2da Parte

Hacia una agroindustria sustentable: antecedentes y logros en el sector agrícola

Javier Tonatto*; M. Fernanda Leggio Neme*; Laura Tortora*; Juan Fernandez de Ullivarri; Patricia Digonzelli*; Eduardo Romero*; Dardo Figueroa; Fernando Ledesma*** y L. Patricia Garolera De Nucci******

*Sección Caña de Azúcar; **Sección Fruticultura; *** Sección Granos; ****Sección Ing. y Proyectos Agroindustriales. Email: jtonatto@eeaoc.org.ar

Criterios de sustentabilidad en planes de trabajo institucionales

En la entrega anterior, se definió al Desarrollo Sustentable como el tipo de desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes, sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades (Ver Avance Agroindustrial 41-3[1]). De esta manera, podemos analizar las acciones del hombre desde diferentes dimensiones (económica, ambiental, social, política y cultural) y sus implicancias. A nivel global, los mayores impactos se generan en la agricultura, la ganadería y la silvicultura. Por lo tanto, resulta de fundamental importancia el estudio de estas actividades desde esta mirada.

Recientemente, la EEAOC estructuró un plan institucional denominado Sustentabilidad en la Agroindustria con el fin de estudiar e integrar las distintas etapas de producción de materias primas, productos y sus derivados con el objetivo de generar indicadores locales y regionales de sustentabilidad en las distintas cadenas de valor agroindustrial. Con esto, se pretende avanzar en estudios de sustentabilidad vinculados a las principales cadenas productivas de la provincia y la región NOA, concentrando los esfuerzos y consolidando un equipo de trabajo multidisciplinario, integrado por especialistas de diversas áreas de la EEAOC.

[1] Ver https://www.avance.eeaoc.gob.ar/?articulo=hacia-una-agroindustria-sustentable-2

La EEAOC inicia los estudios de sustentabilidad en la década del 80, incorporando posteriormente nuevas metodologías (Análisis de Ciclo de Vida y otros Indicadores de Sustentabilidad) en algunas líneas de investigación ya existentes en los diferentes sistemas agroindustriales. Entre ellas se destacan las relacionadas a los cultivos de la caña de azúcar, soja, maíz y sorgo, y limón, conjuntamente con el aprovechamiento integral de biomasa planteado en el Programa Bioenergía[2] de la EEAOC.

1. Caña de Azúcar

• Efectos de la cobertura con Residuos de la Cosecha en Verde de la caña de azúcar

Actualmente, debido a la prohibición de la quema de cañaverales, se debieron implementar nuevos sistemas de producción en los cuales fue necesario considerar un destino alternativo para el residuo agrícola de cosecha (RAC), lo que conduce a una producción de caña de azúcar más sustentable. La cosecha de caña sin quema consiste en dejar en el campo una cantidad de residuos (hojas y despunte) que varía entre 10 y 20 t de materia seca/ha.

Luego este RAC puede quedar sobre el suelo como cobertura para incorporarse en los primeros centímetros del perfil o retirarse parcialmente del campo usando, por ejemplo, máquinas enfardadoras.

Beneficios del RAC como cobertura

- **Aporta cantidades considerables de carbono y de nutrientes.**
- **Aumenta el contenido de materia orgánica y la estabilidad estructural del suelo.**
- **Disminuye la evaporación y mejora la infiltración del agua en el suelo por lo que favorece la conservación de la humedad.**
- **Reduce la erosión, permite el reciclado de nutrientes y disminuye la temperatura del suelo en los primeros centímetros de profundidad.**
- **Aumenta la población de microorganismos benéficos, disminuye la infestación de malezas y permite reducir las labores culturales.**

Ensayo de larga duración de manejo sustentable en caña de azúcar (Simoca, Tucumán).

[2] Ver https://www.eeaoc.gob.ar/institucional/que-es-la-eeaoc/la-eeaoc-hoy/programas-y-proyectos/programa-bioenergia/

En la actualidad más del 98% del área cañera de la provincia se cosecha con máquinas integrales y sin quema.

Por lo tanto, es fundamental estudiar y comprender la dinámica de descomposición del RAC y de liberación de nutrientes a partir de este residuo, los efectos de la cobertura sobre las características físico-químicas y el régimen térmico e hídrico del suelo, sobre la dinámica de la población de tallos y sobre la producción de caña de azúcar. De la misma manera, es clave conocer su efecto sobre las poblaciones microbianas que participan de los ciclos de los nutrientes, sobre la emergencia y crecimiento de las malezas y de la misma caña de azúcar.

