



INFORME ESPECIAL

Agroalimentos en INIA: beneficios para toda la sociedad



INIA por dentro

Producción Animal

Sustentabilidad

Socio-economía

Biotecnología

Informe especial

Hortifruticultura

Forestal

Proyectos FPTA

Actividades



Sumario



Diseño: Creativa.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

JUNTA DIRECTIVA

Ing. Agr. José Bonica

MGAP - Presidente

Ing. Agr. Walter Baethgen

MGAP - Vicepresidente

Ing. Agr. Rafael Secco

Ing. Agr. Martín Gortari

Federación Rural del Uruguay

Asociación Rural del Uruguay

Ing. Agr. Alberto Bozzo

Ing. Agr. Alejandro Henry

Cooperativas Agrarias Federadas

Comisión Nacional de Fomento Rural

Federación Uruguaya de Centros Regionales de Experimentación Agrícola

Comité editorial:

Junta Directiva - Dirección Nacional

Unidad de Comunicación

y Transferencia de Tecnología

Directores responsables:

Ing. Agr. MBA Diego Sotelo

Ing. Agr. Joaquín Lapetina

Realización Gráfica y Editorial:

Aguila Comunicación y Marketing

Tel.: 2908 8482, Montevideo.

Edición: Junio 2022 / N° 69

Depósito legal: 371.006

Prohibida la reproducción total o parcial de artículos y/o materiales gráficos originales sin mencionar su procedencia. Los artículos firmados son responsabilidad de sus autores.

La Revista INIA es una publicación de distribución gratuita del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria.

Oficinas Centrales: Edificio Los Guayabos

Parque Tecnológico del LATU

Avda. Italia 6201

Montevideo - Uruguay

E-mail: revistainia@inia.org.uy

Internet: <http://www.inia.uy>

Revista trimestral.

Revista N° 69 / Junio 2022

INIA POR DENTRO

- 3 • Plan Estratégico Institucional
- 7 • Visita Fundación Bill Gates
- 9 • Presentación nuevo director de INIA Tacuarembó

PRODUCCIÓN ANIMAL

- 11 • Estrategia de suplementación de novillos
- 16 • Cosecha de pasto y eficiencia aparente de conversión en bovinos de carne
- 20 • Estudio sobre las pérdidas reproductivas en los rodeos de cría del norte y este del Uruguay
- 25 • Paspalum INIA Sepé: opción forrajera para la recría ovina
- 29 • Vinculando la eficiencia en conversión del alimento con características productivas y mitigación de metano

SUSTENTABILIDAD

- 33 • Leguminosas forrajeras con taninos
- 38 • Regando la ganadería del norte

SOCIO ECONOMÍA

- 42 • Momento ideal para inversiones con fondos propios

BIOTECNOLOGÍA

- 47 • Métodos de diagnóstico genético-molecular para identificar enfermedades monogénicas en bovinos Holando

INFORME ESPECIAL

- 51 • Agroalimentos en INIA

HORTIFRUTICULTURA

- 72 • Evolución varietal en boniato
- 78 • ¿Cuándo y cuánto regar?
- 82 • Producción de papa a partir de semilla verdadera
- 87 • Aplicación del Índice de Integridad Ecosistémica
- 92 • Alternativas tecnológicas para la producción de cítricos sin semilla

FORESTAL

- 97 • Teledetección para el manejo forestal
- 101 • Herramienta REGLO

FPTA

- 106 • FPTA 353: producción integrada en viticultura
- 109 • FPTA 360: sostenibilidad del ovino

ACTIVIDADES

- 113 • Cultivos de invierno
- 114 • Proyecto SMARTER
- 115 • Jornada de Genética Lechera
- 116 • Visitas a Unidades Experimentales de INIA Tacuarembó
- 118 • EfiCARNE



PLAN ESTRATÉGICO INSTITUCIONAL 2021-2025: hacia un INIA más cercano al productor y a las demandas del sector

Ing. Agr. PhD. Nicolás Gutiérrez¹
 Cr. Bruno Ferraro²
 Ing. Agr. MSc. Enrique Fernández³
 Lic. Biol. Sebastián Oviedo¹

¹Grupo de Inteligencia Estratégica (GIE, PSE)

²Dirección de Planificación, Seguimiento y Evaluación (PSE)

³Unidad de Economía Aplicada

Desde hace muchos años la planificación estratégica se ha incorporado a la cultura de INIA como un proceso permanente y fundamental para afrontar las incertidumbres y adaptarse a los constantes cambios en el contexto global y nacional. Mediante un proceso continuo de consulta y reflexión, la planificación define la orientación general de la organización y las metas a alcanzar. Asimismo, contempla el diseño e implementación de planes de acción, la construcción de una agenda de investigación y desarrollo tecnológico relevante, y la mejora de los procesos de gestión. Más allá de la revisión continua, este proceso requiere de un análisis en mayor profundidad cada cierto tiempo.

El proceso de formulación del nuevo Plan Estratégico Institucional (PEI) contó con la participación y aportes de todos los investigadores del Instituto. El éxito de INIA en el cumplimiento de sus cometidos reside y depende fundamentalmente del trabajo y desempeño de sus funcionarios. En el período 2021-2025, INIA se propone mejorar ampliamente sus procesos de gestión del capital humano, con el objetivo de incrementar la motivación, compromiso y creatividad de sus colaboradores, fortalecer el trabajo en equipo y mejorar significativamente el clima institucional.

Asimismo, con el objetivo de actualizar el relevamiento de las demandas y necesidades del sector productivo, se consultó a un vasto número de productores, asesores técnicos y representantes de organizaciones vinculadas al sector primario y las agroindustrias, tanto del ámbito privado como público. La participación y consulta a referentes del sector productivo fue un insumo central para la correcta identificación de los problemas y oportunidades que impactan en el sector. La consulta involucró también a instituciones académicas y de promoción de la I+D+i, nacionales e internacionales, socias estratégicas de nuestro Instituto. Asimismo, los referentes externos valoraron la importancia relativa de cada problema identificado de manera de aportar su visión sobre qué desafíos deberían ser priorizados y abordados por la agenda de investigación y desarrollo tecnológico de INIA entre 2021 y 2025.

Las señales desde el relevamiento de la demanda y los cambios en el contexto nos marcan el camino para los próximos años: INIA deberá profundizar fuertemente la orientación de sus esfuerzos a la generación de soluciones concretas y efectivas a problemas que afectan el desempeño del sector agropecuario, tanto en su dimensión económica-productiva, ambiental como social. Generar mejores soluciones implica fortalecer especialmente las capacidades de INIA para el diseño, desarrollo y validación de tecnologías accesibles para el productor. Asimismo, la institución está llamada a fortalecer su contribución al diseño de políticas públicas, a la inserción de los productos agropecuarios en mercados de exportación crecientemente exigentes, y a la generación de nuevas oportunidades que contribuyan a la sostenibilidad del sector agropecuario nacional.

En este marco, la Junta Directiva de INIA ha reformulado los principios orientadores y los lineamientos estratégicos que guiarán el accionar de la institución en los próximos años. Estos principios articulan la visión, los desafíos y las oportunidades que enfrentan los agentes productivos de nuestro sector, las demandas de la sociedad y las expectativas del país con relación al sector agropecuario. Todos estos aspectos fueron considerados en el seno de la Junta Directiva a través de los representantes de las gremiales de productores y de los delegados del Poder Ejecutivo.



Foto: Mónica Trujillo

Figura 1 - Presentación de avances en la formulación del PEI en el marco del CAR INIA Las Brujas (noviembre de 2021).

La Figura 2 sintetiza los Principios Orientadores, Lineamientos y Abordaje definidos. Los principios orientadores establecen los fines últimos de la organización, por qué existe y para qué trabaja INIA. Los Lineamientos Estratégicos reflejan qué genera INIA para contribuir al desempeño del sector agropecuario. Finalmente, el Abordaje identifica cómo se organiza INIA para cumplir su misión y lineamientos.

agenda de investigación en base a una definición clara de objetivos, metas y productos a obtener es un instrumento fundamental para fortalecer este abordaje y la generación de soluciones para los sistemas de producción.

Para contribuir a estos desafíos, INIA continuará desarrollando investigación científica de alta calidad, fundamentalmente orientada a la obtención de



Figura 2 - Lineamientos estratégicos.

La estrategia institucional resumida en la figura se alinea estrechamente al propósito definido para INIA en su ley de creación; este es "...generar y adaptar tecnologías adecuadas a las necesidades del país y a las condiciones socioeconómicas de la producción agropecuaria", así como "...articular una efectiva transferencia de la tecnología generada con las organizaciones de asistencia técnica y extensión que funcionan a niveles público o privado". Como orientación general, la actuación de INIA busca contribuir al bienestar del productor y su familia, así como al cuidado y respeto por el ambiente y los recursos naturales, a través de una mejora en el desempeño y la sostenibilidad de los sistemas de producción agropecuarios.

productos tecnológicos y soluciones para los sistemas de producción. La creciente complejidad de los procesos de investigación e innovación demandan abordajes interinstitucionales e interdisciplinarios de los objetivos de INIA. Consecuentemente, este Plan prevé un estrecho alineamiento de la estrategia de investigación y desarrollo tecnológico, con la estrategia y gestión del relacionamiento y vinculación institucional a llevar adelante por el Instituto con otras organizaciones de ciencia y tecnología tanto nacionales como internacionales. Asimismo, se dará especial énfasis al relacionamiento con el sector privado para promover la innovación y el desarrollo del tejido empresarial vinculado al suministro de soluciones tecnológicas para el agro.

IMPLEMENTACIÓN

El Instituto continuará fortaleciendo el abordaje de los problemas a resolver, bajo una mirada integral sobre los sistemas de producción, la complementariedad entre los diferentes rubros y su relación con los problemas a solucionar y las oportunidades para desarrollar su competitividad. El análisis de lo realizado en los últimos años nos señala áreas de mejora en este abordaje que se han priorizado resolver rápidamente. La gestión de la

El Instituto continuará desarrollando investigación científica de alta calidad, fundamentalmente orientada a la obtención de productos tecnológicos y soluciones para los sistemas de producción.

AGENDA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

Para internalizar los principios orientadores y lineamientos definidos a las actividades de INIA, y con el propósito de establecer los énfasis que deberá tener la implementación de la agenda de investigación, se definieron seis grandes temas que representan el primer nivel de estructura de la agenda (Figura 3).



Figura 3 - Grandes temas de investigación.

La priorización de la agenda de investigación y desarrollo tecnológico, generada en conjunto con los beneficiarios, brindó insumos muy valiosos para identificar las problemáticas más relevantes para el sector. Estas problemáticas se clasifican en función de cada Gran Tema de forma de medir la actuación y aplicación de recursos de INIA en estas seis temáticas priorizadas y de gran relevancia para el presente y futuro del negocio agropecuario nacional.

Para todos los sistemas de producción, la sostenibilidad y valoración ambiental fueron altamente priorizadas. Esto incluye, el desarrollo de indicadores para la certificación ambiental de los sistemas de producción, la cuantificación y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, el desarrollo de tecnologías que minimicen o reviertan la degradación de recursos naturales y la reducción del uso de agroquímicos y específicos veterinarios, entre otros. La importancia de la evaluación ambiental de los sistemas de producción, de sus productos y los procesos involucrados, se ha extendido más allá de su relación directa con el mantenimiento de la capacidad productiva y la reducción de los impactos ambientales. Esta se ha convertido en un factor relevante tanto para los consumidores a nivel global como para la sociedad en general, lo que se traduce como estímulos o barreras para el acceso a los mercados. El desarrollo y monitoreo de indicadores de desempeño ambiental y la determinación del grado de vulnerabilidad de los ecosistemas productivos ante

diferentes alternativas e intensidades de manejo es, sin duda, una prioridad para nuestro país agroexportador. La escala de información deberá contribuir, a la modelación de trayectorias ambientales a nivel de predio o región, así como su agregación para proveer información de soporte al diseño de políticas y generación de bienes públicos. Particular atención ameritan aquellos predios basados en una lógica de producción y escala de tipo familiar dentro de cada

uno de los sistemas de producción analizados. Sus condiciones socioeconómicas, de competitividad y de vulnerabilidad particulares deben ser contempladas, de manera de explorar soluciones adecuadas a sus problemáticas tecnológicas y facilitar la incorporación de innovaciones pertinentes que permitan su viabilidad económica y el bienestar de las familias.

Del mismo modo, contribuir a la digitalización de los sistemas de producción y al desarrollo de AgrotIC fue altamente priorizado (acceso a información y bases de datos generadas por INIA, modelos y sistemas de información para la toma de decisiones, automatismos y gestión remota de la producción). La innovación exige la participación del sector privado y la transformación de los conocimientos, datos e información generados en propuestas de valor. En este sentido, entendemos relevante establecer el desafío institucional de hacer disponible

La priorización de la agenda de investigación y desarrollo tecnológico, generada en conjunto con los beneficiarios, brindó insumos muy valiosos para identificar las problemáticas más relevantes para el sector.

la información y los datos que puedan contribuir a lograr sinergias con otros sectores de la economía y fomentar el uso de TIC y la generación de innovaciones tecnológicas de valor para el sector (automatización, agricultura digital, gestión remota, robotización, etc.), así como para el diseño y generación de bienes públicos.

Por supuesto, soluciones para el incremento de la productividad y para asegurar la sostenibilidad económica del negocio agropecuario también fueron altamente priorizadas. Esta búsqueda por la mejora en la competitividad de nuestros sistemas debe seguir apostando en buena medida al logro de rendimientos mayores y más estables, minimizando el impacto ambiental y utilizando más eficientemente los recursos naturales e insumos. Esto implica marcar un énfasis especial en aspectos que pueden destacar el valor agregado ambiental de nuestros sistemas de producción. En este esfuerzo debe también contemplarse el desafío de lograr sistemas de producción más resilientes frente al cambio climático y su consecuente aumento en la frecuencia e intensidad de eventos extremos. Por otra parte, INIA precisa anticiparse a la demanda de los diferentes sectores, generando tecnologías para escenarios cada vez más restrictivos en el uso de agroquímicos. Esto es, contribuir con nuevas soluciones tecnológicas que permitan mantener y mejorar la competitividad del sector agropecuario.

En todos los casos, queda clara la necesidad de que INIA realice un mayor esfuerzo para identificar oportunidades para los sistemas de producción actuales y para los escenarios de futuro, mediante el uso de todas las herramientas que el Instituto posee. Esto implica mejorar la cultura de anticipación con nuestros socios en los diferentes sistemas de producción. Asimismo, involucra mejorar las sinergias con otros actores científicos del país para atender a las nuevas problemáticas.

La generación de alimentos, fibras y productos de alta calidad, nutritivos, inocuos, libres de productos químicos, redundando en un beneficio para la salud integral de los consumidores y los ecosistemas, es un requerimiento que no admite mayor discusión. Desde INIA impulsaremos la creación de ciencia y de desarrollos tecnológicos, utilizando prácticas y productos respetuosos con el ambiente y la biodiversidad, que contribuyan al bienestar y la salud animal y vegetal, aportando asimismo al bienestar humano, bajo el paradigma de “una salud”, valorizando nuestros productos y reforzando positivamente la imagen de nuestro país.

Adicionalmente, es clave que el conocimiento y las tecnologías generadas por INIA lleguen a los diferentes tomadores de decisiones como conocimiento accionable, en un lenguaje claro y sencillo. Esto implica mejorar significativamente la integración del

conocimiento generado en productos tecnológicos de fácil acceso y utilización por el productor, así como la comunicación de los logros del Instituto y su relacionamiento con los diferentes actores de la sociedad. Para mejorar los resultados en este aspecto en el marco del PEI, se definió una estrategia que implica el desarrollo de instrumentos novedosos para focalizar recursos en las etapas de diseño de los productos tecnológicos y su puesta a disposición para actores del sector agropecuario y demás beneficiarios de la actividad de INIA.

Al momento de publicar este artículo, la propuesta estratégica aquí presentada ya se encuentra en plena implementación, con las primeras convocatorias a proyectos de investigación en desarrollo para las áreas temáticas priorizadas. Esta es nuestra puesta a punto para el período 2021-2025 con la mirada puesta en un horizonte más lejano. Estos son los lineamientos de nuestra propuesta de valor para contribuir al desarrollo de nuestro país y el bienestar de su gente.

Para cerrar esta nota, resumimos la aspiración de INIA para los próximos años en el recuadro que presentamos a continuación. Se trata de procesos colectivos y multiinstitucionales por lo que esperamos encontrarnos con todos ustedes en este camino de construcción conjunta.

En el INIA que deseamos...

Estamos cerca del productor y respondemos a las demandas del sector y la sociedad.

Generamos tecnologías accesibles para los beneficiarios.

Mejoramos el desempeño y la sostenibilidad de los sistemas de producción comerciales.

Generamos conocimiento científico de calidad e información acreditada, que da respuesta a las exigencias de los mercados y de las políticas nacionales.

Ponemos a disposición información para promover la innovación en el tejido empresarial e institucional en su conjunto.

Trabajamos en red con actores de los ámbitos: científico-tecnológico, empresarial y público; nacional e internacional.



Foto: Imagen Corporativa & Comunicación Institucional

“URUGUAY MOSTRÓ A LA FUNDACIÓN BILL Y MELINDA GATES QUE LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL PUEDE IR DE LA MANO CON EL DESARROLLO ECONÓMICO Y PRODUCTIVO”

Así lo indicó el presidente del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), José Bonica, quien acompañó a los expertos en ganadería y ambiente en su visita al país.

Imagen Corporativa & Comunicación Institucional

Tras aceptar la invitación del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), en el mes de abril, expertos de la Fundación Bill y Melinda Gates visitaron Uruguay para conocer el modelo de agroproducción local, sus diferenciales y las acciones que se están desarrollando para que cada día sea más sustentable. Durante tres días, la comitiva tuvo oportunidad de recorrer diferentes sitios del país donde científicos y productores están trabajando en el tema así como de reunirse con jerarcas oficiales.

El grupo visitante estuvo conformado por Brantley Browning, oficial superior de programas de la fundación; Ruben Echeverria, asesor superior de Desarrollo Agrícola; Alfred de Vries, oficial superior de programas de Producción Animal, y Samuel Thevasagayam, subdirector de Desarrollo Global.

En la primera jornada estuvieron acompañados por el ministro de Ganadería, Agricultura y Pesca, Fernando Mattos; el presidente de INIA, José Bonica;

el vicepresidente, Walter Baethen, y el coordinador de técnicos sectoriales del Instituto, Gonzalo Becoña, quien en 2021 fue designado por el MGAP para asistir a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en representación de Uruguay por su especialización en la materia.

El itinerario comenzó en la Central de Pruebas de la Sociedad de Criadores de Hereford en Kiyú, donde la investigadora de INIA Ely Navajas fue la encargada de presentar la investigación que se desarrolla allí para identificar, caracterizar y seleccionar los toros más eficientes y los que emiten menos metano.

Luego se dirigieron a la estación experimental de INIA La Estanzuela donde el director nacional del Instituto, Jorge Sawchik, los invitó a recorrer el experimento de rotaciones agrícola-ganaderas instalado en 1963 para analizar a largo plazo las consecuencias que tienen las distintas prácticas agrícolas en el suelo, el medioambiente y la economía.



Intercambio durante la visita a la Dirección Nacional de INIA

“El cometido de la visita fue que pudieran ver, desde diferentes perspectivas, que Uruguay trabaja en los temas ambientales desde hace tiempo. No es algo que ocurra ahora, en INIA se investiga hace más de 60 años y el ejemplo es el ensayo de rotaciones de La Estanzuela que es el más antiguo de Latinoamérica”, destacó Bonica.

Por ser una producción a cielo abierto y a pasto la que distingue a Uruguay en el mundo, la alimentación, la productividad, y la sostenibilidad van de la mano y es por eso que el recorrido continuó en el tambo de La Estanzuela, con el director del Programa de Lechería de INIA, Santiago Fariña. El foco sanitario de la agroproducción lo sumó Alejo Menchaca, coordinador de la Plataforma de Salud Animal del Instituto, que también visitaron.

La segunda jornada estuvo marcada por la visita al establecimiento de la familia Leaniz Olegui en Florida. Allí conocieron un predio liderado por productores profesionales y colaboradores altamente capacitados, donde la producción de invernada se inicia en un ciclo agrícola para viabilizar la inclusión de pasturas mejoradas, que conviven con el campo natural.

“Esta Fundación tiene un trabajo muy importante en países con condiciones diferentes a Uruguay, pero

“Está claro que vamos a seguir trabajando en conjunto, eso quedó pactado y comprometido. Si bien la fundación no actúa en nuestro país, puede brindarnos asistencia en determinados temas, así como la experiencia de Uruguay puede serle útil para aplicar en otros sitios. Es una situación ganar-ganar”, destacó Bonica.

“El cometido de la visita fue que vieran, desde diferentes perspectivas, que Uruguay trabaja en los temas ambientales desde hace tiempo. No es algo que ocurra ahora, en INIA se investiga hace más de 60 años y el ejemplo es el ensayo de rotaciones de La Estanzuela que es el más antiguo de Latinoamérica”, dijo Bonica.

nuestra experiencia puede ser muy útil para que la aprovechen total o parcialmente”, señaló.

Finalmente, la tercera jornada tuvo lugar en el parque tecnológico del LATU donde INIA tiene su Dirección Nacional. Además de las máximas autoridades del Instituto, asistieron al encuentro tres comitivas, una del MGAP liderada por el ministro Mattos y el subsecretario Juan Ignacio Buffa, otra del Ministerio de Ambiente, y otra del Instituto Nacional de Carnes, liderada por su presidente, Conrado Ferber. Allí se hizo un balance total del recorrido y se propuso realizar acciones conjuntas a futuro.

“Está claro que vamos a seguir trabajando en conjunto, eso quedó pactado y comprometido. Si bien la fundación no actúa en nuestro país, puede brindarnos asistencia en determinados temas, así como la experiencia de Uruguay puede serle útil para aplicar en otros sitios. Es una situación ganar-ganar”, destacó Bonica.

Asimismo, el presidente de INIA valoró que “se pudo mostrar cómo interactúa la institucionalidad para abordar temas de tanta relevancia para el país y de qué manera la investigación trabaja en estrecho vínculo con los productores”. “Uruguay mostró que la sostenibilidad ambiental, puede ir de la mano con el desarrollo económico y productivo, ese fue el mensaje central”, concluyó.



Visita de la delegación a INIA La Estanzuela.



EL ING. AGR. JUAN PEDRO POSSE ASUMIÓ COMO NUEVO DIRECTOR DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE INIA TACUAREMBÓ

Imagen Corporativa & Comunicación Institucional

Tras 30 años de trabajo en el sector forestal, el Ing. Agr. Juan Pedro Posse asumió el pasado 18 de abril como nuevo director de la estación experimental del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) en Tacuarembó. Con una impronta transversal en el uso de los recursos y las capacidades, el jerarca adelantó que le interesa profundizar las líneas de trabajo relacionadas a la sostenibilidad, la integración productiva y los protocolos de medición de indicadores en los diferentes sistemas.

¿NACISTE EN MONTEVIDEO O EN EL INTERIOR?

Nací en Montevideo, pero me siento totalmente arachán y melense.

¿CÓMO FUE TU FORMACIÓN ACADÉMICA?

Soy Ingeniero Agrónomo recibido en 1992 de la Universidad de la República (Udelar). En 1987 se aprobó la Ley Forestal y como estudiante elegí esa orientación en 1990, por lo tanto, puedo decir que fui creciendo con la normativa y con el sector. Además, mi tesis de grado fue un diagnóstico nacional de los sistemas agroforestales.

En 2013 finalicé mi maestría en Ciencias Agrarias en la Udelar y en 2014 me fui a Estados Unidos a hacer el doctorado en la Universidad de Carolina del Norte, en ambos casos especializándome en mejoramiento genético forestal.

¿QUÉ HITOS DESTACARÍAS DE TU CAMINO PROFESIONAL?

Hace 30 años que trabajo en el sector forestal. Como estudiante fui asistente técnico junior del Proyecto Regional de Alternativas para la Inversión Forestal, que fue la primera iniciativa que trajo consultores del extranjero a Uruguay.

Posteriormente ingresé a Eufores, una empresa de capital español en Fray Bentos, y fui el encargado de construir su vivero. Luego me enviaron seis meses a hacer el entrenamiento a España y pasado ese período me seleccionaron para construir una extensión del invernadero de la compañía en Huelva.

“La sostenibilidad y el cuidado del ambiente en la producción agropecuaria es un tema que está en la agenda pública y un reto que se impone para la investigación. En ese sentido, creo relevante y necesario que INIA contribuya con tecnologías y conocimiento que sirvan para posicionarnos como país competitivo y diferenciado”.

En 1997 regresé al país para trabajar en el vivero de Colonvade en el departamento de Rivera y pasado el tiempo, cuando Weyerhaeuser comenzó su proyecto clonal en Tacuarembó, tuve oportunidad de diseñar y supervisar la construcción de su vivero. Esa iniciativa pasó a ser Weyerhaeuser Uruguay y luego a ser Lumin, que es el nombre que lleva hoy, y también tuve oportunidad de trabajar con ellos.

