



Highlights of the World Cotton Research Conference-6

**Goiânia - Goiás, Brazil,
May 2 - 6, 2016**

Aspectos resaltantes de la Sexta Conferencia Mundial sobre la Investigación Algodonera

Goiânia - Goiás, Brasil, 2 al 6 de mayo de 2016

La Sexta Conferencia Mundial sobre la Investigación Algodonera (WCRC-6 por sus siglas en inglés) y la Conferencia Bienal 2016 de la Iniciativa Internacional del Genoma del Algodón se celebraron conjuntamente en la ciudad de Goiânia, Brasil, del 2 al 6 de mayo de 2016. Los investigadores tuvieron la gran oportunidad de presentar sus investigaciones, ampliar y fortalecer sus redes y aprender sobre los trabajos de investigación más importantes que se están llevando a cabo en el mundo. La Asociación de Productores Algodoneros de Goiás-AGOPA (Associação Goiana dos Produtores de Algodão-AGOPA) fungió como el anfitrión principal. La AGOPA está afiliada a la Asociación Brasileña de Productores Algodoneros – ABRAPA (Associação Brasileira dos Produtores de Algodão) y es una de las nueve asociaciones de productores algodoneiros en el país. Las asociaciones trabajan para promover la rentabilidad del sector del algodón a través de la unificación y la organización, con el propósito de fomentar la producción sostenible del algodón. El programa sobre la investigación algodoneira ‘EMBRAPA Cotton’ de la Corporación de Investigación Agrícola de Brasil (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA) desempeñó una función fundamental en el diseño y la ejecución del programa técnico durante la Conferencia.

El CCIA se enorgullece de organizar las conferencias mundiales sobre la investigación algodoneira. La Secretaría del CCIA coordinó los patrocinadores internacionales y trabajó con el Comité Organizador, el Comité del Programa, la Asociación Internacional de Investigadores Algodoneros y la directiva de la Iniciativa Internacional del Genoma del Algodón (ICGI por sus siglas en inglés) para darle forma a una conferencia exitosa y garantizar que reinara un claro entendimiento entre los distintos organizadores de la WCRC-6. Por primera vez, la Conferencia se celebró bajo los auspicios de la Asociación Internacional de Investigadores Algodoneros (ICRA por sus siglas en inglés), cuyo presidente dirigió el Comité Internacional que seleccionó a los conferencistas principales y a los ponentes que participarían en las sesiones plenarias. El Comité Internacional asesoraba al Comité Organizador y el Comité del Programa cuando era necesario. Se definieron claramente las funciones de varias instituciones, pero aún así se necesitaba la participación activa del CCIA como una organización paraguas y neutral y para proporcionar orientación basada en las experiencias adquiridas en las anteriores conferencias mundiales sobre la investigación algodoneira.

El programa incluyó a dos conferencistas principales y ocho ponentes en las sesiones plenarias con 28 sesiones

especializadas simultáneas. Una serie de sesiones se dedicaron a la investigación genómica para seguir el formato de la conferencia bienal de las reuniones del ICGI.

Patrocinio de la WCRC-6

El CCIA ha patrocinado las conferencias mundiales sobre la investigación algodoneira desde sus inicios en la década de 1990. El *Centre de coopération internationale en recherche agronomique* (CIRAD), Francia, ha patrocinado las conferencias desde 1998 y sigue brindando su apoyo a la WCRC-6. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ha apoyado también las conferencias mundiales sobre la investigación algodoneira, incluida la WCRC-6. Por primera vez, el Centro Internacional de Agricultura y Biociencias (CABI por sus siglas en inglés) también patrocinó la Conferencia. Como en cada país anfitrión, el apoyo del sector privado fue un gran aporte para el éxito de la WCRC-6, al igual que para las conferencias anteriores. El CCIA ha sido un patrocinador importante en todas las WCRC, además de proporcionar tiempo del personal y servicios. El patrocinio internacional se canalizó por primera vez a través de la Asociación Internacional de Investigadores Algodoneros (ICRA). Los patrocinios se agruparon y anunciaron formalmente en las páginas web del CCIA e la ICRA, así como a través de las listas de correo. Cuatro tipos de patrocinio estaban disponibles.

- Boletos aéreos
- Alojamiento y cuota de inscripción
- Apoyo en dinero en efectivo (US\$1,000) y
- Cuota de inscripción

El CCIA recibió las solicitudes, en nombre de la ICRA, hasta el 15 de noviembre de 2015. El Comité Ejecutivo de la ICRA se reunió el 6 de diciembre de 2015 en Mumbai, India y convino en la lista de investigadores que recibirían patrocinio. En total, 36 investigadores recibieron cuatro tipos de patrocinio. El Comité Organizador también decidió patrocinar a 10 investigadores en cuotas de inscripción, alojamiento y visitas técnicas. Estos 10 nombres también se tomaron de las solicitudes dirigidas a la ICRA. Ochenta y dos investigadores enviaron solicitudes a la ICRA, cuarenta y seis de los cuales recibieron patrocinios. Además, el CCIA también patrocinó a investigadores a través del Programa de Investigadores Asociados del CCIA y del Foro Algodonero de África Meridional y Oriental (SEACF por sus siglas en inglés). Durante el Programa de Investigadores Asociados que el CCIA conduce cada año, los investigadores generalmente vienen a la sede del CCIA durante 10 días. Sin embargo,

en los años en que se celebran las conferencias mundiales, los fondos se utilizan para patrocinar parcialmente a los investigadores para que asistan a la Conferencia. El CCIA seleccionó a 16 investigadores de 10 países para que asistieran a la WCRC-6 y recibieran el patrocinio bajo el Programa de Investigadores Asociados. Sin embargo, sólo 10 de los 16 pudieron aprovechar esta oportunidad. Los otros seis no pudieron asistir por diferentes razones, entre las que se incluye la imposibilidad de conseguir los fondos restantes. El Foro Algodonero de África Meridional y Oriental organizó su reunión durante la WCRC-6 y utilizó el patrocinio del CCIA para traer investigadores a la Sexta Conferencia Mundial.

Esta edición del *ICAC RECORDER* está dedicada a la WCRC-6 y se enfoca principalmente en los resúmenes de las presentaciones realizadas por los conferencistas principales y los ponentes de las sesiones plenarias. Se preparó un libro con los resúmenes de todos los trabajos técnicos presentados en la WCRC-6. Este libro estará disponible en la página web de la WCRC-6 tan pronto como sea actualizada sobre la base de las presentaciones reales. Los resúmenes de los conferencistas principales y los ponentes de las sesiones plenarias no se incluyeron en la publicación, por lo que se han reproducido en esta edición en los idiomas inglés, francés y español para el beneficio de los lectores del *ICAC RECORDER*.