Los trabajos que se realizan desde la Sección de Agronomía de Caña de Azúcar de la EEAOC han puesto a disposición del sector productivo resultados locales sobre todos los aspectos antes mencionados. De esta manera se cuenta con información detallada que permite la toma de decisiones racionales en relación al manejo del RAC, proponiendo su mantenimiento como cobertura en las zonas del área cañera donde significa una ventaja para la producción del cañaveral y su incorporación en el suelo o su retiro del lote en aquellos caso donde puede haber un efecto negativo.

• Manejo de la Nutrición y Fertilización de la Caña de Azúcar

La caña de azúcar, cultivo de gran producción de biomasa, tiene altos requerimientos nutricionales. Por ello, la aplicación de nitrógeno en forma sintética, es necesaria para obtener cañaverales de alto rendimiento. La urea es la fuente nitrogenada más utilizada. Sin embargo, es importante evaluar fuentes alternativas como los fertilizantes nítricos y amoniacales, los cuales son de rápida disponibilidad para las plantas. El nitrato de amonio calcáreo aporta nitrógeno al cultivo en forma de nitratos y amonio (formas más asimilables por la planta). La gran ventaja de este producto, es que permite la aplicación del mismo sobre la superficie del surco y por ende el empleo de tractores de menor potencia, a diferencia del uso de urea que indefectiblemente debe ser incorporada al suelo para evitar grandes pérdidas por volatilización. Adicionalmente, el nitrato de amonio calcáreo permite lograr una mayor eficiencia agronómica y reducir la dosis de N aplicado.

Existen también otras fuentes con liberación paulatina del nitrógeno que representan una alternativa para la fertilización nitrogenada. Estos incluyen en su composición inhibidores de ureasa que generan un efecto inhibitorio temporal sobre la hidrólisis de urea en el suelo. Esto permite una entrega del nitrógeno de forma más lenta y aprovechable por la planta y se reducen las pérdidas en forma de amoníaco.

Además, resulta de gran importancia el lograr una mayor longevidad de cepas con el uso de fitorreguladores y micronutrientes como zinc y boro, se busca lograr mayor crecimiento de masa radicular, mayor establecimiento de tallos a cosecha y conformar una mejor cepa en caña planta, lo que incidirá en las socas futuras.

Por otra parte, la agricultura moderna se está orientando hacia la utilización de biofertilizantes constituidos por microorganismos (hongos y/o bacterias) promotores del crecimiento como una alternativa viable desde lo ambiental y económico para sustituir el uso de los fertilizantes sintéticos en el manejo integral de los diferentes cultivos. Particularmente, en el caso de cultivos energéticos, el empleo de biofertilizantes es una herramienta sumamente valiosa ya que permite provisión de nutrientes y sustancias promotoras de crecimiento de bajo costo energético, mejorando el potencial bioenergético final del producto buscado.

En este sentido, es fundamental realizar la caracterización microbiológica de los biofertilizantes comerciales y evaluar de su capacidad para mejorar el crecimiento y la productividad del cultivo de la caña de azúcar. Otro aspecto fundamental en este

Aplicación superficial de nitrato de amonio calcáreo en caña de azúcar.

tema es obtener aislamientos de bacterias del propio cultivo, de los distintos tejidos o del suelo ya que las mismas están adaptadas a convivir con la caña de azúcar y en las condiciones agroecológicas de Tucumán. Estas bacterias, una vez comprobada su eficiencia, podrían ser utilizadas en la formulación de biofertilizantes de origen local que aseguren una mejor colonización y mayores tasas de supervivencia de los microorganismos al ser utilizados en el cultivo.

La idea de utilizar microorganismos es reducir o reemplazar el uso de fertilizantes sintéticos como única fuente de nutrientes. Actualmente se han identificado numerosas bacterias de diversos géneros, han sido caracterizadas y además se estableció cuales son los mecanismos que utilizan para, mejorar o promover el crecimiento de la caña de azúcar. En el futuro se espera formular biofertilzantes a escala comercial con los microorganismos autóctonos y, de esta manera,ofrecer a los productores un amplio abanico de opciones para el manejo de la nutrición en sus cultivos.

