

LA AGENDA DE INVESTIGACION EN SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS



Ing. Agr. (PhD) José Terra

Programa Nacional de Producción y Sustentabilidad Ambiental

Uno de los mayores desafíos del sector agropecuario es compatibilizar la necesidad de aumentar los niveles de productividad y rentabilidad, así como asegurar la calidad e inocuidad de sus productos exportables, al tiempo de conservar los recursos naturales y mitigar el impacto ambiental de los procesos productivos.

Los recursos naturales (suelo, agua, biodiversidad) son estratégicos para el desarrollo agropecuario del país. La mayor parte de las actividades productivas tienen impactos sobre los recursos naturales, que si no son gestionados y manejados en tiempo y forma, generan costos ecosistémicos, económicos y sociales.

En la última década, luego de la crisis de 2000-2003, el agro uruguayo ha experimentado una gran transformación, donde destacan el incremento de la productividad, el PBI sectorial, la inversión, la adopción de tecnología, el precio de la tierra, el trabajo y las exportaciones, en un círculo virtuoso retroalimentado por la alta demanda y generalmente buenos precios de nuestros productos en los mercados.

En este periodo, la agropecuaria en su conjunto ha pasado por un proceso de intensificación y especialización de los procesos productivos, en un marco de aumento

de los costos de producción, deterioro de la competitividad externa, alta competencia por el acceso a la tierra y cambios relevantes en su tenencia, en los modelos de producción y en el uso del suelo.

Sin embargo, para que este crecimiento sea sostenido, los sistemas productivos deben diseñarse y manejarse con la premisa de conservar los recursos naturales que son la base sobre la que se sustentan y que además hacen a la calidad de vida y salud de la población. A lo anterior se deben agregar las políticas de estado, normativas legales y la creciente demanda de la sociedad, los consumidores y los mercados por procesos productivos ambientalmente sustentables y por productos trazables, seguros e inocuos.

En el plan estratégico en curso (2011-2015), INIA canalizó las demandas de investigación de los sectores públicos y privados representados en la institución, en base a los sistemas productivos predominantes en el país. En estas consultas, actualizadas periódicamente, surge claramente que de los 12 grandes temas priorizados en INIA, el aumento sostenido de la productividad y la conservación de los recursos naturales aparecen como los más demandados en la mayoría de los sistemas productivos. También se mencionan en algunos sistemas, la adaptación y mitigación del cambio climático, el impacto ambiental y el riego.

La investigación y generación de tecnología en INIA en estos temas se enfoca tanto en el uso y manejo estratégi-

co de los recursos naturales con fines productivos, como en la conservación y protección de los mismos en los diferentes sistemas de producción. El objetivo del Programa de Producción y Sustentabilidad Ambiental de INIA, es desarrollar o adaptar tecnología para el manejo de los sistemas de producción que mantengan su productividad y competitividad en el largo plazo, promoviendo y valorizando la conservación de los recursos naturales utilizados, que cuenten con la aprobación de la sociedad.

AGRICULTURA

En la agricultura, la adopción generalizada de la siembra directa y los cultivos transgénicos han facilitado la generación de sistemas de agricultura continua, altamente especializados y basados en la rotación soja-trigo con pequeñas variantes. El incremento del área agrícola en más de 4 veces en una década, se ha cimentado en la intensificación del uso del suelo en las áreas agrícolas tradicionales (doble cultivo anual y eliminación de pasturas) y en la expansión a nuevas regiones que antes eran consideradas marginales.

No obstante, los niveles de productividad y rentabilidad de los cultivos, el estado de la calidad de los suelos y aguas en las zonas agrícolas, la expansión a suelos frágiles, el predominio de la soja en la rotación, el aumento del uso de agroquímicos, la normativa legal vinculada al medio ambiente, la presión social y las políticas del MGAP con la implementación de los planes de uso de suelos, plantean crecientes desafíos al sector para el diseño de las rotaciones para estos sistemas productivos. El predominio de soja en la rotación, con los niveles actuales de productividad, determina balances negativos de C y N del suelo, y su rastrojo, poco abundante y de baja relación C-N, no brinda cobertura eficiente y duradera para mantener la erosión hídrica dentro de valores tolerables en muchos suelos agrícolas.