Resúmenes de las conferencias principales

1. Soluciones innovadoras en el campo de la investigación para mejorar la producción algodoneira; ¿Cuán cerca estamos?

Yusuf Zafar, Investigador Algodonero del Año 2012 del CCIA, Centro Internacional de Viena, Organismo Internacional de Energía Atómica, Austria

Aunque el algodón cubre solamente el 2% de la tierra cultivable del planeta y tiene una participación del 6% en el comercio mundial, esta fibra natural es responsable de sostener una industria textil y de la moda que tiene un valor de billones de dólares. Por otra parte, es la columna vertebral de varios países en desarrollo cuyas economías dependen en gran medida del algodón. La comunidad dedicada a la investigación del algodón ha hecho esfuerzos encomiables para detener la tendencia a la baja de su participación a raíz del uso cada vez mayor de las fibras sintéticas (poliéster, rayón, viscosa, etc.). Aún así, la demanda y la producción mundial de algodón han permanecido estancadas durante varias décadas. Los bajos precios del petróleo, la escasa demanda de las prendas de vestir y los desastres naturales en zonas de grandes países productores de algodón debido al cambio climático están imponiendo una carga adicional en los sistemas de producción de algodón, que ya es delicada y vulnerable a múltiples estreses.

La composición genética de cualquier cultivo está insertada en su semilla. Según la FAO, la semilla contribuye a la

producción del cultivo en casi un 50%. A pesar de algunos esfuerzos regionales, no existe una plataforma global para el intercambio de semillas de algodón (germoplasma) entre los países productores de algodón. En tiempos recientes, muchos países han incrementado las restricciones sobre el germoplasma compartido, dando lugar a la carencia de un intercambio de germoplasma hasta en los programas clásicos de selección genética. Todos los programas de selección genética del algodón en el mundo están afectados por la estrecha base genética.

El algodón es uno de los tres cultivos principales (junto con el maíz y el frijol de soja) modificados por la ingeniería genética (algodón *biotec*). El algodón *biotec* se ha adaptado muy bien en los principales países productores de algodón (Australia, Brasil, China, India, Pakistán y EE.UU.). Sin embargo, en el algodón *biotec* solo existen dos rasgos disponibles (resistencia a los insectos y tolerancia a los herbicidas). La diseminación del algodón *biotec* a otros países productores de algodón es lenta y enfrenta una gran resistencia. Las noticias recientes sobre los temas de patentes y el precio de la semilla *biotec* en India demuestran claramente la necesidad de un acuerdo más equitativo para el intercambio de germoplasma y tecnologías.

El advenimiento de la OMC en 1995, junto con la aparición del sector privado de semillas dirigiendo los negocios relacionados con los cultivos *biotec* (incluido el algodón), planteó el problema de los monopolios de empresas multinacionales. Los problemas de largo plazo de las patentes, los derechos de los seleccionadores de plantas (PBR por sus siglas en inglés) y la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV por sus siglas en inglés), los complejos protocolos de bioseguridad, el deterioro de la función de investigación del sector público y, sobre todo, el fuerte aumento en los costos de los insumos, conjuntamente con la volatilidad mundial de los precios del algodón en rama (dependiente de las importaciones/ exportaciones de algodón de un pequeño número de países), impactaron en el trabajo de investigación y desarrollo del algodón y, por consiguiente, en su producción.

Los desafíos actuales para la producción de algodón podrían superarse fácilmente con los recientes desarrollos en la genómica. En consecuencia, están disponibles datos completamente secuenciados de algodones diploides y tetraploides. Los avances en la bioinformática y el sistema de repeticiones palindrómicas cortas agrupadas y regularmente interespaciadas (CRISPR por sus siglas en inglés) aumentan la esperanza de una nueva era en la investigación sobre el algodón. No obstante, este progreso será posible únicamente con un cambio de paradigma en las políticas y el mejoramiento del proceso reglamentario.

Un factor importante que requiere atención inmediata es el fortalecimiento de la investigación del sector público con más fondos, sostenibilidad y un entorno propicio. El acceso fácil y equitativo a la investigación moderna para toda la comunidad dedicada a la investigación del algodón, especialmente

los países menos desarrollados y en desarrollo, es otro componente importante para lograr un cambio revolucionario en el sector de la investigación algodонера.

La meta tan anhelada de contar con un Instituto Internacional de Investigación sobre el Algodón (ICRI por sus siglas en inglés), como el Instituto Internacional de Investigación sobre el Arroz (IRRI por sus siglas en inglés), sigue vigente. La aparición del grupo BRICS y el nuevo Banco de Desarrollo, dirigido por China, aumenta la esperanza de que las economías emergentes de Brasil, China e India considerarán seriamente la creación de esta entidad. Esto revolucionará el sistema actual de investigación sobre el algodón y sería un factor de cambio en la investigación y desarrollo del algodón. Después del establecimiento del ICRA, el próximo gran paso adelante sería el desarrollo de un instituto como el ICRI por la comunidad global dedicada a la investigación sobre el algodón.

2. Acoplar a los productores algodoneiros con la investigación

Adam Kay y Nicola Cottee, Cotton Australia, Australia, (Presentado por Adam Kay)

El éxito de la industria australiana del algodón se puede atribuir en gran medida no sólo a la importante inversión en la investigación, sino también a la rápida adopción de la ciencia emergente por parte de los productores algodoneiros para mejorar el rendimiento, la calidad, la sostenibilidad y la rentabilidad. Un marco sólido de extensión que depende de una fuerte alianza entre grupos industriales, investigadores, productores y extensionistas permitió el éxito de la transferencia de tecnología en el algodón australiano. Se cuenta con el programa de las buenas prácticas de manejo de la industria (myBMP por sus siglas en inglés), conjuntamente con las iniciativas tradicionales de extensión, para aportar los últimos conocimientos científicos a los productores. A pesar de este éxito, la transformación de las investigaciones más recientes en cambios en las prácticas agrícolas a nivel de la explotación sigue siendo un desafío para la industria algodoneira de Australia.

Un desafío clave para la investigación-extensión es identificar las limitaciones generales más importantes del sistema de producción del cultivo, para garantizar que el esfuerzo de extensión aporte un beneficio neto a la productividad en general. Por ejemplo, los productores en el extranjero podrían considerar que la selección de germoplasma australiano con atributos deseables probados de rendimiento y calidad de la fibra es una solución sencilla para mejorar los rendimientos de sus sistemas algodoneiros. Sin embargo, esto no siempre es así cuando se toman en cuenta las limitaciones locales; el germoplasma importado quizás no sea superior a las variedades seleccionadas localmente. Además de las limitaciones genéticas, se deben considerar las soluciones locales y los factores limitantes para maximizar el rendimiento. En un entorno donde el agua es limitada, un esfuerzo de extensión enfocado en el almacenamiento de agua en el suelo y estrategias de manejo probablemente aportaría mayores

beneficios en términos de rendimientos.

En los últimos 30 años, la industria algodoneira australiana ha desarrollado una gama diversa de iniciativas y herramientas para acoplar a los productores algodoneiros con la investigación sobre el manejo de plagas. Se utilizaron los ensayos de campo tempranos que demostraron que la pérdida de yemas florales no afectó de manera significativa el rendimiento para desafiar la opinión en torno al uso de insecticidas en el algodón a principios de la temporada. El desarrollo ulterior de materiales impresos y herramientas de gestión para la toma de decisiones permitió a los productores tomar decisiones informadas sobre el manejo integrado de plagas, particularmente con relación a los umbrales de plagas. Esta filosofía alrededor del manejo responsable de los plaguicidas garantizó que la industria estaba bien preparada para la introducción del algodón modificado genéticamente para producir una toxina insecticida. Esta tecnología estuvo acompañada de una serie de tácticas respaldadas por la industria para el manejo de la resistencia, las cuales se desplegaron a través de una sólida red de proveedores de tecnología, investigadores, extensionistas y productores algodoneiros. Este enfoque sigue siendo pertinente hasta la fecha, donde un conjunto completo de técnicas, incluidas fichas informativas, días de campo, reuniones, conferencias y medios en línea, continúa transmitiendo la importancia del manejo de plagas con la inminente liberación del algodón Bt de apilamiento triple.