Desde la Sección Agronomía de caña de azúcar de la EEAOC se establecen convenios con empresas productoras de bioproductos y se realiza la evaluación de los mismos en ensayos que incluyen etapas de laboratorio, invernáculo y campo. También se seleccionan, caracterizan y estudian bacterias PGPB. Actualmente, una cepa de *Azospirillum brasilense* se encuentra en etapa de formulación de bioproductos y evaluación a gran escala. Adicionalmente, existe otra cepa de *Azospirillum* sp. y una cepa de *Gluconacetobacter* sp. que se encuentran en etapa de producción a escala piloto.

Al día de hoy más de 45.000 ha de cañaverales comerciales en edad de caña soca y unas 15.000 ha en edad de caña planta, son aplicados con biofertilizantes foliares, reduciendo la aplicación de fuentes nitrogenadas sintéticas.

2. Granos

• Modelos productivos sustentables para los cultivos de granos en el NOA

Actualmente, la producción de granos en la Argentina, y especialmente en el noroeste (NOA) se encuentra en un proceso de transformación, que resulta imprescindible para su continuidad. Dicha mejora se basa en la generación de modelos productivos sustentables desde sus distintos aspectos. Un desafío que requiere la activa participación y el compromiso de todos los actores involucrados, quienes tienen que adaptarse a sistemas productivos dinámicos y cambiantes, con nuevos paradigmas de manejo que implican mayor complejidad, diversidad e intensidad.

Los ambientes productivos de la región NOA resultan muy inestables y frágiles, y en el tiempo se apoyaron sobre la base de algunas prácticas agrícolas que contribuyeron a mejorar sus características; siendo la siembra directa (SD), la rotación de cultivos y la fertilización, herramientas imprescindibles que se emplean desde hace varias campañas.

A esto se le suman nuevos aportes por parte de manejos que incorporan la diversidad de especies y la cobertura permanente del suelo, como contribuciones que en el tiempo favorecen la estabilidad de los sistemas de producción. Los cultivos de cobertura y/o servicio están comenzando a generalizarse en los nuevos modelos de producción, sumados al uso de bioinsumos, que en conjunto permiten reducir el empleo de agroquímicos y estabilizar los ambientes.

A su vez, la tendencia en los manejos sustentables está impulsada no solamente por la necesidad de mantener niveles de producción rentables en el tiempo, sino además por una creciente presión social que cada vez exige un mayor cuidado del ambiente y la disminución de la contaminación. La certificación de lotes que incorporen los conceptos de las buenas prácticas agrícolas (BPA) y las mediciones en el balance de carbono de los productos obtenidos, son cada vez más frecuentes y solicitadas por los mercados internacionales.

Encontrar consensos y acciones sostenidas en el tiempo para los cambios necesarios en el escenario productivo de nuestra región es uno de los grandes desafíos de los años venideros.

Las características enunciadas de estos sistemas de producción implican que numerosas disciplinas realicen aportes de las experiencias generadas, a fin de contribuir a la sustentabilidad en el tiempo. En ese sentido desde el Programa Granos de la EEAOC se trabaja en numerosas líneas de investigación que tienen por objetivos generar contribuciones de conocimientos y recomendaciones prácticas a los productores, que permitan mejorar la productividad con una mirada holística y sustentable.

Algunas de estas líneas de investigación, especialmente las relacionadas a la comparación de sistemas de labranzas y fertilización en diferentes cultivos, acompañaron la evolución de las prácticas de manejo agronómico y su difusión en el medio; evolucionando en planes de trabajo que analizan los mejores manejos sustentables, la agricultura por ambientes, las interacciones de diferentes cultivos con la fertilización y los cultivos de servicios como nuevas herramientas agronómicas. Asimismo, el desarrollo de bioproductos para mejorar la sostenibilidad agronómica de los cultivos, permitió obtener un bioinsumo que hoy es comercializado y utilizado en el medio productivo nacional e internacional para mejorar el control sanitario. También los trabajos de mejoramiento genético en diferentes cultivos de granos, permitieron liberar al medio cultivares mejor adaptados a los aspectos sanitarios y a las dificultades climáticas, asi como también recomendar variedades de buen comportamiento.

