



MEMORÁNDUM

FECHA: 09 de marzo de 2023

DE: Josefina Racedo, María Francisca Perera, Romina Priscila Bertani y Santiago Ostengo

PARA: Hernán Salas - DATA

ASUNTO: Asistencia al “XXXI ISSCT Congress 2023” y al “30th Meeting of the ICSB”.

Nos dirigimos a ustedes y por su intermedio a quien corresponda con el objeto de informar sobre la participación en el “**XXXI International Society of Sugar Cane Technologists (ISSCT) Congress 2023**” y al “**30th Meeting of the International Consortium for Sugarcane Biotechnology (ICSB)**”. El presente informe se encuentra dividido según la participación en los dos eventos.

XXXI ISSCT Congress 2023

El mencionado Congreso se llevó a cabo durante la semana del 19 al 23 de febrero del corriente año, en el Centro Internacional de Convenciones de la ciudad de Hyderabad en India. Esta fue la tercera vez en que la India organiza un congreso de la ISSCT, luego de los exitosos congresos en 1956 y 1999.

En relación a la agroindustria azucarera en el país anfitrión, cabe destacar que el crecimiento de la agricultura cañera en la India ha sido muy significativo. En 2020-2021 el área productiva fue estimada en 4,8 millones de hectáreas (Mha), la productividad en 82,0 t/ha, mientras que la producción de azúcar fue de 31,10 millones de toneladas (Mt) y el azúcar recuperado 10,36%. Asimismo, en la actualidad cuentan con 550 ingenios azucareros. Los logros anteriores fueron posibles gracias a las variedades mejoradas, las mejores prácticas de gestión agrícola, la expansión y modernización de los ingenios azucareros, etc. Además, el gobierno de la India ha acompañado a dicho crecimiento tomando varias iniciativas para duplicar los ingresos de los agricultores y, en la actualidad, gran parte del enfoque se ha desplazado de la "seguridad alimentaria" a la "seguridad de los ingresos" de los agricultores.

De los 550 ingenios azucareros en funcionamiento en la India, 391 unidades cuentan con instalación de destilerías, mientras que 276 tienen anexas centrales de cogeneración de alta presión. India produce alrededor de 300-350 Mt de caña de azúcar, 28-30 Mt de azúcar blanca y 6-8 Mt de azúcar moreno/khysari anualmente para satisfacer la demanda interna de edulcorantes. Además del azúcar india, la industria genera 5424 MW de potencia, alrededor de



4000 ML de alcohol y una gran cantidad de productos químicos. La industria exporta alrededor de 2500 MW de energía a la red después de cumplir con su requisito propio de energía. La industria azucarera india se está transformando gradualmente en complejos azucareros mediante la producción de azúcar, bioelectricidad, bioetanol, bio-GNC, bioestiercol y otros productos químicos, lo que contribuye con alrededor del 1% al PBI nacional.

Actualmente, la industria azucarera india es la segunda industria agrícola más grande del país después de los textiles de algodón y tiene una facturación de US\$ 12 mil millones por año, con un impacto socioeconómico significativo. La industria azucarera contribuye significativamente a la economía rural ya que los ingenios azucareros están ubicados en las áreas rurales y brindan empleo a gran escala a la población rural. Alrededor de medio millón de personas en los ingenios azucareros y 50 millones de productores de caña de azúcar, sus dependientes y una gran cantidad de trabajadores agrícolas están involucrados en el cultivo, la cosecha, el procesamiento y las actividades auxiliares de la caña de azúcar, lo que constituye el 7,5% de la población.

Mediante la participación en este congreso se pretendieron lograr tres importantes objetivos: i) conocer las líneas de trabajo en mejoramiento genético, biotecnología y fitopatología de la caña de azúcar de las diferentes instituciones del mundo dedicadas a la investigación en este cultivo, ii) presentar los avances científicos y técnicos obtenidos por el programa de mejoramiento genético y las disciplinas de apoyo de la EEAOC en los últimos años y iii) establecer contactos y afianzar relaciones con investigadores e instituciones dedicadas al mejoramiento genético, la biotecnología y la fitopatología de este cultivo. A continuación se detallan las actividades realizadas para cumplir cada uno de los objetivos planteados.

i) Resumen de los trabajos de investigación presentados por otras instituciones

El Congreso estuvo organizado en conferencias plenarias y sesiones que tenían lugar en simultáneo. Las conferencias plenarias se centraron en diferentes ejes temáticos:

-Azúcar y salud: se presentaron evidencias a favor del consumo de azúcar mediante el empleo de edulcorantes naturales, nutritivos y funcionales de la caña de azúcar que satisfacen las nuevas demandas de los consumidores.



-Cultivo de la caña de azúcar de manera diferente: se comentaron los avances en agricultura regenerativa del suelo, en la producción de azúcar orgánica certificada como así también del modelado del impacto del cambio climático en el rendimiento de la caña de azúcar.

-La diversificación realizada de manera diferente: se expuso sobre la importancia de diversificar e integrar la industria azucarera de caña de azúcar como así también de la de remolacha.

El número de sesiones por área fue variable, así, por ejemplo, para Agricultura hubo siete sesiones, nueve para Biología, siete de Industria, dos de Manejo y tres de Co-productos. Las sesiones se organizaron durante la mañana y la tarde de cada día, cada una de ellas con cuatro a seis presentaciones.

El área de **Biología** incluyó cuatro secciones: **Biología Molecular, Germoplasma y Mejoramiento, Patología y Entomología**. La Dra María Francisca Perera junto con el Dr. Derek Watt (SASRI, Sudáfrica) moderaron una de las sesiones de la Sección de Biología Molecular.

En la sección de **Biología Molecular** se presentaron seis trabajos en forma oral, tres de ellos corresponden a nuestra Institución y serán detallados más adelante en este informe, por lo que a continuación se resumen los tres restantes.

-Sugarcane genome architecture revealed by chromosome-specific probes, implication for chromosome nomenclature. Angélique D'Hont, Olivier Garsmeur y Nathalie Piperidis.