La industria algodoneira australiana ha podido aportar prácticas y tecnologías innovadoras a los cambios en el trabajo agrícola de la explotación a través de un fuerte enfoque de colaboración entre equipos de investigación, equipos de extensión y redes de productores que están respaldados por un programa de buenas prácticas de manejo. Como una industria en la cúspide de una revolución agrícola digital, la industria algodoneira australiana continúa revisando y perfeccionando su marco y red de extensión para permitir que los productores tomen decisiones informadas a través de todo el sistema de producción. La capacidad de acoplar a los productores con la investigación, a través de un marco de extensión, sigue siendo de altísima prioridad para garantizar la longevidad, la productividad y la competitividad de la industria.

Resúmenes de los trabajos técnicos presentados en las sesiones plenarias

1. ‘La fisiología del algodón’, la piedra angular de la ciencia del algodón en el futuro

Michael Bange, Organización para la Investigación Científica e Industrial de la Mancomunidad, Australia (CSIRO por sus siglas en inglés)

La producción algodoneira en el ámbito mundial se verá afectada por los cambios climáticos, así como por los efectos indirectos, tales como la reglamentación de los recursos

hídricos. Luchar contra estos cambios, así como lidiar con los costos cada vez más elevados, significará que la producción sostenible tendrá que adoptar prácticas combinadas que: aumentarán y/o mantendrán altos rendimientos y calidad; mejorarán una serie de eficiencias en la producción (agua, nitrógeno, energía, emisiones, etc.); buscarán un mejor retorno para los productos; o considerarán otras opciones de cultivos como alternativas. La presentación abarca los impactos actuales de estos cambios en los sistemas de producción y destaca algunas opciones de adaptación con un énfasis en la función de la fisiología de las plantas y los cultivos como elemento de apoyo. Las opciones en cuanto al manejo de los cultivos y el fitomejoramiento comprenden: variedades tolerantes al estrés de alto rendimiento/alta calidad; optimización del agua y la nutrición; manipulación de la madurez del cultivo; variación del período de siembra; optimización y salud del suelo para la nutrición de los cultivos; y mantenimiento de prácticas diligentes de monitoreo de malezas, plagas y enfermedades para un manejo receptivo.

2. Evolución de la calidad de la fibra de algodón: Un imperativo para las necesidades futuras del mercado

Eric F. Hequet¹, B. Kelly^{1,2}, S. Baker¹, C. Turner³, H. Sari-Sarra³ y S. Gordon⁴

¹Departamento de Plantas y Ciencia del Suelo, Universidad Texas Tech, ²Texas A&M Agrilife Research, ³Ingeniería Eléctrica y Computacional, Universidad Texas Tech, ⁴CSIRO Australia, (Presentado por Eric F. Hequet)

El algodón *upland*, *Gossypium hirsutum* L., ocupa el cuarto lugar en superficie sembrada en EE.UU., detrás de los cultivos de maíz, trigo y frijol de soja. En respuesta a la demanda de géneros de algodón, el consumo mundial de fibra de algodón se ha duplicado con creces desde 1960 hasta 2011. Aunque el consumo de fibra de algodón se ha incrementado, el algodón ha perdido la mitad de su participación en el mercado como resultado de la competencia de las fibras sintéticas.

Si bien los consumidores requieren hilados y géneros de algodón, la variabilidad en la calidad de la fibra de algodón la hace una materia prima natural desafiante en cuanto a su transformación en un producto industrial uniforme. La variabilidad natural en la calidad de la fibra de algodón puede traducirse en imperfecciones en las hilazas hiladas. A su vez, las imperfecciones en los hilados producen imperfecciones en los textiles acabados. Además de afectar el valor de los hilados y textiles acabados, la variabilidad en la fibra de algodón impacta de manera negativa en la capacidad de procesamiento. De hecho, las imperfecciones del hilado se traducen en puntos débiles que aumentan las roturas del hilo y reducen la productividad en la hilandería.

El desarrollo de variedades de algodón que mejoren el rendimiento de la hilatura y la calidad del hilo plantea un desafío fantástico. Como sabemos, los seleccionadores de algodón se enfrentan a la tarea de desarrollar cultivares que

tendrán un buen rendimiento en el campo, la desmotadora y en el procesamiento de textiles. Una de las tareas más retadoras es predecir el desempeño del procesamiento de la materia prima. De hecho, no es posible producir hilos de cada entrada en un programa de selección genética debido a la cantidad limitada de fibra disponible y al costo prohibitivo de las pruebas de hilatura. Por lo tanto, ¿cómo podríamos predecir la calidad industrial del hilo de una línea de selección sin hilar la fibra para formar el hilo? La respuesta lógica a esta pregunta sería: evaluando cuidadosamente la calidad de la fibra. Desafortunadamente, la mayoría de los programas de selección genética utilizan el IAV (Instrumento de Alto Volumen) sólo para evaluar las propiedades de la fibra. ¿Es esto suficiente?

Las selecciones basadas en los parámetros de calidad de la fibra se deben hacer con el objetivo de mejorar la calidad del hilo. Es importante indagar si los parámetros de calidad de la fibra de las pruebas por IAV son apropiados para seleccionar líneas élite de algodón con miras a un mejor desempeño de la hilatura. Si bien las mediciones por IAV son rápidas, no pueden caracterizar las variaciones en la calidad de la fibra de algodón entre las fibras (dentro de una muestra). Hemos demostrado que el capturar la variabilidad dentro de una muestra es crítico para predecir el rendimiento de la hilatura. La principal herramienta para medir la variabilidad de fibra a fibra dentro de una muestra es el Sistema Avanzado de Información sobre Fibras (AFIS por sus siglas en inglés). Es bien sabido en la actualidad que, para mejorar su competitividad en comparación con las fibras sintéticas, la fibra de algodón debe tener una variabilidad reducida para que pueda desempeñarse de una manera más predecible en la hilandería. Esto se puede lograr mediante la selección genética dirigida a una mejor distribución de la calidad de la fibra utilizando propiedades de la fibra no medidas por el IAV (AFIS).

