferencia de tecnología (TOT, por sus siglas en inglés) probada y exitosa en India y su relevancia para África. El desempeño del sector algodonero en India ha sido bastante impresionante en términos de sus logros en superficie y producción a lo largo de los años. Esto se debe a la introducción de genotipos prometedores y tecnologías eficientes de producción y protección. El enfoque FLD se basa en acuerdos de diseminación de tecnología bien definidos y optimizados. Es un mecanismo comprobado de servicios de extensión para el algodón con objetivos de demostrar la utilidad de las últimas tecnologías mejoradas de producción y protección de cultivos a los productores y extensionistas, y de esta manera reducir el desfase temporal entre la generación de la tecnología y su adopción. Además, permite a los científicos obtener la retroalimentación directa de los productores algodoneros, lo cual facilita la reorientación de los programas de investigación para desarrollar paquetes tecnológicos apropiados sobre la base de las necesidades. El formato FLD se implementa generalmente en áreas de baja productividad. Las instituciones rurales seleccionan a los productores en consulta con los líderes locales y los funcionarios agrícolas. Esos funcionarios forman parte del equipo FLD. Se realizan encuestas de evaluación comparativa antes de comenzar las demostraciones, las cuales incluyen información sobre los cultivos y el sistema de cultivo de la zona, siembra de cultivos intercalados, rendimientos promedio de algodón, prácticas locales adoptadas e información sobre el costo de cultivo.

Las intervenciones tecnológicas son planificadas y demostradas por los científicos en los campos de los productores seleccionados en función de los problemas identificados. Se suministran los insumos críticos necesarios para las intervenciones tecnológicas y se realizan visitas frecuentes de monitoreo en campo. Un total de 19.500 demostraciones FLD se llevaron a cabo entre 1996 y 2017 en once estados productores de algodón en India por dieciséis centros participantes con un desembolso presupuestario de US$ 1,6 millones. Los resultados de las FLD se compararon con los rendimientos de las explotaciones de acuerdo con las prácticas regulares con respecto a rendimientos, uso de insecticidas y reducción del costo de cultivo. Los resultados demostraron un aumento promedio de 18,0% en los rendimientos. Las intervenciones recomendadas para

mejorar las condiciones de los productores algodoneros en África comprenden principalmente la diseminación de tecnología de 'productor a productor', el empoderamiento y el desarrollo de capacidades de los productores, la transversalidad de género, las asociaciones público-privadas y el fomento de la tecnología de información y comunicación en la transferencia de tecnología. Existen más posibilidades de que el formato FLD se adapte a África debido a la naturaleza idéntica de los desafíos que enfrentan los sistemas agrícolas a pequeña escala en África y India.

El Sr. Nkosilathi Nkomo, Universidad Nacional de Ciencia y Tecnología, Zimbabue, se refirió a las tecnologías para el desarrollo de productos de valor agregado a partir de los tallos de algodón. El algodón se cultiva principalmente para obtener fibras, pero los tallos de algodón que se consideran desperdicios agrícolas se usan muy poco. En las explotaciones de algodón, se generan alrededor de dos a tres toneladas de tallos de algodón por hectárea. Cada temporada se producen en Zimbabue cerca de un millón de toneladas de tallos de algodón. Fuera de la temporada, los tallos brindan refugio a los patógenos y las plagas de insectos, como las cochinillas harinosas y los gusanos rosados de la cápsula. Los tallos generalmente se queman y, por lo tanto, producen contaminación ambiental. Se produce alrededor de 0,85 millones de toneladas métricas de CO_2 por un millón de toneladas métricas de la quema de tallos de algodón. Los tallos se pueden utilizar para la fabricación de tableros de partículas, la preparación de pulpa y papel, así como para tablones duros, cajas de cartón corrugado, celulosa microcristalina, derivados de celulosa como sustratos para cultivar hongos comestibles, fertilizantes orgánicos para acondicionamiento e incorporación en el suelo para mejorar la actividad de microorganismos y aumentar el crecimiento de plántulas. Esos usos diferentes pueden agregar valor, incrementando de esta manera los márgenes de ganancia de los productores para mejorar la viabilidad del cultivo del algodón en Zimbabue.

El Dr. Richard Musebe, CABI, Kenia, describió las iniciativas sobre el manejo integrado de cultivos, el manejo de plagas, la transferencia de tecnología y el desarrollo de capacidades en los sistemas de producción de algodón de pequeños productores en Kenia. La agricultura representa el 24% del PIB y el 80% de la población rural depende de ésta como principal fuente de sustento. El ochenta por ciento (80%) de la masa de tierra en Kenia es tierra firme; por lo tanto, solo se aprovecha el 20% que es tierra cultivable para alimentar a una población cuyo pronóstico de crecimiento para el año 2030 es de aproximadamente 60 millones de habitantes. El algodón prospera bien en las tierras áridas y semiáridas (ASAL por sus siglas en inglés), lo cual permite el uso eficaz de tierras que de otro modo serían inadecuadas para algunos cultivos. El algodón proporciona materia prima para múltiples industrias y, por ende, es el factor clave del empleo, los ingresos y el alivio de la pobreza. La productividad del algodón en rama de 488 kg/ha es baja debido a las semillas de mala calidad, la preparación deficiente del suelo y su poca de fertilidad. El control de plagas es sumamente inapropiado, aunque las plagas representan el 20-30% del costo total de producción. El conocimiento de los productores es limitado y el apoyo técnico inadecuado, lo cual resulta en una baja adopción de tecnologías. El mejoramiento de las capacidades de los productores es crítico para elevar la producción de algodón. Además, es necesario fortalecer los vínculos entre los actores de la cadena de valor del algodón. El Dr. Musebe se refirió a la transferencia de estrategias integradas de manejo de cultivos y plagas, y sugirió medidas que muy probablemente satisfarán las necesidades de los productores objetivo. Subrayó que el aprendizaje institucional y los cambios asociados son elementos vitales para la diseminación exitosa de la tecnología. Indicó que la alineación de los atributos de la tecnología con las preferencias del usuario final puede acelerar la adopción. Es importante mejorar la participación de los productores para que puedan ser parte de la solución, y no simplemente receptores pasivos de conocimiento, para incrementar la adopción de tecnologías. Esto se puede facilitar mejorando el acceso al capital y la financiación mediante vínculos con instituciones financieras. Concluyó que los esfuerzos dirigidos a incrementar la apropiación tecnológica por parte de los productores al inicio pueden elevar la adopción y, por ende, conducir al mejoramiento de la productividad del algodón.

Tercera Sesión: Mejoramiento genético de plantas

El Sr. Manuel Maleia, Centro de Investigación y Multiplicación de Semillas de Algodón de Namialo, Mozambique, examinó la estabilidad y adaptabilidad de los genotipos de algodón en condiciones multiambientales en Mozambique. Probó la adaptabilidad y el desempeño de 15 genotipos nuevos en comparación con tres controles. Maleia concluyó que el complejo ambiental tiene un mayor impacto en el rendimiento de algodón en rama que el genotipo. Entre los

nuevos genotipos, se encontró que IMACD 06-6798, IMA1 08-3917 y BA919 tienen una adaptabilidad aceptable y una estabilidad potencial.

El Sr. Maco Mare, Instituto de Investigación sobre el Algodón, Zimbabue, presentó los resultados sobre la determinación de la adaptabilidad de genotipos de fibra mediana *G. hirsutum* a las condiciones agroecológicas del *Lowveld* (estepa baja) en Zimbabue. El desarrollo de variedades de algodón en Zimbabue requiere que los genotipos de prueba se sometan a una evaluación y selección multiambiental en condiciones marginales de crecimiento como las que se encuentran en el *Lowveld*. Las variedades superiores de algodón para el área de *Lowveld* se identificaron mediante experimentos de campo realizados durante cuatro temporadas desde 2013-17. Ocho genotipos se codificaron como 830-01-3, 89-01-2, 85-01-1, 831-01-3, 820-01-1, 812-01-3, 830-01-7 y 83- 01-4 para compararlos con tres normas, a saber, SZ9314, CRI-MS-1 y CRI-MS-2. Se midieron el rendimiento de algodón en rama, el rendimiento de la fibra, la producción del desmotado, el peso de la cápsula, el peso de la semilla, la precocidad, la longitud de la fibra utilizando la longitud media de la mitad superior (LMMS), el micronaire, la uniformidad de la longitud, la resistencia, el alargamiento y la madurez de la fibra. Los resultados no revelaron una interacción significativa "genotipo x ambiente" en todos los rasgos. Se observaron diferencias genotípicas en el peso de la cápsula, el rendimiento de algodón en rama, el rendimiento de la fibra y el peso de la semilla, mientras que en los otros parámetros de campo no hubo diferencias significativas. Los genotipos 83-01-4 y 89-01-2 tuvieron los rendimientos de algodón en rama más altos de 1896 kg/ha y 1888 kg/ha, respectivamente. Estos también tuvieron los rendimientos de fibra más altos de 690,50 kg/ha y 694,50 kg/ha, respectivamente. No se observaron diferencias significativas en todas las características de la fibra. Todas las variedades se encontraban dentro del rango de las normas mundiales en cuanto a la longitud de la fibra, micronaire y alargamiento, aunque el 812-01-3 tuvo un pésimo desempeño con un alargamiento del 5,9%. Las variedades tenían una buena resistencia de la fibra, la cual estaba por encima de la norma 30g/ tex y una buena madurez por encima de 0,85. El análisis de estabilidad utilizando genotipos y la interacción genotipo por ambiente (GGE, por sus siglas en inglés) reveló que los genotipos 83-01-4, 89-01-2 y 830-01-3 eran más estables y adaptables en todos los ambientes. En conclusión, se identificaron dos genotipos, 83-01-4 y 89-01-2, como apropiados para las condiciones de la región del Lowveld en función del rendimiento en el campo y las cualidades de la fibra.

El Sr. Kudzai Mandiveyi, Compañía de Semillas Mahyco, presentó los resultados de las pruebas de campo realizadas con los nuevos híbridos de algodón de Mahyco para Zimbabue y África. Propuso la comercialización de 6 híbridos nuevos en base a la superioridad de sus rendimientos respecto a los controles de un 12-24%.

El Dr. Ye Wuwei, Laboratorio Estatal Clave de Biología del Algodón, China, describió la clonación y expresión de genes tolerantes a la sequía y la sal en el algodón. El estrés abiótico (deficiencia de agua y salinidad del suelo) se ha convertido en un serio problema mundial que afecta el desarrollo agrícola y el medioambiente ecológico. La salinidad es uno de los estreses abióticos más importantes en el mundo que limita severamente la producción de cultivos. Los cultivares de algodón tolerantes a la sal pueden desempeñar una función vital en la lucha contra el problema de la salinidad. Los métodos convencionales de cribado de genotipos de algodón para la tolerancia abiótica son laboriosos y consumen mucho tiempo. La identificación de genes puede acelerar el desarrollo de cultivares tolerantes a la sal. Siete genes relacionados con tolerancia a la sal, el gen de la H^+-pirofosfatasa y el gen de la S-adenosilmetionina sintetasa y otros, se clonaron a partir de variedades tolerantes a la sal de *Gossypium hirsutum*, los cuales se denominaron *GhVP*, *GhSOS1* y *GhSAMS*, respectivamente. Esos genes se están utilizando para desarrollar cultivares resistentes a la salinidad.

Cuarta Sesión: Agronomía

El Dr. Blaise Desouza, Instituto Central para la Investigación del Algodón, India, hizo hincapié en la importancia de la agricultura de conservación para la producción sostenible de algodón en África, basado en las experiencias de India. El algodón es un cultivo comercial que respalda el sustento de millones de productores en África. Sin embargo, los niveles de productividad son bajos. La baja fertilidad y la degradación del suelo, la dependencia de la lluvia y los estreses bióticos son algunos de los factores clave responsables de la baja productividad de los cultivos. Además, la mayoría de los productores pertenecen a la categoría de peque-

ñas explotaciones con recursos limitados. En esos casos, la adopción de las Mejores Prácticas de Manejo (BMP, por sus siglas en inglés) puede ayudar a abordar ese desafío. La Agricultura de Conservación (AC) es uno de los principales componentes de las BMP que constituye la clave para mejorar la productividad. La AC gira en torno a tres principios básicos: (i) minimizar la labranza, (ii) incluir una cobertura permanente y (iii) rotar los cultivos. Las experiencias en India indican que la AC es más sostenible y tiene una adaptación más amplia debido a que mejora la calidad del suelo y la productividad de los cultivos. Por lo tanto, los sistemas de AC se ajustan mejor a los países africanos ya que conservan el suelo y el agua y mejoran la subsistencia. Se resumieron los resultados de los sistemas de AC en el algodón de India, así como aquellos de otras partes y África. Aunque la mayoría de los estudios señalan que cuando se usan las tres tecnologías en combinación se produce una sinergia, hubo otros casos en donde esos sistemas no fueron apropiados. Por ejemplo, los sistemas de AC en el sur de Zambia generaron niveles deficientes de rendimiento en comparación con las prácticas convencionales de los productores. Por otro lado, el impacto de los sistemas de AC en Camerún fue positivo. Es importante comprender que una tecnología de AC desarrollada en una región no se puede utilizar directamente en otro lugar. Necesitamos entender la situación local (suelo, clima) y adaptar las prácticas de AC a las condiciones locales. Por lo tanto, es importante aprender y adaptarse a las condiciones locales mediante la innovación de tecnologías que sean aceptables para el productor. El artículo completo del Dr. Blaise sobre el tema aparecerá en la edición de diciembre de 2018 del *ICAC RECORDER*.

La Dra. Matilda van der Westhuizen, ARC-Instituto de los Cultivos Industriales, Sudáfrica, evaluó cultivares de algodón bajo riego en la región sur. Los cultivares DP1240 B2RF, DP1531 B2RF, DP1541 B2RF, Delta 12 BRF, Candia BGRF y Carla se probaron durante la temporada de cultivo 2016/2017 en Loskop (provincia de Mpumalanga), Vaalharts y Upington (Cabo Norte). Los rendimientos de fibra difieren significativamente en diferentes lugares y con diferentes cultivares. En Loskop, el mayor rendimiento de fibra se obtuvo con DP1541 B2RF (1175 kg ha^{-1}), seguido de DP1240 B2RF con 1101 kg ha^{-1}. Los rendimientos en Loskop estuvieron por debajo del promedio ya que hubo una gran infestación de chinches tintóreas del algodón. En Vaalharts, los rendimientos de fibra difieren significativamente. El mayor rendimiento de fibra se obtuvo con Candia BGRF (2141 kg ha^{-1}), seguido de DP1240 B2RF con 2074 kg ha^{-1}. Aunque el rendimiento de fibra no exhibió diferencias significativas en Upington, los dos que se desempeñan mejor fueron DP 1240 B2RF (2887 kg/ha) y DP 1531 B2RF (2842 kg/ha). El rendimiento de fibra más bajo se obtuvo con Delta 12 BRF (2414 kg/ha).

El Dr. Md. Farid Uddin, Junta de Desarrollo del Algodón de Bangladesh, describió las técnicas de trasplante de plántulas de algodón para la adaptación al cambio climático. Bangladesh es uno de los países más húmedos del mundo donde es muy común que las lluvias torrenciales se extiendan por un largo período. La precipitación media anual en el país oscila entre 2320-6000 mm. El período máximo de precipitaciones es de junio hasta agosto y coincide con el período de siembra del algodón *upland*. Como consecuencia, los campos no son apropiados ni manejables para la siembra de algodón. Para superar este obstáculo, se cultivaron plántulas de algodón en semilleros cubiertos con cobertura vegetal de polietileno *(mulch)* y se transportaron al campo principal durante condiciones favorables para el trasplante. En 2017-2018, se llevaron a cabo ensayos en explotaciones para identificar la edad más adecuada de las plántulas para el trasplante. Se evaluó el efecto de 4 edades diferentes de plántulas en el momento del trasplante, a saber, 10, 15, 21 y 28 días, en relación a la tasa de supervivencia de las plántulas, los caracteres que contribuyen al rendimiento, el rendimiento de algodón en rama y los ingresos netos de los productores. Los resultados revelaron que la edad de las plántulas en el momento del trasplante afectaba significativamente la tasa de supervivencia de las plántulas, el rendimiento de algodón, los caracteres que contribuyen al rendimiento y los ingresos netos de los productores. La mayor tasa de supervivencia de las plántulas (98,4%) y el rendimiento más alto de algodón en rama 5,75 t ha^{-1} se obtuvieron cuando se trasplantaron plántulas de 10 días de edad, lo cual también produjo el ingreso neto más alto (US$ 2707 ha^{-1}). Por lo tanto, el estudio demostró que la edad óptima para el trasplante de las plántulas de algodón fue de 10 días y que, con el aumento de la edad de las plántulas utilizadas para el trasplante, se reducía significativamente el rendimiento de algodón en rama y el ingreso neto de los productores.