Los autores diseñaron y utilizaron oligosondas específicas de cromosomas a partir del ensamblaje de la secuencia del genoma de la variedad R570, para análisis citogenéticos a fin de mejorar la comprensión del origen del genoma de la caña de azúcar y su arquitectura. Los resultados validaron un número básico de cromosomas de $x = 10$ para *S. officinarum* y $x = 8$ en la mayoría de *S. spontaneum*, aunque también se identificaron algunas accesiones del norte de la India con $x=10$ y $x=9$. A partir de un cromosoma básico de $x = 10$, los reordenamientos ocurrieron en dos pasos que llevaron a $x = 9$ y luego a $x = 8$. La diferencia en el número básico de cromosomas para las dos especies involucradas en los cultivares modernos llevó a proponer una nueva nomenclatura de los cromosomas que optimiza la correspondencia entre las dos especies (Figura 1).

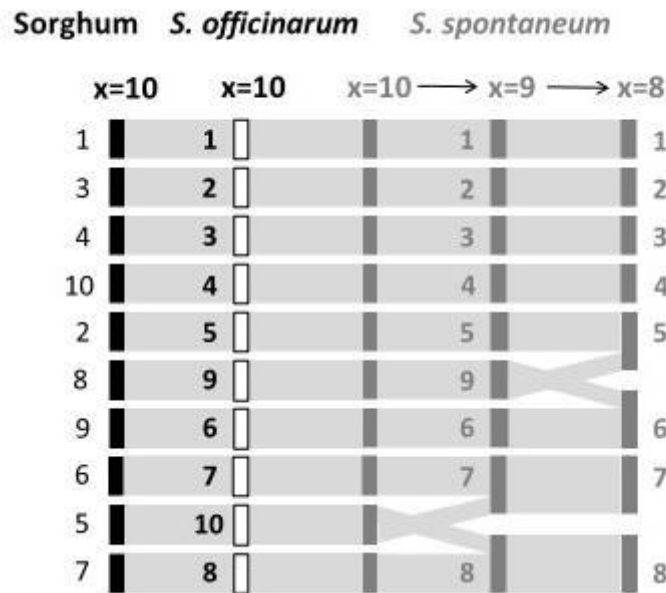


Figura 1. Representación esquemática de la evolución de los cromosomas de *Saccharum* de $x=10$ a $x=9$ y a $x=8$. La nomenclatura cromosómica propuesta tiene como objetivo optimizar la correspondencia entre los cromosomas de las accesiones de *Saccharum* con distintos números básicos de cromosomas (Tomada de D'Hont *et al.*, 2023).

-Advances in genome editing of sugarcane using *als* genes as a model. Maximiliano Martín Sosa, Gisela Giampaoli, Cecilia Palacio, Germán Serino y Amalia Saavedra Pons.

Los autores evaluaron diferentes vectores para la edición del gen *als* de caña de azúcar mediante biobalística en callos, integrando de forma estable o expresando transitoriamente los componentes de edición CRISPR/Cas9 y sgRNA. La secuenciación de fragmentos de PCR, incluyendo el sitio de edición, reveló distintas deleciones de 16 a 19 bases del fragmento objetivo, pero no la modificación deseada del codón objetivo, por lo que se requieren más experimentos para definir las condiciones que conducen a la edición del sitio objetivo y para establecer las condiciones para la edición sin inserción de ADN.

-A consensus monoploid genome assembly of the sugarcane variety CC 01-1940, a high-yielding Colombian sugarcane hybrid in the Colombian industry. JH Trujillo-Montenegro, MJ Rodríguez, CD Loaiza, M Quintero, HF Espitia-Navarro, FA Salazar Villareal, CA Viveros Valens, AF González Barrios, J De Vega, J Duitama y JJ Riascos.

Los autores presentaron el ensamblaje del genoma monoploide de caña de azúcar de la variedad CC 01-1940. En este genoma de referencia ensamblado a partir de la integración de



tres tipos de tecnologías de secuenciación, se lograron identificar 10 pseudocromosomas, anotar 63.724 genes que codifican proteínas y realizar la reconstrucción y el análisis comparativo de la ruta del metabolismo de la sacarosa.

En la **Sección de Germoplasma y Mejoramiento** se presentaron 15 trabajos en forma oral, tres de ellos corresponden a nuestra Institución y serán detallados más adelante en este informe, por lo que a continuación se resumen los más destacados.

-Benefits of mixed models and its BLUP methodology in sugarcane breeding JY Hoarau y T Dumont.

El objetivo de esta presentación fue exponer los beneficios de la implementación de modelos mixtos en el ajuste de datos obtenidos dentro de un programa de mejoramiento. Además mostraron la aplicabilidad de los BLUPs para estimar el efecto genético de los clones en diferentes etapas, usando esta metodología como base para la selección. La flexibilidad de los modelos mixtos mostraron una vez más ser los modelos más apropiados para analizar información generada en diferentes tipos de experimentos. A partir de esta presentación surgió la idea de organizar un mini curso sobre Modelos Mixtos en el próximo Workshop que será llevado a cabo en 2024.

-Gene flow from commercial sugarcane hybrids to compatible wild relatives. SV Joshi, D Lloyd Evans, N Maima y M Ghai.

Este trabajo resulta interesante desde el punto de vista de la desregulación de eventos transgénicos. Los autores llevaron a cabo ensayos a campo y en condiciones controladas para analizar las probabilidades de entrecruzamiento entre variedades comerciales de caña de azúcar y sus parientes cercanos *Miscanthidium capense* y *M. junceum*. Se observó falta de sincronización entre *Miscanthidium* y caña de azúcar, lo que no dio lugar a una hibridación natural. Los cruces realizados artificialmente en las instalaciones de fotoperíodo tampoco dieron lugar a la formación de semillas.

-Data mining through an innovative cloud platform for climate, sugarcane research y crop monitoring in Mauritius. SS Koonjah, MGH Badaloo, A Travailleur, V Padayatchy, D Putten, N Meethoo, D Santchurn y A Dookun-Saumtally.

En este trabajo, investigadores de Mauritius Sugarcane Industry Research Institute (MSIRI), presentaron una plataforma digital (Software) que permite almacenar y procesar toda



la información registrada históricamente en su programa de mejora. La ventaja de este sistema es que permite mantener segura la información (almacenaje en nube), y a su vez, disponible desde cualquier sitio. La plataforma no solo está habilitada para procesar datos relativos al programa sino también datos meteorológicos, lo cual facilita entender el efecto de factores climáticos en el proceso de mejora.

-Molecular markers, a roadmap to higher sucrose accumulation in sugarcane (*Saccharum spp.*). C Saavedra-Díaz, HA Jaimes, A Londoño, JH Trujillo-Montenegro, J López, FA Salazar Villareal, LO López, L Zapata, CA Viveros Valens, JJ Riascos y FS Aguilar.