3. Desarrollo de variedades de algodón GM – desafíos en un ambiente tropical

Camilo de Lelis Morello, Investigador Algodonero, EMBRAPA, Brasil

En Brasil, los incrementos de productividad se lograron durante diferentes períodos en varias regiones donde históricamente se producía algodón. Los ambientes (E) en los cuales se cultivaba el algodón, junto con las prácticas de manejo (M) y la genética (G), más las interacciones de G x E x M, dan cuenta de los incrementos de productividad alcanzados a lo largo de los años, y los programas de selección genética han contribuido de manera significativa a una mayor productividad y producción de algodón en Brasil. Las ganancias genéticas se materializan continuamente con el mejoramiento del germoplasma asociado con los rasgos *biotec*. A través del proceso de selección genética, el conocimiento de las características ambientales y del sistema de producción y, a partir de éstas definir qué rasgos/caracteres son necesarios, tiene una función estratégica. Si bien el rendimiento y la calidad de la fibra siguen siendo los objetivos primarios independientemente del

sistema de producción, la selección genética en el Cerrado brasileño (las sabanas tropicales) necesita tomar en cuenta un conjunto de caracteres muy pertinentes que se deben procurar a través del mejoramiento convencional. Debido a la combinación de alta humedad relativa y altas temperaturas, el ambiente favorece el desarrollo de enfermedades por hongos (mancha de la hoja por *Ramularia* y *Ramulosis*), bacterias (roya bacteriana) y virus (enfermedad azul del algodón). Las especies de nematodos, tales como los del nudo radicular, los reniformes y los nematodos de la lesión radicular, están también ampliamente distribuidas en las zonas productoras de algodón. Las variedades con intervalos cortos de floración y maduración son deseables en algunas partes de los cerrados brasileños donde la siembra ocurre a mediados de febrero.

La adopción de variedades de algodón GM aportó importantes contribuciones al manejo de malezas e insectos (gusanos). La resistencia a los gusanos proporcionada por el rasgo *biotec* es una herramienta importante que se debe usar en los programas de manejo integrado de plagas. La temperatura y la humedad del suelo durante la temporada algodонера son extremadamente favorables para las malezas, y la tolerancia a los herbicidas es una herramienta muy importante para el manejo integrado de malezas. El proceso que abarca desde la identificación de un gen útil potencial hasta una nueva variedad GM es muy largo, y algunas decisiones importantes pueden afectar la eficiencia y los resultados finales. El objetivo en el proceso de conversión GM es obtener una línea convertida que albergue los transgenes en un origen genético con un rendimiento agronómico igual o superior, en comparación con aquél del germoplasma élite recurrente. La selección correcta de los progenitores recurrente y donante, así como el número de generaciones de retrocruces que se deben realizar, tienen una gran influencia en el tiempo y los recursos. Después que se hayan terminado las generaciones de retrocruces, es necesario realizar una autofecundación para fijar diferentes alelos en un estado homocigoto. En el caso de la introgresión de eventos con genes apilados, en el que participan muchos loci, la identificación de individuos con todos los loci, o la mayoría de estos, en estado homocigoto después de una ronda de autofecundación (plantas de la F_2) es más difícil y costosa. Una estrategia para reducir la necesidad de poblaciones excesivamente grandes es el esquema de “enriquecimiento de F_2 ”, en el cual se realizan dos generaciones sucesivas de autofecundación.

Los sistemas modernos de producción de algodón exigen rasgos *biotec* que proporcionen soluciones y una mayor eficiencia en el control de plagas. Sin embargo, los rasgos *biotec* necesitan desplegarse en un germoplasma de alta calidad con características apropiadas para el medio ambiente y los sistemas de producción.

4. Abordaje a los desafíos de la producción algodонера sostenible bajo competencia en China

Zhiying Ma¹, Weili Liang¹, Guiyan Wang¹, Michel Fok²

¹Universidad Agrícola de Hebei, Baoding, China, ²CIRAD, Montpellier, Francia, (Presentado por Michel Fok)

Esta presentación comprende, en primer lugar, un rápido resumen de la agricultura en China, y luego un breve análisis de la producción algodонера en reestructuración dentro de un contexto donde el fortalecimiento de la agricultura ha cobrado impulso. Las medidas muy recientes dirigidas a fortalecer la agricultura se evalúan a través del prisma de la sostenibilidad, es decir, los tres pilares comúnmente reconocidos de los aspectos sociales, ambientales y económicos. Las acciones previstas para mejorar la agricultura, con implicaciones para la producción de algodón, se parecen a un conjunto de desafíos cuyas posibilidades de ser superados exitosamente se evalúan a través de un análisis retrospectivo de algunos logros relacionados con los desafíos en el pasado.

La agricultura en China ha carecido de atractivos durante varias décadas desde que se liberalizó la economía. Las familias rurales en explotaciones muy pequeñas están rezagadas en términos de ingresos; padecen de una creciente brecha de ingresos a pesar de una participación cada vez mayor de los salarios a través de actividades no agrícolas. Las familias han ido abandonando la agricultura, cediendo tierras para aumentar el tamaño de las explotaciones restantes, mientras que las fuertes restricciones en la mano de obra implican que la mecanización de más prácticas de cultivo es ahora más importante que nunca.

La producción algodонера, sobre todo en las dos regiones productoras tradicionales del Valle del Río Amarillo y el Valle del Río Yangtzé, está particularmente afectada por la evolución de la agricultura antes mencionada. El algodón resulta cada vez menos atractivo comparado con los cultivos competidores, en particular los cereales, debido a la falta de apoyo gubernamental, además del aumento del costo de mano de obra y los fertilizantes, así como de los insecticidas, a pesar de, o debido a, los casi veinte años de la adopción del algodón *biotec*.

Las medidas de la política agrícola elaboradas en marzo de 2016 se pueden relacionar con cada uno de los tres pilares de la sostenibilidad. Más concretamente, cerca de la mitad de las medidas corresponden a una de las tres dimensiones social, ambiental y económica, y la otra mitad cae entre dos dimensiones.

El análisis retrospectivo de algunas innovaciones, tales como la técnica de trasplante específica a China, el uso generalizado de híbridos comerciales de algodón, la evolución de los dispositivos aspersores de insecticidas, el desarrollo de maquinarias de cultivo adaptadas a la agricultura de escala moderada (aunque aún está por verse un logro innovador en la cosecha mecanizada), muestran un proceso exitoso de desarrollo recurrente de tecnología basado en una gran red científica y técnica motivada por un mercado potencial importante. En las últimas décadas, China ha demostrado sus capacidades para superar los desafíos técnicos, pero muchos desafíos futuros relacionados con las medidas anunciadas

recientemente están fuera del ámbito técnico (como la descentralización de los contratos de tierras, los seguros, las garantías de crédito, etc.). Las innovaciones organizacionales e institucionales son necesarias; apelan a la interacción exitosa entre los productores y otras partes interesadas, sean públicas o privadas, y deben diferenciarse de los procedimientos verticales de arriba-abajo y orientados administrativamente.

5. Conocimiento sobre el desarrollo de la fibra de algodón

Lili Tu, Wenxin Tang, Yang Li, Kai Guo, Nian Liu and Xianlong Zhang, Universidad Agrícola de Huazhong, China, (Presentado por Xianlong Zhang)

La fibra de calidad superior equivale a un textil más cómodo y a una mejor productividad en la hilandería. Por lo tanto, la manipulación de los procesos de desarrollo de la fibra para mejorar la calidad es una meta común en la selección genética y la biotecnología. Los investigadores de la Universidad Agrícola de Huazhong aislaron un gen que codifica en un sensor de calcio, GhCaM7, basado en su alto nivel de expresión en relación con otros GhCaM en las células fibrosas en la etapa de alargamiento rápido. La sobreexpresión del GhCaM7 promueve un alargamiento temprano de la fibra, mientras que la supresión del GhCaM7 por el ARNi retrasa la iniciación de la fibra e inhibe su alargamiento. Las células fibrosas por la sobreexpresión del GhCaM7 muestran un aumento de los niveles de ROS (especies reactivas del oxígeno) comparado con el tipo silvestre, mientras que las células fibrosas GhCaM7 ARNi tienen niveles reducidos. El H₂O₂ mejora el flujo de Ca²⁺ dentro de la fibra y regula por retroalimentación la expresión de GhCaM7. El GhCaM7 puede modular la producción de ROS y se puede considerar como un enlace molecular entre Ca²⁺ y las vías de señalización de ROS en el desarrollo temprano de la fibra.