¿HABÍAS TRABAJADO CON INIA ANTERIORMENTE?

Un ejemplo claro de los años que hace que trabajo con INIA se encuentra en la sede que hoy me toca dirigir donde todavía están los clones de eucalyptus que planté en 1992 con Eufores. Además, en 1993 me vinculé a los grupos de trabajo del Instituto porque el rubro recién se iniciaba en Uruguay y había poca investigación forestal en las empresas. Luego en 1999 me sumé al Consejo Asesor Regional (CAR) de Tacuarembó y de 2010 a 2013 tuve el honor de ser su presidente.

¿CUÁLES SON TUS OBJETIVOS COMO NUEVO DIRECTOR DE INIA TACUAREMBÓ?

A nivel general quiero destacar que el director anterior, Gustavo Brito, me deja la vara muy alta tras una buena gestión con gran apoyo de la gente. En mi caso, mi primer objetivo, que lo estoy concretando actualmente, es escuchar al personal de la regional. También quiero visitar todas las estaciones experimentales y dialogar con referentes de las gremiales, productores e instituciones vinculadas a INIA.

Por el contexto en que me toca asumir la dirección, reconozco que la sostenibilidad y el cuidado del ambiente en la producción agropecuaria es un tema que está en la agenda pública y un reto que se impone para la investigación. En ese sentido, creo relevante y necesario que INIA contribuya con tecnologías y conocimiento que sirvan para posicionarnos como país competitivo y diferenciado.

Otra impronta que quiero darle a mi gestión es de transversalidad en el uso de recursos y saberes. Me parece fundamental que las regionales y los programas trabajen en conjunto, porque tenemos recursos humanos capacitados e infraestructura de nivel en todas las estaciones que deben potenciarse mutuamente para brindar soluciones.

En esta misma línea, también me interesa fortalecer la sinergia con los distintos actores que estamos en el Campus de Aprendizaje, Innovación e Investigación de Tacuarembó. Compartimos espacio físico con el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca y su División de Laboratorios Veterinarios, el Instituto Plan Agropecuario, la Udelar y el Secretariado Uruguayo de la Lana y tenemos que lograr pasar de ser solamente vecinos a tener proyectos conjuntos donde todos podamos aportar.

“La integración productiva puede ser muy beneficiosa para los sistemas y creo que INIA podría profundizar su trabajo en la materia para asesorar con conocimiento y tecnologías a los productores”.

¿HAY ALGÚN TEMA AL QUE TE GUSTARÍA DARLE MAYOR RELEVANCIA?

La integración productiva puede ser muy beneficiosa para los sistemas y creo que INIA podría profundizar su trabajo en la materia para asesorar con conocimiento y tecnologías a los productores. Hoy está pasando que el sector ganadero empieza a ver la inclusión de montes forestales en sus sistemas como una posibilidad interesante ya que los árboles son aliados ambientales y para el bienestar de sus animales. Lo mismo ocurre con la integración de la apicultura en los montes de eucalyptus. Esto ya está ocurriendo, hay un interés de parte del sector y desde el Instituto se está trabajando en esa línea, pero considero que podría profundizarse aun más.

Otro aspecto que es clave es realizar mediciones de indicadores ambientales para agregar valor a los sistemas productivos. Actualmente se hace y es posible, pero es caro. Por eso considero que INIA debe profundizar sus aportes en ese sentido para obtener buenos protocolos de medición que sean accesibles para los productores y fáciles de aplicar.



Foto: INIA



Foto: Maria Eugénia A. Canozzi

NIVELES CRECIENTES DE SUPLEMENTACIÓN CON GRANO SECO DE MAÍZ DURANTE EL ENGORDE DE NOVILLOS EN PASTURA DE RAIGRÁS

¿Cuáles son los efectos en el consumo de forraje, la eficiencia de conversión y el peso de la canal?

DMV. PhD Maria Eugénia A. Canozzi¹, DMV. PhD Georgget Banchero¹, Ing. Agr. MSc Enrique Fernández², Ing. Agr. PhD Alejandro La Manna¹, Téc. Agrop. Eduardo Pérez¹, Ing. Agr. MSc Juan Clariget¹

¹Programa de Investigación en Producción de Carne y Lana

²Unidad de Economía Aplicada

Atendiendo a la necesidad de buscar estrategias de intensificación para los sistemas ganaderos intensivos del suroeste y centro sur del país, este artículo pone el foco en la evaluación del efecto de diferentes niveles de suplementación con maíz sobre el consumo de forraje, el desempeño animal y el peso de la canal en novillos engordados sobre una pastura de Raigrás anual.

En Uruguay, la producción de carne bovina se basa en pasturas naturales o mejoradas, las cuales sufren una notoria disminución en cantidad y/o calidad del forraje durante el invierno. A su vez, los sistemas ganaderos intensivos de recría y engorde del suroeste y centro sur del país enfrentan la competitividad de la agricultura, por lo que la adopción de tecnologías es aun más necesaria. En otras oportunidades (Rev. INIA 63, p. 34-38; Rev. INIA 64, p. 55-60), hemos caracterizado los sistemas de la región, las prácticas tecnológicas y

las medidas de manejo para intensificar la producción, donde se puede destacar: el uso del Raigrás como uno de los principales cultivos de invierno para pastoreo, el pastoreo rotativo como la forma más común de manejo de la pastura y la suplementación energética con grano seco de maíz como la más utilizada durante el engorde de vacunos en pastoreo.

Sin embargo, hay que considerar que la eficiencia del desempeño animal es dependiente de un monitoreo

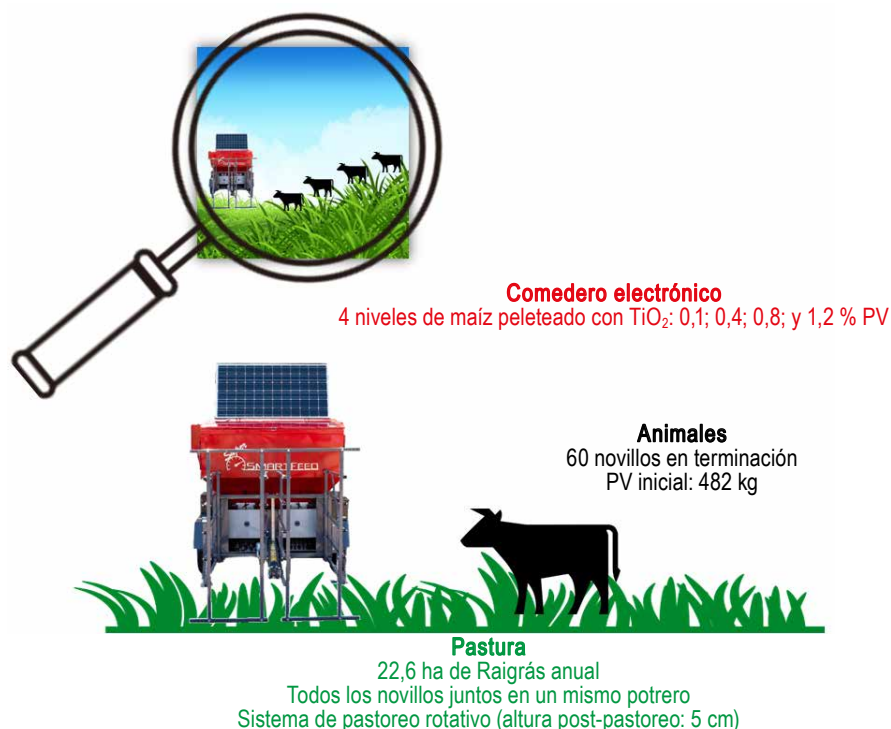


Figura 1 - Ilustración esquemática del experimento con sus ejes principales - animal, suplemento y pastura.

preciso, diario y simultáneo del consumo de forraje y suplemento para evitar la sustitución de suplemento por forraje. Teniendo en cuenta estos antecedentes, y las características de la ganadería de nuestra región, nos planteamos evaluar el efecto de diferentes niveles de suplementación con maíz sobre el consumo de forraje, el desempeño animal y el peso de la canal en novillos engordados sobre una pastura de Raigrás anual (Figura 1).

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Todos los métodos y condiciones empleadas concernientes al uso de animales para experimentación fueron aprobados por la Comisión de Ética en el Uso de Animales de Experimentación de INIA (protocolo 2015.52). El experimento tuvo una duración de 99 días (julio-octubre 2020) y fue realizado en la Unidad del Lago de INIA La Estanzuela.

MANEJO DE LA PASTURA

Sesenta novillos pastorearon juntos 22,6 ha de Raigrás anual (*Lolium multiflorum* Lam.; tipo Westerwoldicum; PC: 16 %, FDN: 43 %). El sistema de pastoreo utilizado fue el rotativo, con dos o tres días de ocupación, hasta alcanzar una altura aproximada del remanente de 5 cm. El tamaño de las franjas de pastoreo se ajustó en base a la altura del rechazo. A su vez, semanalmente, fueron estimadas la masa de forraje del disponible y del rechazo; la altura del forraje pre y post-pastoreo, con el uso de una regla (*sward stick*); y la fenología, contando el número de hojas en cada macollo. La utilización de



Foto: María Eugenia A. Canozzi

Figura 2 - Determinación de la altura del Raigrás en el rechazo.

forraje se estimó como la proporción del forraje inicial y desaparecido durante el pastoreo.

MANEJO DE LA SUPLEMENTACIÓN

Para suplementar y cuantificar el consumo individual, fue utilizado un sistema automatizado –comedero Super SmartFeed (SSF; C-Lock Inc., Rapid City, SD)– que funciona con base en la identificación de la caravana de trazabilidad. A cada novillo le fue asignada una cantidad predeterminada de suplemento para consumir a lo largo del día, contando un nuevo día a partir de las 00:00 horas.

Los datos de consumo de suplemento y el número de visitas por día fueron registrados en el SSF. Todos los novillos fueron suplementados con maíz peleteado junto con un marcador externo (dióxido de titanio, TiO_2) utilizado para estimar la producción fecal. La digestibilidad de la dieta fue estimada por la concentración de un marcador interno (cenizas insolubles en ácido, CIA) en las heces, en el maíz y en el Raigrás.



Figura 3 - Novillos Aberdeen Angus durante engorde en Raigrás con niveles crecientes de suplementación energética.

En base a estos dos parámetros (producción fecal y digestibilidad), se estimó el consumo total de alimento. El consumo de forraje fue estimado como la diferencia entre el consumo total y el consumo del suplemento.

MANEJO DE LOS ANIMALES

Antes del período de acostumbramiento, sesenta novillos Aberdeen Angus fueron bloqueados por consumo de suplemento y PV inicial (464 ± 30 kg) y sorteados en cuatro grupos de 15 novillos cada uno: control (CON; 0,1 % PV de maíz peleteado) y suplementado con maíz peleteado a nivel bajo (BS; 0,4 % PV), moderado (MS; 0,8 % PV) o alto (AS; 1,2 % PV). El ganado tenía acceso a agua *ad libitum*.

Durante el ensayo, los bovinos fueron pesados llenos, cada 14 días, y al mismo tiempo se recolectaron muestras fecales directamente del recto de cada novillo. La ganancia media diaria (GMD) individual se estimó como la pendiente de la regresión lineal de PV a lo largo del tiempo. La eficiencia de conversión total de la dieta (EC) se calculó como la relación entre el consumo de materia seca y la GMD.

El día anterior a la faena, todos los animales fueron transportados a un frigorífico, ubicado a 15 km de INIA La Estanzuela. En el frigorífico se obtuvo la conformación, el grado de terminación y el peso de la canal caliente *post-dressing* (PCC).

El diseño experimental fue de bloques completos al azar con 15 bloques y cuatro tratamientos. El consumo individual de suplemento, en un solo potrero compartido, permite que cada novillo sea considerado como una unidad experimental.

¿QUÉ HEMOS ENCONTRADO?

La media, en el pre y post-pastoreo, respectivamente, de la masa de forraje fue de 5.505 (15,8 % de PC) y 1.092 kg MS/ha (11,3 % de PC); y de la altura, 39 y 8 cm. La asignación de forraje promedio fue de 3,6 kg/100 kg de PV por día. La utilización de forraje fue del 77 %.

En las Figuras 4 y 5 se muestran los principales resultados del desempeño de los novillos. El consumo de maíz (kg MS/d), con sus respectivos coeficientes de variación, para los novillos de los grupos CON, BS, MS y AS fueron de 0,5 (4 %), 1,8 (3 %), 3,6 (9 %) y 4,3 (32 %), respectivamente. La suplementación al 0,4 % PV maximizó el consumo de forraje ($P \leq 0,01$). El consumo total de la dieta fue menor ($P \leq 0,01$) para los novillos CON.

Se observó una respuesta cuadrática para el consumo de forraje ($P=0,02$) y total ($P=0,005$) de la dieta al aumentar las tasas de suplemento. Es importante resaltar que los altos niveles de suplementación pueden haber ocasionado un consumo irregular del suplemento y una posible

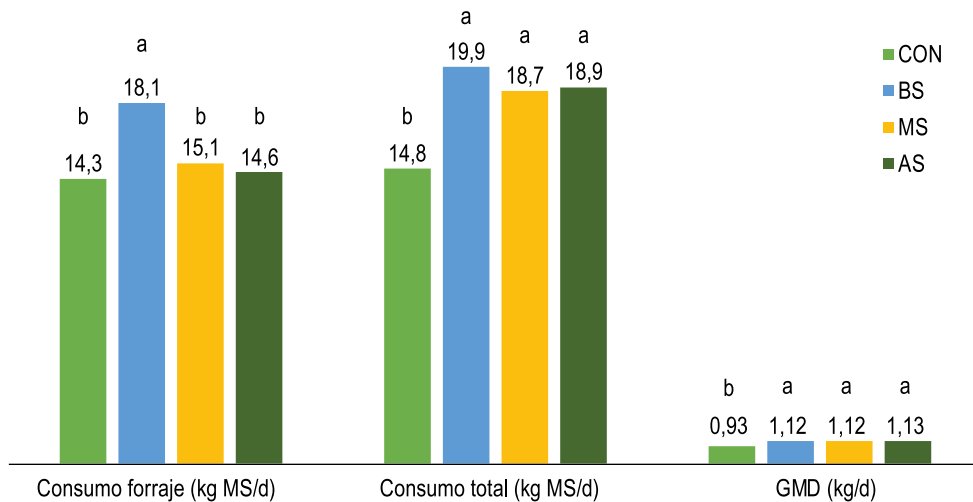


Figura 4 - Consumos y GMD de novillos suplementados con niveles crecientes de maíz en pastura de Raigrás durante el engorde. CON: 0,1 % PV de maíz; BS: 0,4 % PV de maíz; MS: 0,8 % PV de maíz; AS: 1,2 % PV de maíz.

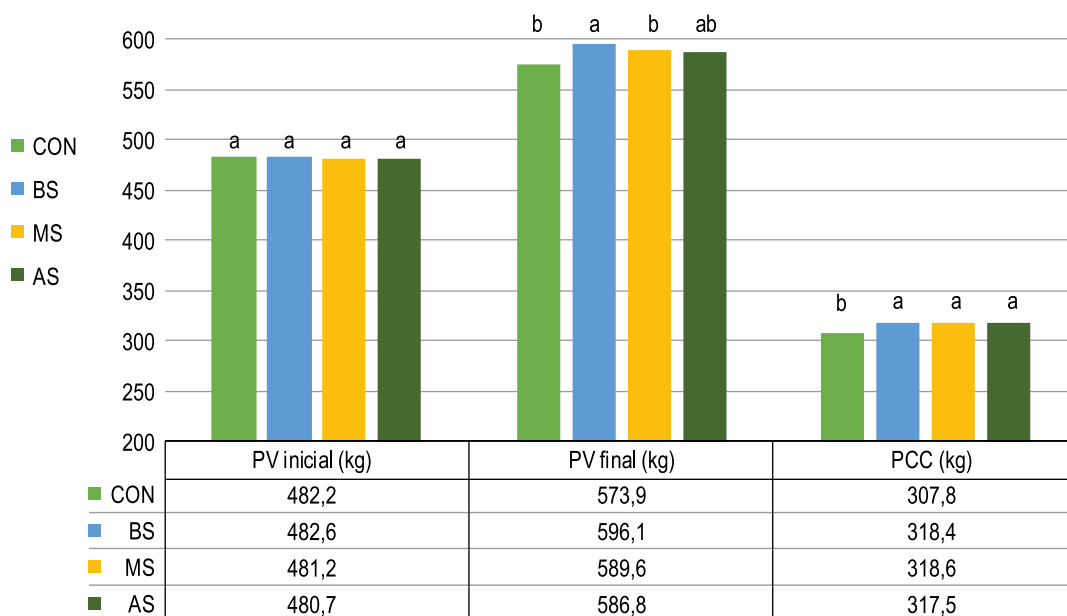


Figura 5 - Peso vivo inicial, final y de la canal caliente (PCC) de novillos suplementados con niveles crecientes de maíz en pastura de Raigrás durante el engorde. CON: 0,1 % PV de maíz; BS: 0,4 % PV de maíz; MS: 0,8 % PV de maíz; AS: 1,2 % PV de maíz.

acidosis en los animales. Otro punto importante es que la autoalimentación, a pesar de buenos resultados a campo y de no afectar el comportamiento de los animales, no garantizó el consumo total y homogéneo de altos niveles de suplemento (maíz y, por ende, marcador) en esta situación experimental.

El peso inicial de los novillos fue similar para todos los tratamientos. Al final del experimento, los novillos BS

La suplementación con grano seco de maíz al 0,4 % del peso vivo maximizó el consumo de forraje y la digestibilidad de la fibra.

La suplementación energética al 0,8 o 1,2 % del peso vivo no produjo un incremento en la ganancia media diaria con relación al 0,4 % del peso vivo.

y MS fueron más pesados ($P \leq 0,05$) que los novillos CON, respondiendo cuadráticamente ($P=0,03$) a los niveles crecientes de maíz. La GMD aumentó con el incremento de la suplementación ($P \leq 0,01$) en comparación con el ganado CON, demostrando una relación cuadrática ($P=0,02$) con el nivel de suplementación. La EC total de la dieta no fue alterada por el tratamiento (kg MS/kg PV; 16,3; 18,2; 17,1; y 16,5 para CON, BS, MS, y AS, respectivamente). El ganado del grupo CON mostró el menor PCC ($P < 0,0001$). Se observó respuesta cuadrática ($P=0,04$) y lineal ($P=0,05$) para PCC y conformación de la canal, respectivamente, con cantidades crecientes de suplemento.

Independiente del nivel de suplementación, la eficiencia de conversión total de la dieta no fue diferente entre los tratamientos.

REFLEXIONES FINALES

- La suplementación energética mejoró la tasa de crecimiento de los animales, pero, a niveles moderados o altos (0,8 y 1,2 % PV), redujo su consumo de forraje;
- Novillos suplementados al 0,4 % PV: i) consumieron la mayor cantidad de forraje, ii) consumieron la mayor cantidad de la dieta total, sin diferenciarse de los grupos MS y AS y iii) crecieron más rápido que los novillos CON e igual a los novillos MS y AS. Estos resultados podrían deberse a un efecto de adición con estímulo, o sea, la suplementación incrementó el consumo voluntario de forraje y/o la digestibilidad de la fibra;
- El desempeño comprometido de los novillos suplementados con altos niveles de energía (0,8 y 1,2 % PV) puede ser debido a una reducción en el pH ruminal, dado al efecto sustitutivo de suplemento por forraje.

AGRADECIMIENTOS

A los tesisistas de UTU La Carolina, Santiago Guerrero y Rodolfo González, y al personal de la Unidad del Lago de INIA La Estanzuela.

El peso vivo final y de la canal caliente fueron mayores para los novillos suplementados al 0,4 y 0,8 % del peso vivo.



Foto: Alejandro La Manna

Figura 6 - Vista panorámica de novillos durante terminación en Raigrás, suplementados individualmente con maíz (suministrado por comederos electrónicos y automáticos).



Foto: Martín Weiszman

Pastoreo novillos Braford, Establecimiento La Querencia (Paso del León, Artigas).

COSECHA DE PASTO Y EFICIENCIA APARENTE DE CONVERSIÓN EN BOVINOS DE CARNE: dos años de mediciones en módulos de recría en predios comerciales

Ing. Agr. Dr. Diego Giorello¹, Téc. Agr. Ariel Artigalás², Beatriz Olivera², Ing. Agr. Antonio Aguiar², Téc. Agr. Sebastián Serralta², Ing. Agr. Federico LLambí², Ing. Agr. Santiago Carrere², Niki Alihg³, Ing. Agr. María Inés Rovella³, Ing. Agr. Laura Pagés³, Ing. Agr. Leonardo Bove³, Ing. Agr. Daniel Rovella³, Ing. Agr. Cristina Lalinde³, Ing. Agr. Martín Weiszman⁴, Ing. Agr. Pablo Llovet¹, Ing. Agr. Dr. Fernando A. Lattanzi¹

¹INIA

²CREA Por si acaso

³CREA Alférez

⁴Red de evaluación participativa de forrajeras INIA

Resultados obtenidos por productores en sus predios muestran que, simples y oportunos ajustes en la frecuencia e intensidad de pastoreo y en la fertilización con nitrógeno, permiten combinar una alta cosecha de pasto con buenas eficiencias de conversión para alcanzar altas producciones ganaderas.

Conocer la cantidad de forraje cosechado en sistemas pastoriles de producción de leche, ha permitido identificar el rol del pastoreo como el principal determinante de la competitividad de los tambos de Uruguay y ha generado una línea de base contra la cual evaluar comparativamente el desempeño de predios comerciales (Chilibroste & Bategazzore, 2018). Hasta el momento, no se ha generado similar información para sistemas

de producción ganaderos. Aquí presentamos un trabajo conjunto y coordinado entre investigadores, asesores técnicos y productores, para generar dicha información. Además de fomentar un intercambio enriquecedor, esta experiencia nos ha permitido conocer la variabilidad en la cosecha de forraje en módulos de producción de bovinos de carne y los valores alcanzables en situaciones reales de producción bajo el manejo directo de productores.

Cuadro 1 - Características de los módulos en los que se realizó el seguimiento de productividad animal y cosecha de forraje.

#Productor Año	Área ha	Composición de la pastura	Fertiliz. kg N/ha	Consumo de suplemento	Período en días total/en pastoreo	CONEAT Grupo / Índice Productividad
#1 2020	25	Raigrás	92	1,36 t MS fardo/ha	Mar-Nov 257/205	2.12, 2.21 / 94
#1 2021	12	Festulolium	92	-	Mar-Nov 258/183	2.12, 2.21 / 94
#2 2020	60	Festuca	92	1,03 t MS sorgo/ha	Mar-Nov 275/214	12.22, 12.13 / 155
#2 2021	91	Festuca	92	1,72 t MS sorgo/ha	Mar-Nov 247/216	12.22, 12.13 / 155
#3 2021	30	Festuca	98	0,92 t MS fardo/ha	Abr-Nov 210/149	3.41 / 86
#4 2021	50	Avena; Raigrás	37	0,15 t MS fardo/ha	Abr-Nov 209/130	10.7 / 131
#5 2020	74	Raigrás; Cebadilla+ Trébol rojo+Achicoria	84	-	Jul-Nov 134/86	10.7 / 131
#6 2020	50	Raigrás;Festuca+ Lotus+Trébol blanco	98	-	Ago-Nov 109/62	2.21 / 105
#7 2020	50	Festuca	37	-	Ago-Nov 122/63	10.7, 3.53, 3.51 / 112

La información que se presenta proviene de productores del grupo CREA “Por Si Acaso” y de la empresa “Tres Cerros” en los años 2020 y 2021, y la incorporación de módulos de predios de productores del grupo CREA “Alfárez” en el año 2021. El período de evaluación fue diferente en cada módulo: algunos funcionaron todo el año, otros solo en primavera. En los módulos en que se suplementó, se utilizó fardo o grano de sorgo. Los productores informaron ubicación, área y recurso forrajero de sus módulos, valores de análisis de suelo y de fertilizaciones realizadas, así como registro de lluvias (Cuadro 1).

Los productores monitorearon el peso vivo (PV) y número de animales de cada categoría que pastoreaban cada módulo una vez cada 28 días, así como también cada vez que ingresaban o salían del módulo. Todos usaron animales en crecimiento, pero la raza, sexo y peso inicial fueron muy variados. Una vez por estación los productores muestrearon la pastura que estaban consumiendo sus animales. Los que suplementaron registraron el período de suplementación y la cantidad y tipo de suplemento consumido, y tomaron muestras del mismo. Las muestras de pasto y suplemento se enviaron al Laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela donde se analizó fibra detergente ácido, fibra detergente neutro, proteína cruda y cenizas, a partir de lo que estimamos la digestibilidad de la dieta como $88,9 - FDA\% * 0,779$ (Ositis *et al.*, 2003).