El objetivo del trabajo fue identificar marcadores moleculares (SNP) asociados con la acumulación de sacarosa en ambientes húmedos y de pedemonte utilizando mapeo por asociación, y utilizarlos como efectos fijos en selección genómica (GS). Un total de 10 y 5 marcadores se asociaron significativamente con la acumulación de sacarosa en ambientes húmedos y de pedemonte, respectivamente. Estos marcadores explicaron entre el 2,0 y 10,0% de la variación fenotípica. Nueve marcadores asociados estaban próximos a los genes implicados en el metabolismo y la regulación de la sacarosa. Después de ajustar estos marcadores fijos en los modelos de selección genómica, se estimó que la precisión promedio era superior al 70 % para todos los esquemas de validación cruzada, lo que sugiere una buena capacidad de predicción para el rasgo de interés. Los nueve marcadores SNP se utilizarán dentro de la población de mejoramiento en CENICAÑA para desarrollar un mejor conjunto de progenitores y el modelo GS entrenado se implementará en el programa de mejoramiento de caña de azúcar en CENICAÑA para mejorar la acumulación de sacarosa en los ambientes húmedos y de pedemonte de Colombia.

-A method for improving the efficiency of the proven-cross y proven-parent system in Mauritius. D Santchurn, MGH Badaloo y S Travailleur.

El objetivo de esta presentación fue proponer un método simple para evaluar una amplia gama de padres a través del estudio de las tasas de selección a través de las etapas. Se espera que los progenitores de alto valor produzcan descendencia con mayor probabilidad de ser seleccionados. Para este estudio, los mejoradores de MSIRI evaluaron las tasas de selección de los cruzamientos a partir de datos derivados de 3 a 5 décadas. La propuesta consiste en una técnica de categorización cruzada de padres basada en el número de progenies plantadas y seleccionadas en diferentes etapas de selección. Utilizaron una media ponderada para combinar los resultados de las diferentes etapas de selección. Este trabajo es muy importante ya que la selección de los padres es crucial para mejorar la eficiencia de cualquier programa de mejora.



-Exploiting heterosis in breeding for sugarcane yield. M Zhou.

El objetivo de este estudio fue explorar el potencial de la heterosis en el mejoramiento del rendimiento de la caña de azúcar. Encontraron que la varianza no aditiva fue mayor que la aditiva entre las poblaciones estudiadas, lo que sugiere una mayor heterosis para el rendimiento de la caña de azúcar. La proporción de cruces con heterosis significativa osciló entre el 4 % y el 9 %, lo que sugiere un bajo aprovechamiento de la heterosis a partir de la evaluación y selección de familias. Los cruces con alta heterosis se produjeron a partir de padres que mostraban una distancia genética mayor, lo que sugiere la existencia de un potencial para aumentar la heterosis al cruzar padres de diversos antecedentes genéticos. Los resultados también indican el potencial de desarrollar grupos heteróticos como los utilizados en el mejoramiento de maíz. Los cruces con heterosis significativa produjeron entre un 25 y un 34 % más de rendimiento de caña de azúcar que aquellos con heterosis no significativa, lo que indica el potencial para aumentar las ganancias genéticas mediante la explotación de la heterosis. El desarrollo de grupos heteróticos que sean diversos y complementarios mejorará la explotación de la heterosis y aumentará las ganancias genéticas para el rendimiento de la caña de azúcar.

En la sección de **Patología** se presentaron diez trabajos en forma oral, tres de ellos corresponden a nuestra Institución y serán detallados más adelante en este informe, por lo que a continuación se resumen los siete restantes.

-An update on the old, new, and emerging viruses infecting sugarcane. J Daugrois, D Mollov, S-J Gao, P Roumagnac y P C Rott.

En este trabajo se resumen los principales virus que afectan al cultivo de la caña de azúcar a nivel mundial. Al menos 24 virus, pertenecientes a 10 familias de virus diferentes, infectan la caña de azúcar y casi todos ellos pueden causar enfermedades. Su impacto en la producción de caña de azúcar varía según la especie del virus y la ubicación geográfica. Recientemente se reportaron nuevos virus, como el virus del mosaico estriado del maíz (MSMV), el virus del mosaico amarillo del maíz (MaYMV), el virus del estriado de la caña de azúcar (SStrV), el virus del rayado blanco de la caña de azúcar (SWSV), el virus del rayado clorótico de la caña de azúcar (SCSV) y un nuevo umbravirus (virus de la sombra de la caña de azúcar). Por el contrario, otros virus como el virus de la enfermedad de Fiji de la caña de azúcar (FDV) y el virus del mosaico de la caña de azúcar (SCMV) afectan al cultivo hace décadas.

En el trabajo se concluye que el descubrimiento de nuevos virus patógenos o emergentes tiene un gran impacto en el intercambio de germoplasma de caña de azúcar en todo



el mundo y debe tenerse en cuenta en las cuarentenas de caña de azúcar, ya que la mayoría de ellos no se pueden eliminar de las plantas infectadas mediante tratamientos químicos o físicos, y requieren de técnicas costosas y que requieren mucho tiempo, como el cultivo de tejidos.

-Application of omics tools to identify potential target sites for the management of red rot pathogen *Colletotrichum falcatum* in sugarcane. P Malathi, K Kaverinathan, A Ramesh Sundar y R Viswanathan.

En este trabajo se realizaron estudios para caracterizar los genes/proteínas relacionados con la patogenicidad de *Colletotrichum falcatum*, agente causal de la podredumbre roja, utilizando un patotipo virulento y uno menos virulento del hongo.

Mediante un estudio de proteómica se identificaron proteínas únicas del patotipo virulento. Con herramientas de metagenómica, se identificaron los genes que se expresan diferencialmente en dicho patotipo. Estos estudios permitieron determinar que durante la interacción huésped-patógeno, la citocromo P450, la HSP 20 y la redoxina son sitios potenciales para el manejo convencional con inhibidores y fungicidas. Se seleccionó el citocromo P450 (CYP) y se evaluó su papel en la patogenicidad de *C. falcatum* mediante el empleo del fungicida tebuconazol como inhibidor. Los análisis moleculares revelaron que hubo una supresión completa de la expresión del gen en las cañas tratadas con el fungicida. Los resultados presentados en este trabajo confirman la identificación de un sitio objetivo potencial para el manejo de *C. falcatum* a través de un fungicida eficiente.