3. Citricultura

Los constantes desafíos y búsquedas de soluciones para mantener producciones sustentables en esta actividad, generan que, desde la Sección de Fruticultura de la EEAOC se desarrollen diferentes líneas de trabajo cuyo fin es brindar soluciones al sector. Entre ellas se destacan las siguientes:

- **Banco de germoplasma**

Los bancos de germoplasma cumplen un papel esencial en la preservación y mantenimiento de recursos fitogenéticos, como fuentes de variabilidad y para uso en la obtención de nuevas variedades. La EEAOC cuenta con aproximadamente 80 introducciones de limoneros de distintos orígenes que fueron recuperados e implados en una nueva colección en 2019. Existe en etapa de vivero una colección de 290 portainjertos locales e introducidos producto del trabajo realizado por la Institución durante décadas, y que serán implantados en 2021 en dos sitios de la provincia. En el mismo sentido la recuperación y renovación de las colecciones de frutas cítricas dulces.

El avance del HLB pone en riesgo la limonicultura de prioritario disponer de parcelas experimentales con colecciones de variedades y portainjertos, a fin de evaluar su comportamiento frente a esta enfermedad. La gravedad de la enfermedad y el status de la provincia libre del vector y de la enfermedad, determinan que sea prioritario y estratégico este plan de trabajo en el marco de la sustentabilidad de la actividad.

• **Mejoramiento de portainjertos**
Los objetivos buscados con estos ensayos son: mayor eficiencia productiva, portainjertos enanizantes y semienanizantes, tolerancia a sequías, calcáreo, sales y heladas, tolerancia a enfermedades. Los mismos están distribuidos en diferentes localidades de la provincia de Tucumán, sumando un total de más de 60 progenies en evaluación.

• **Prácticas de manejo: marcos de plantación y evaluaciones fenológicas**
La tendencia mundial en la producción citrícola apunta a plantaciones compactas con el objetivo de lograr una mayor eficiencia productiva, disminución de los volúmenes de aplicación en tratamientos fitosanitarios, con la consiguiente reducción del uso de agroquímicos y mayor eficiencia en las prácticas de manejo y cosecha.

Con el objetivo de implementar una red de monitoreo fenológico en la zona citrícola de la provincia, se iniciaron las actividades en 2021 con el apoyo del sector privado, generando información valiosa para la toma de decisiones tendientes a la optimización del uso de recursos.

• **Protocolos de exportación con tratamientos de frío en tránsito**
El éxito del envío de limones a China bajo el cumplimiento del protocolo de frío para Mosca de la Fruta es el resultado del trabajo mancomunado entre la EEAOC y el sector productivo. Los trabajos desarrollados en la EEAOC permitieron establecer nuevos protocolos que definen temperatura y tiempo de exposición. Adicionalmente, se evaluaron otras variables: distintos calibres, colores, fruta con y sin tratamiento de desverdizado, ceras sintéticas y de Carnauba, pérdida de peso de la fruta, pudriciones, posición de las cajas en el contenedor, tiempo necesario para lograr la temperatura de protocolo, entre otras.

4. Programa Bioenergía

• **Aprovechamiento integral del potencial bioenergético de la caña de azúcar**
Con el fin de desarrollar herramientas

LA MEJOR GENÉTICA CON LA BIOTECNOLOGÍA QUE MÁS SE ADAPTA A TU NECESIDAD.

Siempre actualizándonos, sumamos nuevas variedades Enlist, Intacta y con Resistencia a Glifosato.

DONMARIO SEMILLAS

que permitan aprovechar los residuos agrícolas de cosecha, se iniciaron estudios en 2005 sobre diferentes alternativas para promover la generación de energía a partir de la biomasa derivada de caña de azúcar. Se analizaron aspectos agronómicos, industriales y logísticos para posibilitar el establecimiento de un sistema de producción bioenergético viable, que permita la diversificación de la matriz energética y una menor dependencia de combustibles fósiles.

Paralelamente se desarrolló un paquete tecnológico integral para el aprovechamiento de esta biomasa, incluyendo las tecnologías actualmente disponibles para su recolección (rotoenfardadoras y enfardadoras prismáticas). Se estudiaron las operaciones necesarias para la recolección, su eficiencia y consumo de combustible. Además se realizó el análisis económico de las alternativas disponibles.