Con esta información pudimos calcular la evolución de la carga animal (kg PV/ha), de ganancia de peso individual (kg PV/anim/ha), y de la producción de peso vivo (kg PV/ha). El consumo de forraje individual (kg MS/anim/d) fue calculado usando la planilla QuikIntake (Mc Lennan & Poppi 2018) que estima cuánta energía usó el animal en función de su raza, sexo, edad, peso vivo, ganancia media diaria y gasto energético por pastoreo. Luego, para obtener el consumo de MS por hectárea,

se divide esta energía por la concentración de energía metabolizable de la dieta ($=digestibilidad*0,82*4,4$ Mcal/kg MS) y se multiplica por la carga animal. En caso de corresponder, se descontó la energía provista por suplementos y la producción de peso vivo debida a ellos. Finalmente, estimamos una eficiencia aparente de conversión del pasto consumido (kg MS consumido/kg PV producido), dividiendo la cantidad de pasto consumido por la cantidad de peso vivo producido.

RESULTADOS

Se lograron generar datos en nueve módulos, monitoreados por períodos de entre tres y nueve meses. La información generada de los diferentes módulos productivos permitió una caracterización de la variabilidad en la producción de peso vivo, cargas utilizadas y cosecha de forraje durante los períodos considerados.

La primavera fue la única estación en la que los nueve módulos generaron datos. Entre setiembre y noviembre, en promedio, la cosecha de forraje fue de 2,5 t MS/ha, y la eficiencia aparente de conversión de 8,7 kg MS/kg PV, lo que generó en promedio una producción de peso vivo por hectárea de 283 kg PV/ha (correspondiente a una producción diaria de 3,7 kg PV/ha).

Esta experiencia permitió conocer la variabilidad en la cosecha de forraje en módulos de producción de bovinos de carne, así como los valores alcanzables en situaciones de producción bajo el manejo directo de productores.

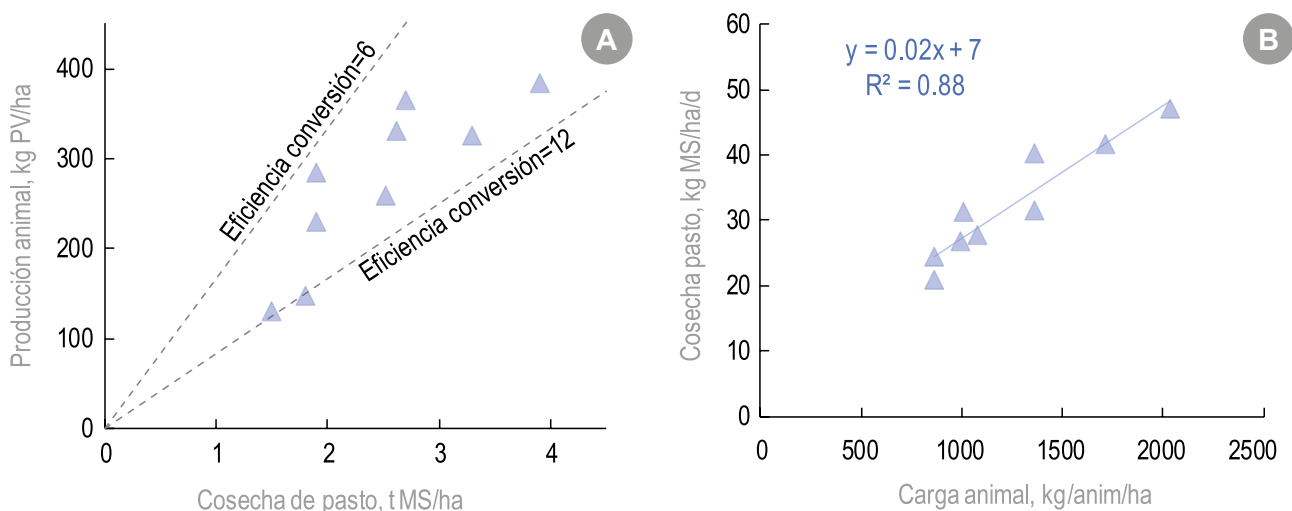


Figura 1 - (A) Relación entre la cosecha de pasto lograda y la producción de peso vivo, y (B) entre la cosecha de pasto diaria lograda y la carga animal promedio, entre setiembre y noviembre en nueve módulos de recría bovina de entre 12 y 90 ha cada uno, manejados por productores y ubicados en diferentes predios comerciales.

Esta producción animal fue producto de una carga promedio de 1253 kg PV/ha y ganancias individuales promedio de 1,03 kg/anim/d. Estos valores promedios son producto de muy diferentes desempeños de los distintos módulos, sin embargo, dos relaciones emergieron claramente: una, entre cosecha de forraje y producción de peso vivo (Figura 1A) y otra, entre carga y cosecha de forraje (Figura 1B). En seis de los módulos, se logró generar datos sobre tres estaciones sucesivas: otoño, invierno y primavera. Considerado este período de tiempo, la carga promedio registrada varió entre 757 y 1898 kg PV/ha, y la cosecha de pasto estimada varió entre 2,8 y 8,7 t MS/ha. Los módulos produjeron entre 236 y 747 kg PV/ha, convirtiendo pasto con una eficiencia aparente de entre 8,9 y 15,2 kg MS/kg PV (Cuadro 2).

Existen muy escasos antecedentes nacionales de estimación de cosecha de pasto en sistemas ganaderos. En sistemas lecheros, el proyecto “Producción competitiva” (Chilibroste, Conaprole), utilizando una metodología análoga, ha registrado cosechas promedio de 5 t MS/ha/año para tambos de Uruguay, mientras que el 25 % superior de los tambos cosechan 7 t MS/ha/año por pastoreo directo. En tambos experimentales del CRS e INIA La Estanzuela se han logrado aproximadamente 8 t MS/ha/año de cosecha en el área comprendida como plataforma de pastoreo (praderas y verdeos). En el conjunto de módulos analizados se lograron niveles de cosecha de forraje muy aceptables, algunos incluso similares a los registrados en condiciones experimentales de alta cosecha.

Cuadro 2 - Producción de peso vivo, cosecha de pasto y eficiencia de conversión estimadas para seis módulos de recría bovina (12 - 90 ha cada uno), manejados por productores y ubicados en diferentes predios comerciales, monitoreados durante otoño, invierno y primavera.

#Productor Año	Carga animal kg PV/ha	ADPV kg/anim/d	Producción de peso vivo kg PV/ha	Cosecha pasto t MS/ha/año	Consumo individual % peso vivo/d	Efic. aparente de conversión kg forraje/kg PV
#1 2020	1329	0,890	533 (625) ¹	6,90 (1,36) ²	2,5	12,9 (13,2) ³
#1 2021	1898	0,903	747 (-----)	8,74 (0,00)	2,5	11,7 (---)
#2 2020	947	0,585	477 (572)	4,37 (1,03)	2,2	9,2 (9,9)
#2 2021	1303	0,567	601 (730)	5,60 (1,72)	1,9	8,9 (9,7)
#3 2021	1358	0,546	236 (274)	3,58 (0,92)	1,8	15,2 (16,4)
#4 2021	757	1,190	275 (285)	2,77 (0,15)	2,8	10,1 (10,2)

¹entre paréntesis, producción incluyendo el peso vivo producido en base al consumo de suplemento.

²entre paréntesis, consumo de suplemento.

³entre paréntesis, eficiencia aparente de conversión que incluye la producción de peso vivo debida al consumo de suplemento.

En el conjunto de módulos analizados se lograron niveles de cosecha de forraje muy aceptables, algunos incluso similares a los registrados en condiciones experimentales de alta cosecha.

CONCLUSIONES

El nivel de cosecha de forraje y los índices productivos logrados demuestran que, mediante oportunos ajustes de frecuencia y severidad del pastoreo, y con un uso adecuado de fertilización con nitrógeno, es posible obtener excelentes resultados productivos en sistemas ganaderos, comparables con los mejores registros obtenidos en sistemas pastoriles intensivos lecheros. Los manejos aplicados incluyeron prácticas habituales de los productores, con la infraestructura ya existente en sus predios, pero con especial énfasis en tomar decisiones correctas y ejecutarlas a tiempo. De manera que una de las conclusiones más claras a la que hemos llegado de este trabajo conjunto es que el conocimiento básico se encontraba en poder de los productores participantes, aunque fue útil remarcar la importancia del monitoreo semanal para tener agilidad en ajustes de manejo para obtener tales resultados.



Foto: Ariel Anigalás y Beatriz Olivera

Figura 2 - Cambio de franja.



Foto: Federico Llambí

Figura 3 - Forraje disponible.

Durante la primavera, los productores fueron capaces de ajustar la frecuencia y severidad de pastoreo de manera tal que obtuvieron los mejores índices de cosecha de pasto y también excelentes valores de eficiencia aparente de conversión. Es decir, no apareció un compromiso negativo entre lograr altas cosechas de pasto/ha y buenas conversiones de pasto en peso vivo. Como resultado, se lograron producciones diarias próximas a los 4 kg PV/ ha, convirtiéndose este en un potencial alcanzable. Esto nos llevó a la segunda de nuestras conclusiones: la medición del funcionamiento de cada predio permite diferenciar objetivamente metas logradas de aquellas que quedan en proyecciones, y comparar dichas mediciones en grupos o redes de productores permite avanzar más rápido, aprendiendo de los aciertos (y también de los errores) de los involucrados.

REFERENCIAS

Jornada de ganadería intensiva de INIA La Estanzuela. Presentación Fernando Lattanzi. Desde minuto 16 hasta minuto 48.

Acceda **AQUÍ**



Chilibroste & Bategazzore, 2018. Proyecto Producción Competitiva 2013 - 2018. Dinámica bio-económica de los sistemas de producción de leche. Conaprole.

Ositis et al., 2003 Ositis, U., Strikauska, S., & Grundmane, A. (2003). Lopbarības Analizu Rezultatu Apkopojums. LLu, SIA: Jelgavas tipografija.

McLennan SR, Poppi DP (2018) 'QuikIntake version 6 spreadsheet calculator.' (Department of Agriculture and Fisheries, Queensland: Brisbane, Qld).



Foto: INIA

ESTUDIO SOBRE LAS PÉRDIDAS REPRODUCTIVAS EN LOS RODEOS DE CRÍA DEL NORTE Y ESTE DEL URUGUAY

DMTV PhD América Mederos¹,
DMTV Carla Faliveni²,
DMTV MSc Fernando Dutra³

¹Programa de Investigación en Producción de Carne y Lana - INIA

²Practicantado Región Este, Facultad de Veterinaria - Udelar

³DILAVE "M.C. Rubino", Regional Este - MGAP

En nuestro país, las enfermedades que afectan el desempeño reproductivo en ganado bovino tienen una incidencia significativa. Como forma de conocer más acerca de esta problemática, en este artículo se presenta el proyecto que se planteó determinar el momento en el que ocurren las pérdidas reproductivas y diagnosticar sus causas.

INTRODUCCION

En Uruguay las tasas de preñez promedio (73 %) y destete (62 %), no han tenido un incremento sustancial en los últimos 15 años, y las diferencias preñez-destete se han mantenido casi constante entre 10-15 %. Tomando como referencia los porcentajes de preñez y procreo de una serie histórica de 15 años, la sumatoria de pérdidas embrionarias tardías, fetales y mortalidad posnatal de terneros son aproximadamente un 10,7 %.

Por su parte, las pérdidas embrionarias tempranas pasan desapercibidas y no están cuantificadas en la ganadería de carne en Uruguay, pues ocurren entre 8-16 días post-ovulación y luego las vacas retornan al celo.

En Uruguay no se dispone de mucha información sobre el rol de las enfermedades en la baja performance reproductiva. Un relevamiento de prevalencia (estudio transversal) realizado en 230 establecimientos de cría

en Uruguay, encontró el 37 % con toros positivos a *Campylobacteriosis genital bovina* (CGB), el 71,2 % con vacas seropositivas para *Leptospirosis* (*L. hardjo* y *wolffi*), 99,1 % a *Rinotraqueítis Infecciosa Bovina* (IBR), 100 % a *Diarrea Viral Bovina* (BVD), 76,8 % a *Neosporosis bovina* y 0,05 % a *Brucelosis*.

El presente proyecto planteó una estrategia experimental de cohortes (estudio longitudinal), con una fase de campo, que permitiera determinar el momento en el que ocurren las pérdidas reproductivas (considerando otros aspectos sanitarios y de manejo en el predio que puedan actuar como factores de confusión) y una fase de laboratorio para realizar el diagnóstico de las causas de dichas pérdidas.

Los principales objetivos del proyecto fueron:

1. Diseñar y conducir estudios longitudinales para el monitoreo de las enfermedades relacionadas con la eficiencia reproductiva y conocer su potencial efecto en la performance reproductiva en los rodeos de cría del este y norte del país.
2. Poner a punto y estandarizar las diferentes técnicas de diagnóstico necesarias para la conducción del proyecto, en los diferentes laboratorios participantes del mismo.
3. Estudiar las causas infecciosas de los materiales de abortos enviados a los laboratorios participantes del proyecto.

METODOLOGÍA Y PRINCIPALES RESULTADOS ENCONTRADOS

Establecimientos zona norte

Durante el primer año del proyecto se seleccionaron ocho establecimientos, de los cuales dos fueron reemplazados en el segundo año.



Foto: INIA

Figura 1 - Muestreo de toros.

Los establecimientos fueron seleccionados en base a sus registros reproductivos del año 2014, voluntad del productor de permanecer en el proyecto durante tres años y disponibilidad de infraestructura para el trabajo con bovinos. Fueron categorizados en establecimientos con índices reproductivos bajos o índices reproductivos altos. En los predios del norte, se seleccionaron 60 vaquillonas al azar o todas las disponibles en establecimientos chicos.

En el Cuadro 1 se presenta la descripción de los establecimientos participantes.

Cuadro 1 - Descripción demográfica de los establecimientos participantes del estudio en la zona norte.

Sitio	Ubicación	Orientación	Superficie (ha)	# Potreros	Bovinos totales	Hembras totales	Toros totales
1	Rivera	Cría	143	8	157	154	3
2	Tacuarembó	Cría	389	4	143	140	3
3	Tacuarembó	Ciclo completo	2337	22	651	513	26
4	Salto	Cría	442	16	238	234	4
5	Salto	Ciclo completo	1399	35	400	389	11
6	Tacuarembó	Cría	706	10	404	392	12
7	Tacuarembó	Cría	1610	15	434	421	13
8	Tacuarembó	Ciclo completo	1784	35	1285	1250	35

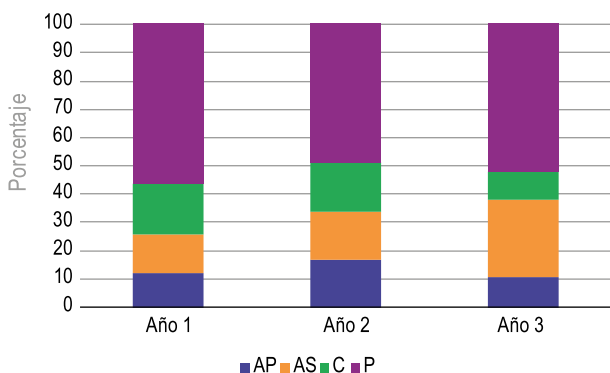


Figura 2 - Resultado de las ecografías de mitad de entore, promedio de todos los predios por año de estudio.

AP=anestro profundo; AS=anestro superficial; C= ciclado; P=preñada

Previo al entore, se realizaron ecografías de actividad ovárica en las hembras y raspaje prepucial y examen clínico en los toros. Se evaluó condición corporal y se realizaron muestreos de sangre e hisopados nasales a todos los animales. En el transcurso del entore se realizaron tres ecografías de actividad ovárica y una de preñez final.

El total de ecografías realizadas fueron de 351, 758 y 1550 durante los años 1, 2 y 3 respectivamente.

Al inicio del entore y en los tres años del proyecto, aproximadamente un 50 % de las vaquillonas estaban en anestro superficial y profundo y 50 % ciclando. A mitad del entore, aproximadamente 50 % de las vaquillonas estaban preñadas (Figura 2).

No existieron diferencias entre años, salvo en el año 3 con mayor proporción de vaquillonas en AS.

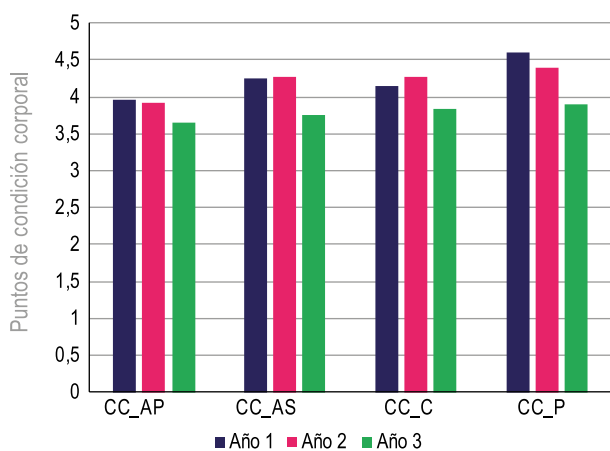


Figura 3 - Promedio de condición corporal para cada una de las categorías de actividad ovárica y para los tres años del proyecto.

CC_AP=Condición corporal anestro profundo; AS=Condición corporal anestro superficial; C= Condición corporal ciclando; P= Condición corporal preñadas

Previo al entore, se realizaron ecografías de actividad ovárica en las hembras y raspaje prepucial y examen clínico en los toros. Se evaluó condición corporal y se realizaron muestreos de sangre e hisopados nasales a todos los animales.

Las vaquillonas preñadas siempre presentaron mejor condición salvo en el año 3, en el que fueron más bajas reflejo de la situación de sequía que se presentó en diferentes zonas del país (Figura 3).

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de los porcentajes de preñez y mortalidad embrionaria estimada entre la segunda y tercera ecografía para los tres años de proyecto. El primer año no se detectaron muertes embrionarias tempranas y sí bajos porcentajes de preñez en tres establecimientos. En el período 2016-2017 se observaron muertes embrionarias en dos establecimientos (3 y 6), coincidente con diagnóstico de *Campylobacter fetus venerealis* (Cfv) e identificado como potencial causa de dichas pérdidas. En estos casos se tomaron medidas de control, y se detectó una mejora de preñez y mortalidad embrionaria.

Se detectó presencia de Cfv en toros de 3, 2 y 1 establecimiento durante los años 1, 2 y 3 del proyecto, respectivamente.

En la Figura 4 se muestra la evolución del porcentaje de prevalencia de Cfv en los tres predios durante los tres años del proyecto.

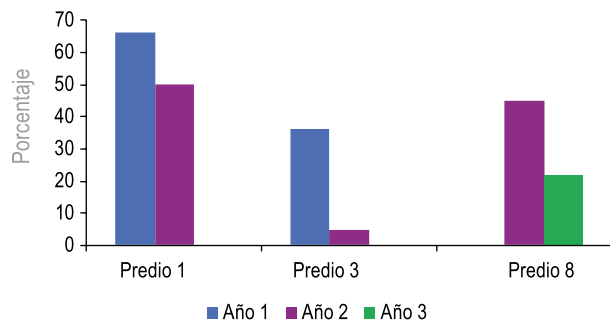


Figura 4 - Porcentajes de toros positivos a *Campylobacter fetus venerealis* (Cfv) en tres predios durante los tres años del proyecto.

Cuadro 2 - Promedios de porcentajes de preñez y mortalidad embrionaria (ME) por predio en estudio y período de evaluación.

PREDIO	2015/2016		2016/2017		2017/2018	
	PREÑEZ (%)	ME (%)	PREÑEZ (%)	ME (%)	PREÑEZ (%)	ME (%)
1	53,0	0,0	42,0	0,0	33,0	0,0
2	53,0	0,0	82,0	0,0	Sd	0,0
3	68,0	0,0	64,0	1,82	84,0	0,6
4	100,0	0,0	100,0	0,0	94,0	0,0
5	85,0	0,0	89,0	0,0	63,0	2,9
6	84,0	0,0	70,0	5,45	94,0	0,0
7	-	-	50,0	0,0	99,0	0,0
8	-	-	sd	sd	46,0	1,89

sd=sin determinar

Resultados de los predios evaluados en la región este

En la región este se evaluaron seis predios criadores distribuidos en las principales zonas geográficas de la cuenca de la Laguna Merín, entre los meses de noviembre y marzo de 2015/2016, 2016/2017 y 2017/2018. Como los establecimientos contaban con suficiente número de vaquillonas, se seleccionaron las que estaban ciclando al inicio del entore, para asegurar la mayor fertilidad posible. Posteriormente, cada 30-45 días se realizaron ecografías hasta el diagnóstico final de gestación. En los toros se aplicó la misma metodología descrita para la zona norte y se utilizaron toros aptos para el servicio. Todos los predios resultaron negativos a Brucelosis. En total, en los tres años se realizaron más de 30 visitas a los predios se contabilizaron y registraron datos de 1452 ecografías.

Fertilidad y mortalidad embrionaria

La evolución de la preñez global y la fertilidad (nuevas preñeces/día) discriminada por predios se muestran en el Cuadro 3 y Figura 5. Cuando se analizan los datos de preñez por predio, la tendencia es similar a la fertilidad. En todos los predios aumentó rápidamente al principio del entore, divergiendo hacia la mitad y final de

Cuadro 3 - Promedios de porcentajes de preñez por predio en estudio y período de evaluación.

PREDIO	2015/2016*	2016/2017	2017/2018
	PREÑEZ (%)	PREÑEZ (%)	PREÑEZ (%)
TyT-1	68,9	-	83,3
TyT-2	38,6	85,5	86,6
TyT-3	43,8	78,6	-
TyT-4	50,0	96,0	90,0
TyT-5	40,7	63,7	-
TyT-6	40,8	-	93,3

En los predios de la región este, cada 30-45 días se realizaron ecografías hasta el diagnóstico final de gestación.

este, con algunos predios en los que el crecimiento se entenció, se estabilizó o, incluso, disminuyó considerablemente.

Las diferencias de preñez y fertilidad entre los predios no parecen explicarse por la condición corporal o la actividad ovárica, que eran buenas y similares en todos los predios, y tampoco por enfermedades reproductivas. Durante el año 1 se detectó un predio positivo a CGB, pero con buena fertilidad y de preñez final. En estos predios no se realizó vacunación al rodeo de cría contra enfermedades venéreas. Las diferencias en fertilidad coinciden temporalmente con el aumento de la mortalidad embrionaria en cada predio.

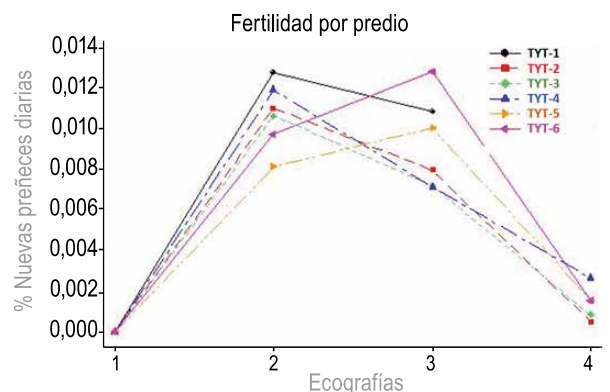


Figura 5 - Evolución temporal y variación inter-predial de la fertilidad (nuevas preñeces) en los predios relevados en el período 2015-2016.

Mortalidad embrionaria y fetal temprana

En la Figura 6 se muestra la variabilidad de la mortalidad embrionaria entre predios y en los momentos en que ocurren dentro de un mismo predio. Esto sugiere que el diagnóstico de gestación al otoño es solo un dato puntual que no refleja el verdadero comportamiento reproductivo del rodeo.

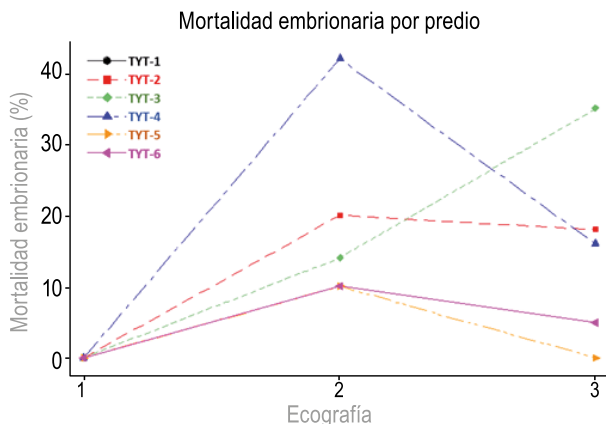


Figura 6 - Serie de tiempo de las pérdidas embrionarias y fetales tempranas de cada predio durante el entore y post-entore.

Otros resultados obtenidos fueron la puesta a punto de un PCR para el diagnóstico de *Neospora caninum* (Nc) de fetos; genotipado de Nc y puesta a punto y aplicación de una prueba de ELISA para detección de infecciones agudas de neosporosis (resultados no presentados en este artículo).

PRINCIPALES CONCLUSIONES

- Las ecografías seriadas de las vaquillonas evaluadas fue una fortaleza del proyecto, ya que permitió determinar la ocurrencia y el comportamiento de las pérdidas embrionarias durante el entore.
- La variación en la fertilidad y la mortalidad embrionaria y fetal temprana explican gran parte de las diferencias en los porcentajes de preñez de los predios criadores en la región este de Uruguay.
- La presencia de enfermedades reproductivas no parece estar asociada con los cambios de fertilidad y de mortalidad embrionaria en los predios del este.