Se encontró una α -expansina nueva truncada, GbEXPATR, expresada específicamente en la etapa de alargamiento de la fibra en Gb. Para comparar las funciones de GbEXPATR y la forma normal de longitud completa de este gen, GbEXPA2, en el alargamiento de la fibra, se produjeron líneas de algodón transgénico con ARNi y la sobreexpresión de estos dos genes. La composición de la pared celular y la calidad de la fibra de las líneas transgénicas se alteraron con los cambios de los niveles de expresión de GbEXPA2 y GbEXPATR, demostrando una función para la α -expansina en la remodelación de la pared celular. En particular, el GbEXPATR, que carece del dominio de unión a carbohidratos 2, tuvo un fuerte efecto sobre el alargamiento celular a través del retraso de la síntesis de la pared celular secundaria y, en consecuencia, mejoró la longitud, la finura y la resistencia de la fibra.

Los microARN (miARN) desempeñan funciones importantes en el desarrollo de las plantas. Construimos siete librerías del ARN de la fibra que representan las etapas de iniciación, alargamiento y síntesis de la pared celular secundaria. Se perfiló un total de 47 familias conservadas miARN y siete miARN nuevas mediante pequeñas secuencias de ARN. Además, se

identificaron 140 dianas de 30 miARN conservados y 38 dianas de cinco miARN nuevos a través de la secuenciación degradome. Los análisis histoquímicos detectaron la actividad biológica de miARN156/157 en el desarrollo del óvulo y la fibra. La supresión de la función de miARN156/157 resultó en la reducción de la longitud de la fibra madura, ilustrando que el miARN156/157 tiene una función determinante en el alargamiento de la fibra.

La ascorbato peroxidasa (APX) es una enzima secuestradora importante de ROS y encontramos que GhAPX1AT/DT codifica en un miembro del grupo previamente latente de APX citosólicas (cAPXs) que se expresaron de manera preferente durante la etapa de alargamiento de la fibra. La supresión de todas las cAPX (IAO) resultó en un aumento de los niveles de H₂O₂ en la fibra de 3,5 veces y produjo estrés oxidativo, lo cual suprimió de manera significativa el alargamiento de la fibra. La longitud de la fibra de las líneas transgénicas con sobreexpresión o regulación específica hacia abajo de GhAPX1AT/DT no mostró cambios evidentes. Sin embargo, las fibras de las líneas de sobreexpresión mostraron una mayor tolerancia al estrés oxidativo. Los genes expresados de forma diferencial (DEG) en la fibra DPA10 de las líneas IAO identificadas por ARN-sec estaban relacionados con la homeostasis oxidativa, las vías de señalización, las respuestas al estrés y la síntesis de la pared celular, y a los DEG regulados hacia arriba en líneas IAO también regulados hacia arriba en la fibra DPA10 y DPA20 del algodón silvestre comparado con el algodón domesticado.

6. La producción de algodón de pequeños productores: Temas de sostenibilidad

Joe C. B. Kabissa, Tanzania

Los pequeños productores que viven en los países en desarrollo de Asia, África y América Latina producen hasta el 80% de la producción mundial anual de algodón. En África subsahariana, la mayoría de los países productores de algodón dependen en gran medida del algodón para el desarrollo económico y el alivio de la pobreza. El cultivo de algodón en los países en desarrollo es la ocupación de los pequeños productores que cuentan con la mano de obra familiar para producir algodón con relativamente pocos insumos y en condiciones de secano. En la producción de algodón, los pequeños productores responden a los precios y otros incentivos, sean negativos o positivos, y esto incide en su potencial para aumentar la productividad a través de un mayor uso de insumos comprados. En África subsahariana en general, y particularmente en el África francófona, el costo de producción del algodón es uno de los más bajos del mundo. Sin embargo, los rendimientos en lugar de aumentar, se han estancado o están en descenso de manera que la sostenibilidad de la producción algodонера se encuentra amenazada. Se presentaron algunos de los desafíos existentes y emergentes, además de los pasos que se deben tomar en el contexto del mercado algodонера mundial.

7. Los primeros 60 millones de años de mejoramiento del algodón y qué se puede esperar en el futuro

Andrew Patterson, Profesor, Universidad de Georgia, Athens, EE.UU.

Un genoma de referencia del algodón basado en el genoma compacto de *Gossypium raimondii*, junto con los proyectos de genomas de *G. hirsutum*, *G. herbaceum* y *G. longicalyx* y sus análisis posteriores, han aportado nuevos conocimientos sobre los eventos clave en la historia evolutiva del algodón, comenzando con el genoma completo multiplicado 5 veces hace aproximadamente 60 millones de años, seguido por la fusión de los subgenomas A y D hace alrededor de 1-2 millones de años, y una rica historia de intercambio intergenómico que ha duplicado la dosis de muchos alelos de algodón en patrones impresionantes a través del tiempo y a través del genoma. El genoma de referencia proporciona nuevas percepciones en la evolución de la fibra, incluidos muchos genes candidatos que justifican nuevas investigaciones y representan un recurso valioso para mitigar muchos de los desafíos de larga data en el mejoramiento del algodón.

8. Manejo integrado de plagas para complementar los rasgos GM

Keshav R. Kranthi, Director, Instituto Central para la Investigación del Algodón, India

La historia del manejo de plagas en el algodón presenta una travesía interesante llena de ejemplos de tecnologías poderosas que son derrotadas por la fuerza de la resistencia a los insectos. Las intervenciones humanas que perturban la ecología natural complican con frecuencia el manejo de plagas dando lugar a la reorganización de las plagas de insectos de menor a mayor importancia y viceversa. Posteriormente, la artillería del control de plagas se consolida con un enfoque en las nuevas plagas emergentes. Estas intervenciones pueden conducir a otros problemas para que un proceso transitorio continúe de manera cíclica a través del tiempo. Esta transitoriedad en el manejo de plagas coloca a los productores en situaciones precarias, especialmente cuando las tecnologías poderosas más recientes comienzan a derrumbarse. Los casos de los piretroides sintéticos, los neonicotinoides y el algodón *biotec* son claros ejemplos de cómo las tecnologías pasaron de la 'fase de explotación' a la 'fase de desesperación' en apenas una década.