La Sra. Cheidza Gwiranenzara, Instituto de Investigación sobre el Algodón, Zimbabue, describió el impacto de la agricultura de conservación en la productividad del algodón. El algodón se cultiva tradicionalmente en Zimbabue en sistemas de labranza convencional, lo cual

expone el suelo a la degradación a gran escala dado el lento crecimiento del cultivo durante las primeras seis semanas (Cotton Handbook, 1998). A menos que se emprendan medidas concertadas para abordar la degradación del suelo resultante de su excesiva preparación en los sistemas de labranza convencional, la escasez de tierras cultivables se convertirá en un serio problema en las principales zonas productoras de algodón en el futuro inmediato. En los últimos años, se han desarrollado tecnologías, tales como el desarrollo de cultivos tolerantes a la sequía, la agricultura de conservación y las técnicas de conservación de la humedad, como medidas correctivas para mitigar el impacto de la variabilidad climática. La agricultura de conservación en el algodón de Zimbabue está en su infancia. Por lo tanto, se llevó a cabo un estudio para determinar los beneficios de las tecnologías de labranza de conservación en el rendimiento de algodón en rama bajo las condiciones prevalecientes en Zimbabue. Los experimentos se llevaron a cabo en el Instituto de Investigación sobre el Algodón y en las áreas comunales de Umguza, Wozhele, Shamva y Dande, durante tres temporadas de 2015 a 2017 en un diseño de bloques completos aleatorizados con cinco repeticiones de acuerdo con las prácticas de labranza convencional, cuencas, surcos de subsolado y hoyos realizados con hoyadora. Los resultados mostraron que el mayor rendimiento de algodón en rama de 3002 kg/ha se logró en cuencas en la temporada 2016. Ese rendimiento fue comparable con los rendimientos obtenidos en surcos de subsolado y hoyos realizados con hoyadora en el mismo sitio y durante la misma temporada. Por lo tanto, la práctica de la agricultura de conservación se identificó como una tecnología prometedora que se puede utilizar en la producción de algodón en Zimbabue con beneficios que serán evidentes con el tiempo.

Quinta Sesión: Protección de los cultivos

El Prof. Yuan Youlu, Laboratorio Estatal Clave de Biología del Algodón, China, presentó los resultados del mapeo de loci de rasgos cuantitativos (QTL, por sus siglas en inglés) para la resistencia a la marchitez por *Verticillium* (VW, por sus siglas en inglés), los rasgos de la calidad de la fibra y el rendimiento en líneas de sustitución de segmentos cromosómicos de algodón. El desarrollo de las Líneas de Sustitución de Segmentos Cromosómicos (CSSL, por sus siglas en inglés) de *Gossypium barbadense* en fondo de *G. hirsutum* proporcionó poblaciones ideales de mapeo para una mayor investigación del genoma y el mejoramiento del cultivo a través de la selección asistida por marcadores (MAS, por sus siglas en inglés). Se desarrollaron poblaciones filiales $BC_5F_{3:5}$ derivadas por retrocruzamiento con el progenitor donante Hai1 y el progenitor recurrente CCRI36. Se plantaron 300 líneas CSSL y sus dos progenitores en un diseño de bloques completos aleatorizados con 2 repeticiones en dos ubicaciones ecológicas diferentes (Anyang y Xinjiang) en 2015 y 2016, respectivamente. La evaluación fenotípica incluyó los parámetros de resistencia a la marchitez por *Verticillium* (índice de enfermedades), rendimiento de la fibra (altura de la planta, peso de la cápsula, porcentaje de fibra e índice de semillas) y calidad de la fibra (longitud, resistencia, micronaire, uniformidad y alargamiento de la fibra). Los materiales resistentes a la marchitez por *Verticillium* se recolectaron durante julio y agosto en el campo. Un total de 597 pares de marcadores de repeticiones de secuencias simples (SSR, por sus siglas en inglés) seleccionados de 2292 pares de marcadores en el mapa de alta densidad de una población BC_2F_1 de *G. hirsutum×G. barbadense* se utilizaron para identificar polimorfismos entre las líneas $BC_5F_{3:5}$. Se detectó un total de 56 QTL para la resistencia a la marchitez por *Verticillium* -30 de los cuales eran estables y 38 QTL (68%) tenían efectos aditivos negativos- lo cual indica que los alelos de *G. barbadense* aumentaron la resistencia a la marchitez por *Verticillium* y disminuyeron el índice de enfermedades (DI, por sus siglas en inglés) en 2.64 a 13.23 aproximadamente. A través de un metanálisis, se identificaron 30 regiones *hotspot* de QTL para la resistencia a VW y 13 de ellas eran regiones *hotspots* nuevas. Se detectó un total de 191 QTL para el rendimiento y la calidad de la fibra, de los cuales 98 eran para los rasgos o caracteres de la calidad de la fibra y 93 para los rasgos relacionados con el rendimiento. 54 de esos QTL eran estables. Tres cromosomas, Chr05, Chr10 y Chr20, contenían más QTL. Se identificaron 30 grupos con índice de enfermedades y rasgos relacionados con la fibra en 16 cromosomas. La mayoría de los rasgos o caracteres de la fibra se agruparon con los QTL estables del índice de enfermedades. Encontramos 6 grupos, a saber, C01-grupo-1, C05-grupo-4, C07-grupo-1, C19-grupo-2, C22-grupo-1 y C22-grupo-2, que tenían una correlación positiva entre los rasgos de la resistencia a VW y la calidad de la fibra. Dos grupos, C10-grupo-1 y C25-grupo-1, también tenían una correlación positiva entre los rasgos relacionados con la resistencia a VW y el rendimiento (peso de la cápsula y porcentaje de fibra). Existe un grupo importante, C20-grupo-1, para la resistencia a VW, la calidad y el rendimiento de la fibra. Se concluye que esos grupos y QTL relacionados son muy importantes para el mejoramiento genético de la calidad de la fibra, el rendimiento y la resistencia a la enfermedad de la marchitez por *Verticillium*.

El Sr. Fredy Musiniwa, Instituto de Investigación sobre el Algodón, Zimbabue, midió los niveles de tolerancia de los genotipos pre-liberados de *Gossypium hirsutum* L. a un

patógeno fungoso de suelo *Verticillium dahliae Kleb*. La marchitez por *Verticillium* es una de las enfermedades más importantes del algodón que afecta el rendimiento y la calidad de la fibra de algodón en todo el mundo. El patógeno es capaz de infectar las raíces de las plantas durante la temporada de cultivo y persistir en el suelo por largos períodos de hasta 10 años. Una vez que se introduce la marchitez por *Verticillium* en el campo, es difícil de erradicarla debido a su capacidad saprofítica. No existe control químico para la enfermedad. La mejor forma de controlar la enfermedad es sembrando variedades tolerantes. Se llevaron a cabo experimentos en el Instituto de Investigación sobre el Algodón durante tres temporadas para detectar genotipos prometedores de algodón para la defensa natural contra la marchitez por *Verticillium* en un campo con una larga historia de infección por el patógeno. Los experimentos se establecieron en Diseño de Bloques Completos Aleatorizados (RCBD, por sus siglas en inglés) con 12 tratamientos repetidos 3 veces. Se midieron la incidencia de la enfermedad, la gravedad de la enfermedad y el rendimiento de algodón en rama. La gravedad de la enfermedad se calificó mediante una escala de 1 a 5, mientras que la incidencia se calificó utilizando una infección porcentual. Los resultados demostraron que los genotipos prometedores tenían diferentes niveles de tolerancia al patógeno. Los genotipos: 931-05-1, GN96(b)-05-8, 919-05-2, 932-00-3, 648-01-4 y 562-00-9 mostraron altos niveles de tolerancia a la enfermedad y, por lo tanto, son apropiados para lograr un mayor avance en el mejoramiento genético.

Sexta Sesión: Mejores prácticas para la elevación de los rendimientos en África

Los artículos se presentan individualmente en esta edición.

El Dr Isaiah Mharapara dirigiendo una sesión interactiva

Séptima Sesión: Taller práctico y sesión interactiva sobre el algodón *biotec*

El Dr. Keshav R Kranthi condujo sesiones prácticas participativas sobre la detección de Bt mediante el uso de tiras inmunocromatográficas y la cuantificación del Bt a través del Ensayo inmuno-absorbente ligado a enzimas (ELISA, por sus siglas en inglés).

El Dr. Keshav R Kranthi, CCIA, presentó dos charlas. La primera charla titulada "Secretos de los altos rendimientos" trató sobre los principios fundamentales de las mejores prácticas que utilizan los principales 5 países productores de algodón. La segunda titulada "Algodón biotec-África" se refería a los detalles de los productos de algodón biotec disponibles en todo el mundo y la importancia para los principales países productores de algodón de África.

Recomendaciones

- Estrategias para elevar los rendimientos: Los rendimientos de algodón en África son bajos y han estado estancados por casi tres décadas. Los esfuerzos en el mejoramiento genético de las plantas y la agronomía se deben orientar hacia la selección genética de plantas 'eficientes' con arquitectura compacta, de corta duración, que posean capacidades para una 'mayor eficiencia de uso de nutrientes' y una 'mayor eficiencia de uso de agua', debido a una ventana crítica de formación de cápsulas mucho más corta en comparación con los sistemas actuales 'ineficientes' de producción de algodón de larga duración en África. La investigación en todo el mundo ha demostrado que cuando los tipos de plantas compactas de temporada corta y maduración temprana se siembran en alta densidad resultan en rendimientos más altos en un tiempo más corto y tienen la posibilidad de escapar de los estreses bióticos (plagas y enfermedades) y abióticos (sequía).
- Apoyo a la Investigación: Es necesario fortalecer las instituciones de investigación sobre el algodón mediante el mejoramiento de las instalaciones de infraestructura y el desarrollo de recursos humanos a través de la consolidación del conocimiento y la experiencia local, así como de la capacitación en tecnologías avanzadas en el extranjero.
- Tecnologías impulsadas por la demanda: Los productores africanos necesitan paquetes integrales de producción de algodón que los protejan de los caprichos del clima. Las instituciones de investigación de los respectivos países deben esforzarse en el desa-

rrollo de tecnologías adaptables localmente, resistentes al clima, sostenibles, respetuosas con el medio ambiente e impulsadas por la demanda. La adopción de tecnologías es más fácil cuando están impulsadas por la demanda. Sin embargo, la adopción de muchas tecnologías agrícolas es lenta porque son costosas o no están diseñadas para resolver los problemas locales. La alineación de los atributos de la tecnología con las preferencias del usuario final puede mejorar la aceptación en gran medida. En ese proceso, es importante aumentar la participación de los productores para que sean parte de la solución, y no simplemente receptores pasivos de conocimiento, para incrementar la adopción de tecnologías. Los esfuerzos dirigidos a incrementar la apropiación tecnológica por parte de los productores al inicio pueden elevar la aceptación y, por ende, conducir al mejoramiento de la productividad del algodón.

- Protección de los cultivos: Las plagas de insectos y las enfermedades ocasionan pérdidas económicas importantes, dando lugar a bajos rendimientos en África. En muchos casos, el acceso limitado a las tecnologías de control de plagas o a los insumos, o la falta de acceso a los créditos para la compra de insumos clave para la protección de los cultivos, generan daños a los cultivos. Es necesario que los gobiernos y los organismos privados faciliten el acceso oportuno y asequible a prácticas eficientes en el manejo de malezas, plagas y enfermedades, de acuerdo con los principios del manejo integrado de plagas y el manejo de la resistencia a los insecticidas.
- Calidad de las semillas: Los rendimientos se pueden mejorar en gran medida con semillas de buena calidad. La producción organizada de semillas certificadas de buena calidad tiene el potencial de transformar la producción algodonera en África.
- Insumos sostenibles: En muchos países africanos, los insumos tecnológicos, como fertilizantes, plaguicidas y maquinarias agrícolas, son escasos. Para garantizar una agricultura respetuosa con el medioambiente y la sostenibilidad, se deben proveer insumos biológicos a los productores para el manejo de plagas y nutrientes de acuerdo con esquemas de apoyo que incorporen componentes del manejo integrado de plagas y el manejo integrado de nutrientes.
- Marca sostenible: El algodón depende completamente de la lluvia en África (excepto en Sudáfrica, Egipto y Sudán y algunas partes de Etiopía, Kenia y Nigeria). En todos los demás países donde el algodón es 100% de secano, se deben explorar oportunidades para desarrollar sistemas de producción de algodón orgánico o sostenible que creen 'marcas de sostenibilidad' para alcanzar precios más altos en el mercado mundial.
- Agricultura de conservación (AC): El cultivo de algodón en África se basa en los sistemas de labranza convencional, los cuales degradan los suelos. La agricultura de conservación es más apropiada para los países africanos, ya que no es una tecnología intensiva en el uso de insumos, y resulta en la conservación del suelo y el agua a través de enfoques económicos que mejoran los rendimientos y la subsistencia en los sistemas agrícolas a pequeña escala. Es importante entender que la tecnología de la agricultura de conservación desarrollada en una región no se puede utilizar directamente en otra parte y que las prácticas de AC se deben adaptar para que satisfagan las condiciones locales en función del tipo de suelo y el clima. A través de la innovación de tecnologías de AC localmente pertinentes, será posible conseguir la aceptación del productor.
- De la fibra al tejido: El algodón genera enormes oportunidades de empleo. Es necesario estimular la inversión privada y el apoyo gubernamental a la industria textil. Se estima que una tonelada de algodón proporciona empleo anual al menos a 5-6 personas. Se exporta aproximadamente el 80% del algodón en rama producido en África. El algodón en rama producido en África tiene el potencial de emplear entre 8 y 10 millones de personas en la cadena de valor textil durante todo el año. Los países africanos productores de algodón deben considerar seriamente la instalación de fábricas textiles que no solo generarían empleo, sino que también podrían aumentar los ingresos en 8 a 20 veces o más, dependiendo del tipo de productos de valor agregado producidos, tales como hilaza, tejidos, textiles y prendas de vestir.
- Riqueza de los desperdicios: La adición de valor a los desperdicios agrícolas del algodón puede mejorar las condiciones de los productores algodoneros en África. En lugar de quemar los tallos de algodón, estos se pueden utilizar para la fabricación de tableros de partículas, la preparación de pulpa y papel, así como para tablones duros, cajas de cartón corrugado, celulosa microcristalina, derivados de celulosa como sustratos para cultivar hongos comestibles, fertilizantes orgánicos para acondicionamiento e incorporación en el suelo para mejorar la actividad de microorganismos y aumentar el crecimiento de plántulas. Esos usos diferentes pueden agregar valor, incrementando de esta manera los márgenes de ganancia de los productores para mejorar la viabilidad del cultivo de algodón en África.
- Transferencia de tecnología: Los programas de capacitación para los productores pueden mejorar los rendimientos de algodón en rama. Es necesario contar con programas adecuados de educación y conciencia-

ción tecnológica para los productores. Los servicios de extensión se tornan confusos cuando existen mensajes conflictivos provenientes de las empresas privadas proveedoras de insumos y los organismos del sector público. Es importante desarrollar un currículo estándar de tecnología para el país y que la transferencia de tecnología se haga de manera complementaria entre el gobierno y el sector privado. En África, se deben iniciar métodos innovadores, como la diseminación de la tecnología 'de productor a productor', el empoderamiento y el desarrollo de capacidades de los productores, la transversalidad de género, las asociaciones público-privadas y el fomento de la tecnología de información y comunicación en la transferencia de tecnología. El formato de demostraciones FLD, que ha sido muy exitoso en India, es más probable que se adapte a África debido a la naturaleza idéntica de los desafíos en los sistemas agrícolas a pequeña escala en África e India. La financiación de los servicios nacionales de extensión agrícola daría lugar a una transferencia de tecnología efectiva.