La variación en la fertilidad y la mortalidad embrionaria y fetal temprana explican gran parte de las diferencias en los porcentajes de preñez de los predios criadores en la región este de Uruguay.



Figura 7 - Rodeo de cría.

- En los predios del norte, los diagnósticos de CGB se dieron en establecimientos con índices de fertilidad y preñez bajos.
- La variabilidad anual que condiciona la disponibilidad de forraje y manejo de los rodeos, así como a la epidemiología de las enfermedades, hace necesario varios años de seguimiento de los predios para poder evaluar los datos con mayor exactitud.
- Como las causas nunca son únicas, se deben considerar otras variables que expliquen las variaciones en los comportamientos reproductivos de los rodeos de cría.

Instituciones y participantes del proyecto

MGAP, DILAVE: Carolina Briano, Agustín Romero, Florencia Pieruccioni, Cristina Easton.

INIA: Pablo Peraza, Juan Manuel Soares de Lima.

Laboratorio de Virología, Salto: Leticia Maya.

Ejercicio Liberal: Sebastián Charamelo, Jimena Ferreira, Juan Martín da Fonseca y Andrea Alvez.

Practicantado Región Este, Facultad de Veterinaria, Udelar.

Financiación: ANII Proyecto FSSA_X_2014_1_105894

REFERENCIAS

- Anuario estadístico DIEA 2014. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-estadistico-diea-2014>
- Mederos, A. Y col. (2014). Revista INIA, 38: 1620.
- Quintans G. y col. (2009). Anim Reprod Sci (116): 10-18.
- Repisso, M.V. y col. 2005. Veterinaria (Montevideo) 2005, 40, 5-28.
- Romano, J. E. 2004. Thesis Texas A&M University.
- Short, R. E., y col. (1990). J. Anim. Sci., 68:799-816.



Foto: E. Romaniuk y A. Tafernaberry

Corderos pastoreando *Paspalum notatum* INIA Sepé

UNA BUENA RECRÍA DE CORDEROS UTILIZANDO *PASPALUM NOTATUM* INIA SEPÉ

Ing. Agr. PhD. Ignacio De Barbieri¹, Ing. Agr. Dr. Diego Giorello², DMV. MSc. PhD. Elize van Lier³⁻⁵, Ing. Agr. Ana Tafernaberry⁴, Ing. Agr. Estefanía Romaniuk³⁻⁵, Bach. Emiliano Caravia⁶, Bach. Román Díaz⁶, Bach. Fernanda Rattin⁶, Ing. Agr. PhD. Rafael Reyno²

²Programa de Investigación en Pasturas y Forrajes - INIA

³Departamento de Producción Animal y Pasturas, Facultad de Agronomía - Udelar

⁴CRILU

⁵Estación Experimental Facultad de Agronomía Salto - Udelar

⁶Estudiante Facultad de Agronomía - Udelar

¹Programa de Investigación en Producción de Carne y Lana - INIA

Paspalum notatum INIA Sepé puede brindar una adecuada alimentación durante el primer verano de vida de los corderos, con consecuencias positivas sobre la producción de peso vivo y lana, la reproducción, la resistencia a parásitos gastrointestinales y la mortalidad de los animales.

IMPORTANCIA DE LA RECRÍA ESTIVAL

El objetivo de la recría puede variar dependiendo del sistema de producción y de los productos que se desean obtener. En un sistema orientado a la producción de lana, el objetivo puede ser una alta producción de lana de calidad al primer vellón y un adecuado peso a la encarnadura en las hembras. Sin embargo, en un sistema orientado a la producción de carne, el objetivo

puede ser lograr con el macho y parte de las hembras el producto final (cordero pesado, pesado precoz, superpesado) y con las hembras de reposición alcanzar un adecuado peso a la encarnadura (tanto al primer otoño o encarnadura de segundo otoño). En ambos sistemas y sus combinaciones, es importante evitar la subnutrición que condicione la vida adulta y mantener la mortalidad entre destete y el año de edad, en valores inferiores a 4 %.

Es característico de nuestros sistemas de producción que los corderos nazcan en primavera y se desteten previo o al inicio del verano. En las zonas de ganadería extensiva su alimentación se basa en el pastoreo de pasturas nativas naturales. Los mayores riesgos de mortalidad surgen en los meses posteriores al destete. El riesgo está influenciado por el peso vivo al destete, cuanto mayor es el peso menor es el riesgo. El objetivo de peso al destete debería superar el 45 % del peso adulto. Otro factor determinante es la ganancia de peso durante la recría, cuanto mayor sea, menor es el riesgo de mortalidad. Corderos de buen peso al destete y con ganancias que superen los 50 g/a/d (>1,5 kg/mes), tendrían bajo riesgo de morir en la recría.

Mejorar la alimentación estival, es una oportunidad para incrementar la producción de lana, el peso vivo y, por ende, adelantar la fecha de terminación en sistemas de carne. En Uruguay existe un importante cúmulo de experimentos en variadas regiones agroecológicas sobre diferentes bases forrajeras (pasturas nativas, verdeos anuales estivales, pasturas sembradas) y suplementos (energéticos, energético-proteicos y proteicos) que brindan opciones para aumentar la ganancia de peso vivo (incluso pensar en la terminación de los corderos) y la cantidad de lana, y minimizar la mortalidad en el período estival. Este período, presenta una gran variabilidad entre años en producción y calidad de pasturas nativas. La composición química promedio (contenido de fibra, energía y proteína) limita el consumo de materia seca y la ganancia media diaria de los corderos. Un promedio de trabajos nacionales en pasturas nativas (Banchoero com. pers.) indica ganancias de peso de 45 g/a/d (1,35 kg/mes).

El *Paspalum notatum*, conocido vulgarmente como pasto horqueta, es una de las principales hierbas estivales del tapiz natural y presenta un gran potencial para ser mejorado genéticamente. La variedad INIA Sepé, es el producto de una larga trayectoria de mejoramiento genético de la especie que ha demostrado interesantes virtudes en el escenario estival. En términos de oferta de forraje, INIA Sepé presenta una serie de características (Giorello *et al.*, 2021) que lo convierten en una opción válida para la recría de ovinos. Entre estas se encuentran su ciclo productivo, su adaptación a diferentes ambientes, su hábito de crecimiento, su tasa de crecimiento de 40 kgMS/ha/d, su capacidad colonizadora, una composición química con proteína de 10-12 %, digestibilidad de 60 % y contenido de energía metabólica de 2 Mcal/kgMS.

UTILIZACIÓN DE INIA SEPÉ Y SUPLEMENTACIÓN EN LA RECRÍA

En los años 2017, 2019 y 2020, se evaluó la recría estival de corderos alimentados con *Paspalum notatum* INIA Sepé y diferentes combinaciones de suplementos. El *Paspalum* fue sembrado en el año 2015 y, en la primavera previa a cada experimento, se acondicionó

Una adecuada recría estival es una oportunidad para mejorar la producción animal, minimizar la mortalidad y bajar los costos.

el área con pastoreo, rotativa y fertilización nitrogenada (25-50 kg N/ha). Dentro de cada año experimental, la estructura de la pastura se mantuvo con pasadas de rotativa (3-4) y dos fertilizaciones de 50 kg N/ha (enero y febrero). El sistema de pastoreo fue siempre continuo, comenzando a inicios de enero y finalizando a mitad de abril, con una carga fija de 24 (2017) o 20 (2019 y 2020) corderos por hectárea. Los suplementos utilizados variaron entre años, utilizándose dos mezclas en 2017 que variaban en la proporción de harina de soja, sorgo grano y DDGS de sorgo, donde el consumo de suplemento fue 1,7 % del peso vivo. En los siguientes años, se evaluaron dos niveles de inclusión de DDGS de maíz (0,6 y 1,2 % de peso vivo en la oferta diaria del suplemento).

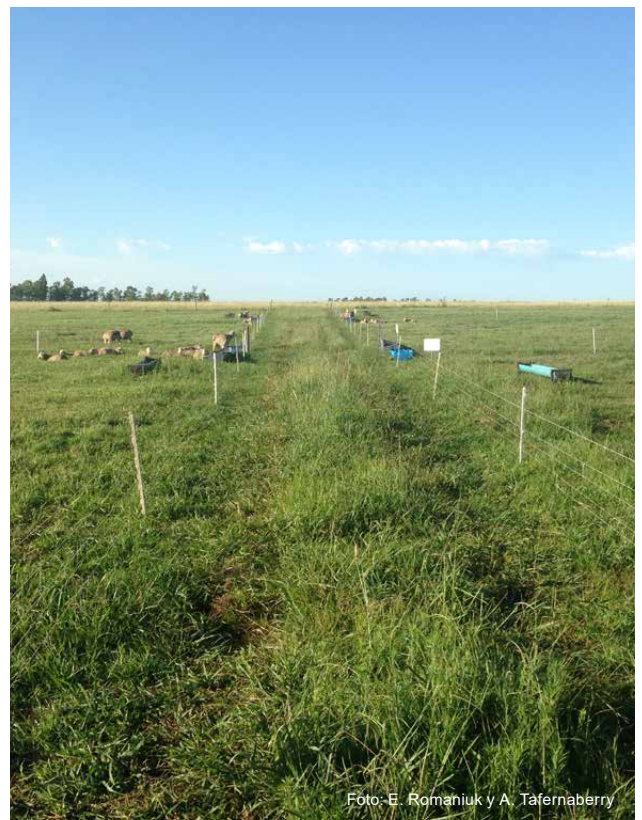


Foto: E. Romaniuk y A. Tafelnaberry

Figura 1 - Vista panorámica del experimento en el año 2017.

Cuadro 1 - Medias de variables de caracterización de la base forrajera según experimentos (rango corresponde a los resultados de los distintos tratamientos experimentales).

	2017	2019 y 2020
Tasa de crecimiento (kgMS/ha/d)	34	82
Forraje ofrecido (kgMS/ha)	2500-2700	2400-2600
Altura de forraje (cm)	17,1-17,3	13,1-13,6
Proteína cruda (%)	9,6-9,9	8,7-9,5
Energía metabolizable (Mcal/kgMS)	2,06-2,07	2,00-2,04
Digestibilidad MS (%)	57,1-57,3	55,3-56,4

MS: materia seca

La tasa de crecimiento de la pastura bajo pastoreo continuo fue similar o superior a los 40 kgMS/d/ha reportados para este cultivar sin pastoreo, y muy superior al promedio de 10-17 kgMS/ha/d que presentan las pasturas nativas de Basalto. Se destaca que, para mantener la estructura de forraje, fue necesaria la utilización de rotativa. En un escenario productivo, este forraje removido con rotativa podría ser utilizado por bovinos en un sistema de pastoreo mixto. Finalmente, el contenido de proteína, energía y la digestibilidad de la MS del Paspalum, registradas bajo pastoreo, confirman una oferta de mayor proteína y energía y menos restricciones para el consumo animal en comparación con las pasturas nativas de Basalto.

Las características reportadas en la pastura ofrecida permitirían superar las ganancias de peso vivo promedio (45 g/a/d) y la capacidad de carga logradas en recrias estivales sobre pasturas nativas. Para la ganancia de peso vivo en los tratamientos sin suplemento, este

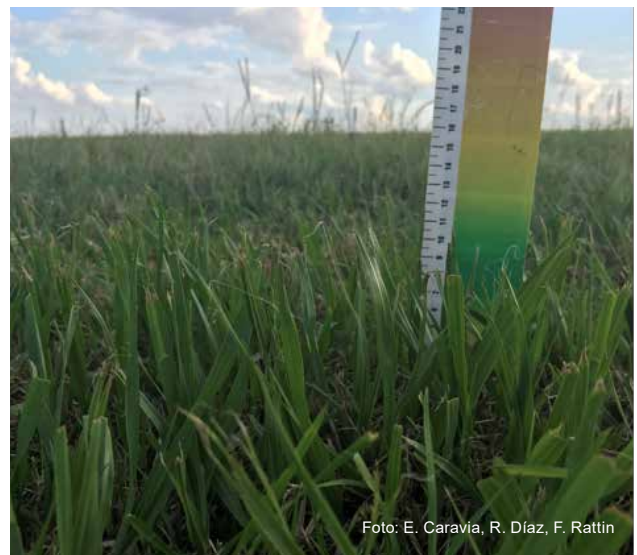


Foto: E. Caravia, R. Díaz, F. Rattin

Figura 2 - Medición de altura de forraje.

Cuadro 2 - Medias de variables de caracterización de la base forrajera según experimentos (rango corresponde a los resultados de los distintos tratamientos experimentales).

	2017			2019 y 2020		
	PN	PN+S1	PN+S2	PN	PN+0,6S	PN+1,2S
Peso vivo inicial (kg)	32,2	31,9	32,0	32,2	32,3	32,1
Peso vivo final (kg)	35,5	43,5	42,4	38,5	41,7	44,7
Ganancia de peso vivo (g/a/d)	40	140	126	74	113	148
Condición corporal final	2,4	3,9	3,7	2,9	3,6	4,0
Producción de peso vivo (kg/ha)	87	288	248	124	190	249

PN: *Paspalum notatum*; S1: harina de soja, sorgo grano, DDGS de sorgo; S2: harina de soja, sorgo grano; 0,6S: DDGS. de maíz al 0,6% de peso vivo; 1,2S: DDGS de maíz al 1,2 % de peso vivo.

Con un adecuado manejo del pastoreo y sanitario se logran ganancias de peso vivo mayores a 70 gramos por animal y por día, con 20 corderos por hectárea.

resultado se confirmó en los años 2019 y 2020, y no en el año 2017, cuando la ganancia fue de 40 g/a/d durante el verano. En ese primer año, se registraron ganancias de peso desde negativas hasta superiores a 100 g/a/d, en los corderos sin acceso al suplemento. Las ganancias de peso vivo negativas y bajas se vincularon a momentos con alta infestación de parásitos gastrointestinales. Una mejora en el procedimiento de control de parásitos gastrointestinales en 2019 y 2020, permitió alcanzar un promedio de 74 g/a/d, superando el 1,5 kg PV/mes objetivo en una recría estival adecuada.

En un sistema de producción donde el objetivo sea adelantar la terminación o maximizar ganancia de peso vivo en verano, una opción es el uso de suplemento. La inclusión de un suplemento energético-proteico, desde 0,6 hasta 1,7 % del peso vivo, permite aumentar el consumo de materia seca (resultados modelados y

medidos), consumo de nutrientes, una sustitución con adición y, finalmente, mejorar la ganancia de peso. Dependiendo del suplemento y el nivel de inclusión, las ganancias pueden ser desde 110 hasta casi 150 g/a/d. En los grupos con los niveles de ganancia más altos, y de acuerdo al peso vivo inicial (muy elevado en este ejemplo), se terminaron el 100 % de los corderos en abril, de acuerdo a las bases del operativo cordero pesado.

APLICACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

El *Paspalum notatum* INIA Sepé es una alternativa de alimentación para la recría ovina en el verano. Con un adecuado manejo sanitario en los animales y de estructura de la pastura, permite lograr ganancias de peso vivo sin suplementación de 74 g/a/d, alcanzando los objetivos de esta categoría. Con suplementación, es posible aumentar las tasas de ganancia y lograr la terminación de los corderos previo al invierno. En ambas situaciones, las cargas utilizadas no logran consumir el forraje producido. Se sugiere como alternativa de manejo el pastoreo mixto, a los efectos de mantener una adecuada estructura de la pastura, una alta ganancia diaria de los animales y una buena cosecha de forraje.

REFERENCIAS

Giorello *et al.* 2021. *Paspalum notatum* INIA Sepé: una gramínea nativa de alta productividad y persistencia. Revista INIA 63, 51-54.



Foto: E. Romaniuk y A. Taférnaberry

Figura 3 - Corderos con acceso a pastura y suplementación.



Foto: Ignacio De Barbieri

Núcleo informativo Merino en la lactación pastoreando pasturas nativas del Basalto.

VINCULANDO LA EFICIENCIA EN CONVERSIÓN DEL ALIMENTO CON CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y MITIGACIÓN DE METANO

Ing. Agr. PhD. Ignacio De Barbieri¹,
Ing. Agr. PhD. Ely Navajas¹, DMV. MSc. Zully Ramos²,
DMV. MSc. Gracialda Ferreira³,
Ing. Agr. PhD. José Velazco⁴,
Ing. Agr. PhD. Gabriel Ciappesoni¹

¹Programa de Investigación en Producción de Carne y Lana - INIA

²School of Agriculture and Environment - Massey University

³Departamento de Transferencia - SUL

⁴Facultad de Ingeniería y Tecnologías - UCU

Evaluar a nuestros animales, con una visión integral, incluyendo variables de productividad, resiliencia a factores estresantes, y eficiencia de conversión del alimento, puede colaborar para construir colectivamente una producción ovina basada en animales más resilientes, productivos y eficientes.

LA IMPORTANCIA DE PRODUCIR CON ANIMALES MÁS EFICIENTES

Estudiar la eficiencia de conversión en ovinos, permite establecer las posibilidades de incluir esta característica en los programas de mejora genética de las diferentes razas, para nuestras condiciones productivas. Seleccionar animales más eficientes en la conversión del alimento en producto permitirá reducir tanto los costos de alimentación como

el impacto ambiental de la producción. Podría considerarse seleccionar directamente por consumo de alimento o emisión de metano, sin embargo, esto podría tener un efecto desfavorable en el peso vivo de los animales, dado que existe una correlación genética negativa entre estos rasgos. Por lo tanto, la eficiencia de conversión sería la característica que puede permitir descender el consumo y la emisión, sin necesariamente afectar negativamente la productividad.

Existen diferentes formas de medir eficiencia en la conversión de alimento, como, por ejemplo, el consumo residual del alimento (RFI, su sigla en inglés), la relación entre consumo y ganancia de peso (factor de conversión), ganancia de peso residual, índice de ganancia y consumo residual. En nuestro trabajo, hemos seleccionado el RFI, que es la diferencia entre el consumo observado y el consumo esperado para un animal con determinado peso vivo y desempeño productivo. En producción de carne este desempeño se mide como ganancia de peso y puede incluir determinaciones vinculadas al desarrollo de tejido muscular y adiposo y crecimiento de lana.

En los antecedentes internacionales, al comparar el consumo de grupos de animales más y menos eficientes, se han encontrado diferencias superiores a 15 % en el consumo de materia seca y sin diferencias entre grupos en peso vivo, ganancia de peso, peso de canal y punto GR. Sin embargo, sí se reportan diferencias para el espesor de grasa, siendo mayor en los animales menos eficientes. Esto último puede ser positivo si se buscan animales más magros, o negativo si se considera que la deposición de grasa es importante como factor de resiliencia en sistemas de producción pastoriles y al aire libre como, por ejemplo, los de Uruguay. Adicionalmente, se ha encontrado una relación genética favorable entre RFI y la emisión de metano, con lo cual la selección por animales más eficientes implicaría indirectamente seleccionar animales que emiten menos metano en términos absolutos. Finalmente, tanto el RFI, como consumo y emisión de metano, son rasgos medibles, variables y heredables, aunque esta heredabilidad es baja.

Con esta información disponible, podemos coincidir en que trabajar en eficiencia de conversión del alimento a nivel nacional es importante. Sin embargo, la selección genética de animales para una mayor producción asociada a una mejor eficiencia del uso del alimento en producto animal puede reducir los recursos disponibles del animal para responder a todas las demandas de crecimiento, sistema inmune, comportamiento social y reproducción. Por lo tanto, hemos considerado relevante, al momento de incluir nuevas características en las determinaciones, mantener una visión integral del animal. Visión integral que considere la producción, reproducción, salud, emisiones de metano y eficiencia de conversión del alimento.

La evaluación de nuevos rasgos como la eficiencia de conversión y la emisión de metano se lleva adelante con una visión integral del animal (producción, salud, temperamento y reproducción).

Con el objetivo mencionado, en el año 2018, se creó la plataforma de fenotipado intensivo (Figura 1) en la Unidad Experimental La Magnolia, con el fin de comenzar la evaluación del RFI y emisión de metano.

Acceda **AQUÍ**



Al fin del año 2021, se habían evaluado más de 1600 animales pertenecientes a los núcleos informativos de cuatro razas: Texel, Merino Dohne, Merino Australiano y Corriedale. Este trabajo se realiza en el marco de los proyectos Rumiar (CL38 financiado por INIA), Smarter (financiado por H2020, n°772787), y GrasstoGas (ERA-NET SusAn, ERA-NET FACCE ERA-GAS y ERA-NET ICT-AGRI 2).



Foto: Alessandro Zucchetti

Figura 1 - Animales alimentándose en la plataforma de fenotipado.

ASOCIACIÓN DE LA EFICIENCIA DE CONVERSIÓN CON CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS, REPRODUCTIVAS Y DE SALUD

La evaluación de RFI y emisión de metano de los animales se realiza en su primer año de vida, posterior al destete y utilizando exclusivamente forraje como fuente de alimento. Esta evaluación consiste en un período de aproximadamente 60 días, donde diariamente se estima el peso vivo, el consumo de forraje, luego se calcula la ganancia de peso vivo y el consumo residual del alimento. En ese primer año, siguiendo el protocolo de evaluación genética de los núcleos informativos también se evalúa: el peso vivo y condición corporal a la esquila, la resistencia a parásitos gastrointestinales (HPG), el área de ojo de bife y espesor de grasa pos-esquila, el peso de vellón y calidad de lana.

Con la información de RFI de 850 animales Merino, se agruparon en más (25 % superior) y menos (25 %

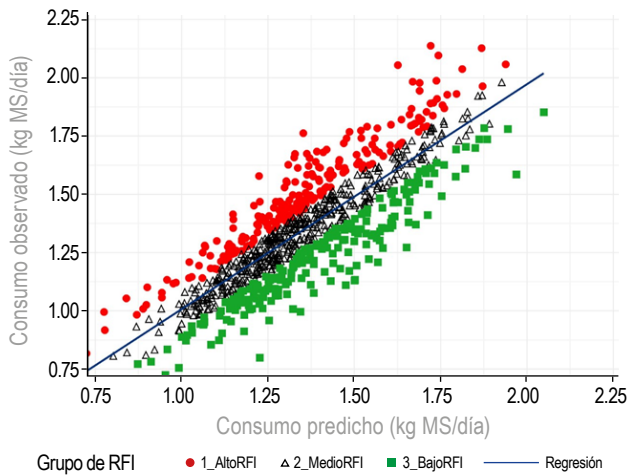


Figura 2 - Representación gráfica de la relación entre consumo esperado y observado de un grupo de animales. Los representados por puntos rojos son animales con mayor RFI y considerados menos eficientes en el grupo, mientras que los cuadros verdes son animales con menor RFI y por lo tanto considerados más eficientes.

inferior) eficientes (punto verde y rojo respectivamente en la Figura 2). Recordemos que, cuanto mayor el RFI, menos eficiente es considerado el animal. Posteriormente, se evaluó el efecto del grupo de RFI sobre las características productivas mencionadas. Se destaca que no se encontraron diferencias para peso de vellón, diámetro de la fibra, HPG, área de ojo de bife, espesor de grasa, peso del cuerpo ni condición corporal entre grupos de eficiencia.

El consumo entre grupos de alta y baja eficiencia de conversión fue diferente (Cuadro 1), siendo aproximadamente 20 % menos en los animales más eficientes (menor RFI, cuadros verdes). Presentando estos animales de menor RFI (más eficientes), menor emisión total de metano, mejor factor de conversión alimento-producto y visitando menos veces los comederos. Estos resultados son coincidentes con los antecedentes en ovinos para otras razas o países o evaluaciones de eficiencia de conversión con concentrados. En esos casos

Cuadro 1 - Variables de consumo, comportamiento y emisión de metano entre animales dentro de grupos de eficiencia según RFI.

	Alta eficiencia	Medio	Baja eficiencia
Consumo residual del alimento (kgMS/d)	-0,17 c	-0,01 b	0,15 a
Consumo de alimento (kgMS/d)	1,2 c	1,3 b	1,5 a
Conversión alimento/producto	6,4 c	7,4 b	8,5 a
Visitas a comer	54 c	60 b	73 a
Metano (g/d)	22,6 b	22,9 b	24,1 a
Metano/ganancia de PV (g/kgGPV)	6,9 b	7,1 b	7,5 a

Letras diferentes entre columnas dentro de filas son medias estadísticamente diferentes. (P<0,05). MS: materia seca, PV: peso vivo, GPV: ganancia de PV.

se ha reportado consistentemente un menor consumo y, en algunos casos, menor emisión de metano (g/d) entre grupos de eficiencia, sin efectos sobre variables de crecimiento, lana o canal; con la excepción del engrasamiento, para el que hay reportes de un menor engrasamiento en animales seleccionados por alta eficiencia.



Figura 3 - Determinación de emisión de metano en breves períodos de tiempo.

Para determinar el efecto de RFI medido como corderas en su producción posterior, se realizó el seguimiento a 261 hembras del estudio de eficiencia de conversión, luego de que ingresaron a la majada de cría del núcleo informativo. En el seguimiento se evaluó, en su segundo año de vida, el peso vivo y condición corporal a la encarnerada, esquila preparto, parto y destete, peso de vellón y diámetro de la fibra, fertilidad, prolificidad, habilidad materna, porcentaje de señalada y destete, y kilogramos de corderos destetados por oveja.