India presenta un excelente estudio de caso de cómo las nuevas 'tecnologías para el control de plagas' introducen cambios en la dinámica de las plagas, justificando así el desarrollo de nuevas tecnologías. Por ejemplo, los piretroides sintéticos se introdujeron en India en 1981 para controlar las dos plagas principales de insectos, el gusano rosado de la cápsula, *Pectinophora gossypiella* y *Spodoptera litura*. Los piretroides controlaban las dos especies del insecto de manera eficaz, pero en 1986 emergieron dos especies diferentes de insectos como problemas importantes, el gusano americano de la cápsula

Helicoverpa armigera y la mosca blanca *Bemisia tabaci*. El problema era aún más grave en los híbridos del algodón americano *Gossypium hirsutum* donde el uso de piretroides era elevado. La aplicación de insecticidas se intensificó hasta 15-30 aplicaciones por temporada, resultando en altos niveles de resistencia a los insecticidas en estas plagas. Se introdujeron nuevos insecticidas con nuevos modos de aplicación. Ambas plagas exhibieron una alta propensión a la resistencia ante casi todos los grupos de insecticidas que se utilizaron para su control. En 2002, se introdujo en India el algodón *biotec* basado en Cry1Ac para controlar el *Helicoverpa armigera* 'resistente a los insecticidas'. Los gusanos rosados de la cápsula desarrollaron resistencia al algodón Bt Cry1Ac en 2008. El Bollgard II (Cry1Ac+Cry2Ab) se introdujo en 2006 como una medida de control efectiva contra el gusano rosado de la cápsula, pero los gusanos desarrollaron resistencia al Bollgard II en 2014. En 2009 se reportó que el gusano rosado de la cápsula había desarrollado resistencia al algodón Bt Cry1Ac. Se presume que la perturbación ecológica ocasionada por los piretroides pudo haber sido la causa. El uso indiscriminado de los piretroides también dio lugar a que la mosca blanca y el gusano americano desarrollaran resistencia a casi todos los insecticidas recomendados para su control en 1990.

El caso de la resistencia del gusano rosado de la cápsula al Bollgard II (Cry1Ac + Cry2Ab) exclusivamente en India en un lapso de seis años, en contraste con la susceptibilidad sostenida del gusano rosado a las toxinas Cry en Australia, China y EE.UU. a pesar de 19 años de presión selectiva, ejemplifica el problema de la incorrecta 'administración de la tecnología' en India. La aceleración del desarrollo de la resistencia del gusano rosado de la cápsula probablemente está relacionada a dos factores principales:

- i. El despliegue de la tecnología del algodón *biotec* resistente a los insectos sólo en 'híbridos comerciales de algodón' en India en contraste con las 'variedades convencionales' en todos los otros países.
- ii. La extensión de la duración del cultivo de híbridos *biotec* resistentes a los insectos en India por un lapso de 2-4 meses más allá de la temporada normal de seis meses, proporcionando una fuente continua de alimentación y facilitando de esta manera múltiples ciclos y generaciones adicionales de los gusanos rosados de la cápsula.

Estos dos factores intensificaron la presión selectiva. Hubo un tercer factor que también pudo haber acelerado el desarrollo de la resistencia. Se aprobaron más de 1600 híbridos *biotec* diferentes con madurez y duración variables para el cultivo en India, proporcionando así señales atractivas continuas y una fuente constante de alimentación para el gusano rosado de la cápsula durante casi 3-4 meses en el año. El primer factor es el más singular a India. Las cápsulas en las plantas híbridas homocigotas (para las toxinas Bt) contienen semillas que segregan toxinas Cry. Por ejemplo, al menos el 25% de las semillas en cada cápsula de las plantas híbridas Bollgard no contienen la toxina Cry1Ac. Igualmente, al menos el

6% de las semillas en cada cápsula de las plantas híbridas Bollgard II no contienen las toxinas Cry1Ac o Cry2Ab. Las larvas del gusano rosado de la cápsula que contienen alelos que confieren resistencia a las toxinas Cry en la condición homocigota (Cry-RR) sobreviven en todas las semillas, mientras que generalmente las etapas larvarias más viejas que tienen el alelo resistente en condición heterocigota (Cry-Rr) sobreviven en el Bt en desarrollo que contiene semillas en las cápsulas verdes. Las larvas sobreviven inicialmente en semillas no-Bt y las etapas larvarias más viejas del alelo heterocigoto (Cry-Rr) sobreviven en semillas que transportan Bt, mientras que las larvas sin los alelos de resistencia mueren después de alimentarse de semillas Bt puras. Por lo tanto, el alelo Cry-R se conserva en las poblaciones del gusano rosado de la cápsula debido a la condición singular de la segregación de la toxina Cry en híbridos de algodón *biotec* solo en India y no en otros países, donde todas las semillas en desarrollo en las cápsulas verdes de las variedades de algodón *biotec* contienen las toxinas Cry que matan a las larvas heterocigotas (Cry-Rr).

Los neonicotinoides se introdujeron a mediados de la década de 1990. La eficacia de la imidacloprida como tratamiento de semillas fue más determinante en híbridos de algodón *biotec*, puesto que más del 90% de los híbridos eran susceptibles a las chicharritas, las moscas blancas y los thrips. El tratamiento de semillas con imidacloprida protegió al cultivo contra los insectos chupadores de savia durante los primeros dos meses críticos. En combinación con las toxinas Bt, los neonicotinoides como tratamiento de semillas y las aspersiones foliares e insecticidas nuevos, tales como espinosad, benzoato de emamectina e indoxacarb, los cuales se introdujeron durante 2000-2004 para el control del gusano de la cápsula en el algodón no Bt, proporcionaron un control integral de plagas al menos durante los primeros cinco años después de la introducción de los híbridos de algodón Bt en 2002/03. Estas tecnologías contribuyeron a la tendencia creciente de los rendimientos durante 2001-2007. El algodón *biotec* resistente a los insectos se diseminó al igual que un incendio incontrolado para saturar la superficie aldonera del país en 2009/10. Las moscas blancas y las chicharritas desarrollaron altos niveles de resistencia a la imidacloprida en 2007/08 y los rendimientos comenzaron a mostrar una tendencia decreciente a partir de ese período. La resistencia del gusano rosado de la cápsula al Bollgard II influyó aún más en la merma de los rendimientos. En todos estos casos, la característica común fue el uso indiscriminado de las tecnologías con escasa consideración a los principios del MIP (manejo integrado de plagas) y el MRI (manejo de la resistencia a insecticidas).

Si bien con el uso de la biotecnología se pueden desarrollar nuevas moléculas insecticidas y nuevos productos biotecnológicos sin cesar, es importante señalar que estos solo proporcionan ganancias a corto plazo y necesitan reemplazarse continuamente, lo cual tiene su precio. Además de aumentar el costo de producción, el fuerte impacto de la matriz de

las tecnologías también perturba los ecosistemas. Estas tecnologías para el control de plagas entran con frecuencia en una etapa de eficacia incierta debido a la resistencia del insecto a los insecticidas, dando lugar a un uso en exceso intensivo y extenso. Con el tiempo, las estrategias del manejo de plagas se vuelven frágiles.

La implementación de los principios del MIP y el MRI en el despliegue de las ‘características *biotec* resistentes a los insectos’ es fundamental para la sostenibilidad del manejo de plagas a largo plazo. Por ejemplo, los genes *biotec* resistentes a los insectos podrían haber sido duraderos si se hubieran desplegado en las variedades de líneas puras que eran homocigotas para las toxinas Cry, de corta duración (< 150 días), maduración temprana y resistentes a las chicharritas. Esto habría obviado la necesidad de insecticidas ya sea como tratamiento de semillas o aplicaciones foliares para el control de plagas de insectos chupadores o gusanos de la cápsula. Las variedades de corta duración y maduración temprana en India escaparon de los gusanos de la cápsula debido a la incongruencia entre la máxima ocurrencia de los gusanos de la cápsula y las etapas de máxima floración y formación de cápsulas. Además, las recomendaciones de insecticidas para la rotación de los grupos químicos con diferentes modos de acción cuando fuese necesario en los cultivos de algodón *biotec*, habría resultado en el uso mínimo de insecticidas para un manejo de plagas duradero y un retraso en el desarrollo de la resistencia de los gusanos de la cápsula a las toxinas Bt y la resistencia de los insectos chupadores de savia a los neonicotinoides.