- Finding novel sources of resistance to orange rust and brown rust in the Colombian sugarcane breeding program. EA Rincón, C Saavedra-Díaz, JC Ángel, FF Garcés, JJ Riascos y FS Aguilar.

Este trabajo plantea como objetivo identificar nuevas fuentes de resistencia a roya naranja y roya marrón de la caña de azúcar en el banco de germoplasma de CENICAÑA, Colombia. Se evaluaron para ello 220 individuos del banco de germoplasma en condiciones semicontroladas y/o de campo. Para una adecuada calificación del nivel de resistencia a ambas enfermedades, se evaluaron diferentes métodos de inoculación, las condiciones adecuadas de temperatura y humedad relativa para la incubación de las plantas inoculadas y la identificación de las condiciones ideales del inóculo para infectar las plantas. Los mejores resultados se presentaron con el método del aerógrafo, utilizando inóculo recolectado el día anterior en el caso de la roya naranja y almacenado a -80°C o el día anterior en el caso de la roya marrón, e incubando los materiales inoculados a una temperatura entre 17°C y 20°C. Los autores



concluyeron que, independientemente de la condición de humedad relativa, las uredosporas requieren una capa de agua libre para que se produzca la germinación. La inoculación con el protocolo seleccionado mostró un amplio rango de variación en cuanto a la respuesta; un grupo de genotipos que no tienen el marcador de resistencia *Bru1* mostró resistencia a la roya marrón. Se encontró además variabilidad en la virulencia en las fuentes de inóculo de roya marrón y roya naranja y se observó la especificidad del patógeno reportada para las especies de *Puccinia*. Adicionalmente, se secuenció el genoma completo de los 220 individuos; los resultados preliminares de GWAS mostraron 17 marcadores, que explican entre 2 y 11 % de la variación fenotípica asociada a la resistencia a la roya marrón y 698 genes candidatos. Se identificaron siete marcadores tipo SNP que están asociados al índice de daño de la roya marrón, los cuales deben ser validados en una población diferente.

-Effect of sugarcane yellow leaf virus in the second clonal stage of the Canal Point Cultivar Development Program. S Sood, VS Gordon y O Coto.

Este trabajo planteó determinar el efecto de la infección por SCYLV en el rendimiento de clones en la segunda etapa (Etapa 2) de selección clonal del Programa de Desarrollo de Cultivares de Canal Point. Para ello, se determinó la infección por SCYLV mediante la técnica de inmunoensayo de transferencia de tejido; se evaluaron 1534 clones de la segunda etapa clonal, tres cultivares de referencia y tres cultivares propagadores de enfermedades. El 11% de los clones estaban infectados con SCYLV; 29 de ellos tenían 100% de infección, 19 tenían 80%, 30 tenían 60%, 38 tenían 40% y 57 tenían 20% de infección. Los 1534 clones de prueba provenían de 400 cruces que utilizaron 127 progenitores femeninos y 86 masculinos en varias combinaciones. El 70% de estos cruces (46% de los machos y el 54% de las hembras) estaban relacionados con clones libres de SCYLV. Los resultados mostraron que SCYLV puede infectar muchos clones susceptibles dentro de los 3 años de exposición desde la germinación de la semilla hasta la Etapa 2. Sin embargo, el efecto de la infección por SCYLV en el rendimiento no fue significativo en este estudio. Las pérdidas de rendimiento de SCYLV deben limitarse mediante la siembra de caña de semilla libre de virus y buenas prácticas agronómicas en Florida.

-Management of sugarcane diseases in India: the role of disease resistance and healthy seed cane. R Viswanathan.

Este trabajo resume la situación sanitaria de la caña de azúcar en India y las estrategias de manejo empleadas por dicho país. El autor expone como principal enfermedad a la



podredumbre roja, que ha afectado al sector azucarero luego de afectar a la principal variedad cultivada. Del mismo modo, muchas variedades se vieron afectadas durante las epidemias de carbón y marchitez. El ICAR-SBI, Coimbatore y sus instituciones asociadas repartidas por todo el país han desarrollado nuevas variedades con resistencia a enfermedades a través de sus programas de mejoramiento de caña de azúcar. Esto ha permitido resolver las epidemias de enfermedades y de esa manera mantener a la industria azucarera y a los agricultores.

Actualmente el programa de mejoramiento utiliza como criterio de selección la resistencia a tres enfermedades fúngicas; mientras que las enfermedades no fúngicas, como el RSD, SCYLV y SCMV, se manejan mediante otras estrategias, como el cultivo de tejidos y la termoterapia. Además de estas enfermedades, el pokkah boeng, la roya marrón, la estría roja, la mancha marrón, la escaldadura de la hoja y la mancha de la hoja también se han convertido en importantes limitaciones y se manejan mediante variedades resistentes o productos químicos.

En la sección de **Entomología** se presentaron ocho trabajos en forma oral, a continuación se resume el más relevante de ellos.

-Advances in the management of sugarcane stem borers in Louisiana, USA. BE Wilson

Diatraea saccharalis y *Eoreuma loftini* (Mexican Rice Borer), son las plagas económicamente más dañinas en Luisiana. En este trabajo se presentaron las estrategias de manejo integrado de plagas (MIP) que permitieron reducir el impacto económico de las dos plagas en US\$8 millones anuales en los últimos años en Louisiana. La optimización del control químico, el uso de cultivares resistentes y las mejoras en el manejo han sido clave para lograr esta reducción. En efecto, los autores atribuyen a la adopción generalizada de cosecha integral (con bajo residuo), la reducción de LCP 85-384 (y posterior liberación de cultivares más resistentes) y los avances en las estrategias de control químico, que incluyen el desarrollo de un control residual de larga duración utilizando el ingrediente activo clorantraniliprol, como factores relevantes en el MIP de los últimos años.

Los trabajos presentados en formato de póster en el área de **Biología** se detallan a continuación en el Cuadro 1. Los trabajos en esta modalidad de nuestra Institución se presentan en el apartado siguiente.



Cuadro 1: Trabajos presentados en modalidad póster en el área de Biología.