Durante esta evaluación desde la esquila del primer año hasta previo de su primer parto, las ovejas se manejaron en un único lote, con alimentación en base a pasturas nativas. Luego de la esquila preparto, los animales se manejaron en grupos de acuerdo con su carga fetal y con acceso diferencial a distintos alimentos (suplemento, pasturas mejoradas, pasturas nativas).

Cuadro 2 - Estudio de características en reproducción, producción de lana, peso y estado corporal en borregas agrupadas según su eficiencia de conversión del alimento.

	Alta eficiencia	Medio	Baja eficiencia
Kg cordero destetado/oveja encarnerada	20,8	18,9	19,1
Kg cordero destetado/oveja parida	30,6	28,4	28,7
Peso vivo encarnerada (kg)	45,6	44,2	44,3
Peso vivo esquila (kg)	44,6	43,1	43,5
Peso vivo preparto (kg)	46,7	46,0	46,0
Peso vivo destete (kg)	49,8	49,3	49,8
Condición corporal encarnerada	3,1	3,1	3,0
Condición corporal esquila	2,9	2,8	2,8
Condición corporal preparto	2,8	2,7	2,7
Condición corporal destete	2,8	2,8	2,8
Peso de vellón (kg)	2,8	2,8	2,8
Diámetro de la fibra (μm)	15,5	15,6	15,7
Fertilidad (%)	91	84	79
Prolificidad (%)	120	111	110
Señalada (%)	109	93	87
Destete (%)	100	83	79
Escore maternal	4,5	4,5	4,6

Fertilidad: oveja preñada/oveja encarnerada; Prolificidad: cordero ecografiado/oveja preñada; Señalada: cordero señalado/oveja encarnerada; Destete: cordero destetado/oveja encarnerada; Escore maternal, escala 1 (peor) a 5 (mejor). No se registraron diferencias estadísticas entre grupos en ninguna característica ($P > 0,05$).

Entre borregas de diferente grupo de RFI no se encontraron diferencias en fertilidad, prolificidad, y porcentaje de señalada o destete (Cuadro 2). La condición corporal o el peso vivo en diferentes momentos del ciclo no fue afectado por el grupo de RFI. Finalmente, los kilogramos de cordero destetado por oveja encarnerada o por oveja parida no variaron entre grupos. Con rangos de 19,1 a 20,8 kg y de 28,4 a 30,6 kg para oveja encarnerada u oveja parida, respectivamente.

Este trabajo indica que el desempeño productivo y reproductivo de la oveja en su segundo año de vida, en sistemas extensivos, no se vería afectado negativamente por utilizar animales más eficientes en la conversión del alimento. Si bien no conocemos estudios similares en ovinos, los resultados de este primer estudio reproductivo de la hembra son alentadores para una potencial selección por RFI.

Según este primer estudio, el desempeño productivo y reproductivo de la oveja en su segundo año de vida, en sistemas extensivos no se vería afectado negativamente por utilizar animales más eficientes en la conversión del alimento.

HERRAMIENTAS PARA EL SECTOR PRODUCTIVO

El objetivo de estos proyectos de investigación es brindar herramientas que permitan una intensificación sostenible de la producción. La continuación de este trabajo permitirá conocer con precisión las asociaciones fenotípicas entre las diferentes características de los animales, contemplando la visión integral mencionada. Y posteriormente, permitirá la generación de parámetros genéticos, los que se podrán utilizar para desarrollar nuevas DEP, así como nuevos Índices de Selección en los programas de mejora genética ovina.

Por más información, lo invitamos a visitar:

- TIC aplicadas a la medición de características relevantes en ganado bovino y ovino

Acceda **AQUÍ**



- En búsqueda de la oveja del futuro: robusta, eficiente y amigable con el ambiente

Acceda **AQUÍ**



- Valorización de la producción ovina: la vía genética

Acceda **AQUÍ**





Foto: Fabiano Alecrim

LEGUMINOSAS FORRAJERAS CON TANINOS: promisorio potencial de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero en mejoramientos de campo natural

Ing. Agr. Amb. MSc. Fabiano Alecrim^{1,2,3}, Lic. MSc. Claudia Simón¹, Bach. Julieta Mariotta¹, MV. Daniel Santander¹, MSc. Eyerus Muleta^{1,2,4}, Ing. Agr. PhD. Fernando Lattanzi⁵, Ing. Agr. PhD. Bruno José Rodrigues Alves⁶, Ing. Agr. MSc. Juan Pablo Marchelli⁷, Ing. Agr. PhD. Verónica Ciganda¹

²CLIFF-GRADS Programme

³Universidade Federal Fluminense - UFF/Brazil

⁴Jimma University - JU/Ethiopia

⁵Programa de Investigación en Pasturas y Forrajes - INIA

⁶Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa/Brazil

⁷Secretariado Uruguayo de la Lana - SUL

¹Programa de Investigación en Producción y Sustentabilidad Ambiental - INIA

En este artículo se presente una línea de investigación que analiza el desafío de generar tecnologías para intensificar predios basados en campo natural, que permitan aumentar su productividad y al mismo tiempo mitigar el impacto ambiental, de manera de lograr sistemas de producción económica y ambientalmente sostenibles.

INTRODUCCIÓN

En países que cuentan con una gran participación del sector agropecuario en su economía, como ocurre en América Latina, la ganadería y agricultura contribuyen sustancialmente en las emisiones nacionales de gases de efecto invernadero (GEI). En Uruguay el 75 % de las emisiones totales de GEI proviene de estos sistemas de producción, siendo el óxido nitroso (N₂O) el segundo

gas con mayor emisión (SNRCC, 2021). Este gas, que tiene un poder de calentamiento global 289 veces mayor que el CO₂, se origina principalmente por la deposición de orina y heces del ganado bajo pastura y por el uso de fertilizantes nitrogenados en cultivos agrícolas.

Dependiendo de las condiciones de humedad, temperatura, pH, contenido de carbono, nitrógeno (N) y textura de los suelos bajo pastoreo, el N presente

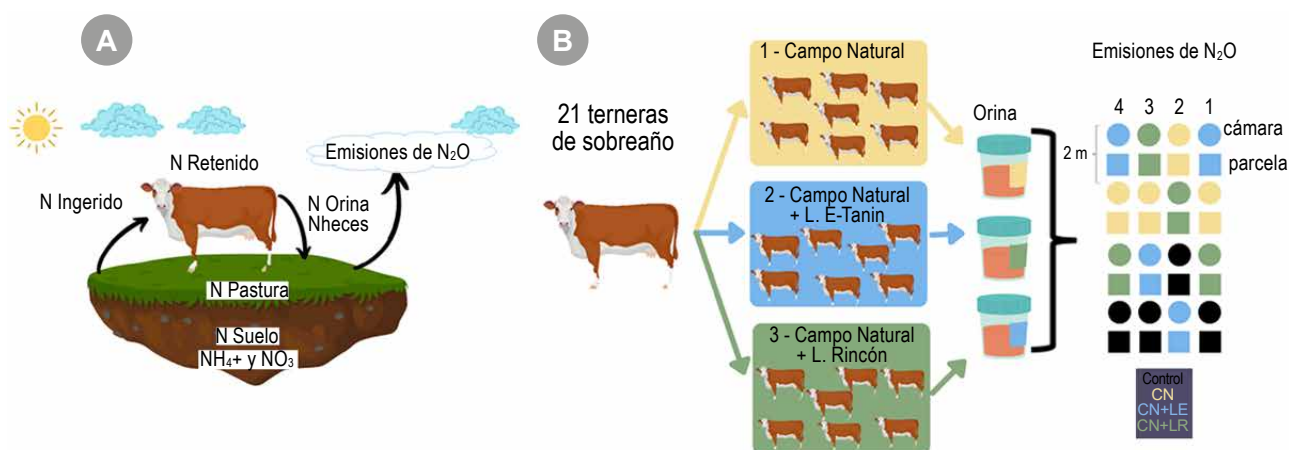


Figura 1 - Modelo conceptual y esquema experimental: A) Dinámica simplificada del balance del nitrógeno (N) en ecosistemas pastoriles; B) Esquema experimental de la evaluación del efecto del mejoramiento del campo natural (CN) con leguminosas de adecuado contenido de taninos en las emisiones de N_2O .

en la orina y heces del ganado sufre procesos de transformación en el suelo, generando emisiones de N_2O a la atmósfera (Figura 1A). Estudios recientes han reportado la capacidad inhibitoria de los taninos sobre las emisiones de GEI (Orzuna-Orzuna *et al.*, 2021). Los taninos son compuestos orgánicos, naturalmente presentes en numerosas especies, que tienen la capacidad de unirse a proteínas vegetales y disminuir drásticamente su degradabilidad ruminal; es decir, reducen su utilización por parte de los microorganismos. En dietas ricas en N, como por ejemplo aquellas con leguminosas, esto permitiría mejorar la eficiencia de uso de la proteína vegetal ya que, en lugar de generar un exceso de N en el rumen que es convertido en urea y excretado en orina, es absorbida directamente en el duodeno, lo que favorece la producción animal.

Los taninos están presentes en las leguminosas del género *Lotus*, siendo el cultivar E-Tanin desarrollado por INIA caracterizado por su adecuado contenido en taninos: suficiente para generar efectos positivos, pero no excesivo como para afectar el consumo de materia seca. El mejoramiento del campo natural a través de la incorporación de E-Tanin no solo contribuiría a mejorar su productividad y valor nutritivo, sino también a mitigar emisiones GEI.

En este artículo presentamos una línea de investigación actualmente en curso financiada por INIA, Procisur, Fontagro y el CLIFF-GRADS Programme, que analiza la dinámica del N en el sistema suelo-planta-animal-atmósfera para cuantificar el potencial de mitigación de emisiones de N_2O proveniente de la orina en mejoramientos de campo natural con leguminosas de adecuado contenido en taninos pastoreados por bovinos.

CÓMO Y DÓNDE LLEVAMOS ADELANTE EL TRABAJO EXPERIMENTAL

La investigación fue iniciada en setiembre del año 2021 en el Centro de Investigación y Experimentación Dr. A. Gallinal (CIEDAG-SUL) ubicado en Cerro Colorado, Florida.

E-Tanin fue introducido en tapices naturales en 2014, en una superficie aproximada de 5 ha, a una dosis de 5 kg semilla/ha, al voleo, mezclado con fertilizante fosfatado (tratamiento "CN+LE"). En un área similar de 4.5 ha se introdujo *Lotus cv El Rincón* (tratamiento "CN+LR") a partir de semillas presentes en las heces de los animales. Finalmente, un área de 9 ha de campo natural sin leguminosas es usado como testigo (tratamiento "CN").

En los tres tratamientos se cuantificó la disponibilidad de forraje, la proporción de leguminosas y la composición química y luego se asignaron siete terneras de sobre año (242 ± 7 kg) a cada uno (Figura 1B). Los animales tuvieron un período de acostumbramiento de al menos 15 días.

Luego del período de acostumbramiento, los animales fueron conducidos diariamente a los Bretes donde se les suministró dióxido de titanio (TiO_2), un marcador que sirve para estimar el consumo de materia seca y la producción de heces. Para esto, se recolectaron muestras individuales de heces y orina durante los últimos cinco días para determinar las concentraciones de este marcador y de N. La cantidad de N excretado en las heces se calculó a partir de la producción fecal de los animales con su respectiva concentración de N.



Figura 2 - Instalaciones de las bases de las cámaras y parcelas en campo natural para mediciones de emisiones y evolución de nitrógeno mineral en suelo después de aplicación de orina.

En el tratamiento de CN se instalaron 16 cámaras de flujo cerrado de acero inoxidable para la medición de N_2O (Figura 2). La orina colectada previamente de los animales de cada tratamiento se aplicó (1 L) a las respectivas cámaras y parcelas (Chadwick *et al.*, 2000). Luego de aplicada la orina, se siguió un protocolo para la medición del gas emitido. Cada muestreo constó de la toma de tres muestras de aire, cada 20 minutos, comenzando inmediatamente luego del cierre de la cámara (Figura 3).

La concentración de N_2O de las muestras de aire colectadas fueron analizadas por cromatografía de gases. Adicionalmente, se muestrearon suelo y plantas contiguas a las cámaras para monitorear las concentraciones de nitrato (NO_3^-), amonio (NH_4^+) y pH en el suelo y la concentración de nitrógeno en las plantas.

RESULTADOS PRELIMINARES DEMUESTRAN LA POSIBILIDAD REAL DE REDUCIR LA EMISIÓN DE N_2O USANDO LEGUMINOSAS CON TANINOS

Los tratamientos con leguminosas CN+LE y CN+LR presentaron un 20 % de leguminosas en el forraje durante el período experimental. Esto representa una presencia moderada de leguminosas; claramente en todos los tratamientos las especies nativas dominaban el tapiz vegetal. Sin embargo, la concentración de proteína cruda en el forraje disponible fue 64 % y 37 % mayor en los tratamientos con leguminosas CN+LE y CN+LR, respectivamente, que en el CN sin leguminosas. Además, la presencia de leguminosas se asoció a menores niveles de fibra y mayor digestibilidad, en particular en CN+LE (Cuadro 1).



Figura 3 - Cierre de cámaras y toma de muestras de N_2O en campo natural tras aplicación de orina bovina.

Cuadro 1 - Caracterización del forraje en los tratamientos de campo natural sin leguminosas (CN), campo natural con Lotus cv E-Tanin (CN+LE) y campo natural con Lotus cv El Rincón (CN+LR).

	CN	CN+LE	CN+LR	SE
Disponibilidad de forraje (kg MS/ha)	1049	2321	2093	136
Proporción de leguminosas (%)	-	20	21	-
Proteína cruda (%)	7,3	12	10	1
Nitrógeno (kg/ha)	12	44	32	-
Fibra detergente neutro (%)	69	57	65	4
Digestibilidad (%)	58	63	59	1
Concentración de taninos (%)	-	4,0	6,2	0,6

SE: Error estándar

MS: Materia seca

A pesar del similar consumo de materia seca, la excreción diaria de N en las heces fue un 45 % mayor en animales pastoreando CN+LE y CN+LR en comparación con animales pastoreando CN. Por el contrario, la concentración de N en la orina fue 11 % menor en animales pastoreando CN+LR y CN+LE vs. CN (Cuadro 2). Estos resultados en orina son más sorprendentes aun si consideramos que el consumo de N debe haber sido mayor en los animales de CN+LE y CN+LR, ya que el forraje disponible tenía más proteína.

Los complejos tanino-proteína que se forman en el rumen no se disocian completamente en el post rumen, incrementando la pérdida de N fecal y a su vez bajando la pérdida de N en la orina (Adejoro *et al.*, 2019). Es así que, una mayor excreción de N por las heces del animal se considera una forma de pérdida de N menos riesgosa para el medio ambiente debido a que el N presente en las heces se transforma más lentamente en el suelo que el nitrógeno presente en la orina, generando emisiones de N₂O más bajas (Chadwick *et al.*, 2000).

Como era de esperar, durante los primeros cinco días después de la deposición de orina se observaron emisiones acumuladas de N₂O más altas en los tratamientos con orina en comparación con el control

(Figura 5A). Más relevante es que hubo una tendencia hacia emisiones de N₂O menores en los tratamientos CN+LE y CN+LR que en CN. Esto reflejaría la menor concentración de N de la orina de los tratamientos con leguminosas con taninos. Por lo tanto, el uso de cultivares con niveles adecuados de taninos podrían constituir una estrategia que promueva la reducción de la cantidad de N en la orina del ganado depositado en los pastos para reducir las emisiones del sector, sin afectar el consumo de materia seca.

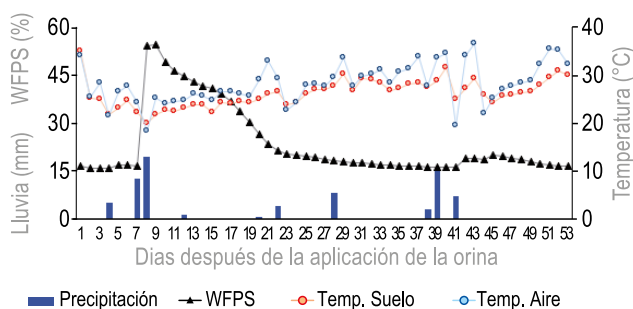


Figura 4 - Espacio poroso llenado por agua (WFPS), temperatura del suelo y del aire, y lluvia después de la aplicación de orina durante el período de 11/21 a 2/22 en Cerro Colorado, Florida, Uruguay.

Cuadro 2 - Consumo de materia seca (MS) y excreta de nitrógeno (N) en terneras de sobre año pastoreando potreros de campo natural (CN), campo natural con Lotus cv E-Tanin (CN+LE) y campo natural con Lotus cv El Rincón (CN+LR).

	CN	CN+LE	CN+LR	SE	P
Consumo (kg MS/animal/día)	4,5	5,1	5,1	0,3	ns
Producción fecal (kg MS/animal/día)	2,0	2,1	1,9	0,2	ns
N heces (%)	1,9 b	2,4 a	2,5 a	0,1	*
N orina (g/L/día)	4,7 a	4,3 ab	4,1 b	0,2	*
Nitrógeno fecal (g/animal/día)	32 b	45 a	48 a	2	*

N.S.: No significativo ($p > 0.05$). *: Diferencia significativa ($p < 0.05$). Letras distintas señalan diferencia entre tratamientos.

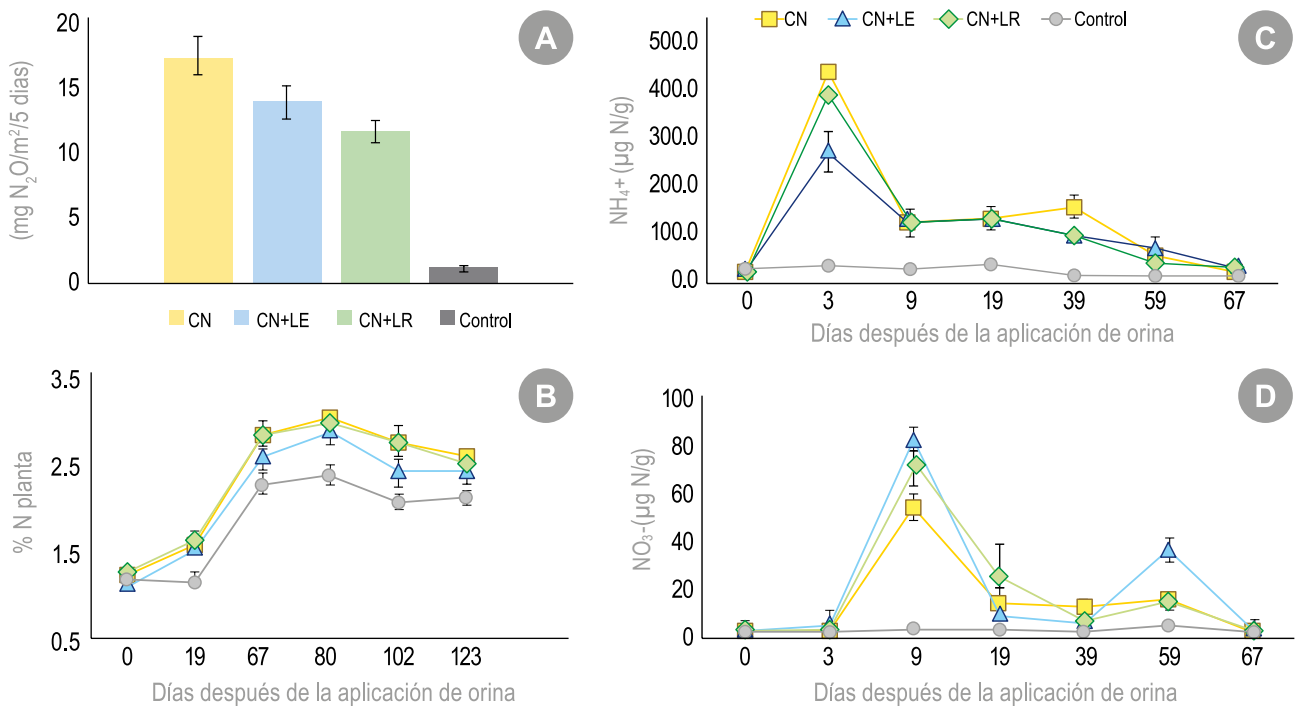


Figura 5 - (A) Emisiones de óxido nítrico acumuladas durante los primeros cinco días, (B) concentración de nitrógeno en la planta (C), contenido de amonio (NH₄⁺), y (D) contenido de nitrato (NO₃⁻) en suelo después de la aplicación de orina proveniente del ganado bajo pastoreo de campo natural (CN), campo natural con Lotus cv E-Tanin (CN+LE) y campo natural con Lotus cv El Rincón (CN+LR).

Después de la aplicación de orina en las parcelas, rápidamente ocurrió un incremento de amonio (NH₄⁺) en el suelo, pero este fue menor en las parcelas con orina de CN+LE y más alto con orina de CN (Figura 5C). Las concentraciones de nitrato (NO₃⁻) comenzaron a aumentar junto con la disminución de NH₄⁺ y el aumento del espacio poroso lleno de agua en el suelo (Figura 4), lo que indica que se estaba produciendo una transformación del nitrógeno. Este proceso puede generar pérdidas significativas de N por emisiones dependiendo de las condiciones presentes. Así que, una menor concentración de NH₄⁺ en el suelo después de la deposición de orina puede generar menores pérdidas de nitrógeno.

El uso de cultivares de leguminosas con adecuado contenido en taninos en mejoramientos de campo natural puede ser un recurso para mitigar las emisiones de GEI de sistemas ganaderos pastoriles, además de mejorar la cantidad de forraje y la calidad de la dieta animal.

CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados obtenidos muestran que incorporar cultivares de leguminosas con adecuado contenido en taninos en mejoramientos de campo natural puede ser una práctica importante para no solo mejorar la cantidad de forraje y la calidad de la dieta animal, sino también mitigar los impactos ambientales, específicamente las emisiones de GEI de sistemas ganaderos pastoriles. La presencia de taninos en el forraje no restringió el consumo de los animales, aumentó la cantidad de N excretado en las heces y redujo la concentración de N en la orina. Además, la orina de los animales alimentados con cultivares de leguminosas de adecuado contenido de taninos generó menores cantidades de N mineral en el suelo y redujo las emisiones iniciales de N₂O después de la deposición.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adejoro, F. A., Hassen, A., & Akanmu, A. M. (2019). Effect of Lipid-Encapsulated Acacia Tannin Extract on Feed Intake, Nutrient Digestibility and Methane Emission in Sheep. *Animals*, 9(11), 863.
- Chadwick, D. R., Pain, B. F., & Brookman, S. K. E. (2000). Nitrous Oxide and Methane Emissions following Application of Animal Manures to Grassland. *Journal of Environment Quality*, 29(1), 277.
- Orzuna-Orzuna, J.F.; Dorantes-Iturbide, G.; Lara-Bueno, A.; Mendoza-Martínez, G.D.; Miranda-Romero, L.A.; Hernández-García, P.A. Growth Performance, Carcass Characteristics, and Blood Metabolites of Lambs Supplemented with a Polyherbal Mixture. *Animals* 2021, 11, 955.

SNRCC and Ministry of Environment, 2021, Uruguay - Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990-2019.



Foto: Nicolás Zunini

REGANDO LA GANADERÍA DEL NORTE

Algunos resultados del predio piloto Grilli - Ferreira

Ing. Agr. Gervasio Finozzi¹, Ing. Agr. Martín Kuchman², Ing. Agr. Emilio Duarte³, Ing. Agr. MSc. Nicolás Blanco⁴, Ing. Agr. Dra. Romina de Souza⁵, Ing. Agr. Dr. Claudio García⁶, Ing. Agr. MSc. Alvaro Otero⁶, Ing. Agr. MSc. Pablo Varela⁷, Ing. Agr. Federico de Brum⁸

³Técnico departamental, Regional Litoral Norte - IPA, Salto

⁴Asistente en Riego, Departamento del Agua, CENUR Litoral Norte - Udelar

⁵Departamento de Sistemas Ambientales, Facultad de Agronomía - EEFAS

⁶Programa de Investigación en Producción y Sustentabilidad Ambiental - INIA

⁷Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología - INIA

⁸Técnico Sectorial - INIA

¹Técnico Riego, Dirección General de Recursos Naturales - MGAP

²Técnico Territorial, Dirección General de Desarrollo Rural - MGAP, Salto

Con la participación MGAP, Fagro, CENUR, IPA, SUL e INIA, el proyecto “Regando la Ganadería del Norte” trabaja sobre las principales limitantes y oportunidades de esta tecnología, basado en el seguimiento de predios piloto con diferentes orientaciones productivas y el intercambio de experiencias de productor a productor. Este artículo muestra las mejoras en la implementación del sistema de riego en uno de los predios y su impacto positivo en la producción de forraje y carne.