- Oportunidades de negocios: Actualmente**,** los insumos químicos, como los fertilizantes y los plaguicidas, se importan a África y son más costosos debido a los costos adicionales de transporte. Se han desarrollado tecnologías no químicas en todo el mundo para el manejo de plagas y el manejo de nutrientes. Se pueden generar tecnologías, tales como el control biológico, bioplaguicidas, biofertilizantes, producción de biocarbón (*biochar)*, etc., en los institutos de investigación de los sectores público y privado, y esos productos biológicos se pueden fabricar localmente para crear negocios, oportunidades de empleo e ingresos. Los contratistas podrían incrementar la inversión en la producción de algodón en función de las tecnologías locales.
- Apoyo a la comercialización: Los productores africanos necesitan políticas sólidas de apoyo a la comercialización que los protejan de las fluctuaciones de los precios y las incertidumbres del mercado. El cumplimiento deficiente de la integridad de los contratos por parte de los pequeños productores es un fenómeno común en África y otros países en desarrollo, donde los productores recurren a la comercialización fuera del acuerdo contractual para evadir reembolsos de los préstamos para la compra de insumos de algodón. Los contratistas deben estar asegurados contra la comercialización fuera del acuerdo contractual por parte de los productores. Las empresas privadas que funcionan en las regiones productoras de algodón generalmente manipulan los precios de los insumos y otros productos durante la temporada de comercialización en perjuicio de los productores y consumidores. Por lo tanto, es importante garantizar prácticas comerciales justas para proteger a los productores contra la explotación por parte de comerciantes e intermediarios. Se necesitarían sistemas de pronóstico de precios y monitoreo del comercio para garantizar un comercio justo. La implementación transparente de reglamentos y directrices mejorará en gran medida la credibilidad y la confianza en las transacciones y el comercio.

Ideas innovadoras para mejorar la producción de algodón y el valor de los subproductos en África

Md. Farid Uddin, Md. Fakhre Alam Ibne Tabib, y **Md. Kamrul Islam**,
Junta de Desarrollo del Algodón, Khamarbari, Farmgate, Dhaka-1215, Bangladesh
Washington Mubvekeri, Instituto de Investigación sobre el Algodón (CRI), P. Bag 765, Kadoma, Zimbabue
M. Sabesh, y **Usha Rani Joshua**, ICAR-CICR, Estación Regional, Coimbatore, Tamil Nadu, India 641 00

Este artículo es una compilación de seis notas conceptuales sobre ideas innovadoras propuestas por seis autores

Ideas propuestas por el Dr. Md. Farid Uddin

El algodón es el principal producto comerciable de los países de África occidental y central, el cual representa el principal producto agrícola de exportación para algunos países. El algodón es de interés primordial porque representa una importante fuente de ingresos responsable de más de una décima parte de las exportaciones totales. Además, el subsector en conjunto es fundamental para la reducción de la pobreza rural. El algodón en África se produce principalmente en condiciones de secano con relativamente pocos recursos financieros. El clima desempeña una función importante en la variabilidad de los rendimientos de algodón con el paso de los años.

Los desafíos más comunes de la producción algodonera en África son los siguientes:

- Producción a menor escala,
- Acceso limitado a semillas de buena calidad,
- Fuerte dependencia de los insecticidas,
- Merma de la fertilidad del suelo,
- Costos crecientes de producción, y
- Mercados volátiles.

Las siguientes estrategias pueden contribuir al desarrollo del sector algodonero en África:

1) **Ampliación:** Es necesario aumentar la escala de producción. Los proyectos a gran escala y un mejor apoyo de los servicios y políticas nacionales definitivamente incrementarán la productividad y bajarán los costos de producción.

2) **Semillas de buena calidad:** La buena agricultura es el resultado de las buenas semillas. El mejoramiento del acceso a las semillas de buena calidad desempeñará una función importante en la elevación de los rendimientos. Es necesario fortalecer las unidades de producción de semillas en los institutos de investigación del sector público para producir cantidades suficientes de semillas de buena calidad.

3) **Manejo integrado de plagas (MIP):** El manejo eficaz de las plagas puede prevenir las pérdidas de rendimiento de manera eficiente. Por lo tanto, se requiere fomentar activamente las prácticas del MIP. Se requiere el desarrollo de un plan de capacitación práctico y específico al país para los pequeños productores y los productores orientados a la exportación. El enfoque para los pequeños productores debe ser primero en las buenas prácticas agrícolas (BPA) junto con los principios básicos del MIP, mientras que el enfoque para los productores orientados a la exportación se puede basar completamente en el MIP.

4) **Salud de los suelos:** La adopción de las prácticas de Manejo Integrado de la Fertilidad del Suelo es la clave para la buena salud del cultivo. Es necesario fomentar las prácticas de Manejo Integrado de Nutrientes (MIN), combinando las prácticas agronómicas relacionadas con la intercalación de cultivos, los fertilizantes minerales, los insumos orgánicos y otras modificaciones adaptadas específicamente a los diferentes sistemas de cultivo basados en el algodón, con el objetivo de mejorar las condiciones de fertilidad del suelo y aumentar los perfiles socioeconómicos de los productores.

5) **Rentabilidad:** El mejoramiento de los ingresos del algodón es importante para mantener el interés de los productores en el cultivo. La rentabilidad se puede elevar mediante la optimización del uso de agua y agroquímicos para evitar el desperdicio de recursos e inversiones. Se debe racionalizar el costo de producción del algodón mediante el incremento de la productividad y el valor agregado a las fibras de algodón y los subproductos derivados de la explotación algodonera.

6) **Subsidios:** Los subsidios para la compra de insumos agrícolas y los precios del algodón ayudarán a los

productores a enfrentar las incertidumbres de los mercados volátiles.

El algodón es uno de los cultivos comerciales más importante en África y ha desempeñado una función destacada en la creación de empleo, la reducción de la pobreza y la generación de divisas. Los exportadores de algodón en África se enfrentan a tres desafíos interrelacionados:

- ¿Cómo incrementar los rendimientos y la calidad para lograr mayores ingresos en el contexto de la agricultura de pequeños productores?
- ¿Cómo lidiar con los precios internacionales volátiles y estar protegido contra las vulnerabilidades externas?
- ¿Cómo aumentar el valor agregado a través del procesamiento local de la fibra y la semilla de algodón?

Un esfuerzo integrado para abordar esos temas aumentará la sostenibilidad del sector algodonero africano.

Ideas propuestas por el Dr. Md Fakhre Alam Ibne Tabib

Investigación

Las actividades coordinadas de investigación basadas en problemas de países africanos se deben desarrollar a través del SEACF bajo la égida del CCIA. La investigación se debe enfocar en el mejoramiento de la calidad de la fibra, el uso eficiente del agua, las prácticas agronómicas de la agricultura de conservación, los sistemas de siembra de alta densidad, el manejo de las plagas de insectos, la tolerancia al calor y el manejo de los cultivos. La investigación debe estar orientada hacia el desarrollo de la cadena de valor del algodón y los subproductos del algodón. Se deben realizar encuestas socioeconómicas e investigaciones sobre la producción y comercialización del algodón de manera constante. El apoyo gubernamental a la investigación y el desarrollo del algodón desempeña un papel clave en la evolución del sector algodonero.

Servicios de extensión

Se deben desarrollar servicios públicos coordinados de extensión para los productores algodoneros a través de la formación de un Grupo de Interés Común (CIG, por sus siglas en inglés) y proporcionar tecnologías de producción de algodón a los miembros del CIG mediante capacitación, intercambio de información basado en Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), folletos, panfletos, posters y otras herramientas de extensión. Introducción y difusión de buenas prácticas de extensión que se aplican en otros países miembros del CCIA. Formación de un organismo central de servicios de asesoría rural/extensión del algodón en el marco del CCIA, en el cual participen organizaciones gubernamentales y no gubernamentales que se ocupan de la producción, la investigación y la comercialización del algodón en los países africanos. Fácil acceso a la información sobre el mercado algodonero para los productores y los miembros del CIG y otras partes interesadas del algodón. Creación de una base de datos central para fortalecer las actividades de coordinación y el intercambio de información de las partes interesadas involucradas en la producción y comercialización del algodón.

Agricultura por contrato

Los países asiáticos que importan algodón pueden participar en la producción y la comercialización del algodón en los países africanos a través de la agricultura por contrato. Los inversionistas asiáticos pueden establecer fábricas de desmotado y procesamiento e importar fibra de algodón de los países africanos para sus industrias textiles.

Ideas propuestas por el Dr. Kamrul Islam

Mejoramiento de la fertilidad de los suelos para una producción sostenible de algodón

El algodón (*Gossypium* spp.) es un cultivo de fibra muy importante y desempeña una función esencial en las economías de varios países africanos. Muchas explotaciones de algodón están en crisis debido a la merma de la fertilidad de los suelos. El costo de los fertilizantes químicos es alto. Muchos productores prefieren usar fertilizantes químicos en los cultivos de cereales y no en el algodón. Sin embargo, se ha reportado que las prácticas aplicadas en el uso de fertilizantes en los sistemas de producción de algodón son inapropiadas y están generando el agotamiento de los nutrientes del suelo, una rápida degradación de la tierra y una baja eficiencia en el uso de fertilizantes.

Los problemas relacionados con la fertilidad de los suelos abarcan:

1. Capacidad limitada del suelo para suministrar nutrientes a los cultivos.
2. Capacidad limitada del suelo para retener los nutrientes.
3. Asincronismo entre la disponibilidad de nutrientes y la demanda del cultivo de algodón.

Se pueden utilizar las prácticas indicadas a continuación para abordar esos problemas:

- **Uso apropiado de fertilizantes químicos:** Uso de fertilizantes químicos que ofrecen una solución inmediata al problema del suministro limitado de nutrientes, tomando en cuenta el hecho de que su uso imprudente pudiera generar efectos negativos en el suelo, así como la pérdida de los elementos nutrientes aplicados, especialmente el nitrógeno (N).
- **Fertilizantes orgánicos:** El uso de fertilizantes orgánicos, tales como estiércol animal, abono verde o

cultivos de cobertura, no solo proporciona nutrición al cultivo, sino que también mejora la salud del suelo. Sin embargo, existen dos inconvenientes importantes asociados con los fertilizantes orgánicos: 1) El patrón de liberación de nutrientes de los recursos orgánicos no coincide con las fases de requerimientos del cultivo, y 2) El contenido de nutrientes de la mayoría de esos insumos orgánicos tiende a ser muy bajo y, en consecuencia, se requieren cantidades muy grandes (hasta 20 toneladas/ha) para satisfacer la demanda de nutrientes. Las grandes cantidades requeridas generan desafíos logísticos para transportar, incorporar y conseguir esos recursos en cantidades suficientes.

- **Sistemas de cultivo:** Siembra intercalada con cultivos que no compiten con el algodón por agua y nutrientes debido a que la morfología de la planta y la arquitectura de la raíz son diferentes y tienen una ventana distinta de requerimientos de nutrientes, agua y luz solar. Los cultivos intercalados de leguminosas pueden beneficiar al algodón a través de la fijación del nitrógeno y el manejo integrado de plagas. La siembra intercalada también contribuye a romper los ciclos de enfermedades, malezas y plagas.

Para garantizar la sincronización entre la disponibilidad de los nutrientes y la demanda del cultivo de algodón, así como para prevenir la pérdida de nutrientes, la mejor opción es una combinación de fertilizantes químicos y orgánicos para mejorar el suministro de nutrientes a los cultivos. La combinación de las dos prácticas aborda todos los inconvenientes asociados con el uso exclusivo de fertilizantes químicos o insumos orgánicos.

Las siguientes estrategias ayudan en el manejo integrado de nutrientes:

1) Divida las aplicaciones de fertilizantes químicos.
2) Reemplace los fertilizantes químicos por abonos orgánicos tanto como sea posible, la cantidad de los cuales se determinará de acuerdo con las pruebas de campo específicas al sitio y la disponibilidad local. Por ejemplo, se puede reemplazar entre un 30% a un 40% del nitrógeno del fertilizante químico (urea) por fertilizante orgánico (estiércol aviar).

Ideas propuestas por el Sr. Washington Mubvekeri

- **Agroecología apropiada:** Cultive algodón en una agroecología apropiada.
- **Adaptación y validación:** Evite utilizar las tecnologías importadas antes de probarlas para determinar su adaptabilidad.
- **Semillas certificadas:** Cultive semillas certificadas de variedades de algodón adaptables. Zimbabue tiene una sólida institución de certificación de semillas.
- **Manejo de la nutrición:** La provisión de niveles adecuados de nutrición es fundamental para productores con programas de insumos gratis o por contrato. Una nutrición apropiada promueve el vigor del cultivo, la estructura vegetativa deseable y potencialmente productiva, la retención de las cápsulas y los pesos viables de las cápsulas.
- **Siembra temprana:** Siembre temprano en la temporada. Asegúrese de obtener las poblaciones recomendadas de plantas para las variedades específicas de algodón y de mantenerlas a través de la temporada de cultivo.
- **Manejo efectivo de malezas:** Mantenga un régimen de manejo de malezas eficaz y eficiente.
- **Manejo efectivo de plagas:** Introduzca un régimen de manejo de plagas eficaz y eficiente que minimice la pérdida de las cápsulas. En Zimbabue, las herramientas para el manejo de las plagas comprenden una Ventana de Piretroides, un Esquema de Rotación de Acaricidas, una Estación de Veda y el Uso de Umbrales Económicos.
- **Cosecha oportuna:** Recoja solo las cápsulas completamente maduras lo suficientemente temprano como para conservar el color y evitar pérdidas innecesarias de peso de las cápsulas.
- **Evitar la contaminación:** Elimine los contaminantes del algodón en rama durante la cosecha y el almacenamiento.
- **Integridad de los contratos:** Desarrolle una cultura de honestidad y rendición de cuentas entre los productores algodoneros. Esas cualidades son fundamentales para hacerle frente al síndrome de la comercialización fuera del acuerdo contractual.
- **Comercialización justa:** Mantener esquemas justos y beneficiosos para todos, estableciendo precios de insumos viables y motivando a los productores a través de precios justos.
- **Tecnologías ecológicas adaptables a los productores:** La generación de conocimiento y tecnologías debe ser compatible desde el punto de vista ecológico y ambiental, así como asequible para beneficiar al sector algodonero.
- **Capacitación participativa de los productores:** El conocimiento y la transferencia de tecnología deben llegar al productor de una forma práctica y realista y no de manera superficial. Casi siempre termina con la capacitación de capacitadores.
- **De la fibra al tejido:** El valor agregado enriquece al sector algodonero más cercano al consumidor final.

- **Adición de valor a los subproductos del algodón:** La utilidad económica de los subproductos del algodón depende de las circunstancias específicas de los países. El aprovechamiento de los tallos de algodón para combustible requiere una consideración 'patriótica' debido a que las condiciones ecológicas en la mayoría de los países miembros del SEACF son favorables para la silvicultura.

Ideas propuestas por el Dr. M. Sabesh

Aunque muchos países de África alcanzaron su independencia durante la década de 1960, el nivel de vida, la nutrición, la atención sanitaria y la educación no han progresado de manera significativa aún después de seis décadas. En muchos países africanos se requieren reformas integrales con el apoyo de la gobernanza local en materia de asistencia médica básica, educación, nutrición y bienestar laboral, así como un sólido marco legal. El reciente informe del Banco Mundial menciona que seis de las 10 economías de más rápido crecimiento en el mundo se encuentran en África. Aproximadamente el 60% de la tierra cultivable no utilizada en el mundo se encuentra en África. Existen muchas posibilidades de crecimiento en el sector agrícola de África, con una amplia inversión de los donantes en fertilizantes, maquinaria, agua y sistemas de riego. Los países africanos serían el principal destino del mundo para el sector agrícola en los próximos años, siempre que se formulen y ejecuten políticas apropiadas con eficacia.