• Evaluaciones del impacto ambiental de la producción de cultivos energéticos

Al introducir cultivos energéticos en la cadena productiva agroindustrial de la provincia, se diversifica la matriz energética local y nacional, contribuyendo a la independencia energética regional. Además, se contribuye a la reducción de los impactos ambientales mediante la disminución en el consumo de combustibles fósiles.

Estudiar la productividad y sustentabilidad de los cultivos energéticos permite optimizar su balance energético y económico, reducir su impacto ambiental y social. Una de las maneras de hacerlo es a través indicadores de análisis energético. En el caso de la caña de azúcar, se cuantificó y analizó el uso de energía a lo largo de las etapas de producción agrícola considerando un sistema de manejo del cultivo convencional y otro optimizado. Se utilizaron prácticas agronómicas, insumos y dosis de aplicación, así como mano de obra, para estimar el consumo de energía requerido para la producción de esta materia prima. Los cambios introducidos en las alternativas de manejo generan contribuciones sustanciales en ahorro de energía, reducción del impacto ambiental y mayor eficiencia de los procesos en general.

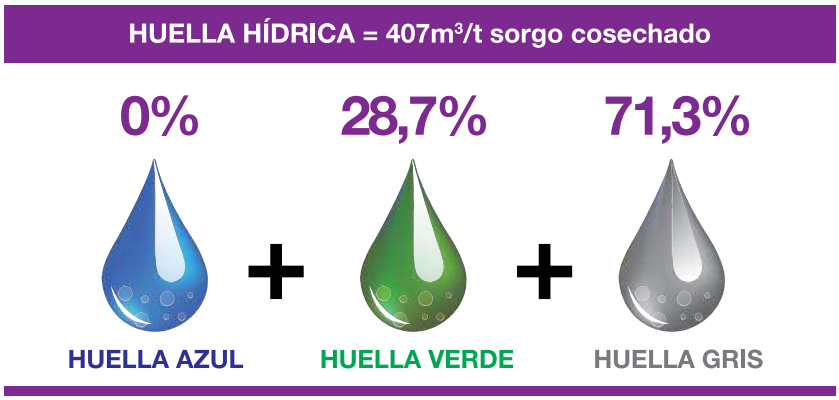
Enfardado de residuo agrícola de cosecha en cultivo de caña de azúcar.

Huellas ambientales

Existen antecedentes que afirman que la producción agrícola es la principal fuente de diversas emisiones importantes al ambiente (agua, aire y suelo). Con el fin de cumplir con criterios de sustentabilidad, se determinó la huella ambiental de la producción agrícola de sorgo dulce en Tucumán, otro cultivo energético de alta eficiencia fotosintética y productividad, elevado potencial para la producción de bioetanol y, por lo tanto, viable de ser cultivado en Tucumán. El sistema de manejo agronómico planteado consideró labores de siembra directa y la aplicación de herbicidas pre y post emergentes, así como

insecticidas, sin la aplicación de fertilizantes ni agua de riego. El análisis ambiental se realizó siguiendo la metodología del Análisis de Ciclo de Vida comprendido en las normas ISO 14040-14044. Los resultados mostraron que el mayor impacto ambiental es debido a la aplicación de agroquímicos, y en menor medida a la producción del combustible fósil utilizado. Además, la producción de sorgo no presenta una contribución significativa en lo que respecta al "cambio climático".

Otro estudio realizado de este cultivo energético fue determinar la huella hídrica de su producción para las condiciones agroecológicas de Tucumán siguiendo las directrices de la Water Footprint Network. Los resultados arrojaron una huella hídrica de 407 m^3/t sorgo cosechado, donde la huella hídrica gris es la que más contribuye al total, representando un 71,3%. El alto porcentaje alerta sobre la importancia de reducir el uso de agroquímicos en la producción de sorgo dulce. Sin embargo, este resultado no solo depende de las dosis aplicadas sino también de la legislación de cada país en cuanto a la concentración máxima permitida en cursos de agua dulce (información, a veces no disponible).