INTRODUCCIÓN

El potencial de producción de los sistemas agropecuarios en nuestro país es altamente dependiente del balance entre la precipitación y la evapotranspiración. La intensidad de la precipitación

es variable para un mismo mes entre años y presenta una leve tendencia a disminuir en los meses invernales. El período de crecimiento de los cultivos y pasturas se produce, en su mayoría, durante la primavera y el verano que es cuando se registran los mayores déficit hídricos.

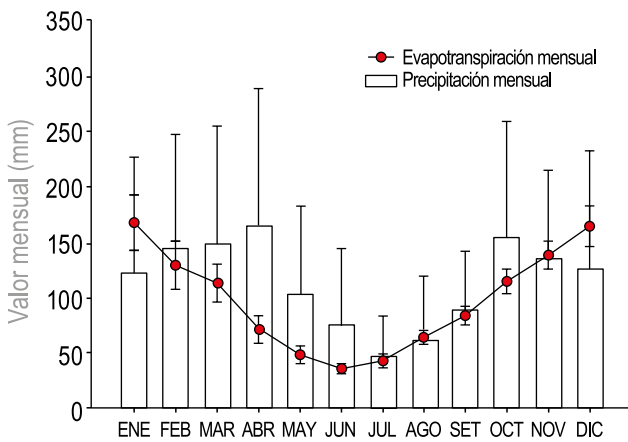


Figura 1 - Precipitación mensual y evapotranspiración de referencia (PM-56) para el departamento de Salto 1980 - 2020. Las barras representan el desvío estándar de los valores mensuales

(Fuente: Elaboración propia a partir de datos disponibles en <http://www.inia.uy/gras/Clima/Banco-datos-agroclimatico>).

La alta variabilidad entre años del agua disponible en los suelos va a depender fundamentalmente del tipo de suelo y de la ocurrencia de precipitaciones. Como consecuencia, durante el verano, el contenido de agua disponible en nuestros suelos frecuentemente no satisface la demanda de los cultivos y pasturas, comprometiendo en el tiempo la producción, estabilidad y sostenibilidad de los sistemas de producción.

El desarrollo de áreas regadas dentro de los sistemas de producción aparece como una buena opción para lograr altas, y sobre todo, sostenidas producciones, que den una mayor estabilidad a los sistemas frente a eventos de déficit hídricos cada vez más frecuentes.

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La investigación ha demostrado que con la implementación de riego suplementario se logran producciones muy altas de forraje (entre 15 y 20 t de materia seca por hectárea y por año) y de producción de carne bovina y ovina (entre 700 y 1000 kg de peso vivo por hectárea y por año) (Cardozo y Marchelli, 2017). Además, el riego otorga mayor estabilidad al sistema, al garantizar la repetitividad de la curva productiva que caracteriza a cada pastura. Sin embargo, no se ha observado un incremento en la adopción de esta tecnología, aún en casos en los que existe la disponibilidad de la fuente de agua.

Con el objetivo de conocer las principales limitantes que dificultan la adopción del riego en los sistemas ganaderos en el norte, en noviembre de 2020, en la Estación Experimental Facultad de Agronomía de Salto, se realizó un taller con productores con conocimientos de riego o con posibilidades de regar.

Los resultados de ese taller se tomaron como un insumo para el árbol de problemas que permitió visualizar dónde podrían estar las limitantes en la adopción del riego de pasturas por los productores ganaderos de la zona norte.

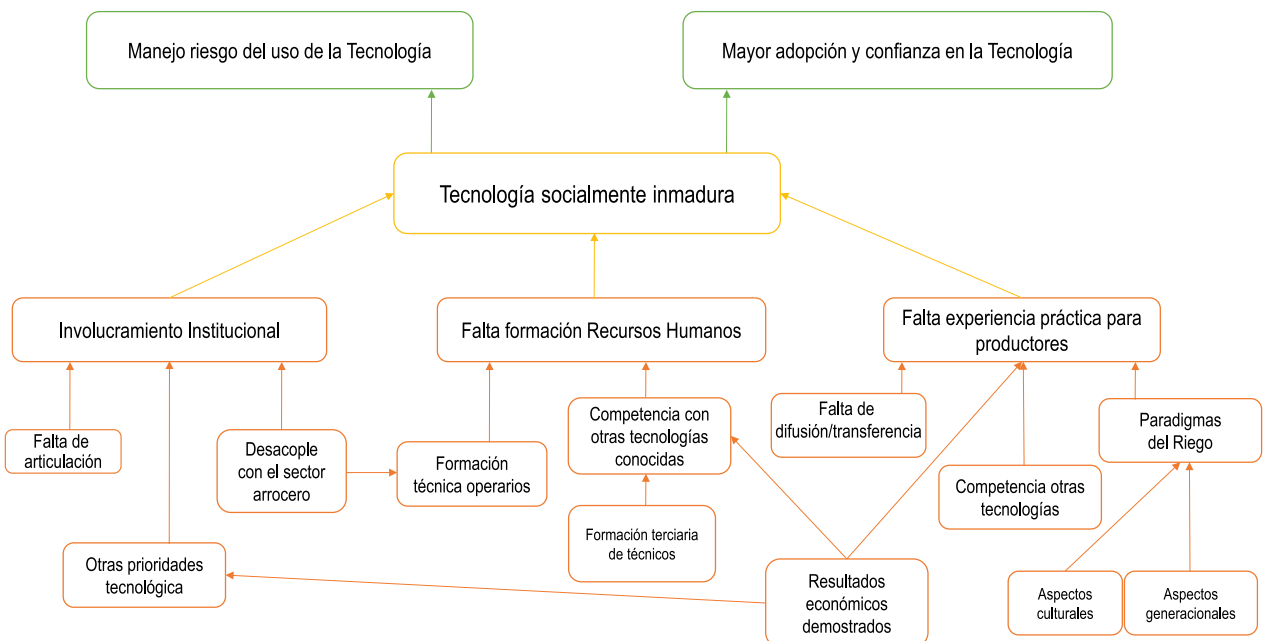


Figura 2 - Árbol de problemas de la tecnología riego en pasturas en sistemas ganaderos del norte con disponibilidad de fuente de agua.



Figura 3 - Riego de pasto elefante por aspersión.

Las principales limitantes detectadas fueron: falta de involucramiento institucional, falta de formación de los recursos humanos y falta de experiencia práctica en los productores.

Para levantar estas limitantes y mostrar las ventajas del riego en pasturas en sistemas ganaderos con diferentes tamaños de áreas productivas y sistemas de producción, surge el proyecto interinstitucional “Regando la Ganadería del Norte”, con el propósito de ayudar a la adopción de esta tecnología en los sistemas de producción. Participan del mismo: el MGAP, Fagro, CENUR, IPA, SUL e INIA.

El proyecto se basa en la transmisión de conocimiento y experiencias de productor a productor; para ello se eligieron tres predios piloto donde, a pesar de que ya existía la infraestructura de riego, no se utiliza o es subutilizada. Los predios seleccionados fueron:

- Predio hortícola-ganadero, con un módulo de alta producción a partir de pasto elefante, aplicando riego por aspersión a partir de una perforación de agua subterránea.
- Predio ganadero tradicional, sin experiencia en riego, con represa en el predio, con el objetivo de realizar cultivo de sorgo para reserva, aplicando riego por superficie (fajas/ melgas) en una rotación con pasturas a partir del otoño de 2022.

- Predio ganadero con represa en el predio, en el que se realiza el cultivo de arroz en medianería, con el objetivo de regar por superficie (fajas/melgas) pasturas perennes dentro de la rotación arroz - pasturas para consumo directo con ganado (bovino/ovino).

En los tres predios el proyecto viene realizando actividades de acompañamiento técnico, capacitación de productores y operarios e intercambio de las experiencias entre productores y técnicos.

PREDIO DEMOSTRATIVO DE LA FAMILIA GRILLI-FERREIRA

El predio se ubica en la Colonia Osimani y Llerena, departamento de Salto. Tiene una superficie de 11 ha propias (1,5 bajo invernadero, el resto ganadería) y 13,5 ha arrendadas, en las que se hace ganadería sobre campo natural. Tiene como rubro principal a la horticultura de invernadero, principalmente tomate y morrón. Como rubro secundario posee a la ganadería, en un sistema de cría, con venta de los terneros al destete.

Fue elegido como predio piloto por tener características de superficie, rubros y sistema de riego similares a los demás predios de la zona, lo que facilita la adopción por parte de los demás productores de las tecnologías y procesos aplicados.

En setiembre de 2018 se instalaron 0,6 ha de pasto elefante en camellones y en la primavera 2020 se anexaron otras 0,6 ha.

El predio posee un sistema de riego mediante aspersión fija, con aspersores colocados cada 12 metros a una altura de 1,5 metros, que cubren una cuadrícula de de riego de 12 x 12 m. El abastecimiento de agua proviene de un pozo semisurgente con un caudal de bombeo en aspersores de 8350 l/h.

En el período comprendido entre octubre 2021 y abril 2022 (durante la estación de crecimiento), se aplicaron 200 Kg/ha de Cloruro de Potasio (KCl), 200 Kg/ha de nitrógeno (N) y fósforo (P) (18-46-0), 50 Kg/ha a inicio de crecimiento. Se aplicaron re-fertilizaciones con 300 Kg/ha de urea en cada pastoreo.

El predio tiene como rubro principal a la horticultura de invernadero y como rubro secundario a la ganadería; fue elegido como predio piloto por tener características de superficie, rubros y sistema de riego similares a los demás predios de la zona.

El 13 de octubre de 2021 se hizo un corte de limpieza con rotativa y se colocaron jaulas para estimar la producción de forraje por ha. Se cortaron mensualmente hasta mediados de mayo de 2022.

El 17 de noviembre de 2021 fue realizada la evaluación de uniformidad del sistema de riego por aspersión en el predio, de manera de conocer cuánta agua estaba aplicando y cómo era esa distribución. Se colocaron recipientes realizando una cuadrícula, ubicándolos cada cinco metros.

Durante la primera evaluación se utilizó el sistema tal cual operaba el productor, trabajando con cinco líneas de aspersores al mismo tiempo, el caudal erogado por la bomba era de 8350 litros en la hora a una presión de 1,8 kg/cm². Esto resultó en un coeficiente de uniformidad muy bajo (29 %). La consecuencia de esa desuniformidad en la aplicación del riego se tradujo en una producción de forraje también muy variada en el campo.

La lámina aplicada en este caso fue de 1,3 mm/h. Luego de intercambios entre los técnicos y el productor, se sugirió aplicar el riego con solo tres líneas de aspersores en cada operación. Esto provocó un aumento en la presión de trabajo de la bomba a 2,5 kg/cm², mejorando sustancialmente la uniformidad de aplicación de agua en las parcelas a 56 %.

La lámina aplicada con este cambio fue de 2,6 mm/h. Si bien el coeficiente de uniformidad para aspersión debería llegar a un mínimo de 78 a 80 %, para esta primera temporada de riego, se define trabajar con los ajustes propuestos, para no incurrir en mayores costos y pérdidas de tiempo en plena zafra de producción, con una primavera que venía mostrando déficit hídrico en forma temprana.

Se instalaron sensores de humedad de suelo de lectura continua para ajustar el riego a las necesidades reales del cultivo, pero el tipo de suelo en el cual estaba instalada la pastura –compuesto mayormente por arena y pedregullo con muy poca retención del agua aplicada– a pesar de incrementar las horas de riego 256 el año pasado y 792 este año, impidió mantener ese suelo a capacidad de campo durante toda la temporada de riego.

Los manejos propuestos permitieron un aumento importante de la producción de materia seca (24 %) que se vio reflejado en un aumento de la carga animal de todo el predio, demostrando que el cambio en la operación del riego tuvo su efecto positivo.

A continuación, se presentan las precipitaciones registradas en el predio y la cantidad de agua aplicada vía riego en ambos ejercicios, así como también las producciones estimadas de materia seca total en la temporada y estimación de producción diaria.

Cuadro 1 - Precipitaciones (mm) registradas en el predio y riegos aplicados en el pasto elefante durante los meses de octubre a mayo en los ejercicios 2020/21 y 2021/22.

	Lluvia	Riego
	mm	
2020/21	602	178
2021/22	593	828

Cuadro 2 - Producción total de forraje y tasa de crecimiento de pasto elefante durante las dos zafas evaluadas (2020/21 y 2021/22).

	Kg MS/ha	Kg/ha/día
	2020/21	17421
2021/22	19949	100

Para la temporada setiembre 2022 - mayo 2023 se prevé mejorar el sistema de riego, sustituyendo piezas desgastadas para que la uniformidad de aplicación de agua alcance los valores deseados para estos sistemas de riego.

CONSIDERACIONES FINALES

La mejora en el sistema y método de riego provocó un incremento en la producción de forraje en el área intensiva, resultando en notorias mejoras en la capacidad de carga del área ganadera y la producción de carne, determinando que el rubro secundario incrementara su aporte al ingreso predial.

TESTIMONIO PRODUCTOR

“Es muy bueno estar en el proyecto, poder contar con la colaboración de los técnicos del proyecto, así como también del técnico que ya estaba trabajando en el predio, en mejorar la manera en la cual yo venía regando. Me modificaron bastante el sistema y la mejoría fue notoria, se vio primero en la producción de pasto, los animales están mejor; y ahora vamos por más, creo que todavía hay margen de mejora hacia adelante.”

BIBLIOGRAFÍA

Cardozo, G.; Marchelli, J.P. PASTO Y CARNE EN PASTURAS REGADAS. In: PRODUCCIÓN INTENSIVA DE CARNE EN PASTURAS REGADAS CON PIVOT CENTRAL. Serie Técnica INIA N° 231, 2017. Cap II, pp: 13-22.



Foto: Bruno Lanfranco

MOMENTO IDEAL PARA INVERSIONES CON FONDOS PROPIOS

Ing. Agr. Bruno Lanfranco

Cr. Bruno Ferraro

Ing. Agr. Juan Manuel Soares de Lima

Ing. Agr. Enrique Fernández

Unidad de Economía Aplicada de INIA

El próximo 30 de junio habrá culminado un ejercicio ganadero excepcional, impensado hasta para el más optimista. El sensible aumento en los precios del ganado viene presagiando un resultado económico y financiero muy positivo, a niveles que han sido esquivos por muchos años. Hoy, el productor se encuentra con un excedente que le permite, no solo mantener el capital ya invertido sino también encarar aquellas inversiones, tantas veces pospuestas, para apuntalar el crecimiento de la empresa.

INVERSIÓN Y REINVERSIÓN EN LA ACTIVIDAD GANADERA

En un artículo anterior publicado en esta revista¹, discutimos algunas condiciones necesarias para el financiamiento de inversiones en la ganadería. Vimos que, partiendo de un manejo relativamente adecuado de los recursos disponibles, cualquier proceso de

mejora significativa implica un salto tecnológico. Este salto, a su vez, requiere inversión de capital en equipamiento y mejoras fijas, algunas de las cuales no ofrecen retornos a corto sino a mediano plazo. Por otra parte, incorporado al proceso productivo, el capital “se va consumiendo” (se deprecia) en un lapso determinado por su vida útil. ¿Cómo logramos mantener el valor y la capacidad productiva de las inversiones ya

¹Ferraro, B.; Soares de Lima, J.M.; Fernández, E.; Lanfranco, B. (2021) “Inversión y reinversión en la actividad ganadera.” Revista INIA N°65 (junio): 35-39.

realizadas? ¿Cómo podemos financiar la adopción de nuevas técnicas? Estas fueron algunas de las preguntas planteadas en esa oportunidad. En ese trabajo, simulamos los resultados de dos sistemas productivos (criador y ciclo completo) con un nivel tecnológico “mejorado” (ver artículo) para siete ejercicios (2013/14 a 2019/20) bajo condiciones reales de precios de insumos y productos. Lejos de representar un tipo de predio particular para cada sistema, procuramos recrear, de una forma realista, las condiciones generales del sector durante esos años. En forma simplificada, mostramos cómo, a partir del resultado de caja, se suele deducir contablemente una partida de “reserva” o “fondo de amortización” para hacer frente a mantenimiento y reposición de capital. Del monto resultante (renta o resultado neto) el productor puede optar por retirar las eventuales ganancias o reinvertirlas, parcial o totalmente, en la empresa. También es posible contar con un fondo para nuevas inversiones, sujeto a eventuales excedentes, luego de atender las necesidades del productor y su familia, asumiendo que vive enteramente de la actividad ganadera.

Los resultados mostraron que, a los efectos de satisfacer el presupuesto familiar, muchos productores se vieron obligados a consumir cualquier ahorro destinado al mantenimiento de inversiones ya realizadas, en varios de los ejercicios. En algunos años, este ahorro ni siquiera alcanzó, obligando a muchos productores a “apretarse el cinturón”. Menos que menos fue posible disponer de fondos para nuevas inversiones. En el ciclo completo, el panorama fue menos severo que en la cría, entre otras cosas, por la escala de producción. Ante esta situación, fue muy difícil si no imposible, que el sector pudiera mejorar su nivel de inversión y adopción de tecnología. Estos resultados pusieron también de manifiesto las dificultades enfrentadas por aquellos productores ganaderos que debían hacer frente a deudas previamente contraídas.

Indudablemente, los factores psicológicos, culturales o actitudinales son muy importantes en la toma de decisiones. Sin embargo, solo podrán manifestarse si el productor cuenta con los medios para hacerlo y percibe que las condiciones (económicas, políticas) mejorarán

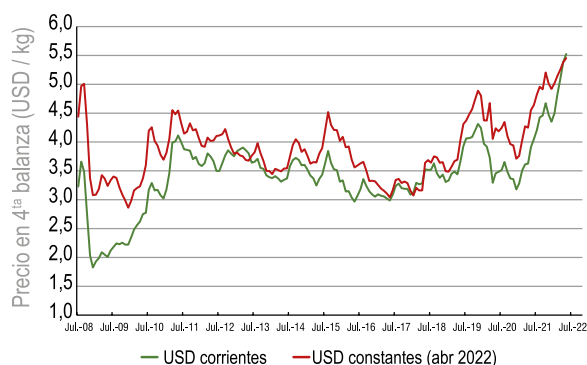


Figura 1 - Precio del novillo en 4ª balanza, en dólares corrientes y constantes de abril 2022 (Ejercicios 2008/09 a 2021/22).

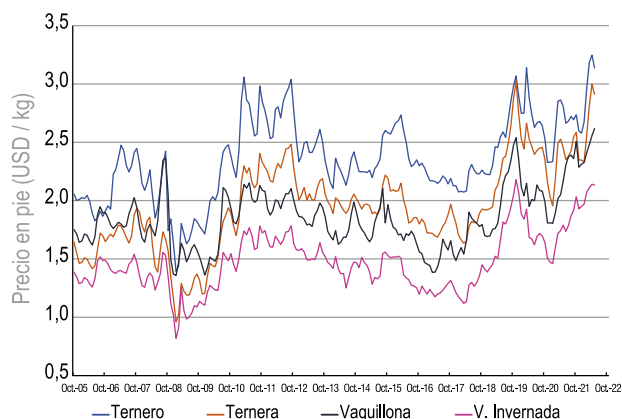


Figura 2 - Precio en pie categorías bovinas de reposición, en dólares constantes de abril 2022 (octubre 2005-mayo 2022).

o se mantendrán estables al menos por un tiempo prudencial. Si el productor no ve factible una mejora en su situación no va a invertir, sobre todo si los márgenes son exigüos.

CAÍDA Y RECUPERACIÓN DE LOS PRECIOS

Las condiciones iniciales de encierro e incertidumbre generadas por la pandemia afectaron negativamente las economías a nivel global, con una caída en la demanda internacional de muchos productos. Aunque no se detuvo, el sector ganadero uruguayo sufrió dichos efectos. A partir de los primeros meses de 2020, la evolución a la baja de los precios del ganado para faena afectó los resultados del ejercicio 2020/21.

La normalización paulatina, no sin dificultades, de la actividad económica, en un mundo ya con las primeras vacunas disponibles contra el Covid-19, se trasladó a los precios del ganado. Recién comenzado el ejercicio en curso, los precios de faena habían recuperado los niveles de noviembre de 2019, a la sazón, los máximos desde 2009. Si bien era previsible una recuperación acompañada de un cierto efecto rebote, pocos podían prever que los precios iban a seguir subiendo en forma casi ininterrumpida. En 2022, los precios continuaron en fuerte ascenso, alcanzando en mayo valores récord, no registrados durante los últimos 40 o 50 años.

La Figura 1 presenta la evolución del precio mensual del novillo gordo en cuarta balanza desde julio de 2008 a mayo de 2022, en dólares corrientes y constantes de abril 2022. A mitad de mayo de 2022, momento de escribirse este artículo, el precio del novillo gordo en cuarta balanza alcanzó USD 5,52 en tanto el de la vaca gorda apuntó USD 5,23, pautando un incremento de 27 %, respecto a los valores de diciembre. En valores constantes, se ubicaron casi 10 % por encima del récord de setiembre de 2008. A partir de las señales desde la demanda, el mercado de reposición acompañó este comportamiento. La Figura 2 ilustra la evolución mensual de los precios de algunas categorías, en

Cuadro 1 - Simulación del estado de resultado de un sistema de cría mejorado (2013/14 – 2011/22).

Resultados del Sistema Criador	Ejercicio ganadero (1 de julio a 30 de junio), en dólares americanos								
	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22
Ingreso por Ventas	131.088	126.670	122.791	118.739	97.084	134.237	150.177	129.197	163.476
Costo operativo	74.133	74.106	74.083	74.059	70.095	74.197	74.247	77.473	82.524
Resultado de Caja	56.955	52.564	48.708	44.680	26.989	60.040	75.930	51.724	80.952
F. Amortización (FI)	23.287	23.287	23.287	23.287	23.287	23.287	23.287	23.287	23.287
-Inmuebles/Equipos	14.580	14.580	14.580	14.580	14.580	14.580	14.580	14.580	14.580
-Mejoramientos	8.707	8.707	8.707	8.707	8.707	8.707	8.707	8.707	8.707
Renta Neta (RN)	33.668	29.366	25.421	21.393	3.702	36.753	52.643	28.437	57.665
Presupuesto Familiar (PF)	21.826	23.763	25.823	28.312	30.073	32.360	34.911	38.317	41.285
- PF / mes	1.819	1.980	2.152	2.359	2.506	2.697	2.909	3.193	3.440
- PF / ha	33,4	36,3	39,5	43,3	46,0	49,5	53,4	58,6	63,1
F. Inversión (FI)	11.842	5.513	-402	-6.919	-26.370	4.393	17.732	-9.880	16.380
- FI / capital (%)	+1,8%	0,9 %	-0,1 %	-1,2 %	-4,8 %	+0,7 %	+2,9 %	-1,7 %	2,5 %

dólares constantes por kilo en pie. En el caso del ternero y de la vaquillona, los precios alcanzados en mayo de 2022 llegaron a superar los valores registrados a fines de 2019 y comienzos de 2020. En las otras dos categorías, los valores son similares, por un efecto de caída del dólar en el presente año. Faltando poco más de un mes y aún con la posibilidad de algún descenso en los precios, en lo que resta del ejercicio 2021/22, todo indica que habrá un efecto muy positivo en el resultado de las empresas.

UN EJERCICIO EXTRAORDINARIO

A los efectos de extender el análisis a los dos últimos ejercicios, utilizamos el mismo modelo de simulación (Modelo de ANálisis Económico) desarrollado en el ámbito de la Unidad de Economía Aplicada de INIA por el Dr. Juan Manuel Soares de Lima. Nuevamente, presentamos

un resumen de los resultados obtenidos para los mismos sistemas mejorados: criador de 654 ha con 13 % del área mejorada (Cuadro 1) y ciclo completo de 997 ha y 22 % de mejoramiento (Cuadro 2).

Faltando poco más de un mes y aún con la posibilidad de algún descenso en los precios en lo que resta para finalizar el ejercicio 2021/22, todo indica que este acabará siendo excepcional en sus efectos positivos en el resultado económico y financiero de las empresas.

Cuadro 2 - Simulación del estado de resultado de un ciclo completo mejorado (2013/14 - 2021/22).

Resultados del Ciclo Completo	Ejercicio Ganadero (1 de julio a 30 de junio), en dólares americanos								
	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22
Ingreso por Ventas	255.026	227.185	209.122	196.916	161.370	238.977	268.431	242.536	321.029
Costo operativo	137.152	135.524	134.467	133.753	124.241	136.213	137.936	143.021	157.092
Resultado Caja (RC)	117.874	91.661	74.655	63.163	37.129	102.764	130.495	99.515	163.937
F. Amortización (FI)	40.852	40.852	40.852	40.852	40.852	40.852	40.852	40.852	40.852
-Inmuebles/Equipos	18.693	18.693	18.693	18.693	18.693	18.693	18.693	18.693	18.693
-Mejoramientos	22.159	22.159	22.159	22.159	22.159	22.159	22.159	22.159	22.159
Renta Neta (RN)	77.022	50.810	33.803	22.311	-3.723	61.912	89.643	58.663	123.085
Presupuesto Familiar (PF)	21.826	23.763	25.823	28.312	30.073	32.360	34.911	38.317	41.285
- PF / mes	1.819	1.980	2.152	2.359	2.506	2.697	2.909	3.193	3.440
- PF / ha	21,9	23,8	25,9	28,4	30,2	32,5	35,0	38,4	41,4
F. Inversión (FI)	55.196	27.046	7.981	-6.001	-33.796	29.552	54.732	20.347	81.800
- FI / capital (%)	5,7 %	3,0 %	0,9 %	-0,7 %	-4,0 %	3,1 %	6,0 %	2,3 %	8,0 %



Foto: M. Basigaluz

Figura 3 - La inversión en agua de calidad tiene un gran impacto en la producción.