Por tanto, la inclusión de cultivos de cobertura o cultivos graníferos con rastrojos voluminosos de alta relación C-N (ej: sorgo, maíz o trigo) y su ubicación estratégica en la rotación, son claves para la conservación del recurso suelo.

Existen varios proyectos en ejecución o formulación para atender las demandas vinculadas a este tema. Por un lado, el desarrollo de herramientas para el diseño de secuencias agrícolas sustentables, el desarrollo y manejo de nuevos cultivos de cobertura, la evaluación y modelación del impacto físico y ambiental de rotaciones agrícolas de intensificación variable, el uso de indicadores de calidad de suelos y su correlación con la productividad y, el manejo por ambientes de suelos y cultivos. Por otro lado, hay proyectos sobre estrategias tecnológicas para reducir vulnerabilidades a la variabilidad climática, el manejo y control de malezas resistentes, el diseño y evaluación física y ambiental de rotaciones agrícolas bajo riego, la maximización de la fijación biológica de N en soja, el desarrollo de bioinsumos de uso agrícola en base a microorganismos y, evaluación de impacto sobre calidad de

agua y estrategias de manejo. Por último, se participa en proyectos vinculados al desarrollo de alternativas tecnológicas para levantar las restricciones físicas, nutricionales e hídricas del cultivo de soja para aumentar su productividad en forma sostenida.

Los experimentos de rotaciones de largo plazo existentes en INIA son un gran activo institucional que sirven como plataformas de trabajo interdisciplinario, investigación y modelación para dar respuesta a muchas de estas demandas.

GANADERÍA INTENSIVA Y LECHERÍA

En la ganadería intensiva y la lechería, desplazadas y concentradas en suelos de menor aptitud de uso, son notorios los procesos de intensificación y especialización con alta adopción de tecnología y uso de insumos. En estos sistemas, se ha generalizado la alimentación con suplementos y concentrados en combinación con rotaciones forrajeras de alta intensidad, basadas en cultivos anuales y verdeos con pasturas de corta duración. Simultáneamente, se han incrementado los emprendimientos productivos en régimen de estabulación o semiestabulación. Esto ha permitido aumentar la productividad y los niveles de producción sectorial a pesar de la reducción de área por la menor capacidad de competencia por tierra de estos sectores relativos a la agricultura. Sin embargo, es notoria la preocupación sobre los efectos de estas actividades sobre la calidad del agua, los procesos erosivos y el manejo de efluentes, particularmente de las grandes concentraciones de animales confinados.

Entre los proyectos se encuentran el desarrollo de herramientas y modelos para el diseño de secuencias forrajeras de mayor estabilidad productiva, la evaluación



y mitigación de los impactos ambientales en rotaciones agrícola-forrajeras, el manejo de efluentes, la evaluación y gestión de la calidad de aguas en cuencas, la determinación de las huellas ecológicas (carbono y agua), las oportunidades de mitigación de gases de efecto invernadero, y el desarrollo del riego suplementario en las rotaciones forrajeras como estrategia de adaptación a la variabilidad climática.

GANADERÍA EXTENSIVA

Los sistemas ganaderos extensivos, dedicados preferentemente a la cría y recría vacuna y ovina, se han concentrado principalmente sobre suelos de baja aptitud de uso desarrollados sobre el basalto y en las sierras y colinas del este. En estos suelos, el uso, manejo, conservación y mejoramiento del campo natral, es estratégico para la sustentabilidad productiva y ambiental de los sistemas. El uso de pasturas mejoradas y mejoramientos de campo en áreas estratégicas de los establecimientos, así como la suplementación estratégica en periodos críticos está ampliamente difundido.

Por otro lado, parte del área perdida ante la forestación, es recuperada en sistemas silvopastoriles con ventajas y sinergias tanto para los árboles como los animales. Por otro lado, preocupan los efectos sobre el comercio que podrían tener la emisión de gases de efecto invernadero.