- **Los programas de desarrollo varietal deben contar con la participación de los productores.** Se debe tomar en cuenta la opinión del productor acerca de las limitaciones socioeconómicas y agroecológicas durante las pruebas de campo adaptables.
- **Introducción del germoplasma:** Las variedades brasileñas (BRS 286 y BRS 293) se han adaptado bien en Malí, Burkina Faso y Benín. Esas variedades tienen un mejor rendimiento bajo riego. La introducción del germoplasma en África fortalecerá la diversidad genética para el mejoramiento varietal.
- **Técnicas de la agricultura de conservación:** Se llegó a la conclusión de que la labranza cero, especialmente con cobertura orgánica, mejora la productividad del algodón y la fertilidad del suelo en muchos países de África. La técnica involucra la preparación del suelo en la estación seca, la siembra temprana, el deshierbe temprano, el trazado preciso del campo y la aplicación cuidadosa de los insumos. La técnica requiere experimentación en África y su perfeccionamiento ulterior para la adopción a gran escala con una capacitación apropiada.
- **Defoliación manual y poda de ramificaciones simpodiales:** La poda manual de las plantas de algodón se ha adoptado con éxito en China para mejorar en buena medida los rendimientos. Esas operaciones son posibles si hay suficiente mano de obra disponible. La técnica es ideal para países africanos donde la mano de obra es económica.
- **La siembra temprana es crucial:** Se debe inculcar a los productores el conocimiento técnico sobre la siembra temprana con el inicio de la temporada de monzones para garantizar la retención de la humedad durante el período crítico de crecimiento del cultivo. Como el cultivo de algodón en África se lleva a cabo principalmente en condiciones de secano, la siembra temprana permitiría que el cultivo obtenga la humedad apropiada del suelo en una de sus fases críticas para mejorar la productividad del algodón.
- **Inversión en la conservación de agua:** Etiopía, Kenia, Tanzania y Uganda disfrutan de buena precipitaciones y abundantes recursos de agua, cuyo potencial aún no se ha aprovechado del todo y requiere inversiones.
- **Fertilizantes orgánicos:** La mayoría de los algodoneros africanos son pequeños productores con acceso mínimo a recursos financieros. Es poco probable que la agricultura intensiva en el uso de insumos químicos sea sostenible en África. Se necesitan trabajos de investigación sobre el desarrollo de tecnologías de producción de cultivos y estrategias de manejo de plagas que utilicen los abundantes recursos naturales disponibles que sean apropiados para lograr un cultivo de algodón rentable. El reciclaje de los residuos del cultivo, abonos orgánicos y fertilizantes puede ser sostenible y eficiente en base a costos.
- **Rejuvenecimiento de los ecosistemas para un uso eficiente del MIN y MIP:** La agricultura intensiva en el uso de productos químicos ocasiona relativamente menos distorsión en los ecosistemas africanos. Por lo tanto, existe una gran oportunidad para rejuvenecer los ecosistemas agrícolas a través de los recursos naturales que, a su vez, permitiría un funcionamiento muy efectivo del manejo integrado de nutrientes (MIN) y el manejo integrado de plagas (MIP) bajo las condiciones agroecológicas reinantes en beneficio de los pequeños productores de escasos en recursos de África. Se requieren instituciones sólidas de investigación en los potenciales países productores de algodón en África para fortalecer el manejo de plagas basado en el control biológico. Se deben desarrollar estrategias eficientes no químicas para el manejo de plagas y enfermedades, tales como el desarrollo de variedades resistentes, controles culturales, prácticas agronómicas y control biológico para las condiciones agroecológicas predominantes.

- **Recuperación de tierras baldías:** Existen grandes extensiones de tierras en África que tienen un inmenso potencial para la agricultura. Es necesario identificar los recursos disponibles en los alrededores de esas tierras para su expansión ulterior. Se requiere la elaboración e implementación de un programa integral de desarrollo de tierras baldías con la ayuda de inversiones apropiadas de organismos gubernamentales y privados. Brasil ha recuperado grandes extensiones de tierras infértiles en la región del Cerrado ubicada en el centro de Brasil. La región se torna más productiva desde el punto de vista agrícola.
- **Unidades de desmotado descentralizadas:** El establecimiento de unidades pequeñas de desmotado, como se hace en Brasil, puede permitir que los productores consigan remuneraciones adicionales a través de la adición de valor a sus productos. Los productores podrían comerciar la fibra de algodón directamente sin ser explotados por los intermediarios para obtener más ganancias.
- **Procesamiento de fibra en África oriental y meridional:** El procesamiento de textiles genera un empleo significativo. Los datos de Asia muestran que es un hecho que una tonelada de fibra proporciona empleo durante todo el año al menos para 5 personas (Kranthi, *ICAC Recorder*, sept. 2018). El cambio en el dominio de la producción de algodón de África oriental y meridional a África occidental y central desencadenó la necesidad de unas cuantas unidades de procesamiento en África occidental y central. Sin embargo, el 80% del algodón en rama se exporta desde África. El establecimiento de fábricas textiles a gran escala en África puede cambiar en gran medida la suerte de los países y sus productores.
- **Selección genética diligente:** La situación del algodón *Bt* en Burkina Faso presenta un estudio de caso sobre cómo pueden fallar las cosas si se subestiman las sensibilidades locales. Sin lugar a dudas, el algodón *Bt* tuvo éxito como una tecnología para el manejo de las plagas. El algodón producido en Burkina Faso era conocido en todo el mundo por la excelente calidad de su fibra. El algodón cosechado de las variedades de algodón *B*t tenía una calidad inferior en comparación con el algodón convencional no *Bt*. El problema se debió básicamente a una selección genética deficiente y a los ciclos incompletos de retrocruzamiento realizados con los cultivares locales. El problema destaca la necesidad de una selección genética diligente para garantizar que las variedades adaptadas localmente se reconstituyan de manera apropiada a su estado original al final de los ciclos de retrocruzamiento.
- **Buen manejo del cultivo frente al algodón *Bt*:** Los rendimientos actuales en África son bajos debido principalmente a las prácticas deficientes. Muchas de las prácticas de manejo de suelos, nutrientes, agua, plagas y enfermedades, si se cumplen cabalmente sin comprometer el suministro de agroinsumos, tienen el potencial de elevar los rendimientos de algodón y proporcionar los mejores retornos a los productores de una manera similar a la adopción de la tecnología de algodón *Bt* (Valerie 2011). Las tecnologías de producción de cultivos, si se siguen correctamente, tienen un inmenso potencial de mejorar los rendimientos.
- **Brechas de rendimiento debido a las limitaciones socioeconómicas:** Muchos productores africanos obtienen rendimientos muy bajos porque no tienen la capacidad de aplicar insumos apropiados debido a las limitaciones socioeconómicas. Muchas variedades de algodón africano tienen un alto potencial de rendimiento, pero el mal manejo resulta en rendimientos muy bajos. Es necesario fortalecer la investigación que pueda empoderar a los productores en África a manejar sus cultivos con los recursos naturales localmente disponibles para una agricultura rentable y a vender sus productos a precios competitivos.

Ideas propuestas por el Dr. Usha Rani Joshua

África es un importante productor algodonero con una función importante en la cadena de valor del algodón. El algodón es uno de los cultivos comerciales más extensamente cultivados por productores pequeños y marginales en África. A pesar de su potencial económico, el sector algodonero en África se enfrenta a muchos riesgos relacionados con las condiciones climáticas, las fluctuaciones de los precios y los ataques de las plagas, todos los cuales amenazan la sostenibilidad de la producción algodonera africana. Una reforma para sostener y fomentar la producción de algodón es imprescindible en África, ya que millones de pequeños productores dependen del algodón para su subsistencia. Este concepto sugiere siete estrategias para mejorar la producción de algodón y el valor de los subproductos en África:

- **Diagnóstico de las limitaciones.** En primer lugar, existe una necesidad apremiante de diagnosticar las limitaciones en el cultivo de algodón e identificar las necesidades de las partes interesadas del algodón en África. Eso se puede intentar mediante el uso de herramientas interactivas estándar, tales como evaluación rural participativa, tormenta de ideas, reuniones de interfaz con las partes interesadas y debates en grupos centrados en los niveles micro y macro. Los resultados arrojarían luz sobre los temas de investigación, las perspectivas de políticas y las necesidades obvias y no reconocidas en el sector algodonero a niveles micro y macro.

- **Misión africana del algodón.** Diseño de una 'Misión Africana del Algodón' con las mejores prácticas de producción, las técnicas eficientes para la transferencia de tecnología, las intervenciones en el ámbito de políticas y regulaciones para resolver las limitaciones y mejorar la productividad en las explotaciones a pequeña escala. Los enfoques del modo misión a nivel nacional en virtud de la 'Misión Africana del Algodón' deben incluir intervenciones de tecnología, extensión, desarrollo de capacidades, políticas y regulaciones que involucren a los departamentos de línea y a todas las partes interesadas en un modelo de Asociación Público Privada (APP).
- **Mejores prácticas mundiales.** Como parte de la 'Misión Africana del Algodón', los investigadores deben desarrollar el mejor paquete de prácticas sobre el manejo integrado de los cultivos para el algodón en África, en función de las mejores prácticas mundiales de cultivo respecto al algodón. Esas mejores prácticas abarcan variedades de corta duración, manejo de la salud de los suelos, alteraciones del sistema de siembra, agricultura de precisión, uso de cobertura orgánica, agricultura de conservación, manejo de follaje, buenas prácticas de cosecha y manejo integrado de plagas, enfermedades, malezas, nutrientes y agua.
- **Transferencia de tecnología:** Con el fin de difundir las mejores prácticas de manejo en los campos de los productores, los responsables de la transferencia tecnológica deben diseñar mecanismos que combinen las buenas prácticas de extensión, tanto convencionales como contemporáneas, tales como: demostraciones de campo, capacitación de capacitadores, Escuelas de Campo de Agricultores (ECA), guías sobre la salud del suelo, materiales impresos, videos cortos, visitas personales de campo, visitas de orientación, programas de radio, televisión, mensajes de texto y voz basados en teléfonos móviles, aplicaciones para teléfonos móviles, asesorías por la Internet, sistemas de soporte a decisiones (DSS, por sus siglas en inglés), uso de medios sociales, WhatsApp, Facebook y blogs, sistemas expertos, inteligencia de mercado, organización de Grupos de Interés de Productores (FIG, por sus siglas en inglés), Grupos de Interés sobre Productos Básicos (CIG, por sus siglas en inglés), organizaciones de productores y agricultura por contrato.
- **Desarrollo de capacidades:** Diseño e implementación de un programa masivo de desarrollo de capacidades en todo el país a través de capacitación, campamentos y giras de estudio dentro y fuera del país para todas las partes interesadas, incluidos funcionarios gubernamentales, burócratas, investigadores, funcionarios de extensión, socios privados y productores. Para fortalecer y apoyar tanto a los desarrolladores de tecnología como a los responsables de transferir la tecnología, los gobiernos deben impulsar programas de capacitación a todos los niveles, desde los principales formuladores de políticas hasta los trabajadores para-extensionistas a nivel de campo, incluidas visitas a países distantes productores de algodón e incluso a campos locales de productores exitosos.
- **Políticas de apoyo:** Desarrollo de políticas de apoyo que atraigan e involucren a las mujeres y los jóvenes rurales en el cultivo de algodón a través de políticas de apoyo respaldadas por el gobierno, tales como crédito inteligente, microfinanciación y mecanismos de apoyo a los precios que reforzarán y fortalecerán la misión.
- **Intervenciones reglamentarias apropiadas**: Dirigidas a duplicar el rendimiento de algodón y reducir el costo del cultivo mediante la optimización de insumos para evitar el desperdicio de agua y agroquímicos, ejecutando así la misión con las intervenciones reguladoras apropiadas.

Esperanza y campo de acción para mejorar la producción de algodón en África

M. Sabesh, ICAR-CICR, Estación Regional, Coimbatore, Tamil Nadu, India. E-mail: sabesh23@gmail.com

Introducción

Una variedad de cultivos básicos (maíz, arroz, sorgo, mijo, mandioca, ñame, batata, etc.) y algunos cultivos comerciales tradicionales (café, algodón, cacao, aceite de palma, azúcar, té, y tabaco) predomina en la agricultura de África. El algodón ha sido reseñado en algunos estudios como "la madre de la pobreza" (Isaacman, 1980). En cambio, otros estudios lo describen como "el oro blanco" (Tefft, 2010; Kranthi, 2015).

El algodón es una fuente importante de ingresos en divisas en más de 15 países africanos y una fuente vital de ingresos en efectivo para millones de personas en las zonas rurales. El algodón desempeña una función importante en la lucha contra la pobreza rural en África. Entre los 30 principales países productores de algodón en el mundo, 12 son de África (CCIA). Durante las últimas décadas, la producción de algodón ha sido un componente económico significativo en términos de ingresos de exportación en varios países africanos. Los sectores de producción y comercialización de algodón se consideran paradigmas de la comercialización e industrialización agrícola en los países africanos productores de algodón, especialmente en Benín, Burkina Faso, Chad y Malí, a menudo conocidos como 'los Cuatro del Algodón' o los países del 'grupo C4' (Badiane *et al*., 2002; Gergely y Poulton, 2009).

En las últimas tres décadas, los rendimientos estancados y los crecientes costos de los insumos han contribuido a que el cultivo de algodón sea menos sostenible en África. Esta situación pudiera ser el resultado de muchos factores relacionados con las condiciones ecológicas donde se cultiva el algodón, o con las condiciones socioeconómicas de los pequeños productores. Sin embargo, en general, las decisiones políticas tomadas durante el período en los países africanos aparentemente no han sido efectivas en el mejoramiento de la rentabilidad y la sostenibilidad de la producción algodonera.

Una revisión de varios informes relacionados con el algodón en África muestra que existen puntos en común en las limitaciones relacionadas con una contracción financiera en la producción, el mal manejo de los cultivos, los sistemas débiles de extensión, la adquisición desorganizada de algodón y la comercialización y exportación amorfas. Los productores algodoneros en África enfrentan tres limitaciones principales:

- Bajos rendimientos,
- Precios no remunerativos, y
- Reemplazo de la superficie algodonera por cultivos alimentarios.

Diversos organismos mundiales en diferentes países de África implementaron varios proyectos sobre intervenciones tecnológicas y reformas en la producción algodonera durante las últimas 3 a 4 décadas. Sin embargo, apenas ha habido cambios perceptibles en los rendimientos o la calidad de la fibra de algodón. A pesar de la ayuda y el apoyo de fuentes externas, así como de innumerables intervenciones de política interna en los principales países productores de algodón, no pareciera que hayan aportado muchos beneficios a los sistemas de producción.

A lo largo de los años, la comunidad agrícola en África ha permanecido en un estado precario en el que sus ingresos no coinciden con la creciente inflación, la cual afecta su nivel de vida. Aunque los países africanos producen fibra de algodón en rama de excelente calidad para el estilo de vida mejorado de las sociedades más modernas y civilizadas de todo el mundo, muchos en África continúan desprovistos de las prendas de vestir básicas. En la mayoría de los países africanos, los productores aún no ganan lo suficiente para sustentar la educación básica, los alimentos nutritivos y la buena atención médica.

En las últimas cinco décadas, la agricultura del algodón experimentó varias fases turbulentas en casi todos los países africanos productores de algodón. Los bajos rendimientos y la baja rentabilidad han hecho insostenible el cultivo de algodón en África en los últimos tiempos. Este artículo analiza los temas medulares y recomienda las mejores prácticas extraídas de ejemplos exitosos alrededor del mundo. Describe la esperanza y el campo de acción para mejorar los sistemas de producción de algodón en África.

Escenario del algodón en África

El algodón se produce en sistemas agrícolas a pequeña escala, predominantemente en condiciones de secano, donde se cultiva en conjunto con cultivos alimentarios, en especial sorgo o maíz. Tradicionalmente, debido a la colonización de gobernantes extranjeros, los sistemas de producción de algodón se han basado en acuerdos contractuales. La coordinación entre los productores algodoneros

Cuadro 1: Participación porcentual decenal respecto al total del algodón africano

	1965-70	1971-80	1981-90	1991-2000	2001-10	2010-17
Superficie						
África occidental y central[1]	24,82	31,25	36,00	51,60	55,09	62,37
África oriental y meridional[2]	75,18	68,75	64,00	48,40	44,91	37,63
Producción						
África occidental y central	14,69	19,66	30,64	52,50	57,48	65,84
África oriental y meridional	85,31	80,34	69,36	47,50	4252	34,16
Exportación						
África occidental y central	15,21	21,90	41,92	69,38	66,57	71,89
África oriental y meridional	84,79	78,10	58,08	30,62	33.,3	28,11
Consumo interno						
África occidental y central	10,69	15,95	15,58	19,79	19,41	12,44
África oriental y meridional	89,31	84,05	84,42	80,21	80,59	87,56
Rendimiento promedio (kg/ha)						
África occidental y central	243	274	387	405	376	348
África oriental y meridional	270	298	307	315	378	391

Fuente: Compilado por el autor; Fuente de datos: CCIA, 2018
[1]Principales países productores de algodón de África occidental y central: Burkina Faso, Malí, Benín, Camerún, Chad, Nigeria, Togo, Senegal y Cote d'Ivoire.
[2]Principales países productores de algodón de África oriental y meridional: Zimbabue, Zambia, Mozambique, Tanzanía, Malawi, Uganda, Kenia, Sudán, Egipto, Sudáfrica y Etiopía.