Los detalles metodológicos y los conceptos manejados son los mismos, con alguna pequeña corrección derivada de arreglos menores que se van incorporando periódicamente al modelo. El más notorio es el referente al presupuesto familiar, el cual se mantenía constante y ahora se ajusta año a año para mantener su poder de compra. El presupuesto familiar es idéntico para ambos sistemas, teniendo para el criador un mayor peso por hectárea que para el ciclo completo, por las diferencias en superficie.

Los resultados están a la vista. Para el sistema criador considerado, el ejercicio 2020/21 no arrojó muy buenos resultados, en términos de acumular reservas para el mantenimiento de capital y nuevas inversiones. De todos modos, se puede decir que el resultado de caja le permitió, más o menos, cubrir las necesidades presupuestales de su familia. Para el caso del ciclo completo, si bien los resultados fueron inferiores al año anterior, igualmente le permitió cubrir la cuota de amortización (FA) del capital empleado en la producción y acumular un fondo de inversión (FI) por un 2,3 % del valor de ese capital.

Un ejercicio (2021/22) que tuvo un comienzo poco auspicioso debido a la sequía que afectó prácticamente a todo el país, está culminando con otra perspectiva. Para el sistema de cría, el resultado sería muy similar al registrado en 2019/20. Durante ese ejercicio, los altos precios de la ganadería se reflejaron un poco mejor en las categorías de reposición que en las de faena. Por otro lado, si bien el resultado de caja en 2021/22 seguramente sea algo superior al de ese año, el poder de compra del dólar resulta algo inferior al de entonces. De todos modos, el nivel alcanzado por los precios de la reposición, sobre todo de los terneros (machos y hembras) está dando por seguro un resultado positivo para la cría, en términos generales.

El propio hecho de ser una situación extraordinaria nos debe hacer comprender la importancia de aprovechar esta oportunidad para dar un paso hacia la consolidación del negocio.

En el caso particular del modelo, se estaría cubriendo ampliamente la amortización del capital invertido previamente y el presupuesto familiar, quedando un excedente para inversiones nuevas, del orden de 2,5 % del valor estimado de ese capital.

ANTE ESTA COYUNTURA ¿QUÉ HACER?

En primer lugar, corresponde reiterar que el modelo de simulación no representa situaciones particulares, ni de los criadores ni de los ciclo-completos. Para ciertos productores los resultados serán un poco menores y habrá otros (nos permitimos a inferir que los más) que tendrán resultados mejores e incluso muy superiores. Sin embargo, caracterizan de buena manera una serie de productores que, por cantidad y nivel tecnológico, pueden “mover la aguja”, cuando se habla de la necesidad de una intensificación sostenible y rentable de la producción ganadera nacional. Esto nos permite retomar y ampliar las reflexiones que hemos venido expresando en cada nuevo artículo publicado en esta revista.

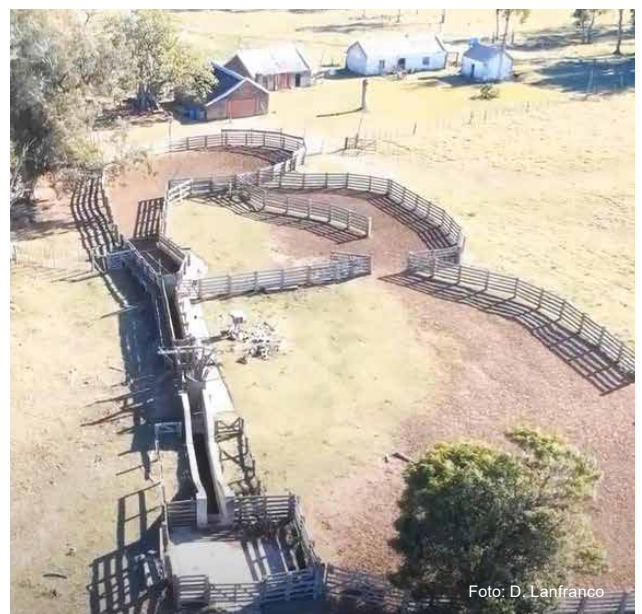


Foto: D. Lanfranco

Figura 4 - Instalaciones para el ganado, otra mejora de relevancia.

Es muy probable que estemos frente relaciones de precios muy favorables en términos del poder de compra del productor, permitiéndole hacer frente a las inversiones con dinero propio.

Debemos insistir: los factores psicológicos, culturales o actitudinales son muy importantes en la adopción de tecnología, pero solo podrán manifestarse si el productor tiene espalda suficiente para hacer frente a los costos, percibe que el contexto económico y político es relativamente seguro y las reglas de juego son claras. Si el productor no lo ve factible, no va a invertir, sobre todo si los márgenes son exiguos. Mantener e incrementar la capacidad productiva implica reponer el capital ya invertido y generar excedentes para incorporar nueva tecnología. De lo contrario, el capital se irá consumiendo y la producción terminará cayendo, inexorablemente.

En este artículo hemos visto como los precios de la ganadería han alcanzado, durante el año en curso, niveles nunca vistos en décadas. Es importante reconocer que las mieles recogidas no son fruto de un

aumento de la producción sino de un factor totalmente externo y qué no sabemos, a ciencia cierta, hasta cuando se mantendrá: los precios. La pregunta es: ¿qué hacer ante este momento extraordinario? ¿Cómo aplicar los excedentes generados en este ejercicio? No hay una receta idéntica para todos los productores.

Para algunos solo servirá para sanear la economía familiar o de la empresa. Para otros, creemos que los más, se abre un amplio panorama de opciones. El propio hecho de estar ante una situación extraordinaria, fuera de cualquier cálculo optimista, nos hace comprender la magnitud de la oportunidad para dar un paso firme hacia la consolidación del negocio. Puede ser el momento de cambiar maquinaria y equipamiento ya obsoleto o en el final de su vida útil. Puede ser la oportunidad para nuevas inversiones, aquellas que no producen un retorno a corto plazo, pero apuntalan el crecimiento de la empresa, aquellas que se venían posponiendo por falta de capacidad financiera.

Aunque aquí no se analizó en forma explícita, si se compara el valor de un novillo o vaca gorda, que hoy supera ampliamente los 1.000 dólares, con el costo de un tanque australiano, bomba de agua, bebederos, balanza para ganado, cepo, embarcadero, ciertamente estamos frente a relaciones de precios muy favorables, en términos del poder de compra del productor, permitiendo hacer frente a inversiones con dinero propio. En resumen, la oportunidad está ahí. Depende de cada productor tomar la decisión que más se ajuste a sus necesidades.



Figura 5 - Este es un buen momento para mejorar nuestra tecnología de producción.



Foto: INIA

MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO GENÉTICO-MOLECULAR PARA IDENTIFICAR ENFERMEDADES MONOGÉNICAS EN BOVINOS HOLANDO

Lic. Biol. MSc. Andrea Branda Sica¹, Dra. Lic. Biol. MSc. María Teresa Federici¹, Dra. M. Vet. MSc. Carolina Briano², Dr. M. Vet. MSc. Fernando Dutra², Dr. M. Vet. MSc. Rody Artigas³, Lic. Biol. PhD. Paula Nicolini⁴, Dr. M. Vet. PhD. Darío Caffarena⁵, Dr. M. Vet. Federico Giannitti⁵, Ing. Agr. PhD. Marco Dalla Rizza¹, Dra. M. Vet. PhD. Silvia Llambi³

¹Unidad de Biotecnología - INIA

²División Laboratorios Veterinarios, Laboratorio Regional Este, Treinta y Tres - MGAP

³Instituto de Producción Animal y Salud de Sistemas Productivos, Unidad de Genética y Mejora Animal, Facultad de Veterinaria - Udelar

⁴Centro Universitario de Tacuarembó, Instituto Superior de la Carne, Área Biología Molecular - Udelar

⁵Plataforma de Investigación en Salud Animal - INIA

La presencia de animales portadores de enfermedades hereditarias en bovinos Holando ocasiona diversos impactos negativos en las poblaciones de esta raza a nivel mundial y en nuestros sistemas de producción en particular, por lo que su identificación es muy importante. Este artículo se focaliza en el diagnóstico genético-molecular, como herramienta que permite identificar con precisión animales portadores de mutaciones asociadas y así mejorar la toma de decisiones en los apareamientos y en la selección de toros para programas de mejora genética y producción de semen.

INTRODUCCIÓN

El diagnóstico genético consiste en analizar el material genético (ADN) obtenido de una muestra del bovino (sangre, semen y otros) con el fin de detectar las variantes de secuencia del ADN asociadas a una enfermedad. El ADN está conformado por un código de cuatro letras: adenina (A), citosina (C), guanina (G) y timina (T) que contiene toda la información

que el organismo necesita para su desarrollo. Se encuentra repartido en los diferentes cromosomas e incluye a los genes y secuencias asociadas, que son necesarios para el desarrollo y diferenciación celular de los órganos y tejidos, así como para su correcto funcionamiento. El genoma de un mamífero tiene varios miles de millones de bases y contiene alrededor de 30 mil genes. En genética veterinaria se denominan mutaciones patogénicas a las variantes de secuencia



Figura 1 - Terneras Holando.

que causan enfermedad, las que, generalmente, se encuentran en una frecuencia con un rango del 1 % al 3 % en algunos rodeos. Hasta el día de hoy se han identificado genes responsables de 192 enfermedades monogénicas con mutaciones conocidas en bovinos de todas las razas (OMIA, <https://www.omia.org/home/>). Las enfermedades hereditarias conocidas en bovinos son, en su mayoría, causadas por un solo gen autosómico recesivo (monogénico). Tienen un origen genético específico de la raza y se transmiten de sus progenitores heterocigotas portadores a su descendencia. Cuando apareamos un toro padre (portador) con un vientre o vaquillona (portadoras), es decir ambos portadores (heterocigotas para la enfermedad o mutación), se obtiene una progenie con el siguiente resultado promedio: un 25 % con el defecto genético (homocigota recesivo o afectado), un 50 % serán “portadores nuevos” y un 25 % estará libre del gen recesivo.

Las metodologías que se utilizan para el diagnóstico genético son muy variadas, permitiendo desde el estudio de cromosomas hasta el análisis del cambio de una o más bases nucleotídicas de la secuencia de ADN. Para las enfermedades monogénicas el diagnóstico genético-molecular se puede realizar mediante dos aproximaciones: 1) análisis directo, y 2) análisis indirecto.

1 - Análisis directo

Tiene por objetivo identificar o descartar una mutación patogénica en un determinado gen. Se basa en el análisis específico de la secuencia de nucleótidos de un gen para determinar si es normal o mutada.

Existen dos tipos de análisis directo: 1) confirmación de una variante de secuencia conocida (genotipado), y 2) análisis completo de la secuencia codificadora de un gen (secuenciación).

2 - Análisis indirecto

Dentro de este, el análisis de ligamiento, que fue el primer tipo de diagnóstico genético-molecular, es ampliamente usado para el estudio de las enfermedades hereditarias. Se trata de un estudio genético familiar que se basa en el análisis de los haplotipos y marcadores genéticos (por ejemplo, microsatélites). Solo se aplica a los casos de familias con diagnóstico clínico certero de la enfermedad.

APLICACIONES DE DIAGNÓSTICO GENÉTICO-MOLECULAR

Las principales aplicaciones clínicas de diagnóstico genético-molecular que se han optimizado en el laboratorio de la Unidad de Biotecnología de INIA junto al equipo de la Unidad de Genética y Mejora Animal de la Facultad de Veterinaria y DILAVE Treinta y Tres son:

1 - el diagnóstico presintomático mediante PCR con análisis de restricción de los fragmentos de longitud polimórfica (PCR-RFLPs), PCR en tiempo real con análisis de las curvas de fusión (PCR-Melting) y con la aplicación de curvas de alta resolución (PCR-HRM) y confirmación mediante secuenciación para detectar las diferentes mutaciones que causan enfermedades monogénicas en bovinos Holando;

2 - la confirmación diagnóstica para casos sospechosos;

3 - el estudio de los portadores para descartar el riesgo de tener descendencia afectada por alguna enfermedad hereditaria.

El objetivo de este artículo es informar y resaltar la importancia del diseño de estrategias de diagnóstico genético-molecular de las enfermedades hereditarias en nuestro país con resultados inmediatos, así como también ayudar a los criadores y productores lecheros a erradicar los animales portadores.

Resulta clave diseñar estrategias de diagnóstico genético-molecular de las enfermedades hereditarias con resultados inmediatos, así como erradicar los animales portadores.

En un reporte reciente de nuestro grupo de trabajo (Briano et al., 2021) se detectó la presencia del alelo mutante de las principales enfermedades monogénicas en una muestra poblacional de terneros Holando utilizando un panel de genotipado comercial disponible a nivel internacional (GeneSeek® Genomic Profiler™ Bovine 50K BeadChip). En el Cuadro 1 se describen brevemente las principales enfermedades monogénicas y la prevalencia de portadores en

bovinos Holando, identificadas por esa metodología. En base a las enfermedades detectadas, se trabajó para poner a punto localmente técnicas de diagnóstico genético-molecular que permiten detectar los animales portadores, así como también confirmar el diagnóstico en los animales afectados por estas enfermedades. A medida que la realidad así lo requiera, se irán incorporando nuevas técnicas, por ejemplo, para el caso de los haplotipos asociados con abortos.

Cuadro 1 - Principales enfermedades monogénicas y prevalencia de portadores en bovinos Holando.

ENFERMEDAD MONOGENICA	ABREVIATURA	ID OMIA	MODO DE HERENCIA	ANCESTRO COMUN	GEN/CROMOSOMA	TIPO DE MUTACION	SINTOMAS CLINICOS	SIMBOLOGIA EN CATALOGOS	EXISTENCIA DE ENFERMEDAD EN URUGUAY (PREVALENCIA DE PORTADORES, %)	METODO DE DIAGNOSTICO GENETICO-MOLECULAR
Deficiencia en la Adhesión Leucocitaria Bovina	BLAD	000595-9913	Autosómica recesiva	Osborndale Ivanhoe	ITGB2 (Integrin Beta 2, también llamado CD18), BTA1	Puntual, cambio de Adenina a Guanina [A/G] (Shuster et al., 1992)	Bajas defensas inmunitarias. Fiebre alta. Diarrea crónica. Enteritis. Neumonías. Gingivitis. Infecciones bacterianas recurrentes. Mueren a los 2-8 meses de nacidos.	BL: Portador; TL: Libre de la enfermedad	SI (1.04 %) ¹	PCR-RFLPs; PCR-HRM; Secuenciación (Branda-Sica et al., 2016; 2018; Federici et al., 2018)
Malformación Vertebral Compleja	CVM	001340-9913	Autosómica recesiva	Carlin-M Ivanhoe, Penstale Ivanhoe	SLC35A3[Solute Carrier Family 35 (UDP-N-acetylglucosamine transporter), member 3], BTA3	Puntual, transición de Guanina por Timina [G/T] (Thomsen et al. 2006)	Malformación vertebral y de extremidades. Retraso en crecimiento. Artrogriposis. Malformación del tracto digestivo y corazón. Abortos y nacimientos prematuros.	CV: Portador; TV: Libre de la enfermedad	SI (2.09 %) ¹	PCR-HRM; Secuenciación (Branda-Sica et al., 2019)
Deficiencia de Colesterol	CD	001965-9913	Autosómica codominante	Maughlin Storm	APOB (Apolipoprotein B), BTA11	Inserción de ~ 7kb (BoERVK LTR_APOB) (Charlier et al., 2017)	Hipocolesterolemia. Acumulación lipídica en vacas portadoras. Mueren dentro de 3 semanas a 6 meses de vida.		SI (2.61 %) ¹	PCR-Melting; Secuenciación (Branda-Sica et al., 2022)
Deficiencia de Uridina Monofosfato Sintasa	DUMPS	000262-9913	Autosómica recesiva	Happy Herd Beautician	UMPS (Uridine Monophosphate Synthetase), BTA1	Puntual,cambio de Citosina por Timina [C/T] (Schwenger et al. 1993)	Disminución de la fertilidad al aumentar la tasa de retorno al servicio por mortalidad embrionaria temprana. Disminución de la actividad de la enzima uridina monofosfato sintasa que lleva a la muerte embrionaria en los primeros dos meses de gestación.	DP: Portador; TD: Libre de la enfermedad	NO	PCR-RFLPs; PCR-HRM (Branda-Sica et al., 2018; Federici et al., 2018)
Citruinemia	CT	000194-9913	Autosómica recesiva	Linmarkr Kriss King	ASS1 (Argininosuccinate Synthase 1), BTA11	Puntual,cambio de Citosina por Timina [C/T] (Dennis et al. 1989)	Altos niveles de amoníaco en el cerebro y depresión del sistema nervioso. Mueren a las 1-2 semanas de nacidos.	CN: Portador; TC: Libre de la enfermedad	NO	PCR-RFLPs; PCR-HRM; Secuenciación (Branda-Sica et al., 2016; 2018)
Braquiespina	BS	000151-9913	Autosómica recesiva	Sweet Haven Tradition, Bis-May Tradition Cleitus, Rothrock Tradition Leadman	FANCI (Fanconi anemia complementation group 1), BTA21	Delección de 3,3 Kb (Charlier et al., 2012)	Nacimiento de terneros muertos con marcadas malformaciones: retraso del crecimiento, braquignatismo inferior, acortamiento de la columna y miembros desproporcionadamente largos.	BY o HH0: Portador; TY: Libre de la enfermedad	SI (3.39 %) ¹	PCR punto final; PCR-Melting (Artigas et al., 2020; Federici et al., 2021)
Aborto debido a Haplotipo Holando 1	HH1	000001-9913	Autosómica recesiva	Pawnee Farm Arlinda Chief (Chief)	APAF1 (apoptotic protease activating factor 1), BTA5	Puntual, transición de Citosina por Timina [C/T] (Adams et al., 2016)	Desarrollo embrionario incompleto. Aborto espontáneo en el 1º trimestre. Fertilidad reducida en portadores.		SI (4.44 %) ¹	En desarrollo
Aborto debido a Haplotipo Holando 3	HH3	001824-9913	Autosómica recesiva	Glendell Arlinda Chief, Gray View Skyline, Oman	SMC2 (Structural Maintenance of Chromosomes 2), BTA8	Puntual, transición de Timina por Citosina [T/C] (McClure et al., 2014)	Aborto en el día 60 de gestación. Problemas de producción de leche en vacas portadoras.		SI (3.13 %) ¹	En desarrollo
Aborto debido a Haplotipo Holando 4	HH4	001826-9913	Autosómica recesiva	Besne Buck	GART (glycinamide ribonucleotide transformylase), BTA1	Puntual, transición de Adenina por Citosina [A/C] (Fritz et al., 2013)	Aborto en el 1º mes de gestación. Reducción de la tasa de parto en vacas portadoras.		SI (1.04 %) ¹	En desarrollo
Aborto debido a Haplotipo 5	HH5	001941-9913	Autosómica recesiva	Thornlea Texal Supreme	TFB1M (transcription factor B1 mitochondrial), BTA9	Delección de 138 Kb (Schultz et al., 2016)	Muerte fetal. Reducción de la tasa de fertilidad en portadores.		SI (0.26 %) ¹	En desarrollo

¹Briano et al., 2021

CONCLUSIONES, PERSPECTIVAS Y RECOMENDACIONES

Las enfermedades monogénicas hereditarias descritas se deben a genes recesivos y solo se expresan en los animales que son homocigotas recesivos con la posibilidad de reconocerlos clínicamente o por diagnóstico genético-molecular. Muchos de estos defectos genéticos son letales al nacer o a los pocos días o meses del nacimiento, por lo cual en la mayoría de los casos no son identificados. También existe la posibilidad de reconocerlos mediante estudios de probabilidades, si se conociera su genealogía y se supiera que algunos de sus ancestros fueron portadores (o heterocigotas) para la enfermedad.

Si usamos estudios de probabilidades, se espera que el animal sea libre de la mutación basada en la información del pedigrí. Sin embargo, si no está testeado mediante diagnóstico genético-molecular, no puede garantizarse que un animal tenga estatus de "libre" de enfermedades. La identificación de animales portadores de enfermedades hereditarias es importante, porque ocasionan impactos negativos en las poblaciones de bovinos Holando a nivel mundial, tanto por los abortos, las pérdidas directas por muertes de terneros, el aumento de los costos de tratamiento médico, así como por las dificultades que se generan al no obtener suficientes terneras para realizar una reposición adecuada de las vacas.

La presencia de animales portadores de enfermedades hereditarias deriva en: abortos, muertes de terneros, aumento de los costos de tratamiento médico e insuficiente disponibilidad de terneras para realizar una adecuada reposición de las vacas.

Por tanto, se recomienda realizar un estricto seguimiento y control para evitar la propagación del alelo mutante mediante la aplicación del diagnóstico genético-molecular para identificar con precisión animales portadores de mutaciones asociadas antes de tomar decisiones en los apareamientos (para producir terneros/as libres de la enfermedad), e introducir toros en los programas de mejora genética y producción de semen bovino Holando.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

ONLINE MENDELIAN INHERITANCE IN ANIMALS (OMIA). Faculty of Veterinary Science, University of Sydney, 2011. En línea: <https://www.omia.org/home/>



Foto: Sebastián Bogliacino

Figura 2 - Vacas Holando, INIA La Estanzuela.



Fotos: Edison Bianchi, INIA, freepik.es, pxhere.com

INFORME ESPECIAL

AGROALIMENTOS EN INIA: beneficios para toda la sociedad

Equipo de Agroalimentos

En un contexto de creciente demanda de agroalimentos, tanto como de requisitos asociados a su calidad e inocuidad, INIA se posiciona como un actor relevante para convertir desafíos en oportunidades, apostando a la innovación tecnológica y a la sostenibilidad de nuestros sistemas productivos. El presente informe sintetiza los principales ejes de trabajo de esta área transversal del Instituto, que crece con el aporte de decenas de investigadores y se sustenta en una fuerte interacción con diversos actores de la sociedad.

La producción de alimentos es muy importante para nuestro país, tanto económica como socialmente. La misión de INIA es generar y adaptar conocimientos y tecnología para generar productos agropecuarios, cada vez más con el foco en la demanda de los consumidores.

Los primeros trabajos de nuestra institución se enfocaron en el desarrollo de variedades de trigo, iniciado por Alberto Boerger en 1914. Al llegar las primeras variedades al mercado, se verificó que era indispensable tener en cuenta las necesidades

del consumidor para un desarrollo exitoso; como consecuencia, en 1929 se inauguró el Laboratorio de Molienda y Panificación.

En el transcurso de las décadas siguientes, y a medida que se agregaban más líneas de investigación y las necesidades de los consumidores evolucionaban, estas capacidades crecieron. Por ejemplo, en la década de los 90 se potenciaron varias líneas de investigación para valorizar y diferenciar nuestras carnes y, en los primeros años de este siglo, se amplió el concepto de

“calidad” de frutas y hortalizas para tener en cuenta no solo características organolépticas sino también fortalecer sus aportes para la salud.

Desde 2015, se ha trabajado en forma coordinada entre los distintos programas de investigación vinculados a los agroalimentos, haciendo más eficiente y visible la acción en la interna, y facilitando la interacción con externos, ya sea la academia, el gobierno o actores privados. Esta estrategia está inmersa en un entorno con una fuerte tendencia al aumento en la demanda de información de parte de los consumidores, siendo cada vez más exigentes sobre los requisitos de los alimentos. Por un lado, se busca una producción que sea sustentable ambiental y socialmente, sumado, obviamente, a la necesidad de rédito económico de los productores.



Figura 1 - Parte del equipo de Agroalimentos INIA en el Simposio Internacional de Innovación y Desarrollo de Alimentos (Innova, 2019).

En paralelo, la investigación en agroalimentos provee al productor de más herramientas para poder trabajar mejor y añadir más valor a sus productos. Por un lado, los agroalimentos deben ser mejores. Por otro, el productor es favorecido al conocer más los aspectos nutritivos, culinarios e impactos en la salud de esos alimentos que produce. De esta forma, la intensificación de trabajo en agroalimentos contribuye a una mayor cercanía entre el productor y el consumidor, encontrando y valorizando objetivos comunes.

ORGANIZACIÓN INTERNA

Desde 2015 existe una coordinación transversal en el área de agroalimentos, bajo la que un grupo central de investigadores con doctorados en disciplinas vinculadas con las ciencias de los alimentos, además de varios profesionales de carreras relacionadas, organizan el trabajo en el área, a los que se suman decenas de

investigadores que se relacionan con estas líneas, directa o indirectamente.

Esta coordinación funciona a varios niveles. Por un lado, liderando los proyectos específicos de nuestra temática. A esto se agrega la participación de los mencionados expertos en proyectos de otros programas de INIA que generan impacto directo en los alimentos.