En este sistema las demandas de investigación están relacionadas al uso y manejo sostenible del campo natural, la recuperación del campo natural degradado, la determinación de la huella del carbono y mitigación de gases de efecto invernadero, las oportunidades de secuestro de C del campo natural, el diseño y manejo de sistemas silvopastoriles, y el uso estratégico del riego.



ARROZ-GANADERÍA

El sector arrocero ha sido pionero en estudios de impacto ambiental sobre los recursos naturales y el grano, además aplica buenas prácticas agrícolas recopiladas en un manual para diferenciarse en los mercados internacionales con un alimento con valor agregado. Aunque la rotación arroz-pasturas ha brindado históricamente ventajas productivas, económicas y ambientales a estos sistemas; la escasa brecha productiva, el incremento de los costos y los precios deprimidos del arroz han determinado un deterioro de la rentabilidad del cultivo en los últimos años. Por otro lado, en la fase forrajera se plantean problemas en cuanto a la errática productividad y persistencia de las pasturas en la rotación. Este escenario plantea la oportunidad de incorporar y adaptar otros cultivos como la soja a la rotación arrocera aprovechando sus buenos precios internacionales y sus sinergias con el arroz para bajar los costos. Sin embargo, existen interrogantes sobre la sustentabilidad económica y ambiental de alternativas de intensificación con otros cultivos.

Entre las principales demandas que se están atendiendo se incluyen la evaluación productiva y ambiental de diferentes alternativas de rotaciones, la validación agronómica y productiva del cultivo de soja en suelos arroceros, el desarrollo de sistemas de riego y manejo del agua eficientes, residualidad de agroquímicos en el ecosistema, determinación de la huella del C y oportunidades de mitigación de gases de efecto invernadero.

FORESTACIÓN

La forestación, consolidada por la instalación de grandes emprendimientos industriales de pulpa de celulosa y madera aserrada que aseguran la demanda constante de materia prima para abastecerlas, ha colonizado los suelos de aptitud forestal más productivos y/o mejor localizados desplazando otras actividades.

Las demandas forestales se canalizan en proyectos sobre incidencia de las características del sitio y manejo sobre la productividad forestal, utilización de la biomasa con fines energéticos, balance energético, el desarrollo de herramientas para la producción y sustentabilidad ambiental de cuencas forestales, el impacto ambiental de sistemas silvopastoriles, la determinación de la huella de C y oportunidades de secuestro de C, control de plagas con bioinsecticidas.

El desafío de INIA al final de la ejecución del plan estratégico es haber podido dar respuesta, información y productos tecnológicos concretos a la mayoría de las demandas de investigación planteadas sobre estos grandes temas durante el periodo. Para esto se trabaja en forma coordinada con los mandantes (gobierno y gremiales) así como con otras instituciones y organismos públicos y privados, nacionales e internacionales, utilizando todas las herramientas de financiación, recursos humanos e infraestructura disponible por el instituto.

LA CAPACITACIÓN COMO HERRAMIENTA ESTRATÉGICA

INIA tiene entre sus directrices estratégicas la de “incentivar el desarrollo integral de los colaboradores, para gestionar la estrategia de la organización y adaptarse a los cambios del entorno”. Para conseguirlo tiene como ejes el fomento de la capacitación individual y colectiva mediante la articulación con centros de excelencia a nivel internacional y la profundización de planes de capacitación y mejora continua, promoviendo el desarrollo de masas críticas en áreas prioritarias.

El instrumento para lograr estos objetivos es el plan de capacitación de largo plazo, el que permite administrar la planificación y actualizar a los profesionales universitarios. Para ello se ha creado un fondo especial para el período 2010-2015 con el fin de financiar las capacitaciones de posgrado y actualizaciones técnicas para estos profesionales. Se ha planteado como meta que para el 2014 todos los investigadores menores de 40 años hayan culminado o estén en proceso de culminar su capacitación de largo plazo.

En base a esta política institucional, los Licenciados Diego Torres y Federico Rivas comenzarán en breve sus estudios de Doctorado.

DIEGO TORRES

Actualmente Uruguay ocupa el quinto lugar mundial en superficie forestada con Eucalyptus y está previsto que la producción forestal se convierta en el principal rubro productivo de nuestro país. Sin embargo, la alta tasa de crecimiento de este sector no ha sido acompañada por la formación de profesionales en el área.