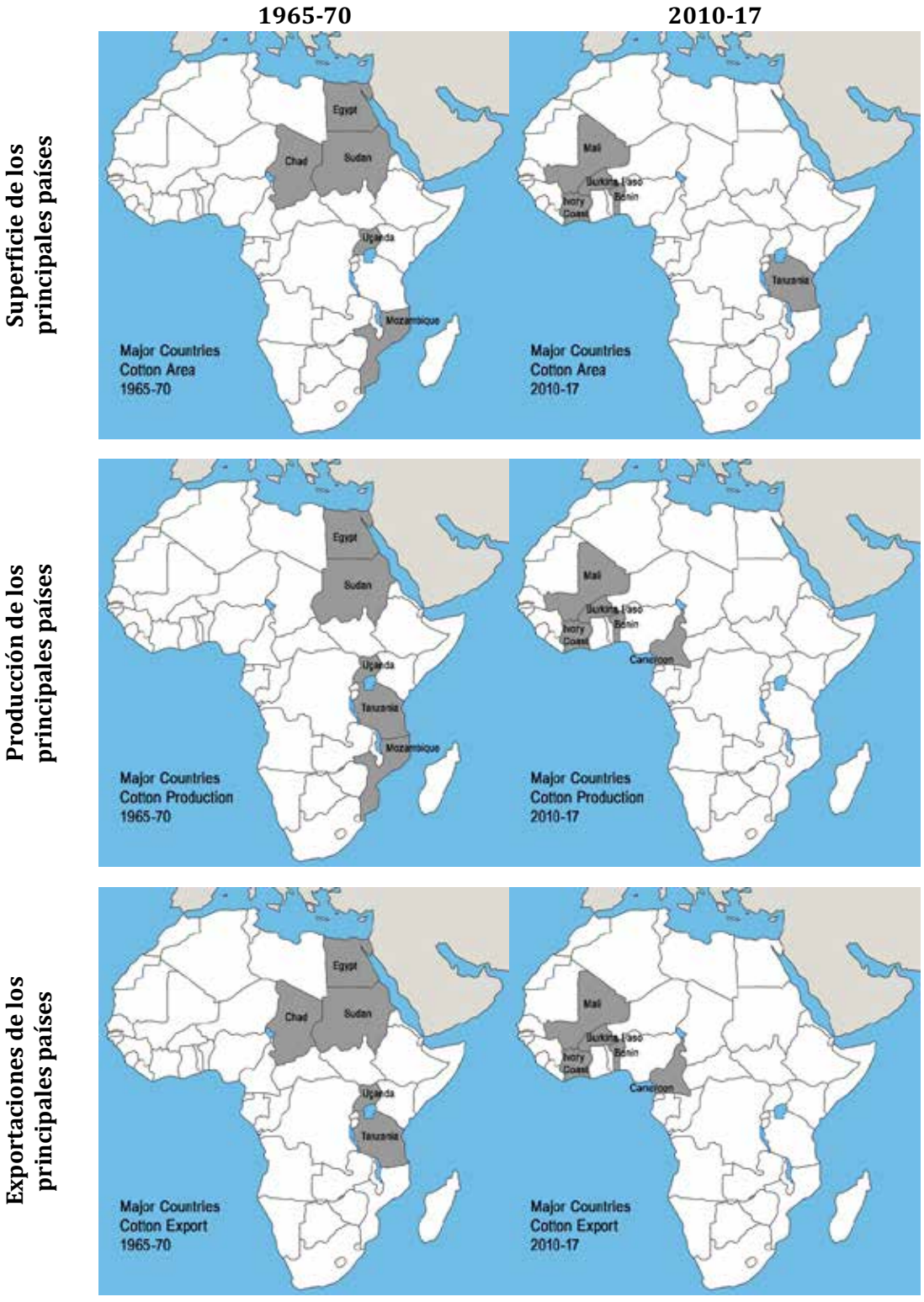
y las empresas de algodón ha evolucionado sobre acuerdos contractuales, en los cuales las empresas de algodón proporcionan insumos en la forma de semillas, plaguicidas, fertilizantes y servicios de extensión, y compran todo el algodón que producen los productores a los precios convenidos (Badiane *et al*., 2002; Silvie *et al*, 2001).

El escenario del algodón en los países africanos experimentó enormes cambios en las últimas décadas. Después de 1960, hubo un cambio significativo en el escenario del cultivo de algodón en África. En las últimas 4-5 décadas, la superficie algodonera en África francófona se triplicó, mientras que la superficie en el norte de África y África oriental y meridional se redujo a menos de la mitad. Durante la década de 1960, los países de África oriental ocuparon una superficie promedio del 75% del total de la superficie algodonera en África, pero la proporción disminuyó al 37% entre 2010 y 2017 (Cuadro 1), mientras que durante el mismo período los países de África occidental y central (Francófonos) incrementaron la superficie sembrada de algodón del 24% al 62%. A principios de los sesenta, Egipto cultivaba algodón en 0,8 millones de hectáreas (ha) aproximadamente y a principios de los setenta, Uganda era el principal productor de algodón con una superficie de 1,0 millones de hectáreas (datos del CCIA). Desde 1964 hasta 1987, la superficie promedio de algodón en África meridional y oriental era de 1,52 millones de hectáreas, mientras que la superficie promedio en los países francófonos, incluidos los países del C-4 (Burkina, Malí, Benín y Chad), era de 0,67 millones de hectáreas. Para el período entre 1964 y 1987, el norte de África y África oriental y meridional juntos tenían una superficie promedio de 2,52 millones de hectáreas dedicadas al algodón. En 2017, la superficie promedio de algodón en los países francófonos era de 2,80 millones de hectáreas, mientras que la superficie promedio combinada en el norte de África y África oriental y meridional era de 1,19 millones de hectáreas.

En particular, después de 1980, el cultivo de algodón se desplazó principalmente de África oriental y meridional (AOM) a África occidental y central (AOC). En la década de 1980 y en los años posteriores, la superficie dedicada a la siembra de algodón se redujo drásticamente en Uganda y Egipto. Los países del C4 consolidaron su posición como los principales países cultivadores de algodón en África, especialmente entre 2010 y 2017. Actualmente, los países francófonos, incluidos los países del C4, ocupan el 66% de la totalidad de la superficie algodonera en el continente, pero aportan al 72% de la producción algodonera. Debido al cambio predominante en los dominios del cultivo de algodón en África (Figura 1), también se transformó relativamente el patrón de producción de algodón. Los países de AOM redujeron su producción promedio de algodón del 85% en 1960 al 34% entre 2010 y 2017, en cambio, los países de AOC incrementaron la participación de su canasta de producción de algodón en África del 15% al 66% durante el período.

La exportación de algodón de los países de AOM disminuyó del 85% en 1960 al 28% en el pasado reciente. Tradicionalmente, debido a la falta de procesamiento y valor

Figura 1. Cambio predominante en los dominios del cultivo de algodón en África



agregado del algodón, los países de AOC también exportan su algodón en rama. Las exportaciones de algodón de esos países se incrementaron de un 15% en 1960 a un 71% de las exportaciones totales de África en la última década. En 2017, los países de AOC aumentaron su cuota de exportación a 10,05 lakh toneladas, que es equivalente al 80% del total de las exportaciones de África.

Entre los países africanos, Egipto, Sudáfrica, Nigeria, Kenia, Tanzania y Etiopía han sido los principales consumidores de algodón en rama. La industria textil nacional utiliza alrededor del 70% al 90% del algodón producido en esos países. Como la investigación y las condiciones ambientales actuales en los países de AOC están mejorando, la productividad del algodón también está demostrando que es superior en comparación con los países de AOM. Además de Egipto, donde las condiciones agroecológicas son totalmente diferentes de otros países africanos productores de algodón, la productividad en los países de AOC ha sido comparativamente buena, sobre todo en los últimos 20 años.

Mejoramiento varietal y tecnologías de semillas

La semilla es un producto que, a la vez, es un insumo y un producto del sistema de producción agrícola, y cuya calidad y cantidad dependen de las tecnologías de manejo. La provisión de semillas de cultivares adaptados y semillas de buena calidad es fundamental para garantizar rentabilidades productivas y remunerativas a los productores, comerciantes y otras partes interesadas. La expansión de los procesos de desarrollo y distribución de semillas, incluido el fomento de asociaciones público-privadas, es conveniente para facilitar la disponibilidad de las semillas de algodón de alta calidad a los ecosistemas agrícolas diversificados, con estrictas medidas de control de calidad por parte de los organismos gubernamentales (Charles *et al*., 2012)**.**

La introducción de una variedad de algodón *upland* de fibra larga conocida como *Allen Long Staple* desde EE.UU. hasta África a principios del siglo XX demostró ser un evento muy significativo. Desde entonces, se han derivado numerosos materiales o variedades genéticas de los antecedentes genéticos de *Allen*. A principios de la década de 1960, un modelo de industria algodonera paraestatal bien coordinado en los países de AOC promovió el cultivo de algodón y facilitó el crecimiento del sector (Baffes, 2007). El modelo contribuyó claramente a la estabilidad organizativa de la investigación en algodón comparado con los países de AOM, además de proporcionar equipos y asesoría de extensión a los productores, facilitándoles de esta manera la adopción de las recomendaciones resultantes de la investigación (Tschirley *et al*., 2009).

Una revisión de los diferentes estudios indica que ha disminuido el enfoque en la selección genética o las variedades mejoradas de algodón que se introducen en África. Quizás esto se deba a una menor inversión de gobiernos y empresas de algodón del sector privado en la investigación varietal (Tschirley *et al.,* 2009). Los países africanos dependen principalmente de otros países fuera de África para los programas de mejoramiento varietal y variedades mejoradas de algodón. El gobierno de Brasil introdujo nueve variedades brasileñas en los países del C4 desarrolladas por *Embrapa*.

En Malí, se introdujeron las variedades BRS 286, BRS 293, BRS Araca, BRS Aroeira, BRS Buriti, BRS Cedro, BRS Jatoba, BRS Safira y BRS Serido. La variedad BRS 286 tuvo un buen desempeño con un rendimiento promedio de 3.000 kg/ha en 2009 en comparación con 1.000 kg/ha de las variedades locales (OMC, 2011). La variedad BRS 293 demostró ser bastante buena y productiva. Se popularizó con diferentes nombres en Burkina Faso (FK37), Malí (NTAL 100) y Benín (H279-1) (Bourgou y Sanfo, 2012). A principios de la década de 2000, las variedades de algodón *Bt* desarrolladas en otros lugares se evaluaron en el entorno de crecimiento de Burkina Faso. La adopción del algodón *Bt* redujo las aplicaciones de insecticidas de 6 a 7 por temporada a 1-2, además de elevar el rendimiento de un 15% a un 35% (Baghdadli *et al*., 2007).

Sin embargo, en el pasado reciente, se comprobó que la calidad de la fibra de las variedades de algodón *Bt* era inferior a las variedades tradicionales no *Bt*. Aunque la tecnología *Bt* en el algodón era de por sí eficiente en el control de los gusanos de la cápsula, se supone que la introgresión incompleta y la selección inapropiada de los métodos de mejoramiento genético fueron las causas de los problemas con la calidad de la fibra. Muchos estudios e informes indican que la tecnología del algodón *Bt* está más orientada hacia los insumos y, por lo tanto, es ideal para las condiciones bajo riego (Narayanamoorthy, 2006, Ashok Gulati 2011 y Sabesh *et al.,* 2014). Quizás esa podría ser una de las razones del estancamiento de los rendimientos en Burkina Faso, donde el algodón es completamente de secano.

Los programas de desarrollo varietal en África deben tomar en cuenta las condiciones socioeconómicas y agroecológicas de los productores, mientras que los gobiernos deben desarrollar políticas que garanticen buenos precios en función de la calidad de la fibra. Por ejemplo, en Malí, se introdujo una nueva variedad de algodón con una proporción mayor de fibra a semilla. Los desmotadores prefieren esas variedades, pero los productores se quejaron de que el peso de su producción de algodón en rama, sobre el cual dependen sus ingresos provenientes del algodón, era menor con la variedad nueva (Valerie *et al.,* 2011).

Prácticas agronómicas

Muchas prácticas agronómicas y tecnologías de manejo de nutrientes y agua se han desarrollado y probado en

países africanos. Los fertilizantes y los abonos son beneficiosos no solo para el algodón, sino también para los cultivos alimentarios que forman parte del patrón de cultivo (Quola, 2008). Se han recomendado los fertilizantes inorgánicos para contrarrestar las pérdidas de elementos minerales necesarios para los cultivos incluidos en el patrón tradicional de cultivo. Sin embargo, debido a los altos costos, casi nunca se implementa la aplicación de fertilizantes químicos. Ripoche *et al.,* (2015) comprobaron que una combinación de fertilizantes inorgánicos y orgánicos es la mejor opción para restablecer y mantener la productividad sostenible de algunos países de África occidental, los cuales tienen bajos niveles de materia orgánica. El estudio también concluyó que los fertilizantes inorgánicos aplicados a rotaciones de algodón con cultivos alimentarios contribuyen a mejorar y mantener la fertilidad del suelo.

Numerosos estudios han demostrado que la poda de ramificaciones simpodiales y la defoliación mecánica del tallo principal se han puesto en práctica para controlar el crecimiento excesivo, aumentar la precocidad y mejorar los rendimientos. Esta técnica facilita un mayor suministro de nutrientes a las partes reproductivas de la planta. China ha adoptado esa técnica ampliamente para aumentar los rendimientos (Dai y Dong, 2014). La técnica de la defoliación mecánica podría ser ideal para los países africanos que se caracterizan por sus pequeñas explotaciones agrícolas y abundante disponibilidad de mano de obra. En cambio, Renou *et al*. (2011) mencionaron que la defoliación del algodón en Malí no tuvo un impacto significativo en los rendimientos de algodón, pero informaron que la infestación de los gusanos de la cápsula *H. armigera*, *Earias* spp. y D. *waters*i se redujo significativamente. Sin embargo, se debe tener presente que el manejo del follaje es un arte que emana de la ciencia diligente. Los efectos beneficiosos de la poda o la defoliación dependerán de muchos factores críticos, como la etapa adecuada del cultivo y los métodos usados.

La labranza de conservación, que consiste en arar antes de sembrar, con un método de labranza cero más cobertura vegetal utilizado después de la siembra, se introdujo hace unos años en Mozambique, Malawi, Ghana y otros países africanos. Dio como resultado un alto rendimiento en el maíz y se está extendiendo a las zonas algodoneras con la promesa de reducir los costos de mano de obra a la vez que disminuye la erosión del suelo y aumenta la fertilidad (Ito *et al*., 2007). La agricultura de conservación en el algodón es muy apropiada para las condiciones africanas y comprende la preparación de la tierra durante la estación seca, la siembra temprana, el deshierbe temprano, el diseño preciso del campo y la aplicación cuidadosa de insumos que coinciden con las mejores prácticas de manejo en la producción algodonera.

Es más probable que los pequeños productores en Malí utilicen las prácticas de labranza cero, mientras que los productores con abundantes recursos, los cuales tienen mejor acceso a la tierra, tracción animal, equipos y fertilizantes, ya han descartado en gran medida el método de labranza cero. En Benín, los productores usan fertilizantes orgánicos mezclados con fertilizantes inorgánicos en diferentes proporciones, combinando a menudo esta práctica con siembra en surcos y camellones (Saidou *et al.,* 2004). En Burkina Faso, en las rotaciones de los cultivos de maíz-algodón, los productores han utilizado la labranza mínima con una combinación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos (Ouattara *et al.*, 2006). La agricultura de conservación en Zambia implica un paquete de varías prácticas clave que abarcan labranza mínima, retención de los residuos del cultivo, rotaciones de cultivos para la fijación del nitrógeno y aplicación de dosis reducidas (pero precisas) de fertilizantes minerales (Grabowski *et al.,* 2014). En Zambia, la agricultura de conservación resultó en incrementos de los rendimientos que oscilan entre un 25% y un 50%. El análisis econométrico separando el impacto del método de labranza de otras prácticas indica aumentos promedio de los rendimientos de 1.650 kg/ha, de los cuales 750 kg/ha se pudieran atribuir a los métodos de labranza únicamente (Haggblade *et al.,* 2010; Tschirley, Zulu y Shaffer 2004).

Los fertilizantes orgánicos (estiércol animal, residuos de los cultivos y abono verde) se han promovido como complementos esenciales de los fertilizantes inorgánicos por su capacidad de generar carbono orgánico en el suelo, sobre todo para los pequeños productores que tienen menos acceso a insumos químicos (Bationo *et al*., 2007; Saidou *et al*., 2004). Los barbechos mejorados a través de la implementación de métodos agroforestales han elevado el carbono orgánico del suelo, contribuyendo a mejores rendimientos en muchos países africanos (Vagen, Lal y Singh 2005). Mediante el uso de árboles leguminosos de crecimiento rápido y fijadores de nitrógeno, los barbechos en Zambia y Kenia han mejorado la capacidad de la humedad del suelo.