Informes sobre los trabajos técnicos de la ICGI

David M. Stelly, Presidente de la Iniciativa Internacional del Genoma del Algodón

Los conferencistas de la Iniciativa Internacional del Genoma del Algodón (ICGI) describieron los avances que están incrementando el poder, la precisión y la relevancia práctica de la investigación sobre la genómica del algodón y especies afines. En muchos casos, las nuevas tecnologías revelaron complejidades adicionales del germoplasma y los genomas del *Gossypium* – en los niveles evolutivo, taxonómico, estructural, composicional, hereditario, epigenético y funcional.

El acelerado avance del estado de la genómica del algodón fue evidente en la reunión y contrastó claramente con la reunión de 2006 en Brasilia – hace apenas una década-- cuando la ICGI discutió por primera vez la conveniencia de concentrar esfuerzos tempranos comunes en la secuenciación del genoma de *Gossypium raimondii*. Tal y como se explicó en el artículo académico resultante (2007), esta especie peruana arborescente no cultivada podría parecer como una diana poco probable para la secuenciación desde un punto de vista agrícola; sin embargo, tiene el genoma más pequeño y, por ende, el menos complejo de todas las especies *Gossypium* conocidas y, por lo tanto, se consideró como la mejor opción.

En 2012, se publicó el primer ensamblaje de alta calidad del genoma de *G. raimondii*. A partir de 2006 se desarrolló un gran número de marcadores tipo SSR (repeticiones de secuencia simple) y otros de ADN, los cuales se mapearon y utilizaron para la caracterización del germoplasma, la disección de rasgos y la selección muy limitada asistida por marcadores. El rápido desarrollo de mapas de alta densidad basados en SNP (polimorfismos de nucleótido simple) intraespecíficos e interespecíficos, y el uso global de 10.000 SNP, se hicieron viables en 2014, cuando se liberó el *Array CottonSNP63K*. El año pasado, en 2015, el informe de dos proyectos de ensamblajes de genomas para el algodón cultivado marcó un gran paso adelante para el algodón. Estos importantes avances técnicos y científicos en la genómica del algodón sirvieron de preámbulo para la Reunión Bienal 2016 del ICGI que se celebró conjuntamente con la WCRC-6.

- Joshua Udall de EE.UU. discutió la estructura de los genomas de *Gossypium*, además del uso de los “homeo-SNP” (diferencias de una base en secuencia entre los subgenomas A versus D), para facilitar el análisis informático de los SNP regulares (diferencias de una base en secuencia entre diferentes individuos) y el análisis informático comparativo entre genomas de especies diploides y los subgenomas A y D de especies tetraploides. Esas comparaciones probablemente también mejorarán los ensamblajes de secuencias para los genomas de los diploides del genoma A.
- David Fang de EE.UU. reportó sobre el avance en el uso del genotipado por secuenciación (GBS por sus siglas en inglés) de líneas isogénicas y el análisis de segregantes en grupos, con mapeo fino de genes mutantes y QTL de interés (loci de rasgos cuantitativos) en algunos casos. Se comentó sobre las aplicaciones prospectivas de las poblaciones MAJIC.
- Brian Scheffler de EE.UU. informó sobre un marco físico anclado en marcadores para el genoma AD del algodón *upland* y la alta congruencia con el andamiaje del ensamblaje del genoma D5 ampliamente utilizado y sobre uno de los dos ensamblajes del genoma AD recientemente reportados (2015). El marco físico integrado debe facilitar el desarrollo de un ensamblaje del genoma de referencia- grado para el algodón *upland*.
- Vamadevaiah Hiremath de India demostró que 6 factores de transcripción se regularon hacia arriba de manera diferencial a través de qPCR en algunos genotipos tolerantes a la sequía en tratamientos de estrés hídrico.
- Zhongxu Lin de China analizó los SSR en las especies Sea Island de *G. hirsutum* / *G. barbadense* en poblaciones de híbridos BC₁, recíprocos BC y F₂, y los casos encontrados de tasas de recombinación diferencial en progenitores machos y hembras, distorsión de la segregación y descomposición de híbridos.

Selección genética y genómica aplicada

- Lucia Vieira Hoffmann de Brasil indicó que EMBRAPA está preservando y caracterizando algodones nativos y naturalizados de Brasil. Su colección abarca unas 1350 líneas, y el análisis por IAV de cerca de 500 accesiones reveló que algunas podrían ser recursos útiles para el mejoramiento de la fibra.
- Maite Vaslin de Freitas Silva de Brasil informó sobre la resistencia genética a la enfermedad azul del algodón (CDB por sus siglas en inglés), la cual es producida por el virus CLRDV (*Cotton Leaf Roll Dwarf Virus*) y transmitida por el pulgón algodonero. Las nuevas evidencias genéticas y funcionales del algodón y la arabidopsis mostraron que la resistencia del algodón implica la Cdb2, una arginil tARN transferasa (ATE) involucrada en dirigir las proteínas dianas a la degradación de proteínas.
- Johnie Jenkins de EE.UU. describió el desarrollo de una población compleja apareada al azar, desarrollada a partir de 18 líneas de sustitución cromosómica de *G. barbadense* y 3 de *G. hirsutum*. Se validó el éxito de la introgresión y la complejidad mediante el análisis basado en marcadores.
- Muhammad Tehseen Azhar de Pakistán informó sobre las amplias diferencias entre las especies diploides de *Gossypium* en cuanto a su susceptibilidad o tolerancia al virus de la rizadura de la hoja del algodón (CLCuV), basado en la transmisión natural o por injertos de *G. hirsutum* infectados por el virus CLCuV.
- Farshid Talat de Irán informó que los genomas de cloroplastos de tres especies del genoma D se completaron y compararon entre sí y con 14 otras especies de *Gossypium*.

Genómica funcional

- Shuangxia Jin de China se refirió a múltiples experimentos sobre el sistema de defensa del algodón a la infestación de la mosca blanca e identificó varios genes candidatos para el control de plagas que se alimentan del floema. Los análisis del transcriptoma de algodones resistentes y susceptibles a la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en varios períodos después de la exposición señalaron al WRKY40 y a una proteína que transporta cobre como genes “hub” (o altamente conectados) que pueden regular las defensas del algodón a la infestación de la mosca blanca. El silenciamiento inducido por virus de GhMPK3 aumentó la susceptibilidad a la mosca blanca. Los miARN también fueron elementos clave en el sistema de defensa.
- Vasu Kuraparthi de EE.UU. reportó sobre la clonación posicional de un gen que expresa un factor de transcripción HD-Zip capaz de producir la hoja de okra. Una delección del 8-bp en el promotor conduce a lo que actualmente es considerada como una forma normal de la hoja, mientras que el tipo ancestral es subokra.