Sección	Título	Autores
Biología Molecular	Enhancing the prediction accuracy in genomic selection models by incorporating a known locus (Bru1) as a fixed effect for brown rust resistance in sugarcane	MS Islam, Lifang Qin, PH McCord y Sushma Sood1
	Application of microRNA as a potential biomarker to identify salt-tolerant sugarcane cultivars	Tofigh Mazalmazraei, Leila Nejhadsadeghi, Khosro Mehdi Khnalou y Daryoosh Nabati Ahmadi
	Transcription factors controlling lignin formation in <i>Saccharum</i>	JP Portilla-Llerena, P Araújo1, R Figueiredo, Sávio Siqueira Ferreira, Igor Cesarino y Paulo Mazzafera
Germoplasma y Mejoramiento	Investigation of cold stress in sugarcane using morphological, biochemical and RNA-seq analysis indicators	Mahmoud Fouladvy, Asa Ebrahimi, Mahdi Rahaie y Vahid Shariati Joni
	Identification and large-scale performance of the new early maturing sugarcane variety Co 11015 at Rajshree Sugars' Mundiampakkam cane area to improve sugarcane and sugar production	S Jayaram, CG Balaji y V Velmurugan
	Chemically induced epimutagenesis for sugarcane improvement	R Stuart Rutherford, Syra J Snyman y Motselisi J Koetle
	Sugar accumulation in progenies from different mating systems in sugarcane: an appraisal	M Swapna y DK Pyey
Patología	Effect of fungicides in laboratory y greenhouse conditions on the germination of spores of sugarcane smut in Khuzestan province	Sajad Mianabi, Neda Nasirpour y Hossein Moazzen Rezamahalleh
Entomología	Functional and numerical responses of <i>Encarsia inaron</i> parasitizing <i>Neomaskellia yropogonis</i> on sugarcane	Arash Malek Mohamadie, Parviz Shishehbor, Hossein Moazzen Rezamahalleh y Mohsen Habibian
	Genetically modified sugarcane – preparative research for regulatory purposes	SJ Snyman, MR Jones, SV Joshi, J Limson y L Potgieter
	Use of fipronil for the control of <i>Sesamia cretica</i> (Lepidoptera: Noctuidae) in Iranian sugarcane	A Soraghi, A Khadempour y A Khodadadi Pourarpanahi



ii) Presentación de trabajos de la EEAOC en el congreso

La EEAOC tuvo una importante participación en este evento a través de la presentación de catorce trabajos, diez en modalidad de presentación oral y cuatro en modalidad póster.

En la Sección de **Biología Molecular**, se presentaron oralmente tres trabajos. La Dra. Perera expuso el trabajo titulado: “Genetic diversity and population structure of *Saccharum* hybrids”, cuyos autores son: Perera, M.F.; Ostengo, S.; Ovejero, S.N.; Balsalobre, T.W.A.; Onorato, G.D.; Hoffmann, H.P.; Noguera, A.S.; Sampaio Carneiro, M., realizado en el marco de un convenio de colaboración de la EEAOC con UFSCar - RIDESA de Brasil. Los resultados revelaron que el intercambio de genotipos entre ambos programas de mejoramiento genético será útil para ampliar la base genética de sus respectivos bancos de germoplasma, ya que formaron dos grupos genéticamente diferenciados. Asimismo, el conocimiento de la diversidad genética, identificada de manera confiable a través de marcadores TRAP anclados a genes de sacarosa y lignina, ayudará a los mejoradores a diseñar mejor los cruzamientos, aumentando la probabilidad de obtener variedades más productivas. La audiencia se sorprendió por lo contundente de los resultados, destacando la posibilidad de intercambio y la utilización de genotipos distantes dentro de cada banco para diseñar los cruzamientos. Se interesaron en las acciones futuras entre ambas instituciones al respecto del intercambio y alentaron a publicar los resultados.

La Dra Josefina Racedo presentó dos trabajos. El primero de ellos titulado: “Transgenic sugarcane with Bt genes for the sustainable management of *D. saccharalis*”, cuyos autores son: Budeguer, F.; Racedo, J.; Enrique, R.; Perera, M.F.; Ostengo, S. y Noguera, A.S. Numerosas opiniones fueron emitidas por los concurrentes a la exposición. En primera instancia el trabajo fue elogiado por la estrategia planteada para retrasar la aparición de poblaciones resistentes de *D. saccharalis* que pongan en riesgo la tecnología que está siendo desarrollada por nuestro equipo. También se hicieron consultas técnicas sobre el protocolo empleado y sobre el fenotipado de las plantas transgénicas. A continuación se hicieron preguntas acerca de la existencia de variedades desreguladas en nuestro país, y finalmente una serie de comentarios entre el público acerca del estado de comercialización de las variedades transgénicas en Brasil.

El segundo trabajo presentado por la Dra. Racedo, titulado: “Identification of novel SNP alleles linked to brown rust resistance in sugarcane”, cuyos autores son: Chaves, S.; Ostengo, S.; Bertani, R.P.; Peña Malavera, A.N.; Castagnaro, A.P; Balzarini M.G. y Racedo J. En este trabajo se identificaron marcadores SNPs asociados a nuevas fuentes de resistencia a



roya marrón en caña de azúcar, lo cual fue muy bien recibido por los asistentes a la charla, dada la importancia de esta enfermedad en numerosos países. Se recibieron sugerencias para el desarrollo de marcadores diagnóstico que permitan identificar fácilmente dichas fuentes en ensayos rutinarios.

Dentro de la Sección de **Germoplasma y Mejoramiento** genético se presentaron oralmente tres trabajos. El primero titulado “BLUP methodology in the selection of advanced sugarcane clones according to their maturity profile”, cuyos autores son: S Ostengo, M Aybar Guchea, D Costilla y M Balzarini, es una propuesta para analizar estadísticamente curvas de maduración en clones avanzados. Esta presentación fue de gran interés ya que constituye un enfoque distinto en la selección de variedades según contenido de sacarosa. El segundo trabajo, titulado “Test environments study for the selection of sugarcane clones in Tucumán, Argentina”, cuyos autores son: Aybar Guchea, DD Costilla, JV Díaz, MF Figueroa y S Ostengo, mostró a la audiencia como a través de la técnica GGE biplots, el programa de variedades de la EEAOC está analizando, a partir de datos históricos, cuáles son los mejores ambientes de Tucumán para seleccionar cultivares. Ambos trabajos fueron presentados por el Dr. Santiago Ostengo.