El cultivo de algodón en los países africanos es principalmente de secano, ya que no existen esquemas de riego en muchos países. La siembra temprana es muy recomendable para evitar el estrés de la humedad del suelo durante la etapa de crecimiento reproductivo de la planta de algodón, lo cual ocasionaría un descenso en la productividad. Muchos países africanos tienen buena precipitación, pero pocos sistemas de recolección y conservación de agua que permitirían el riego complementario para elevar los rendimientos. La falta de desarrollo del potencial de riego ha contribuido a la baja productividad de los sistemas agrícolas, la inseguridad alimentaria y las altas tasas de pobreza (Nakawuka, 2017).

El cultivo de algodón en África es de ciclo largo. La siembra temprana y la retención de la humedad durante el período

crítico de crecimiento del cultivo son vitales para elevar los rendimientos. En Zambia, los especialistas de extensión del algodón estiman que los rendimientos algodoneros aumentaron en aproximadamente 100 kg/ha por cada semana de siembra temprana (Grabowski *et al.,* 2014). Naudin *et al.,* (2010) condujeron experimentos sobre las técnicas de la agricultura de conservación en Camerún durante 2001 y 2006, con labranza cero, y labranza cero combinada con cobertura orgánica. Concluyeron que la labranza cero con cobertura orgánica disminuyó el rendimiento en 16 kg/ha, con retrasos en la siembra cada día. La reducción es menor a la reportada de 20 a 50 kg/ha por día cuando la siembra se retrasó de acuerdo con las técnicas de la labranza convencional. El mismo estudio también concluyó que los experimentos de la agricultura de conservación a nivel de campo mostraron beneficios potenciales para los pequeños productores.

Manejo de plagas y enfermedades

Los insectos son una gran amenaza para el algodón. Alrededor del 15% de la producción mundial de algodón se pierde cada año debido a los ataques de insectos (Oerke, 2005). En África occidental, las cifras son más altas, con una pérdida de aproximadamente el 23% de la producción de algodón por los insectos (Magicson *et al*., 2013., Vognan *et al*., 2002). El complejo de los gusanos de la cápsula del algodón ocasiona un daño significativo al algodón en África. Entre los gusanos de la cápsula, el *Helicoverpa armigera* es el más dañino para los rendimientos algodoneros en toda África. Una mayor proporción de insecticidas utilizados en el algodón se destina al control del gusano de la cápsula.

Durante las últimas décadas, aún después de la introducción de los cultivos GM, el consumo de plaguicidas en los cultivos no ha disminuido de manera significativa en el mundo en desarrollo. Oerke (2005) mencionó que, a pesar de un mayor uso de plaguicidas en todo el mundo, las pérdidas de los cultivos no han disminuido considerablemente durante los últimos 40 años. Existe una gran oportunidad para promover el MIP con más efectividad entre los pequeños productores de escasos recursos en África. La mayoría de los programas de investigación en protección de los cultivos no están orientados hacia el MIP, sino que se siguen enfocando principalmente en el control químico (Agnes y Merman, 1991) o en la necesidad del algodón *Bt.* Way y Van Emden (2000) hicieron encuestas y confirmaron que existe un vacío en el área del MIP en la región africana que es necesario llenar con la investigación apropiada para desarrollar un enfoque de manejo de plagas efectivo, de bajo uso de insumos y ambientalmente factible y aceptable que sea apropiado para los productores de bajos recursos y que se adapte bien a sus prácticas de cultivos mixtos. Como la producción de algodón de los pequeños productores es parte de un sistema de cultivos mixtos en África, los enfoques de MIP en ese continente requieren una sólida investigación que tome en cuenta los sistemas locales de cultivo, así como los programas institucionales de desarrollo de capacidades y los métodos de extensión que educan a los productores sobre los efectos de la interacción de los cultivos mixtos.

La evolución de las intervenciones económicas de plaguicidas basadas en umbrales en varios países, especialmente Malí y Camerún, tras el desarrollo de programas de control específico de plagas y enfermedades en Benín, demuestra que es posible reducir las cantidades de plaguicidas necesarias para una producción efectiva de los cultivos. El programa de decisión sobre las aspersiones de insecticidas basadas en umbrales ha sido una opción importante en el manejo integrado de plagas en el algodón en África. Los programas basados en el calendario que se implementan tradicionalmente en África pueden eludir los problemas de cualquier error en la identificación de las plagas o el manejo de los procedimientos de muestreo que aplican los productores (Silvie *et al*., 2001).

De acuerdo con la intervención basada en el calendario, las plantas de algodón están protegidas durante todo el período, desde el inicio de la floración hasta que la mayoría de las cápsulas alcanzan la madurez, a través de aplicaciones de insecticidas programadas en fechas específicas. Sin embargo, este método casi nunca funcionó debido al desfase entre la infestación de plagas y el momento de las aspersiones de insecticidas. En los países de África occidental, no obstante, se ha iniciado la aplicación de plaguicidas basada en umbrales; la adopción y expansión de ese método sigue siendo lenta debido al poco conocimiento de los productores, especialmente en la identificación de plagas y enemigos naturales y en la evaluación de los niveles de umbrales económicos de la plaga.

Se han probado varios métodos no químicos de control de plagas en África, incluido el desarrollo de variedades resistentes, el control cultural, las prácticas agronómicas y el control biológico. Se comprobó que las variedades pilosas desarrolladas para el control de cicadelas y pulgones eran susceptibles a las moscas blancas, las cuales han sido las principales plagas del algodón en la región de África occidental desde la década de 1990. Las variedades de algodón piloso estimularon en buena parte las infestaciones de mosca blanca, ya que la vellosidad las protegió contra sus enemigos naturales y los insecticidas (Ouola, 2008). La investigación sobre el desarrollo varietal se debería centrar en estrategias que permitan la tolerancia de los cultivares a todas las principales plagas de la región.

La combinación de las prácticas mejoradas de manejo de plagas y fertilidad del suelo resulta prometedora para elevar los rendimientos en varios países de África occidental, además de reducir la incidencia de las plagas (Valerie *et al.,* 2011). Varios estudios comprobaron que:

- El arado profundo destruye las pupas del gusano de la cápsula;

- El aporque ayuda a eliminar las malezas que son posibles hospederas de plagas;
- La cosecha temprana reduce el algodón pegajoso que es debido a los azúcares que producen los pulgones y las moscas blancas; y
- La destrucción de rastrojos y residuos de cultivos previene el arrastre de las poblaciones de plagas.

Discusión

Las evaluaciones de la investigación señalan que se necesita una extensa investigación socioeconómica para comprender la brecha en los rendimientos entre el potencial genético de los cultivares africanos y los bajos rendimientos obtenidos. En realidad, es poco probable que todas las tecnologías siempre serían exitosas en todas las situaciones agroecológicas, socioeconómicas y políticas. Sin embargo, muchos estudios demuestran que la falta de voluntad política y las deficientes condiciones socioeconómicas de los productores podrían ser los principales responsables de los bajos rendimientos en África.

Desde el período colonial y después de la independencia, la mayoría de los países africanos se esforzaron por mejorar el nivel de vida de su población. Es posible que los esfuerzos no hayan logrado aliviar la pobreza por la estructura institucional ineficiente aunado a la naturaleza explotadora de los inversionistas paraestatales en el sector algodonero. La falta de apoyo institucional -ya sea del gobierno o de los inversionistas privados- en la transferencia de tecnología y los recursos financieros adecuados para la investigación y la adopción de tecnología representa una función importante en el estancamiento de los rendimientos.

No existe escasez de tecnologías desarrolladas localmente en África o adoptables de otros países. Sin embargo, la mayoría de las tecnologías de algodón desarrolladas en otras partes del mundo están orientadas a los insumos y no necesariamente son idóneas para los sistemas de producción a pequeña escala de África. Muchas tecnologías que se ocupan del manejo de nutrientes, el manejo del agua, el manejo de plagas y enfermedades o el manejo poscosecha requieren recursos financieros que son escasos en África. El cultivo de algodón es menos rentable en África, principalmente debido a los bajos rendimientos y los altos costos de los insumos. Los bajos rendimientos y los bajos ingresos provenientes de la producción de algodón sustentan sus estándares de vida mínimos indispensables y no permiten que los productores puedan invertir más en la agricultura.

El algodón *Bt* puede ser útil para el control efectivo del gusano de la cápsula y la reducción del uso de insecticidas. Sin embargo, las semillas *Bt* serían costosas y los productores tendrían que invertir más en semillas y en insumos de apoyo para obtener altos rendimientos. La tecnología del algodón *Bt* se adoptó en Burkina Faso, Sudáfrica y Sudán, ya que esos países cuentan con un sistema crediticio bien establecido para el algodón. En África oriental y meridional, donde el sector algodonero otorga pocos créditos a los productores, los altos costos de las semillas pueden impedir una adopción más rápida del algodón *Bt*.

Valerie (2011) señala que, en vista de las limitaciones para la promoción generalizada de la tecnología del algodón Bt en África en el futuro cercano, es alentador destacar que muchas de las prácticas de manejo de suelos, nutrientes, agua, plagas y enfermedades que se implementan sin ningún compromiso en las aplicaciones de insumos, tienen el potencial de elevar los rendimientos de algodón convencional de manera similar al algodón *Bt*.

Desde 2000, al menos la mitad de las economías de más rápido crecimiento del mundo han estado en África, y desde 2012, entre los países africanos con el mayor valor agregado agrícola (en términos de crecimiento anual) se encuentran Burkina Faso, Etiopía, Nigeria, Malí, Mozambique, Ruanda y Tanzania (Landry Signe, 2018). Con aproximadamente el 60% de la tierra cultivable del mundo sin aprovechar, hay mucho espacio para el crecimiento en África. Las amplias oportunidades de inversión en agrotecnologías, como fertilizantes, maquinaria y sistemas de riego, podrían convertir a África en el principal destino de las inversiones en el mundo.

Reconocimientos

El autor agradece al director, el CICR y el ICAR por aprobar la presentación de este artículo en la 14ª Reunión de la Red del SEACF que se celebró en Harare, Zimbabue. El autor también agradece al CCIA por seleccionar su trabajo en la 'categoría mejor trabajo técnico' presentado en la 14ª Reunión de la Red del SEACF.

Referencias

Agnes Kiss and Frans Meerman. 1991. Integrated pest management and African agriculture. World Bank technical paper number 142.

Alain Renou, Idrissa Tereta and Mamoutou Togola. 2011. Manual topping decreases bollworm infestations in cotton cultivation in Mali. Crop Protection. 30:1370-1375.

Ashok Gulati and Surabhi Jain. 2011. Pricing crises in cotton, Discussion paper No.1. Commissioner for Agricultural and costs and prices, DAC Min of Agriculture, GOI

Badiane, O., Ghura, D., Goreux, L and Masson, P. 2002. Cotton sector strategies in West and Central Africa. World Bank Policy Research Working Paper 2867.

Baffes, J. 2007. The cotton problem in West and Central Africa: The case for domestic reforms. Econ. Dev. Bull. 11, 1–4.

Bationo, A., Kihara, J., Vanlauwe, B., Waswa, B and J. Kimetu. 2007. Soil Organic Carbon Dynamics, Functions, and Management in West African Agro-Ecosystems. Agricultural Systems 94: 13-25.

Bourgou, L and D. Sanfo. 2012. Potential Genetic Benefits of Using Brazilian Cotton Varieties to Improve those Cultivated in

the C4 Countries: Analysis of Major Architectural and Agronomic Characteristics. Tropicultura, 2012, 30 (4): 243-248

Brazilian Cooperation Agency of the Ministry of External Relations. 2011. AID-FOR-TRADE: CASE STORY, WTO.

Charles, A.O., Midega, Isaac M. Nyangau, Jimmy Pittchar, Michael A. Birkett, John A. Pickett, Miguel Borges and Zeyaur R. Khan. 2012. Farmers' perceptions of cotton pests and their management in western Kenya. Crop Protection. 42:193-201.

Gergely, N and Poulton, C. 2009. Historical background and recent institutional evolution of African cotton sectors. In Tschirley, D., Poulton C and P. Labaste (Eds.), Organisation and Performance of Cotton Sectors in Africa: Learning from Reform Experience. World Bank, Washington, DC.

Haggblade, S and C. Plerhoples. 2010. Productivity Impact of Conservation Farming on Smallholder Cotton Farmers in Zambia. FSRP Working Paper No. 47. Lusaka, Zambia: Food Security Research Project.

Ilhem Baghdadli, Hela Cheikhrouhou and Gael Raballand. 2007. Strategies for Cotton in West and Central Africa: Enhancing Competitiveness in the "Cotton 4". World Bank Working Paper No. 108.

Isaacman, A. 1980. Cotton is the mother of poverty: Resistance to forced cotton production in Mozambique, 1938–1961. The International Journal of African Historical Studies. 13 (4): 581–615.

Ito, M., T. Matsumoto, T and Quinones, M. A. 2007. Conservation Tillage Practice in Sub-Saharan Africa: The Experience of Sasakawa Global 2000. Crop Protection. 26: 417-23.

Jianlong Dai and Hezhong Dong. 2014. Intensive cotton farming technologies in China: Achievements, challenges and countermeasures. Field Crops Research. 155:99–110.

Kranthi, K. R. 2015. Diagnosis holds the key to 'problem – solving' in cotton cultivation. Souvenir of the ICAC 74th Plenary meeting held at JW Marriot Mumbai 6-11 December 2015

Naudin, K., E. Goze, O., Balarabe, K. E., Giller and E. Scopel. 2010. Impact of no tillage and mulching practices on cotton production in North Cameroon: A multi-locational on-farm assessment. Soil & Tillage Research. 108: 68–76.

Landry Signe. 2018. Why Africa is Turning the Heads of Investors http: //africaneyereport.com/why-africa-is-turning-the-heads-of-investors/- accessed on 23:03:2018.

Magicson Mthembu, Cliff, S.. Dlamini and Banele Nkambule. 2013. The sustainability of cotton production using genetically modified seeds by emerging smallholder farmers in South Africa: a global and African perspective. African Journal of Agricultural Research. 8(32): 4293-4298.

Nakawuka, P. 2017. Global Food Security, http://dx.doi.org/10.1016/j.gfs.2017.10.003.

Narayanamoorthy, A and Kalamkar, S.S. 2006 – is Bt Cotton Cultivation Economically Viable for Indian Farmers? An Emprical Analysis, Economic and Political Weekly, June 30, 2006

Oerke, E. C. 2005. Crop losses to pests. J Agr Sci 144:31–43. doi:10.1017/S0021859605005708.

Ouattara, B. K., Ouattara, G., Serpantie, A., Mando and A. Sedego. 2006. Intensity Cultivation Induced Effects on Soil Organic Carbon Dynamic in the Western Cotton Area of Burkina Faso. Nutrient Cycling in Agroecosystems. 76 (2-3): 331-39.

Ouola Traore. 2008. Positive Developments in Integrated Pest Control for Cotton in West Africa. Improving Sustainability of Cotton Production in Africa. ICAC.

Philip, P., Grabowski, Steven Haggblade, Stephen Kabwe and Gelson Tembo. 2014. Minimum tillage adoption among commercial smallholder cotton farmers in Zambia, 2002 to 2011. Agricultural Systems. 131: 34–44.

Ripoche, Cretenet, Corbeels, Affholder, Naudin, Sissokoc, J. M., Douzet and P. Tittonell. 2015. Cotton as an entry point for soil fertility maintenance and food crop productivity in savannah agroecosystems–Evidence from a long-term experiment in southern Mali. Field Crops Research 177: 37–48.

Sabesh. M., Ramesh. M., Prakash. A. H and Bhaskaran, G. 2014. Is there any shift in cropping pattern in Maharashtra due to introduction of Bt Cotton, Cotton Research Journal, 6 (1): 63-70 http://www.cicr.org.in/isci/6-1/Paper_13.pdf.

Saidou, A., Kuyper, T. W., Kossou, D. K., Tosou, R and P. Richards. 2004. Sustainable Soil Fertility Management in Benin: Learning from Farmers. NJAS Wageningen. Journal of Life Sciences 52.3/4: 349-69.

Silvie, P., Deguine, J. P., Nibouche, S., Michel, B and Vaissayre. M. 2001. Potential of threshold-based interventions for cotton pest control by small farmers in West Africa. Crop Protection. 20: 297-301.