Para abordar esta demanda, que surge como resultado del crecimiento de la forestación, es imprescindible generar masas críticas profesionales capaces de encarar los desafíos emergentes.

En tal sentido, la apuesta del Programa Forestal de INIA se ha dirigido a generar equipos multidisciplinarios aumentando considerablemente su masa de recursos humanos desde el año 2007.

Siguiendo con estos lineamientos estratégicos, Diego Torres Dini, fue incorporado al Programa Forestal durante ese periodo, en rol de responsable del Laboratorio de Genética Forestal.

Desde entonces se impulsaron diversos proyectos cuyos resultados hoy se viabilizan como servicios a través de la creación del Centro de Bioservicios Forestales (CEBIOF), así como también varias publicaciones sobre genética forestal.



Como segunda fase de esta estrategia, INIA ha decidido potenciar las capacidades actuales mediante la realización de estudios de posgrado a nivel doctoral, focalizando los esfuerzos en centros de referencia internacionales con los cuales conservar sólidos lazos una vez terminada la etapa formativa.

El proyecto formativo del Lic. MSc. Diego Torres Dini procura abordar la genética forestal desde una óptica integrada, contemplando sus tres componentes principales: molecular, cuantitativa y poblacional.

El mismo se desarrollará en la Universidade Estadual de São Paulo (UNESP) en el tema mejoramiento genético asistido por marcadores moleculares, bajo la orientación de los profesores Mario Luiz Teixeira de Moraes en el área genética cuantitativa y del profesor Alexandre Magno Sebbenn en el área genética poblacional, quienes representan uno de los grupos

más sólidos de Brasil en mejora genética de *Eucalyptus*.

A su vez, la UNESP se caracteriza por trabajar estrechamente vinculada con empresas forestales del estado de Sao Paulo.

La posibilidad de interiorizarse en un modelo académico fuertemente ligado a la cadena productiva forestal constituye una excelente oportunidad formativa, no solo desde lo académico sino también en la gestión y transferencia de CyT hacia la producción.

FEDERICO RIVAS

Desde 2007 Federico Rivas, Licenciado en Bioquímica y Magíster en Microbiología por el PEDECIBA (UDE-LAR), desempeña actividades relacionadas con el desarrollo de agentes de control biológico en el marco del Programa de Producción y Sustentabilidad Ambiental de INIA.

Desde el año 2011 es responsable del Laboratorio de Bioproducción de INIA-Las Brujas, con foco en la selección y caracterización de microorganismos de potencial uso como biocontroladores.

Los trabajos actuales de investigación se centran en la producción y formulación de hongos entomopatógenos como bioinsecticidas para la protección de cultivos agrícolas contra insectos de follaje y suelo.

El establecimiento de acuerdos de colaboración entre INIA y AgResearch (Lincoln, Nueva Zelanda) le permitió su vinculación con el Dr. Trevor Jackson, reconocido investigador con más de 20 años en el desarrollo de agentes de control biológico.

A consecuencia de esta vinculación logró capacitarse en las instalaciones de AgResearch en este tema estratégico y establecer una línea de investigación conjunta entre INIA y AgResearch para la formulación del hongo *Lecanicillium attenuatum* en forma de gránulos dispersables en agua para su aplicación foliar.

Recientemente, Federico Rivas fue aceptado por la Universidad de Lincoln (Nueva Zelanda) para iniciar sus estudios de Doctorado bajo la supervisión del Dr. Travis Glare (Centro de investigación en Bioprotección-Universidad de Lincoln) y del Dr. Trevor Jackson (Biocontrol y Bioseguridad, AgResearch).



La línea de investigación propuesta para su doctorado es el desarrollo de una cobertura para semillas en base a hongos entomopatógenos que no sólo brinde protección a los cultivos contra insectos, sino además contra enfermedades producidas por otros hongos y bacterias.

El éxito de esta propuesta permitirá a INIA contar con una tecnología innovadora en el desarrollo de inoculantes de semillas, que reducirá el uso de agroquímicos posicionando estratégicamente a nuestros productos agrícolas desde el punto de vista comercial, de la salud y ambiental.