• **Evaluación de cultivos no tradicionales para la producción de biomasa. Selección y manejo de sorgos alcoholeros y fibrosos**

Ante la necesidad de diversificar la matriz energética nacional (dominada principalmente por fuentes no renovables) y suplir la creciente demanda de energía, se evaluaron diversas fuentes renovables para satisfacer este requerimiento. Entre dichas alternativas, se estudiaron cultivos no tradicionales para nuestra región potencialmente útiles para la producción de biocombustibles (bioetanol y biocombustibles sólidos) con la finalidad de definir las mejores estrategias para su

PROAGRO
AGROQUÍMICOS · SEMILLAS · FERTILIZANTES
Parque Industrial Tucumán
+54 (0381) 4530669
info@proagrosrl.com.ar
www.proagrosrl.com.ar

manejo agronómico sustentable y energéticamente eficiente. Se enfatizó en su elección el potencial de adaptación a condiciones adversas (sequía, salinidad, anegamiento, baja fertilidad, temperaturas extremas) de manera que produzcan biomasa económicamente viable en áreas consideradas marginales o no competitivas para la agricultura tradicional de la provincia.

Cosecha mecanizada de sorgo azucarado con equipamiento para caña de azúcar (Monte Toro, Tucumán)

Una de las estrategias regionales planteadas es el uso del sorgo bioenergético como cultivo complementario al cultivo de la caña de azúcar. Se evaluaron diferentes materiales genéticos y se desarrolló un paquete tecnológico para el adecuado manejo agronómico. Complementariamente, se estudió el proceso industrial y los ajustes necesarios para el aprovechamiento fabril de esta materia prima para la obtención de bioetanol.

Finalmente, se llevó a cabo (subvencionado por el Fondo de Innovación Tecnológica Sectorial de Energía - Fits Energía 2012 - Biocombustibles Fonarsec) el proyecto Biosorgo para la producción comercial de bioetanol y bioelectricidad a partir de sorgo azucarado, siendo el único en su tipo para la región NOA del país.

El mismo se desarrollo a través de una asociación público-privado integrado por dos empresas de Tucumán (Zafra SA y Azucarera Juan M. Terán SA) y la EEAOC como institución tecnológica. Cada integrante del consorcio cumplió funciones específicas, coordinadas y complementarias que permitieron lograr los objetivos propuestos y ajustar el paquete tecnológico para esta nueva alternativa de producción en áreas marginales para la agricultura tradicional.

Paralelamente, el Programa de Bioenergía de la EEAOC trabajó en el desarrollo (conjuntamente con semilleros nacionales e internacionales) de material genético de sorgo de alta fibra. Estos poseen un elevado potencial bioenergético para ser empleado como combustible sólido en calderas de los ingenios locales. El manejo en conjunto con el bagazo de caña de azúcar, antes y después de la zafra, permitiría ampliar la cantidad de combustible sustentable para autoabastecimiento en las industrias. Se lograron identificar al menos 6 materiales genéticos con potencial productivo adecuado para nuestra región.

Sin embargo, para lograr una mejor adopción de estos cultivos no tradicionales es fundamental el compromiso y la participación de la actividad público-privada, así como desarrollar y establecer un esquema comercial que incentive la incorporación de los mismos en el proceso productivo. Se reafirma la necesidad de sostener programas de mejoramiento genético específico que permitan disponer de materiales genéticos con mejoras en su adaptación ambiental y mayor potencial productivo.

Material genético experimental destinado al desarrollo de nuevos híbridos comerciales de sorgo bioenergetico.

EL NOA EN ALERTA

OJO con el HLB

Enfermedad mortal para los cítricos*

Está cerca

No lo dejemos avanzar

La prevención es el único camino

Por eso, es necesario:

- Intensificar los monitoreos de posibles síntomas (en Tucumán, identificar la eventual presencia del insecto vector)**
- No trasladar materiales cítricos entre fronteras (yemas, brotes, o fruta no autorizada)
- Utilizar en las plantaciones sólo material saneado y certificado
- Proteger los viveros con mallas antiáfidos.
- Erradicar de parques, plazas y jardines la planta ornamental *Murraya paniculata* (conocida como mirto o jazmín naranja)

Seguinos por /El Ojo Alerta

ESTACION EXPERIMENTAL AGROINDUSTRIAL OBISPO COLOMBRES
Tucumán | Argentina

* El HLB no ataca a los seres humanos ni a animales
**Envíe muestras sospechosas a cualquiera de los laboratorios de la Red Senasa. Tucumán dispone del laboratorio de Fitopatología de la EEAOC, integrante de la red.