- Ayyanagouda Mahantgouda Patil realizó un análisis *in silico* en India para identificar los genes que están significativamente regulados hacia arriba o hacia abajo, los sitios de unión putativos de los factores de transcripción y los factores de transcripción relacionados con el desarrollo de la fibra.
- Uzma Qaisar de Pakistán condujo un meta-análisis de los datos de un microarreglo a partir de fibras cortas y largas de *G. hirsutum* y fibras extra largas de *G. barbadense* para identificar más de 1.400 genes expresados de manera diferencial de acuerdo con las longitudes de las fibras. Aparentemente, dos tienen una importancia especial, el factor de transcripción sensible al etileno wrinkled-1 (*wri1*) y un gen de la enzima de procesamiento vacuolar (*vpe*), los cuales se corresponden totalmente con las longitudes de la fibra de algodón.

Genómica comparativa y bioinformática

- Jing Yu de EE.UU. reportó mejoras significativas en los contenidos y la funcionalidad de CottonGen, el principal recurso mundial de datos para la genómica del algodón. Se agregaron listas de SNP, mapas, una página dedicada al CottonSNP63K, datos de ARNSeq y GBS, y son visibles a través de la implementación del visor del navegador JBrowse. Synteny se puede ver en GBrowse Syn, y están disponibles nuevas vías metabólicas a través de Pathway Tools. También se agregaron otros datos nuevos sobre genomas, rasgos, mapas y marcadores, así como herramientas de búsqueda nuevas o mejoradas.
- Daniel Peterson de EE.UU. planteó sus observaciones y percepciones generalizadas sobre la bioinformática contemporánea, especialmente donde ésta genera limitaciones y poco rendimiento. Algunas se pueden abordar por acciones colectivas de investigadores individuales, mientras que el mejoramiento de otras requiere ajustes importantes por el área de conocimiento, incluidos nuevos métodos que utilicen mejor los sistemas súper computarizados de alto rendimiento.
- John Yu de EE.UU. se refirió a los recientes avances en la secuenciación de genomas de las especies diploides de los genomas D y A (D5 y A2) y el genoma AD de las especies tetraploides. Uno de los beneficios de contar con cada uno de estos es que gran parte de todo el genoma-AD es susceptible a la separación en los subgenomas A y D de *G. hirsutum*, lo cual hace más factible rastrear los efectos en rasgos importantes, por ejemplo, los rasgos de la fibra.
- Qian-Hao Zhu de Australia presentó una investigación sobre los factores de transcripción con homeodominios y cremalleras de leucina (HD-Zip) en el algodón. Los HD-Zip son exclusivos del reino vegetal y a menudo ayudan a regular los genes involucrados en el desarrollo y la respuesta de las plantas a los estreses abióticos/bióticos. Más de 70 HD-Zip ocurren en el algodón *upland*. La expresión tiende a ser específica al tejido. Tres de ellos exhiben una respuesta diferencial a la infección por *Verticillium*.
- Ishwarappa Katageri de India informó que la secuenciación del genoma completo de *G. arboreum* y *G. herbaceum* se utilizó para la identificación *in silico* a gran escala de los SNP. También reportó sobre un primer análisis basado en el CottonSNP63K de 178 líneas RIL (líneas endogámicas recombinantes) de *G. hirsutum* x *G. barbadense* para mapear los principales QTL que tienen un efecto en los rasgos clave.

Selección genética y genómica aplicada

- Todd Campbell de EE.UU. reportó los esfuerzos para identificar las fuentes singulares de la calidad de la fibra. Él identificó la línea de germoplasma MD 15 como fuente única de alta calidad de la fibra, y que la calidad de la fibra de MD 15 probablemente es el resultado de la segregación transgresiva seleccionada durante su desarrollo.
- Lili Tu de China informó sobre la validación fenotípica avanzada de múltiples genes que afectan de manera putativa el desarrollo y la calidad de la fibra. Estos incluyen un sensor de calcio, GhCaM7, que afecta las vías de señalización ROS en el desarrollo temprano de la fibra, el GbEXPATR, que carece de un dominio de unión a carbohidratos y retrasa la síntesis de la pared celular secundaria y, por consiguiente, aumenta la longitud, la finura y la resistencia de la fibra.
- Amanda Hulse-Kemp de EE.UU. informó sobre el desarrollo de 3 mapas de ligamiento independientes basados en el CottonSNP63k a partir de 1 F₂ y dos conjuntos de poblaciones recíprocas RIL de progenitores comunes ‘Phytogen 72’ (PHY72) y ‘Stoneville 474’ (STV474). En conjunto, estos proporcionan los mejores mapas intraespecíficos desarrollados hasta la fecha, y dos poblaciones correspondientes de mapeo RIL fijadas o ‘inmortalizadas’ que constituyen una plataforma portátil para la investigación futura sobre el algodón.
- Khezir Hayat, un estudiante de posgrado de Turquía, describió el desarrollo y los planes de un proyecto de mapeo interespecífico de *G. hirsutum* x *G. barbadense* basado en GBS.

Sostenibilidad en la WCRC-6

La producción sostenible y su impacto en las prácticas de producción de algodón fue uno de los temas de mayor énfasis en la conferencia. Se organizaron una serie de sesiones en las cuales se presentaron trabajos técnicos sobre la agronomía del algodón en el contexto de la tecnología de producción sostenible. Se dedicó una sesión a la “Medición de la sostenibilidad en sistemas de producción del algodón”, en la cual se presentó el trabajo sobre las líneas de orientación y los parámetros establecidos por Panel del CCIA sobre el Desempeño Social, Ambiental y Económico de la



Producción Algodonera (SEEP por sus siglas en inglés). Dos conferencias de las plenarias (los resúmenes se incluyen en esta publicación) abordaron el tema de la sostenibilidad desde la perspectiva de los pequeños productores y de cómo enfrentar los desafíos de la producción sostenible. En la sesión final, el Comité Organizador presentó un informe sobre la sostenibilidad general de la conferencia aparte de las presentaciones técnicas. Los organizadores del evento sembrarán 3.600 árboles para neutralizar las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por el evento. La organización de la conferencia dejó importantes impactos positivos sociales, ambientales y económicos en varios sentidos. El Comité Organizador presentó el siguiente cuadro que muestra las ganancias sostenibles en términos cuantitativos.

Participación

471 investigadores de 40 países y cinco organizaciones internacionales asistieron a la conferencia

Lista de participantes a la WCRC-6 (por país)

País	No. de participantes	País	No. de participantes
Alemania	1	Kenia	3
Argentina	8	Mali	3
Australia	24	Mianmar	2
Bangladesh	2	Mozambique	5
Benin	1	Nigeria	3
Brasil	212	Países Bajos	1
Burkina Faso	1	Pakistán	13
Chad	1	Perú	4
China	23	Polonia	2
Colombia	4	Portugal	5
Ecuador	1	Siria	1
Egipto	4	Sudáfrica	3
España	1	Sudán	6
EE.UU.	58	Tanzania	2
Etiopía	1	Togo	1
Francia	1	Turquía	11
India	37	Uganda	3
Indonesia	2	Uzbekistán	2
Irán	6	Vietnam	1
Israel	1	Zambia	2

Organizaciones internacionales

CABI	= 1
CIRAD	= 2
FAO	= 2
Agencia Internacional de Energía Atómica	= 2
ICAC	= 2