El tercer trabajo titulado: “Genomic selection for traits of interest in the EEAOC sugarcane breeding program”, cuyos autores son Racedo, J.; Aybar Guchea, M.; Perera, M.F.; Noguera, A.S.; Balzarini, M. y Ostengo, S., fue presentado por la Dra. Racedo. Los asistentes hicieron consultas sobre la metodología, especialmente sobre el tamaño de las poblaciones empleadas; surgieron comparaciones con otras publicaciones y se acordó acuñar una definición consensuada para la comparación de la “Precisión” en los procedimientos de validación cruzada.

En la sección de **Patología**, la Dra. Romina Bertani presentó tres trabajos. El primero fue el trabajo titulado “Reaction of commercial sugarcane varieties against smut disease in Tucumán, Argentina during the 2020/2021 and 2021/2022 seasons”, cuyos autores son RP Bertani, C Funes, JA Lobo y S Chaves. En este trabajo se mostraron los resultados del comportamiento de LCP 85-384 y las variedades TUC, liberadas por el PMGCA-EEAOC, frente al carbón de la caña de azúcar. Se mostró el aumento significativo de la presión de inóculo del carbón en toda el área cañera de Tucumán, durante las últimas dos campañas agrícolas. Adicionalmente se puso de manifiesto el quiebre de resistencia de LCP 85-384, principal variedad de caña de azúcar, que mostró susceptibilidad a la enfermedad en las dos épocas evaluadas. Los asistentes hicieron consultas sobre posibles razas de *Sporisorium*



scitamineum, las estrategias que se emplean para fomentar la diversificación varietal en los campos de caña de azúcar de Tucumán y sobre las herramientas para el manejo del carbón en Tucumán. En este sentido, se comentaron los resultados preliminares de los ensayos de control químico de la enfermedad, empleados como curasemillas. Investigadores de India propusieron probar dichos fungicidas mediante aplicaciones foliares, para disminuir la presión de inóculo en edades de soca.

El segundo trabajo presentado por la Dra. Bertani se titula “Association between virulence factors and genetic groups in *Acidovorax avenae* subsp. *avenae* isolates, the causal agent of sugarcane red stripe disease”, cuyos autores son RP Bertani, N Mielnichuk, S Chaves, CM Joya, MA Monachesi, PB Yaryura y MF Perera. Este trabajo constituye el primer estudio de factores de virulencia de *Acidovorax avenae* subsp. *avenae*, agente causal de estría roja. A pesar de la importancia de la enfermedad, se sabe poco sobre los mecanismos de infección de la bacteria y no hay estudios previos de los factores de virulencia. La audiencia sugirió la secuenciación del genoma completo de diferentes aislados de la bacteria, para un posterior estudio de las islas de patogenicidad. Además, consultaron los niveles de incidencia de estría roja en hoja y polvillo en Tucumán y las pérdidas de rendimiento asociadas a dicha enfermedad. Por último, hicieron hincapié en el estudio del ciclo de vida de la bacteria, para confirmar si se trata de una enfermedad sistémica, si es un patógeno biotrófico o necrotrófico.

Por último, la Dra. Bertani expuso el trabajo “Status of *Sugarcane yellow leaf virus* in Tucumán, the main sugarcane-producing area in Argentina”, cuyos autores son RP Bertani, C Funes, JA Lobo, CM Joya y S Chaves. En este trabajo se presentaron los resultados de la evaluación del SCYLV en dos campañas agrícolas, en las variedades comerciales de Tucumán, poniendo de manifiesto la elevada incidencia y prevalencia de la enfermedad. Finalizada la presentación se debatió entre los asistentes el efecto del virus sobre los rendimientos de caña de azúcar; a diferencia de la mayoría de los países, EE. UU. sostuvo que en sus cañaverales no se observan pérdidas de rendimiento por esta enfermedad. Los asistentes sugirieron realizar ensayos para evaluar posibles pérdidas de rendimiento por el SCYLV en Tucumán.

En el área de **Agronomía**, el Dr. Ostengo presentó el trabajo titulado: “Comparative analysis of the production levels in the traditional and expying sugarcane areas in Tucumán Province, Argentina” cuyos autores son: Carmina Fandos, Federico José Soria, Pablo Scandaliaris, Javier Ignacio Carreras Baldrés y Eduardo Raúl Romero. Esta presentación, resultó de gran interés entre los presentes, ya que a través de numerosas preguntas consultaron



sobre la dinámica del crecimiento del área cañera de nuestra provincia, sus causas y la característica de los ambientes.

Cabe mencionar que la presentación de todos los trabajos generó un importante espacio de discusión con la formulación de numerosas preguntas, que denotan el interés de la audiencia sobre las diferentes temáticas presentadas.

Respecto a los trabajos presentados en modalidad poster, dos de ellos correspondieron al área de entomología (“Characterization of new commercial sugarcane varieties against *Diatraea saccharalis*, the main pest in Argentina”, autores: Budeguer Isa, R; Pérez, M.L.D.P.; Perera, M.F Gastaminza, G.; Ostengo, S. y “Damage distribution y yield losses caused by the sugarcane borer *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) in northwestern Argentina”, autores: MLP Pérez, C Easdale, RJ Iovane, P Scyaliaris, R Budeguer Isa, D Rodríguez, F Bardin, G Gastaminza, E Romero y FR Goebel) y fueron defendidos por los Dres. Ostengo y Perera. Un póster del área de Fitopatología fue presentado por la Dra. Bertani (“Transmission of *Acidovorax avenae* subsp. *avenae*, the causal agent of red stripe disease in sugarcane”, autores: MA Monachesi, RP Bertani, V González y ME Arias) y otro correspondiente al área de biotecnología fue expuesto por la Dra. Racedo (“Effect of de bioestimulant PSP1 in the sugarcane protection against *Diatraea saccharalis*”, autores: Budeguer F., Michavila M. G., Chalfoun N. R., Ostengo S., Noguera A. S. y Racedo J.).

A modo de destacar la activa participación de la EEAOC en este Congreso se presenta el Cuadro 2.

Cuadro 2: Trabajos presentados en el área de Biología.

Trabajos	Orales (full paper)			Poster (poster paper)		
	Totales	EEAOC	%	Totales	EEAOC	%
Biología Molecular	6	3	50	3	0	0
Germoplasma y Mejoramiento	15	3	20	4	0	0
Patología	11	3	27	2	1	50
Entomología	8	0	0	6	3	50

Merece destacarse también que la Dra. Perera continuará participando como miembro de la Sección de Biología Molecular para el próximo período hasta la realización del próximo



Congreso de la ISSCT. Asimismo, la Dra. Bertani fue seleccionada para participar como miembro de la Sección de Patología. Ambas en el área de Biología de la ISSCT.