Tefft, J. 2010. White gold: Cotton in Francophone West Africa. In Haggblade, S and P. B. R. Hazell (Eds.), Successes in African agriculture: Lesson for the future. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Tschirley, D., Poulton, C and Labaste, P. (Eds) Organisation and Performance of Cotton Sectors in Africa: Learning from Reform Experience 2009. The International Bank for Reconstruction and Development - The World Bank.

Tschirley, D., B. Zulu and J. Shaffer. 2004. Cotton in Zambia: An assessment of Its Organisation, Performance, Current Policy Initiatives, and Challenges for the Future. MSU Working Paper No. 10. East Lansing: Michigan State University.

Vagen, T. G., Lal, R and B. R. Singh. 2005. Soil Carbon Sequestration in Sub-Saharan Africa: A Review. Land Degradation and Development. 16: 53-71.

Valerie Kelly, Duncan Boughton and Benjamin Magen. 2011. Pathways to Improved Profitability and Sustainability of Cotton Cultivation at Farm Level in Africa: An Approach to Addressing Critical Knowledge Gaps. MSU International Development Working Paper 112 February 2011.

Way, M. J and H.F. Van Emden. 2000. Integrated pest management in practice - pathways towards successful application. Crop Protection. 19, 81-103.

The ICAC Recorder

Un cambio en la arquitectura de la planta puede superar las barreras en los rendimientos de África

Keshav R. Kranthi, Comité Consultivo Internacional del Algodón, Washington DC

En los últimos 30 años, los rendimientos de algodón en África se han estancado en un promedio de 350 kg de fibra por hectárea (ha). El algodón en África se cultiva principalmente en las regiones tropicales, donde la abundante luz solar, la precipitación apropiada y suelos fértiles (en muchos países) deberían haber producido altos rendimientos y un buen crecimiento de los cultivos. Un análisis crítico indica que es paradójico que el constante crecimiento del cultivo pudiera ser el factor principal responsable de los bajos rendimientos.

Sería posible elevar los rendimientos mediante la selección genética de cultivares de 'arquitectura compacta', conjuntamente con el 'manejo del follaje', en donde se restringe el crecimiento vegetativo excesivo de la planta en una etapa crítica –ya sea a través de métodos mecánicos o con reguladores de crecimiento - para garantizar una relación adecuada fuente-sumidero de nutrientes. Además de la arquitectura compacta, la elevación de los rendimientos en África requiere la adopción de mejores prácticas para el mapeo de plantas, el manejo del follaje, la recuperación y la conservación del suelo, los sistemas de cultivo, la labranza de conservación, la eficiencia en el uso del agua, la eficiencia en el uso de nutrientes, el manejo de plagas y el manejo de malezas.

En los países desarrollados, como EE.UU., Australia y Brasil, los fitomejoradores se enfocan en desarrollar cultivares que retengan un número óptimo de cápsulas, generalmente de 15 a 20 cápsulas por planta, con una población de 80.000 a 110.000 plantas por hectárea. Sin embargo, en África y Asia, los fitomejoradores tradicionalmente han estado desarrollando tipos de plantas que producen la mayor cantidad de cápsulas (80 a 150) por planta. Los agrónomos recomendaron un espaciamiento más amplio para que esas variedades satisfagan su potencial de crecimiento alto y ancho.

La producción de un mayor número de cápsulas por planta tomará más tiempo para obtener rendimientos más altos, y si el cultivo termina prematuramente, los rendimientos serán bajos. Las plantas de algodón necesitan alrededor del 80% de agua y nutrientes durante la etapa de floración y formación de cápsulas, la cual se conoce como "la ventana crítica". Casualmente, la ventana crítica es el período más vulnerable a los gusanos de la cápsula. Cualquier estrés durante ese tiempo afecta adversamente los rendimientos dependiendo de los niveles de estrés. La ventana crítica es de aproximadamente 40 a 50 días en un cultivo de corta duración y alta densidad, mientras que oscila entre 80 y 120 días en un cultivo de larga duración como los de África o India.

Si las plantas se tienen que mantener en el campo por más de seis a ocho meses para obtener altos rendimientos, el cultivo necesitaría agua y nutrientes apropiados durante la ventana crítica más larga (80 a 120 días) de 'floración y fructificación' para producir mayores rendimientos. Un cultivo de larga duración se hace vulnerable no solo a los estreses causados por el agua y los nutrientes, sino también a las plagas de insectos y enfermedades, lo cual justifica el manejo apropiado.

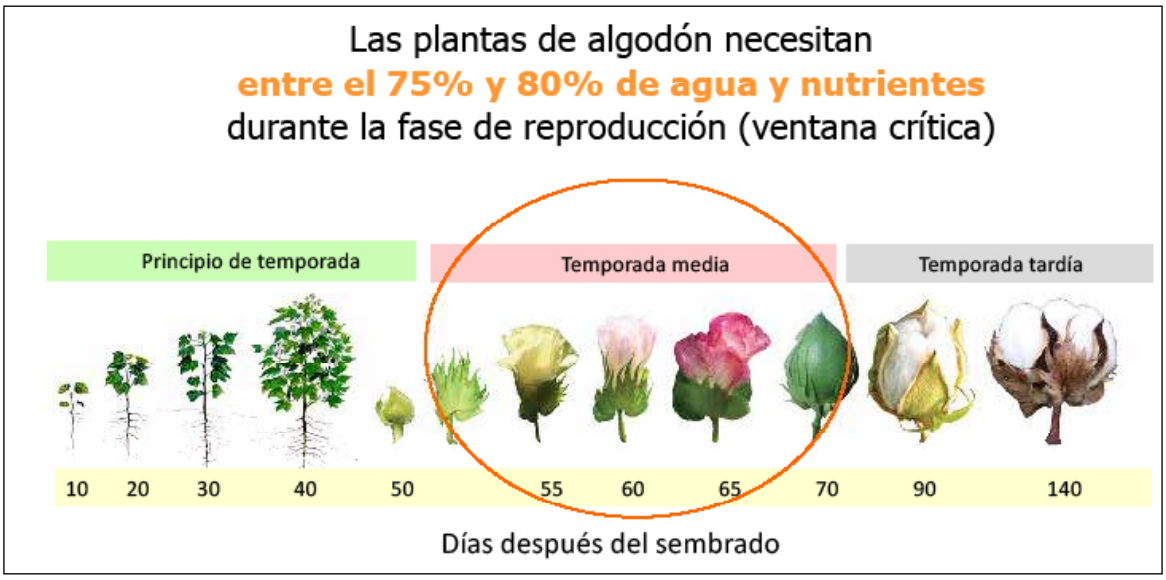
En todos los demás países que cosechan altos rendimientos de 1.000 a 2.500 kg/ha, se hace hincapié en la siembra de alta densidad (más de 75.000 plantas por hectárea), junto con el manejo del follaje, para terminar el cultivo en cuatro o cinco nudos simpodiales (ramas fructíferas) por encima de la flor blanca (generalmente en un total de 12 a 16 nudos simpodiales por planta debajo de la flor blanca). Se procura garantizar una retención del 80% de yemas florales, y/o la retención del 60% al 70% de las cápsulas formadas, para obtener altos rendimientos en una temporada corta.

Para lograr un avance en los rendimientos y aumentar la eficiencia en el uso de los insumos de agua y nutrientes, África debe considerar seriamente el desarrollo y la evaluación de los siguientes sistemas:

- Un sistema nuevo de la arquitectura de la planta;
- Una geometría de siembra nueva;
- El manejo del follaje;
- El manejo de la salud del suelo; y
- La ingeniería ecológica para el manejo de plagas.

Desarrollo de cultivares eficientes

Los fitomejoradores deben considerar seriamente el desarrollo de cultivares con las siguientes características: 1. Porte corto y compacto; 2. Sin ramificaciones monopodiales; 3. De corta temporada (140 a 150 días); 4. Resistentes a los insectos chupadores de savia y a los patógenos locales; 5. Alto vigor inicial de retoños y raíces; y 6. Alta



producción de desmotado y fibra de buena calidad.

Se tiene conocimiento de que las plantas de porte compacto con una longitud de entrenudo corto son más eficientes en la canalización de agua y nutrientes hacia las partes fructíferas, como flores y cápsulas. El manejo del follaje es más fácil con plantas genéticamente diseñadas para ser compactas.

Las plantas sin ramificaciones monopodiales tienen un tallo principal único con ramas simpodiales y entrenudos cortos que las hacen más eficientes en la dinámica energética para el desarrollo de cápsulas, resultando en un índice de cosecha más alto (relación entre algodón en rama y biomasa vegetal). Una mayor cantidad de ramificaciones monopodiales con entrenudos más largos requerirá más energía en forma de nutrientes y agua para su crecimiento y desarrollo.

Se espera que los cultivares de algodón compactos y de corta temporada sembrados en una alta densidad de >110.000 plantas por hectárea retengan al menos de 14 a 15 cápsulas por planta para producir altos rendimientos, lo cual requiere menos tiempo de desarrollo, madurez y apertura. En un cultivo de corta temporada, la ventana crítica de formación de yemas florales, floración y formación temprana de cápsulas verdes se extiende durante aproximadamente 50 a 60 días. Esa ventana crítica es más vulnerable al ataque de los gusanos de la cápsula, así como a los estreses hídricos y de nutrientes. Los altos rendimientos dependen de cuán bien se maneje la ventana crítica. El manejo eficiente de plagas, el manejo de malezas y el manejo de agua y nutrientes durante esa fase crucial determina los niveles de rendimiento. Con la siembra oportuna, un cultivo de corta temporada evade en gran medida el estrés hídrico y los gusanos de la cápsula, lo cual facilita el manejo del estrés de manera significativa. Actualmente, África tiene una ventana crítica muy larga de 100 a 120 días durante la cual el cultivo de algodón es altamente vulnerable a plagas de insectos, agua, nutrientes y estreses abióticos por un período más prolongado. Una ventana corta y crítica de formación de cápsulas facilita el manejo, incluso para los productores analfabetos si están capacitados adecuadamente, mientras que una ventana larga y crítica es una pesadilla, hasta para los expertos y los productores con abundantes recursos.

Las plagas chupadoras de savia infestan el cultivo en la etapa vegetativa temprana. La ocurrencia del control biológico natural se consolida en las primeras etapas del cultivo. Los cultivares resistentes a los insectos chupadores de savia no justificarán la necesidad del uso de insecticidas químicos para el manejo, lo cual se traduce en la conservación de los enemigos naturales generalistas que protegen el cultivo contra los gusanos de la cápsula más adelante en la temporada. Las estrategias de bioplaguicidas y control biológico funcionan bien en ecosistemas que están mínimamente perturbados por los plaguicidas químicos.

Los cultivares con alto vigor inicial de retoños y raíces tienen una ventaja competitiva sobre las malezas y podrán producir una cantidad apropiada de ramificaciones simpodiales en poco tiempo para sincronizar la ventana crítica de fructificación con la humedad disponible en el suelo. Además, podrían resistir el estrés abiótico y poseer capacidades para compensar el daño precoz causado por patógenos, nematodos y plagas de insectos.

Una alta producción de desmotado resulta en mayores rendimientos de fibra. La fibra de alta calidad atrae precios más elevados y, por lo tanto, genera mejores ganancias.

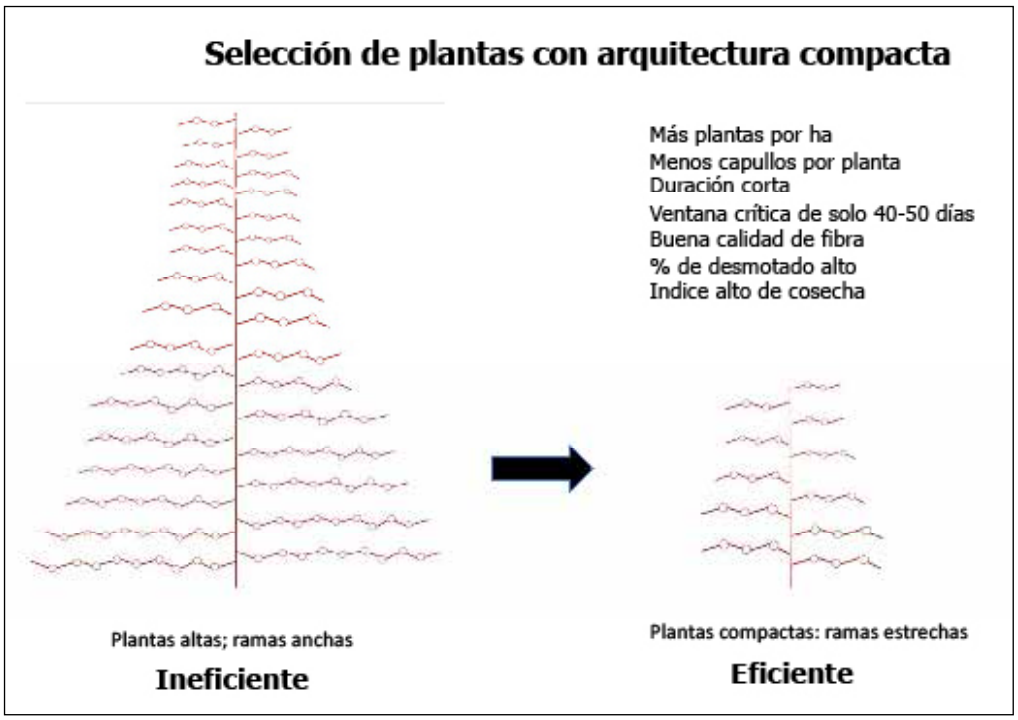
Geometría de siembra

Los agrónomos deben considerar seriamente la normalización del espaciamiento óptimo de las plantas e intentar con una geometría de 8 a 10 cm entre plantas en una hilera, con un espaciamiento de hilera a hilera de 30 cm, 45 cm, 60 cm, 75 cm o 90 cm, dependiendo de la arquitectura de la planta, el tipo de suelo y el medioambiente. Se pueden obtener altos rendimientos con una siembra de precisión de 1 a 4 cm de profundidad con un espaciamiento de 8 a 10 cm en las hileras y de 43 a 76 cm entre hileras, para obtener de 8 a 10 plantas por metro y más de 100.000 plantas por hectárea. El tiempo de siembra se debe ajustar para sincronizar la fase de formación de cápsulas con la temporada de monzones. El algodón es muy sensible al anegamiento y conduce a bajos rendimientos en suelos mal drenados. Por lo tanto, sembrar en camellones o lechos elevados protege el cultivo contra el anegamiento. La siembra en lechos elevados mejora el drenaje y eleva el calor del suelo para minimizar los patógenos de las plántulas. Se deben evitar estrictamente las brechas entre las plantas. El espaciamiento amplio ocasiona un retraso en la madurez ya que se forman más cápsulas en la posición externa y en los nudos más altos.

Manejo del follaje

Los agrónomos deben analizar los reguladores de crecimiento vegetal y las técnicas mecánicas de manejo del follaje para asegurar su crecimiento óptimo y evitar un crecimiento vegetativo improductivo. La eliminación de las ramas y la biomasa improductivas facilita la canalización apropiada de nutrientes 'fuente a sumidero' en las partes fructíferas, sin ningún desperdicio en la biomasa vegetal improductiva.

El monitoreo del cultivo es crucial antes del manejo del follaje. Al principio, se debe monitorear la población de las plantas para garantizar su buen desarrollo. En la etapa de formación de yemas florales a partir de la primera yema floral hasta la primera floración, es importante registrar la altura de la planta, el número de nudos y el nudo de la primera rama fructífera, así como la retención del fruto en la primera posición. En la etapa de floración, es necesario monitorear la altura de la planta, el número de nudos por arriba de la flor blanca en la primera posición (NAFB) cuando el 25% de las plantas tienen su flor en la primera posición. La determinación de una etapa adecuada para el cese de la fructificación (*cut-out)*, cuando se dejan de aplicar todos los suministros de insumos, garantiza una fuente apropiada de nutrientes al sumidero. En la etapa del cese de fructificación, cuando existe la presencia de 4 o 5 nudos por encima de la flor blanca, es importante garantizar que la cantidad de partes fructíferas debajo de la flor blanca sea adecuada para producir altos rendimientos. La protección de las yemas florales contra el daño y el estrés de los insectos contribuye significativamente a obtener altos rendimientos. La retención del 80% de las yemas en la primera posición y de 9 a 10 nudos por encima de la flor blanca en la primera posición es fundamental para producir buenos rendimientos. Menos del 80% de retención retrasa la madurez y se revierte a un crecimiento vegetativo excesivo. La alta retención de partes fructíferas más una buena estructura de la planta resulta en altos rendimientos.