El próximo Workshop de Patología se realizará en conjunto con el de Entomología en el año 2024 y Argentina será sede, por lo que se espera, nuevamente, que nuestra institución tenga una activa participación.

iii) Contactos establecidos durante el Congreso

Durante este evento se establecieron diferentes contactos con el propósito y el compromiso de mantener un vínculo de colaboración permanente. Entre ellos se destacan:

- “Mauritius Sugarcane Industry Research Institute” (MSIRI), Mauricio:
Goolam Housen Mohammad Badaloo (mejoramiento).
- “Chacra Experimental Colonia Santa Rosa”, Salta, Argentina:
Germán Serino (mejoramiento y biotecnología).
Karina Daruich (implementación de normas de calidad).
- “West Indies Central Sugar Cane Breeding Station”, Barbados
Morexa Martin Gardiner (mejoramiento).
Andrew Stoute (mejoramiento).
- “Universidad Federal de San Carlos, UFSCAR”, Brasil
Monalisa Sampaio Carneiro (biotecnología).
Thiago Balsalobre (biotecnología).
- Centro de Tecnología Canaviera (CTC), Brasil
Danilo Cursi (mejoramiento).
Mike Butterfield (biotecnología).
- “CIRAD”, Francia.
Angelique D’Hont (biología molecular).
Phillip Rott (fitopatología).
Regis Goebel (entomología).
- “ErCane”, Isla Reunión.
Jean-Yves Hoarau (mejoramiento).
- “SASRI”, Sudáfrica.
Shailesh Vinay Joshi (biotecnología).
Derek Watt (biotecnología).
Sandy Snimman (biotecnología).



- “USDA”, Estados Unidos.
Jack Comstock, Investigador retirado (fitopatología).
Suma Sood (fitopatología).
- “INICA”, Cuba
Sergio Guillen Sosa (Director)
- “ICIDCA”, Cuba
Mariela Gallardo (Directora)
- “CENICAÑA”, Colombia.
Freddy Garcés (fitopatología, cultivo de tejidos).
Fernando da Silva (biotecnología).
John Riascos (mejoramiento).
- CINCAE, Ecuador.
Raul Castillo (mejoramiento).
- Sugar Research Australia.
Nicole Thompson (fitopatología).
- American Sugar Cane League, Estados Unidos
Atticus Finger (mejoramiento).
- Vasantdada Sugar Institute (VSI), India
Shivajirao Deshmukh (mejoramiento)
Gauri Nerkar (biotecnología)

Cabe mencionar que algunos de los vínculos fortalecidos durante el congreso ya se han plasmado en colaboraciones, como es el caso de la firma del convenio de cooperación con UFSCar- RIDESA.

30th Meeting of the ICSB

La reunión anual tuvo lugar los días 25 y 26 de febrero del corriente año en Vasantdada Sugar Institute (VSI) en la ciudad de Pune, India. En este evento participaron los Dres. Ostengo, Perera y Racedo además de representantes de las diferentes instituciones miembros del ICSB (Chacra Experimental Colonia Santa Rosa, West Indies Central Sugar Cane Breeding Station, CTC, CIRAD, SASRI, American Sugar Cane League y VSI).

El cronograma del primer día de reunión incluyó los siguientes aspectos:



-Palabras de bienvenida del anfitrión, el director técnico del VSI, Shivajirao Deshmukh y del Secretario del ICSB, German Serino.

-Revisión del acta de la reunión anterior que tuvo lugar los días 30 de marzo y 1 de abril de 2022, en forma virtual debido a la pandemia, a cargo de G. Serino.

-Situación financiera y cambios en la cuenta bancaria, a cargo de Atticus Finger. Jim Shine se acogió al beneficio de la jubilación, por lo que no continuará como tesorero. Hasta tanto se defina otra persona, Atticus Finger cumplirá ese rol.

La EEAOC pagó la cuota anual 2021, sin embargo no impactó en la cuenta del ICSB. Debido a que es una cuenta pequeña inmersa en una cuenta internacional, varios miembros tuvieron inconvenientes con el pago. Atticus intentará modificar la cuenta bancaria para evitar futuros problemas, debe averiguar si American Sugar Cane League puede disponer de una cuenta en un banco internacional y no en uno local. Se solicitó la actualización de la factura de la cuota 2022 y la nueva del 2023. Se informó que efectuaremos el pago cuando se haya modificado la cuenta destino.

-Reporte del proyecto número 38 del ICSB a cargo de G. Serino: Validation of a candidate gene for the *Bru1* brown resistance gene via CRISPR mediated gene knockout.

Si bien este proyecto no fue financiado por la EEAOC, se pudo presenciar la exposición de los resultados informados en la reunión. Los investigadores probaron cuatro construcciones diferentes provistas por el CIRAD, para knockear el gen *Bru1* mediante edición génica en la variedad R570, resistente a la roya marrón. Obtuvieron 73 eventos potencialmente editados, los resultados de la secuenciación indicaron que solo dos eventos estaban mutados, uno de ellos en un sitio diferente de la secuencia blanco. El evento con la mutación en el sitio deseado, tiene una delección de una única base que altera el marco de lectura. Durante el presente año debe evaluarse el comportamiento fenotípico, esperando que se comporte como susceptible a la roya marrón. Considerando que esperaban delecciones de mayor longitud de bases, se sugirió que repitan la secuenciación para descartar que sea un artificio de la técnica. Por otro lado y teniendo en cuenta los resultados de nuestro grupo de trabajo (Chaves et al., 2023, presentados en el Congreso por la Dra. Racedo) donde en condiciones controladas la variedad R570 se enferma, se debe prestar especial atención a esta condición en nuestras condiciones locales.

-Reporte del proyecto número 39 del ICSB a cargo de Angelique D'Hont: Upgrading the sugarcane genome hub with the new sugarcane genome assemblies and with new tools.

Este proyecto fue financiado por la EEAOC con un aporte de dos mil dólares (aún no han sido transferidos).

El presupuesto del proyecto se destinó a la preparación de las muestras y los análisis bioinformáticos de los datos generados ya que la secuenciación fue financiada con un proyecto previo con Joint Genomic Institute (JGI, USA).