El manejo del follaje se realiza mediante la restricción de la altura de la planta de 70 a 80 cm con el uso de productos químicos reguladores de crecimiento, juntamente con un manejo adecuado de agua y nutrientes. Las ramas vegetativas se eliminan manualmente después de la aparición de la primera rama fructífera. Es conocido que esto reduce la caída de las cápsulas y aumenta su tamaño, así como incrementa la cantidad de nudos fructíferos, mejora la masa seca de las partes fructíferas y eleva los rendimientos de algodón en rama. Esa práctica se aplica en un 50% a un 70% de las explotaciones en China. Las puntas de crecimiento en el tallo principal se cortan cuando se produce una cantidad adecuada de ramas fructíferas, dependiendo de la densidad de la planta. Las ramas fructíferas precoces, generalmente las 2 a 3 ramas de fructificación más bajas del tallo principal, se eliminan en la etapa de máxima formación de yemas florales. Los puntos apicales de las ramas vegetativas se sacan después del apogeo de la floración, y aquellos de las ramas fructíferas se extraen en el auge de la madurez de las cápsulas. Se tiene conocimiento de que la eliminación de las yemas apicales de las ramas vegetativas y fructíferas mejora el crecimiento de las raíces, reduce la senescencia prematura, limita el crecimiento horizontal de las ramas y el cierre/sombra del follaje, así como mejora el rendimiento, el porcentaje de fibra y la precocidad. Las ramas fructíferas vacías y las hojas viejas y amarillas marchitas se eliminan después de la floración completa para mejorar la ventilación y la penetración de la luz, reducir la humedad del suelo y la podredumbre de las cápsulas.

Se puede inhibir el crecimiento lateral de las ramas vegetativas mediante la siembra de alta densidad, reguladores de crecimiento y corte manual para lograr un equilibrio entre el crecimiento vegetativo y reproductivo sin disminuir el rendimiento y la calidad de la fibra. La altura y la arquitectura de la planta generalmente se controlan mediante la aplicación oportuna de reguladores químicos de crecimiento. La regulación del crecimiento comienza a partir de la formación de yemas florales. Aplique los reguladores de crecimiento (cloruro de mepiquat) para restringir el crecimiento vegetativo o frenar el crecimiento excesivo, después de la curva de crecimiento cuando la longitud de los entrenudos del tercio superior sea mayor de 7,5 cm o la longitud de los cinco primeros entrenudos sea superior a 18 - 23 cm. Las aplicaciones múltiples de reguladores de crecimiento a dosis bajas reducen los riesgos. No aplique reguladores de crecimiento cuando el cultivo esté sometido a estreses. La altura de la planta se debe mantener equivalente (±10%) al ancho de la hilera. Se debe retener alrededor del 70% al 80% de las yemas florales y las cápsulas cosechables a través de 10 a 14 nudos. Cerca del 80% de las cápsulas deben estar en la primera posición. Es mejor restringir el período de floración entre 30 a 40 días.

Manejo de la salud del suelo

El agua y los nutrientes desempeñan una función crucial en el crecimiento y los rendimientos de la planta. La absorción de NPK disponible (nitrógeno, fósforo y potasa), nutrientes secundarios y micronutrientes en el suelo depende de la salud del suelo que se basa en el contenido de carbono orgánico y el entorno microbiano. La salud del suelo es principalmente una función de las buenas prácticas de manejo del suelo que comprenden sistemas de cultivo, manejo del suelo, manejo de nutrientes, manejo de la humedad del suelo, minimización de tóxicos químicos, fijación de nitrógeno por las plantas y materia orgánica que regresa al suelo como biomasa de residuos de cultivos – la cual, a su vez, se convierte en abono orgánico por la acción microbiana. El mejoramiento de la salud del suelo es fundamental para obtener buenos rendimientos.

Los agrónomos deben realizar experimentos para identificar las mejores opciones de labranza de conservación según las condiciones locales. La labranza mínima o la labranza cero, el manejo de los residuos de cultivos, la selección de los cultivos de cobertura adecuados y la rotación de los cultivos desempeñarían una función fundamental en la agricultura de conservación. Los cultivos de cobertura con leguminosas, tales como (*Trifolium incarna-*

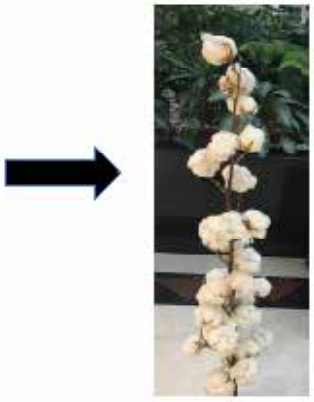
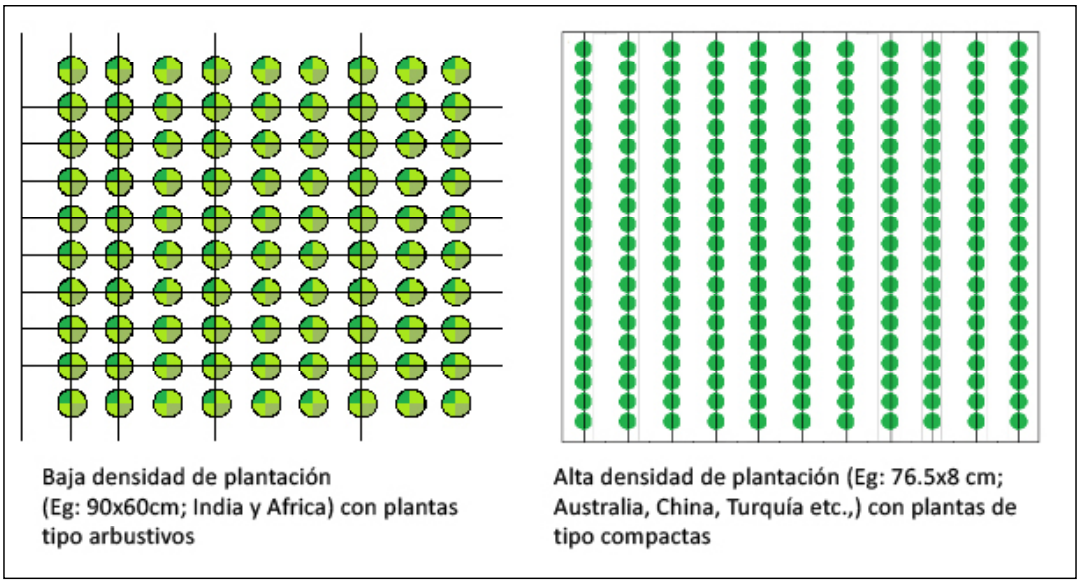


Foto de cortesía: Sr. Mubvekeri



Baja densidad de plantación (Eg: 90x60cm; India y Africa) con plantas tipo arbustivos

Alta densidad de plantación (Eg: 76.5x8 cm; Australia, China, Turquía etc.,) con plantas de tipo compactas

tum) y el vezo piloso (*Vicia cillosa*), pueden proporcionar hasta 70 kg de N/ha al cultivo posterior de algodón. Los cultivos de cobertura mejoran la textura del suelo, aumentan la materia orgánica del suelo, reducen la erosión y proporcionan control de malezas. Se comprobó que la rotación de cultivos con leguminosas, como frijoles o vezo, es rentable en África. La cobertura vegetal con residuos de los cultivos de cobertura y la trituración poscosecha mejoran la salud del suelo.

Si se requiere la labranza para resolver el problema de la compactación del suelo, se puede realizar el subsolado en las hileras (40 a 45 cm de profundidad) o la descompactación (*paraploughing*) y siembra sobre residuos de cosechas viejas de cultivos de invierno. La intercalación de cultivos en un período de 15 - 20 días después de la siembra (DDS) y 40-50 DDS se puede combinar con deshierbe, aporcado y aplicación superficial de fertilizantes.

El pH ideal del suelo para el algodón es entre 5,8 y 8,0 y los ajustes son críticos para obtener buenos rendimientos. Los suelos en muchos países africanos son ligeramente ácidos y pueden necesitar trabajos de recuperación con cal dolomítica. Los suelos ácidos no facilitan la absorción apropiada de nutrientes, lo cual resulta en un cultivo no saludable que no tiene las capacidades necesarias para combatir insectos y patógenos. La recuperación del suelo también se puede realizar con biocarbón que se puede producir fácilmente mediante el uso de tallos y residuos de algodón que se consiguen en los campos algodoneros. Para un mejor resultado, las correcciones del suelo con yeso o cal se deben realizar entre 5 y 6 meses antes de la siembra, lo cual también se ocupa de los requerimientos de Ca y Mg.

Una parte significativa de los fertilizantes químicos aplicados en África y en otras partes del mundo se pierde por las aplicaciones inapropiadas. La aplicación de precisión es crítica en los países de escasos recursos como aquellos en África. Se debe hacer un muestreo del suelo para detectar los nutrientes de baja movilidad, tales como P, K, Ca, Mg y el pH. El boro es un elemento clave y se debe aplicar en función de las pruebas del suelo. Para la aplicación de precisión de N, se pueden usar los sensores ópticos (como los del sistema *GreenSeeker*) que emiten luz de una longitud de onda específica para estimar el nitrógeno en hojas. La urea revestida con nim se puede usar en África para liberación lenta y reducción de pérdidas. La colocación de fertilizantes, las aplicaciones divididas, la aplicación foliar durante la floración, el uso de reguladores de crecimiento, el uso de inhibidores de la ureasa e inhibidores de la nitrificación tienen el potencial de prevenir las pérdidas de nutrientes. La deficiencia de nitrógeno se puede detectar mediante la estimación de nitrato en pecíolo y síntomas visuales. El contenido de nitrato en el suelo no debe ser inferior a 25 ppm. Aplique N cuando el nitrato esté por debajo de 50 ppm. Las demandas de nitrógeno y agua son más altas durante la etapa de formación de yemas florales hasta la aparición de cápsulas verdes. Evite el exceso de N en las primeras etapas del cultivo (antes de la formación de las yemas florales) para prevenir el crecimiento vegetativo excesivo y un retraso en la madurez. El cultivo necesita potasio (K) durante la etapa de formación de las cápsulas. La aplicación inicial en el suelo y las aspersiones foliares de K durante la etapa de formación de las cápsulas son beneficiosas. El fósforo es relativamente inmóvil y se debe distribuir e incorporar de manera que las raíces tengan la oportunidad de absorber el nutriente. El hongo *Arbuscular mycorrhiza* (AM) es importante para la absorción de P. Mejora la solubilización de P en el suelo para elevar su absorción a través de la eficiencia de la intercepción. La labranza frecuente destruye el hongo AM. Los rendimientos siempre son más altos debido a la estructura mejorada del suelo. La presencia de una biomasa microbiana activa

en el suelo, junto con el restablecimiento del *arbuscular mycorrhiza* (AM), mejora la disponibilidad, absorción y eficiencia de los nutrientes.

Ingeniería ecológica para el manejo de plagas

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) depende en buena parte de los cultivares resistentes a las plagas chupadoras de savia. El tratamiento de las semillas protege a las plántulas contra plagas y enfermedades. Evitar el uso de insecticidas químicos para controlar los insectos chupadores de savia previene la perturbación en la estabilización de la ocurrencia del control biológico natural en los ecosistemas de algodón. Junto con las infestaciones de las plagas chupadoras de savia, la ocurrencia del control biológico natural de las plagas de insectos comienza en una etapa temprana y se consolida con el avance de la temporada. Las poblaciones de parásitos de insectos, tales como *Eretmocerus* spp., *Trichogramma* spp., y los depredadores, como crisopas de alas verdes, sírfidos, arañas, mariquitas, etc., comienzan a desarrollarse en una etapa temprana en la temporada, sobreviven alimentándose de los insectos chupadores de savia y se multiplican a expensas de algunas orugas, tales como orugas medidoras (*semi-loopers)*, enrolladoras de hojas y orugas peludas, que ocasionan menos daños económicos. La mayoría de esos depredadores y parasitoides siguen sobreviviendo y se multiplican a lo largo de la temporada. Son perjudiciales para los gusanos de la cápsula y los mantienen bajo control. Los cultivares que son tolerantes a los insectos chupadores de savia no requieren insecticidas de amplio espectro. Los productos botánicos y los bioplaguicidas, o los aceites vegetales, serían apropiados para el manejo de las plagas chupadoras de savia con mínimos daños a los controles biológicos. Los cultivares que son susceptibles a los insectos chupadores de savia necesitarían la aplicación de insecticidas de amplio espectro, como aquellos que pertenecen al grupo de los organofosforados, el grupo de los carbamatos, los hidrocarburos clorados, etc. Los ecosistemas se perturban significativamente con solo unas cuantas aplicaciones de esos insecticidas ya que destruyen el control biológico natural y pueden inclinar el equilibrio ecológico en beneficio de las plagas de insectos que se recuperan fácilmente, mientras que el restablecimiento de los controles biológicos requiere mucho más tiempo.

El cultivo intercalado con caupí o frijoles ayuda a atraer insectos depredadores que se alimentan de pulgones que se producen en los cultivos intercalados con leguminosas (fijación de nitrógeno). Existen varios cultivos de leguminosas que no compiten con el algodón con los cuales se puede experimentar a través de la ingeniería ecológica intercalándolos con algodón para evaluar las proporciones de plagas-parásitos depredadores de acuerdo con diferentes combinaciones. El manejo del gusano de la cápsula es más fácil con los bioplaguicidas, si se conserva el control biológico natural evitando las aplicaciones de insecticidas químicos al inicio de la temporada. La caléndula sirve como una planta trampa eficaz para el gusano de la cápsula de algodón. Sin embargo, si las poblaciones del gusano de la cápsula alcanzan niveles de umbrales económicos entre un 5% a un 10% de daños en las partes fructíferas, se pudiera utilizar una o dos aplicaciones de insecticidas, tales como spinosad, benzoato de emamectina o clorantraniliprol, para un control efectivo. La terminación del cultivo en 5 a 6 meses proporcionará una temporada cerrada para el gusano rosado de la cápsula, la cochinilla arenosa y algunas otras plagas, reduciendo así su infestación de manera significativa en la temporada siguiente.

Valdría la pena que los investigadores de África examinaran las sugerencias antes mencionadas para formular proyectos de investigación para el desarrollo de nuevos cultivares y apoyar los sistemas de producción de cultivos que sean más eficientes en el uso del agua y el uso de nutrientes. Esos esfuerzos requerirán una fuerte investigación multidisciplinaria que implique un buen trabajo en equipo, especialmente entre fitomejoradores, agrónomos, entomólogos y científicos de extensión. Cambiar la mentalidad de los investigadores y los productores por esos nuevos enfoques, como las plantas compactas con menos cápsulas por planta, sería en sí un gran desafío. Sin embargo, vale la pena evaluar esas ideas ya que han sido exitosas en países como Australia, Brasil, China, México, Turquía y EE.UU., los cuales están ubicados en áreas geográficas divergentes y dispares, diversas zonas agroecológicas y con estructuras socioeconómicas y culturales muy diferentes. Estas sugerencias se basan en casos exitosos y prácticas estándar aplicadas en los países desarrollados.

Se debe tener presente que un caso exitoso de un país desarrollado quizás no tenga repercusiones en los países en desarrollo o menos desarrollados que se encuentran en dominios geográficos completamente diferentes y tienen perfiles socioeconómicos muy distintos. Sin embargo, siempre se pueden aprender las lecciones de cualquier lugar y adaptarlas a las condiciones locales a través de la experimentación y validación rigurosas.

Los buenos científicos nunca se abstienen de experimentar con nuevas ideas. Si se quiere romper el maleficio del estancamiento de los rendimientos, es necesario probar nuevas ideas para poder desarrollar alternativas efectivas. El éxito finalmente dependerá de cuán decididos sean los investigadores para probar cosas nuevas e implementar un cambio.

ICAC 77th Plenary Meeting

Abidjan, Côte d'Ivoire 2 - 6 December 2018

Sofitel Abidjan Hotel Ivoire

Desafíos del algodón: soluciones innovadoras y sostenibles

Los temas de las Sesiones Abiertas incluyen:

- Combatir los efectos del cambio climático en el algodón - lo que los científicos y el gobierno pueden hacer al respecto
- La mecanización, el uso de los drones y la robótica en pequeñas explotaciones agrícolas: oportunidades y problemas
- Los desafíos del algodón orgánico y las perspectivas de política
- Las políticas intergubernamentales sobre el intercambio de semillas
- La lucha contra la resistencia de las plagas al algodón biotec y los plaguicidas

Para mayor información sobre la reunión y para inscribirse, por favor visite la siguiente página web: www.icac.org

Email: plenaryinfo@icac.org