Se caracterizaron en primer lugar 300 genotipos aportados por todos los miembros del ICSB (la EEAOC envió muestras de hojas de 16 genotipos, incluyendo las variedades liberadas por el programa de mejoramiento genético y algunos genotipos ancestrales). Todas las muestras fueron genotipadas con tres marcadores SSR (CV29, CV37 y CV38, propuestos por Maccheroni *et al.*, 2007). Sólo las muestras en óptima conservación fueron caracterizadas por citometría. En los análisis de similitud, muestras de diferentes orígenes del mismo genotipo no se agruparon juntas.

Los resultados de los SSR se utilizaron para definir los genotipos a secuenciar. Se logró una elevada cobertura del genoma con 15X de profundidad y una longitud de 40 Tb. Se secuenció tanto el genoma del cloroplasto como el nuclear identificando numerosos SNPs. Los autores encontraron una elevada diversidad en *S. spontaneum*, ligada principalmente a las distancias geográficas de las muestras colectadas. En *S. robustum* se detectó una baja diversidad genética, probablemente asociada al reducido número de accesiones secuenciadas, mientras que en *S. officinarum* se encontró una marcada homogeneidad entre las accesiones. Si bien detectaron *k*-mers (subcadenas de longitud *k* contenidas dentro de una secuencia biológica) específicos para cada subgrupo, muchos estuvieron repetidos entre *S. officinarum* y *S. robustum*, por lo que proponen el siguiente esquema en la separación de especies (Figura 3).

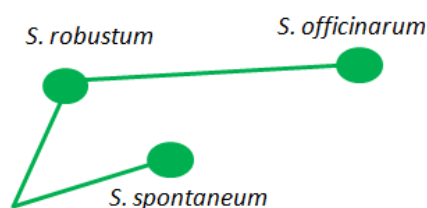


Figura 3: Esquema de origen de especies de *Saccharum*. Adaptado de D'Hónt *et al.* (2023).

Los autores confirmaron la contribución al genoma de los híbridos modernos en la siguiente proporción: 78% de *S. officinarum* y 22% de *S. spontaneum*, con un 18% del total representado por cromosomas recombinantes entre ambas especies.

Por otro lado, finalmente identificaron la posición del gen *Bru1* que confiere resistencia al agente causal de la roya marrón, en el cromosoma 3 que proviene de *S. spontaneum*.



Los resultados serán volcados en un portal de acceso libre que permitirá emplear diferentes herramientas bioinformáticas. Los responsables del proyecto brindarán un taller virtual para los miembros del ICSB para enseñar a usar las herramientas disponibles, en el año en curso.

-Presentación del nuevo proyecto a cargo de Fernando da Silva: Genome assembly of brown (*Puccinia melanocephala*) and orange (*Puccinia kuehnii*) sugarcane rust pathogens.

El proyecto propone secuenciar dos aislados de cada uno de los dos patógenos en un año de duración con un presupuesto de cuarenta mil dólares. Luego de la discusión se consideró pertinente secuenciar un aislado de *P. melanocephala*, dos de *P. kuehnii* y uno de *Macruropyxis fulva* (agente causal de “tawny rust”, roya ceniza).

-Votación para el financiamiento del nuevo proyecto. La mayoría de los miembros presentes decidieron financiar el proyecto con un monto casi proporcional a las hectáreas plantadas con caña de azúcar bajo su influencia.

En el caso de la EEAOC, se decidió no financiar el proyecto hasta tanto se destraben las transacciones internacionales, dado que aún no se ha podido transferir los fondos correspondientes al proyecto de A. D’Hont, con el que nos comprometimos a financiar en la reunión de principios del año pasado. Sin embargo a los responsables de este proyecto se les demostró el interés para desarrollar proyectos conjuntos, principalmente en otras líneas de trabajo.

-Discusión sobre las próximas reuniones. Se destacó la importancia de participar en las reuniones anuales en forma presencial.

Se evaluó la posibilidad de realizar la reunión seguida del Congreso PAG (Plant and Animal Genome), pero teniendo en cuenta que en 2024 se realizará el Workshop de Germoplasma y Mejoramiento y Biología Molecular de la ISSCT (probablemente en Coimbatore, India) y en 2025 la XXXII edición del Congreso de la ISSCT en Colombia, se consideró pertinente para estos dos próximos años realizarla seguida de estos eventos. Se discutirá luego donde se realizarán las reuniones anuales a partir del 2026.

-Nuevos miembros

G. Serino comentó que han sido invitados al programa de mejoramiento de Indonesia, de Tailandia y RIDESA de Brasil a formar parte del ICSB. De todos se espera respuesta.



-Cena de camaradería.

El cronograma del segundo día de reunión incluyó los siguientes aspectos:

-Palabras de bienvenida a cargo del Ministro de Agricultura de la India, Hon. Sharadchandra Pawar.



-Visita al Departamento de Tecnología de Alcohol y Biocombustibles. Se presentaron los equipamientos disponibles y los proyectos de fermentación de melazas como así también de elaboración de vinos y licores.

-Visita al Departamento de Agricultura. Se presentaron las 8 variedades liberadas en los últimos 29 años con sus principales características (progenitores, época de plantación, rendimiento de caña, de azúcar, % de sacarosa en jugo y maduración).

-Visita al Departamento de Cultivo de Tejidos. Se mostraron las instalaciones del laboratorio comentando la utilización de nanopartículas en las diferentes etapas del proceso.

-Visita a los Laboratorios de Biología Molecular e Ingeniería Genética. Se presentaron los diferentes proyectos en el área, destacando el interés de trabajar en edición génica.

-Visita al Laboratorio de Bioinsumos. Se presentaron los distintos productos elaborados por el VSI que comercializan para la producción de caña de azúcar,



ESTACIÓN EXPERIMENTAL
AGROINDUSTRIAL
OBISPO COLOMBRES
Tucumán | Argentina

incluyendo biofertilizantes, bioinsecticidas, biofunguicidas y promotores de crecimiento.

-Visita a las instalaciones de compostaje de residuos orgánicos con la cría de lombrices.



Dos aspectos claves a destacar fueron la hospitalidad con la que VSI recibió a todos los miembros del ICSB como así también la intención de establecer vínculos efectivos de cooperación.

Sin otro particular, lo saludamos cordialmente.

Dra. Romina Priscila Bertani

Sección Fitopatología

Dra. Josefina Racedo

Sección Biotecnología

Dr. Santiago Ostengo

Subprograma de Mejoramiento Genético de Caña de Azúcar

Dra. María Francisca Perera

Sección Biotecnología