Asimismo, existen otros trabajos de investigación de la institución que incluyen aspectos vinculados a la inocuidad o el agregado de valor, pero su foco no se encuentra en la “ciencia de los alimentos”.

Por último, es de destacar que esta temática es cada vez más relevante tanto en contextos productivos como

sociales, a nivel local como internacional; con esta organización podemos interactuar más fácilmente con actores externos, como la participación en el Diálogo Nacional hacia la Cumbre sobre los Sistemas Alimentarios, eventos como el Innova, aportes en la Encuesta Continua de Hogares, Codex Alimentarius, entre otros.

NUESTROS TRABAJOS

Este informe presenta algunos ejemplos de generación de información, así como

productos y desarrollos tecnológicos de INIA y sus socios, con el aporte de decenas de investigadores de distintos programas de todas las estaciones. Como forma de facilitar al lector el entendimiento del impacto de cada trabajo, dividimos los temas en tres grupos: agregado de más valor, inocuidad y “un bienestar”.

El trabajo en agroalimentos contribuye a una mayor cercanía entre los productores y los consumidores, encontrando y valorizando objetivos compartidos.

AGREGADO DE MÁS VALOR

Más allá del valor que se crea al generar productos agropecuarios o el que se pueda lograr mediante el procesamiento industrial, hay estrategias específicas que permiten agregar más valor a los alimentos, teniendo en cuenta las demandas y necesidades de los consumidores. Estas estrategias generan ventajas en toda la cadena.

Arroz uruguayo: calidad destacada desde el cultivo hasta la mesa

Uruguay tiene excelentes condiciones agroecológicas para este cultivo. Anualmente, se siembran unas 165.000 ha y exporta a numerosos destinos el 95 % del grano producido e industrializado localmente, configurando una situación inusual en el mundo. Para competir en mercados fuertemente distorsionados, el sector arrocero uruguayo ha seguido históricamente una estrategia de diferenciación y valorización de su grano en base a la segmentación varietal, la calidad e inocuidad del producto que ha generado confianza en los compradores.



Figura 2 - Muestras diversas de arroz en paddy (con cáscara), integral (solo descascarado) y blanco (molinado).

Tanto los aspectos relacionados con la calidad industrial del arroz, así como de sus atributos culinarios e inocuidad, han sido abordados en forma permanente a través de la estrecha vinculación y articulación academia-productores-industria, constituyendo un atributo diferenciador del arroz uruguayo.

Un ejemplo reciente es la iniciativa de "Redes Tecnológicas" entre el LATU, INIA, la Asociación de Cultivadores de Arroz y la Gremial de Molinos con financiación de la ANII, que ha permitido un abordaje integral de los aspectos de calidad del grano, tanto respecto a su comportamiento en la fase industrial como en aspectos culinarios.

Considerando que este grano es de consumo directo, con un mínimo procesamiento respecto a otros granos o cereales, sus características físicas y químicas están expuestas de modo directo a los sentidos del consumidor. En gran medida, estas características están determinadas por la genética de la variedad cultivada, pero como en otros caracteres cuantitativos su expresión es influenciada por el ambiente de modo natural, así como en la poscosecha por los procedimientos de secado, almacenamiento, pulido y molinado en la industria.

Carne: garantías éticas en el proceso productivo y un alimento de calidad

La carne es el principal rubro agroalimentario que produce y exporta el Uruguay, por lo que el agregado de más valor es sin duda de fundamental relevancia para la economía de nuestro país. En este sentido, es importante señalar que las investigaciones desarrolladas por INIA han abarcado, tanto aspectos asociados a la calidad intrínseca de la carne, como a los procesos de producción. En referencia a características intrínsecas, diversas características han sido objeto de estudio, tales como la terneza, color, jugosidad, valor nutricional, aceptabilidad sensorial, conservación y vida útil para acceso a mercados de exportación. Los servicios ecosistémicos que brinda nuestra producción

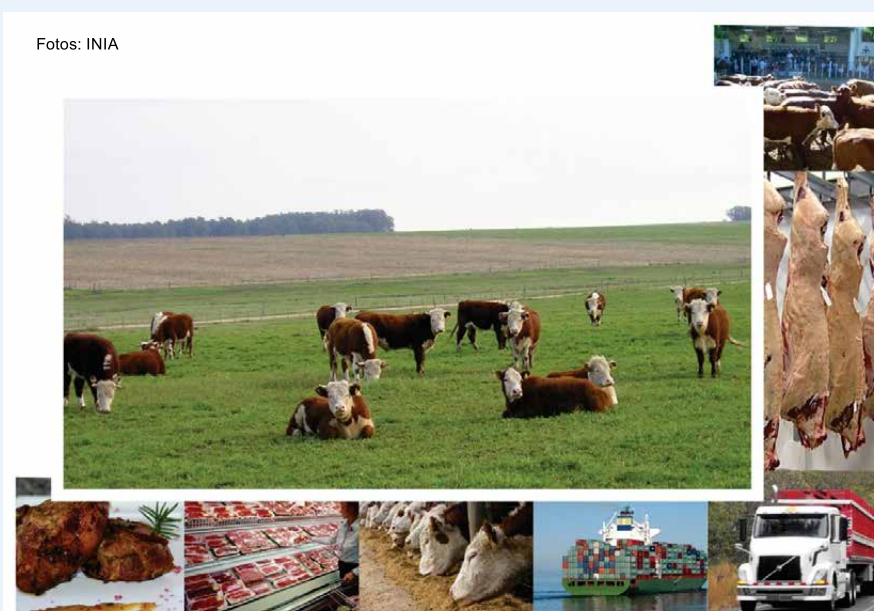


Figura 3 - Distintas fases de la cadena cárnica.

sobre base pastoril y el bienestar animal, también han tenido gran importancia en las investigaciones desarrolladas por INIA. Se han realizado diversos trabajos que demuestran las ventajas comparativas de los sistemas de producción a cielo abierto y en base a pasturas, tomando en cuenta la perspectiva del bienestar animal.

Se ha trabajado en la búsqueda de alternativas tecnológicas para levantar todas y cada una de las limitantes asociadas a los sistemas extensivos desde la perspectiva del bienestar animal. Este aspecto es de creciente interés del consumidor nacional e internacional y Uruguay, tal como fue mencionado, debe brindar garantías éticas de sus procesos productivos.

El consumidor y diferentes estamentos de la sociedad ejercen una creciente presión sobre la producción, en lo que refiere a los alimentos en general, y en particular en aquellos de origen animal como la carne. Por esta razón, la sociabilización de la información científica pasa a ser crucial para ser más competitivos, sobre la base de la generación de confianza en el consumidor, acercándolo a los sistemas de producción e industrialización. En este sentido, el trabajo de INIA es fundamental para lograr este objetivo.

Mejoramiento genético para cervezas altamente competitivas

La cebada es, junto con el trigo, de los cultivos más antiguos de los que hay registro. Su grano tiene como

principal destino global la alimentación animal y su aplicación para consumo humano se encuentra en aumento, pero el mercado más atractivo es la cadena maltero-cervecera. En la primera fase industrial, la cebada se germina en forma controlada para obtener la malta, mientras que en el último eslabón se produce la cerveza.

Uruguay es el sexto exportador mundial de malta. Este proceso permite que la cebada agregue más valor a nivel de producción primaria, ya que el productor recibe mayor precio por el grano producido, y a nivel industrial, porque más del 90 % de la producción se exporta industrializada. Es decir que, no solo contribuimos a mejorar la cerveza que consumimos los uruguayos, sino que la compartimos con Brasil y otros destinos.

Un actor clave de este éxito es la Mesa Nacional de Entidades de Cebada Cervecera, modelo de articulación público-privada, donde desde hace casi 30 años se acuerdan objetivos de investigación y desarrollo, con financiación de proyectos estratégicos.

El principal aporte de INIA a esta cadena es el mejoramiento genético: se accede a las mejores variedades a nivel internacional y, mediante cruzamientos y selecciones, se desarrollan cultivares que se adaptan a las necesidades de los productores agropecuarios y la cadena industrial.


En la detección de la mejor genética maltero-cervecera, INIA trabaja junto a LATU-Latitud, generando variedades que son competitivas con las mejores del mundo, cubriendo la mitad del área de cultivo y de la demanda industrial a nivel nacional.

Foto: Eduardo Flores



Figura 4 - Uno de los productos de nuestra cebada.

Acceda a Latitud, Fundación del LATU orientada a la planificación y ejecución de proyectos de Investigación:

Acceda **AQUÍ** 

“El aporte de INIA en el desarrollo de cultivares de cebada cervecera adaptados al ambiente de Uruguay (clima, condiciones de cultivo, resistencia a enfermedades) y con buena calidad maltera, ha sido y es esencial para el crecimiento y mejora continua de la producción de cebada cervecera nacional”.

Lic. Bioq. MsC. Blanca Gómez Guerrero
Latitud - LATU
Coordinadora de la Mesa Nacional de Entidades de Cebada Cervecera

Agregado de valor en horticultura: nuevos usos para viejos productos

Agregar valor a través de la mejora de las prácticas de manejo, mejoramiento genético y de la calidad han estado desde siempre en la investigación citrícola, frutícola y horticola de INIA. En los últimos años se ha comenzado a trabajar también en el agregado de valor a través de nuevos usos de las frutas, como es el aprovechamiento de los descartes y coproductos de las cadenas productivas. En este sentido, por ejemplo, se han realizado experiencias muy exitosas en el uso del alperujo de la industria del aceite de oliva, tanto para el compostaje como para la obtención de antioxidantes de gran valor para la industria de alimentos.

En conjunto con empresas nacionales se han desarrollado nuevas variedades aptas para la producción de chips, que conservan las propiedades nutricionales luego del fritado, disminuyendo el contenido de aceite y de acrilamidas. Otro ejemplo es el desarrollo de cremas heladas comerciales con frutos nativos (guayabos y butiá).



Figura 5 - Chips de hortalizas, disponible comercialmente.

“El aporte de INIA fue fundamental para lograr nuestros objetivos.

A nivel nutricional, los clones utilizados con buena aptitud para fritura, materia seca y conservación poscosecha nos ha permitido el desarrollo de un producto estándar y de buena calidad todo el año”.

*Gabriel Estellano
Director de Detricar SA (De la Tierra)*

Junto a los países miembros del PROCISUR se realizó un relevamiento de frutas como fuente de antioxidantes y colorantes para el uso en la industria alimentaria.

Acceda a los protocolos para la valorización de frutos nativos del PROCISUR:

Acceda **AQUÍ**



Se está trabajando actualmente en la obtención de coproductos de alto valor en frutales nativos y otras frutas tradicionales. Entre estos se destaca el estudio en colorantes naturales, compuestos antioxidantes, aceites de semillas, prebióticos, gelificantes y compuestos para el manejo de plagas.

Diversidad y facilidad de consumo de hortalizas: otras formas de agregar valor

Al facilitar el consumo y generar diversidad en los productos, es posible añadir valor a los alimentos. Muchas veces la intensidad del sabor de las cebollas o el “grado de pungencia” limita su elección para consumo fresco, a pesar de su importante uso en la preparación de otros alimentos. Desde INIA aportamos a generar diversidad en sabores, evaluando los compuestos que están detrás de ese sabor intenso y característico, conocido como pungencia. Hoy existen variedades de cebolla con una menor pungencia, con buena producción y que se adaptan a las condiciones de cultivo nacionales. Esto facilita su consumo en fresco, formando parte de diversos platos y acompañando las ensaladas sin necesidad de cocción previa.

También destacamos la selección de tomates que mantienen la calidad estable (forma, color, firmeza) aún en condiciones extremas de producción (temperatura), facilitando su producción en diferentes momentos del año, como es el caso del tomate INIA Frontera.



Figura 6 - Cultivo de tomates INIA bajo invernadero.

Otro ejemplo es el boniato que, con las nuevas variedades seleccionadas por INIA, se ha logrado facilitar el pelado en casa (piel más lisa y batatas más uniformes). En este mismo cultivo, la oferta de variedades de diferente coloración de pulpa (crema, blanca, naranja y violeta) nos brinda una gran diversidad para elegir entre una amplia gama de sabores, texturas y colores para variar y combinar en nuestra gastronomía. Es un alimento popular entre los uruguayos, que permite añadir valor y diversidad de compuestos antioxidantes en nuestras comidas durante casi todo el año, al que INIA ha logrado contribuir. Como ya se dijo, la interacción directa con empresas privadas y otras instituciones permitió el desarrollo de un nuevo producto (chips de boniato) que encontramos actualmente en el mercado.

Urutrigo

El trigo es uno de los principales alimentos de la humanidad. Esto se debe a múltiples razones, incluyendo una gran versatilidad agronómica, pero principalmente a su capacidad única como ingrediente para variados alimentos. Al iniciar el proceso de panificación, no hablamos de “mezclar” sino que de “amasar”, porque en ese proceso se forma una red de proteínas que forman un cuerpo, la masa, con propiedades muy distintas a sus ingredientes.



Figura 7 - Trigo de calidad.

INIA junto a otras instituciones crearon Urutrigo, un concepto de colaboración científico - tecnológica para detectar y desarrollar cultivares con calidad panadera superior.

Durante el leudado, esa masa va a crecer, antes y después de moldearse, retener agua, desarrollar textura y permitir aromas y sabores que hacen muy deseables a los productos panificados.

Si bien el trigo es el único ingrediente que permite esas características, no todos los trigos van a permitir igual desarrollo de la masa. Por eso, es necesario un sistema que permita detectar cuáles son los cultivares con calidad panadera superior.

Con este objetivo, en un proyecto denominado “Desarrollo de herramientas para viabilizar el trigo uruguayo mediante la mejora de su calidad” liderado desde INIA y coliderado desde la Mesa Nacional de Trigo, cofinanciado por ANII y el sector privado triguero (Comisión Gremial de Molinos, Asociación de Comerciantes de Granos, Cámara Uruguaya de Semillas y Cooperativas Agrarias Federadas) se desarrolló un nuevo concepto: Urutrigo.

Urutrigo es una marca registrada que puede aplicarse solo a los cultivares de calidad panadera superior. Esta clasificación, que hoy ya incluye un tercio de la producción nacional, permite agregar más valor al mejorar los precios de venta de la material prima, así como optimizar insumos a la industria y los productos que llegan a los consumidores finales. Más información en:

Acceda **AQUÍ**



Síguennos en Twitter: **@urutrigo**

“El trabajo que se viene realizando en URUTRIGO, caracterizando las variedades de trigo con mejor calidad panadera, permite tomar decisiones sobre la elección de variedades tanto a nivel de productor a la hora de sembrar como para los molinos o exportadores al momento de comprar el grano, priorizando las variedades de calidad. Es un camino que nos debería permitir mejorar la imagen del grano de trigo que se comercializa en Uruguay.”

*Gabriel Di Giovannantonio
Gerente de Cargill Uruguay, integrante de la
Mesa Nacional de Trigo*



Figura 8 - Nuevas variedades de mandarina generadas en nuestro país.

Cítricos uruguayos frescos como el primer día

Los frutos cítricos incluyen lo que comúnmente conocemos como naranjas, mandarinas, limones, quinotos, limas y pomelos. En Uruguay, se producen cítricos frescos para exportación y mercado interno. En un alimento fresco es muy importante la calidad, que involucra sabor, facilidad de pelado, ausencia de semillas, aporte de compuestos beneficiosos para la salud y que mantenga su frescura durante 30, 60 o más días de transporte o almacenamiento. Existen en Uruguay nuevas mandarinas destacadas en sabor y conservación liberadas por INIA y Facultad de Agronomía (Udelar), permanecen por más tiempo frescas en nuestras casas.

Esto es clave para agregar valor al producto y diferenciarlo tanto localmente como en los mercados de ultramar. En este proceso colaboramos directamente

con los productores, que conocen de primera mano las características de los nuevos materiales y colaboran en su evaluación.

El extenso viaje o conservación del fruto requiere la ayuda de un recubrimiento, que formará una capa protectora, que reduce la deshidratación del fruto y previene el desarrollo de manchas y daños en su cáscara. Desde INIA generamos información para apoyar a los técnicos y productores a elegir el recubrimiento más adecuado para extender la vida poscosecha de los frutos sin alterar su sabor o características nutricionales. A su vez, el agregar valor también implica que el proceso de producción garantice el menor impacto ambiental posible y, para ello, estamos cuantificando el impacto que se genera al producir un kilo de mandarinas, naranjas o limones en Uruguay. El contar con esta información permitirá evaluar cómo los cambios tecnológicos nos ayudan a reducir este impacto en el ecosistema.



Fotos: Joanna Lado

Figura 9 - Efecto del recubrimiento en la reducción de manchados poscosecha en limones. Limones con (derecha) y sin (izquierda) recubrimiento aplicado durante el empaque poscosecha, evaluados luego de 30 días de conservación en frío.

“El mercado internacional de las frutas frescas es cambiante, desafiante y cada vez más exigente. Por ello, debemos tener productos de calidad y bajo producciones sustentables durante toda la cadena de valor. Esto es imprescindible desde la calidad de las plantas hasta la llegada a los mercados. La investigación y la relación con el sector privado son críticas y aplaudimos la colaboración que hoy opera en el sector”.

Marta Bentancur
Senior advisor en Mercados y Relaciones Internacionales - UPEFRUY

A más pasto, mejor leche

La leche y los productos lácteos que provienen de vacas alimentadas a pasto tienen características sensoriales, físicas y de composición diferentes a las de sistemas con alimentación a base de concentrado y forrajes conservados. En general presentan un aumento en ácidos grasos benéficos para la salud: ácido vaccénico, CLA, β -caroteno y ácido α -linolénico, entre otros. En un estudio realizado con la Universidad Tecnológica (UTECH, Ciencia y Tecnología de Lácteos), en el marco del Proyecto 10MIL (Módulos de Intensificación Lechera), se ha encontrado una rápida respuesta de dichos componentes beneficiosos en la leche al aumento del consumo de pastura y, al mismo tiempo, una disminución de otros ácidos grasos no tan deseables como el palmítico. Similares resultados fueron encontrados en módulos experimentales evaluados en la EEMAC (Paysandú), con diferente participación de pasturas en la dieta.

Nuestro país tiene las condiciones y oportunidad de aumentar la producción de leche a base de pasto.

Acceda al artículo en Revista INIA sobre oportunidades y desafíos para el crecimiento de la producción de leche a pasto en Uruguay:

Acceda **AQUÍ**

Los sistemas de alto consumo de pasto han demostrado lograr una producción más rentable (<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308521X18313787>), generando un alimento más saludable y sistemas que son preferidos por los consumidores por su asociación con un ambiente “natural”. En el país se dispone de la certificación GRASS-FED, gestionada por Conaprole y a cargo de Certifica LSQA. El tambo de INIA La Estanzuela cuenta con esta certificación.

Los sistemas de alto consumo de pasto generan un alimento más saludable, preferido por los consumidores por su asociación con un ambiente “natural”.

Esta certificación asegura que la dieta de las vacas en ordeño sea de más de 85 % de pasto (en base fresca), las hormonas y antibióticos sean usadas únicamente en los casos avalados por la normativa vigente y bajo supervisión de médico veterinario (está prohibido su uso como promotores de crecimiento), y toda la cadena de producción cuenta con georreferenciación y trazabilidad, dando prioridad al bienestar animal. De esta forma se apoya la mejora sostenida de los ingresos y calidad de vida de productores y sus familias (<https://www.conaprole.uy/institucional/grass-fed/>).



Figura 10 - Producción lechera en base a pasturas.

INOCUIDAD

El Codex Alimentarius ha definido como inocuidad “la garantía de que un alimento no causará daño al consumidor cuando el mismo sea preparado o ingerido de acuerdo con el uso a que se destine”. Los problemas pueden ser causados por agentes biológicos (como por ejemplo, bacterias u hongos) o contaminantes químicos, tanto naturales como sintéticos. Los alimentos uruguayos son considerados de bajo riesgo, pero debemos investigar para dar certezas a los consumidores.



Foto: Fernando Pérez de Vida

Figura 11 - Cultivo de arroz de alta productividad (INIA Merín) en región este del país. La chacra de la imagen rindió entorno a 12 toneladas por hectárea en la zafra 2021 - 22.

La inocuidad de nuestro arroz como atributo diferencial

Dado que el arroz es el alimento básico de más de la mitad de la población mundial y una de las principales fuentes de carbohidratos, tanto los aspectos vinculados a la inocuidad, como la potencial afectación a la salud humana son de capital importancia.

Recientemente ha finalizado un proyecto del Fondo Sectorial Innovagro de Inocuidad titulado “Evaluación del contenido de arsénico en arroz a nivel nacional y estudio de variables a nivel productivo para minimizar su contenido en el grano”, ejecutado por INIA, Latitud (LATU), Fagro, con la colaboración del laboratorio TESLA (Universidad de Graz, Austria), que ha permitido profundizar en uno de estos aspectos referido al contenido de arsénico en grano.

Este elemento se encuentra naturalmente en los minerales primarios que conforman la corteza terrestre, y a través de procesos de meteorización y procesos de formación de suelos puede llegar a encontrarse de manera natural en los suelos y aguas. Cuando el suelo se encuentra en condiciones aeróbicas, el arsénico permanece fuertemente retenido, lo que hace que su disponibilidad para las plantas sea reducida. La inundación del cultivo de arroz modifica la especiación química del arsénico, incrementando su biodisponibilidad.

El arsénico ha sido asociado a potenciales problemas para la salud humana, entre ellos: diversos tipos de cáncer, hipertensión, diabetes y nacimientos prematuros.

El muestreo de un importante número de chacras a nivel nacional abarcando las diferentes zonas de producción, así como las diferentes variedades utilizadas demostró que los valores arsénico inorgánico no superaron el nivel máximo determinados por el Codex Alimentarius de 0,2 mg/kg.

El abordaje en este proyecto ha sido integral enfocándose, por un lado, en un mayor conocimiento de la variabilidad de este elemento en las distintas regiones productivas del país, y por el otro, en aspectos genéticos y de manejo que puedan brindar potenciales soluciones en caso de que fuera necesario mitigar este aspecto.

Es importante puntualizar que los resultados son una foto de lo que sucedió en las zafras del estudio, que deben ser permanentemente actualizados ya que pueden existir cambios (clima, manejo, genética) que necesariamente determinan la necesidad de seguir chequeando estos resultados en el tiempo.

De interés nacional: la inocuidad de la carne y los productos cárnicos

La inocuidad de la carne y los productos cárnicos ha sido un tema de creciente relevancia para la cadena cárnica nacional. No solo por las consecuencias que puede tener directamente en la salud del consumidor, sino también por las restricciones comerciales que los diferentes aspectos de inocuidad representan actualmente en la comercialización de carne a nivel mundial.

Figura 12 - Estudio de la carne en laboratorio de INIA.



Foto: INIA

INIA ha desarrollado, junto con otras instituciones, algunas líneas de investigación en inocuidad en carnes desde el año 2006. Algunos ejemplos de lo realizado en carnes y otros agroalimentos son los siguientes:

Inocuidad de la carne
(Revista INIA N° 20)

Acceda **AQUÍ**

Control de *Escherichia coli*
en la carne
(Revista INIA N° 23)

Acceda **AQUÍ**

Situación de la Inocuidad
alimentaria
(Revista INIA N° 46)

Acceda **AQUÍ**

Inocuidad alimentaria en
diferentes sistemas de
producción
(Revista INIA N° 47)

Acceda **AQUÍ**

Además de lo detallado en los referidos artículos, y particularmente en carne, INIA ha participado en dos proyectos interinstitucionales, uno sobre la mitigación de la contaminación microbiana en canales vacunas utilizando cabinas de aspersión de ácido láctico y otro sobre el estudio de los serotipos de *Escherichia coli*, productor de toxinas Shiga prevalentes en el Uruguay.

“El rol del INIA en el desarrollo de I+D+i y en la validación de tecnologías y procesos, ha implicado para la Industria Cárnica Uruguaya mejoras tangibles en las condiciones de acceso de nuestras carnes a los mercados internacionales de alta exigencia.”

*Ing. Alim. Cecilia Bianchi
Gerente de Planta
Breeders and Packers Uruguay S.A.*

Frutas sanas y seguras: porque la inocuidad comienza en el campo

Desde el año 2012 se comenzó a aplicar el Plan de Manejo Regional de Plagas en frutales. Este proyecto se está llevando a cabo por la Dirección General de la Granja y la Dirección General de Servicios Agrícolas del MGAP, la Facultad de Agronomía de Udelar e INIA. La estrategia combinada de monitoreo, buenas prácticas agrícolas, uso de feromonas y otros atrayentes naturales en trampeo masivo, ha permitido la optimización de las aplicaciones de insecticidas sintéticos y la reducción de aplicaciones en cada temporada productiva. Esta reducción de aplicaciones redunda en frutas más sanas e inocuas.

En relación al cultivo de vid y la obtención de vinos Tannat de calidad, se evaluaron los puntos críticos

El Plan de Manejo Regional de Plagas en frutales ha permitido una mejor gestión de las aplicaciones de insecticidas sintéticos y una reducción de aplicaciones en cada temporada productiva, lo que redunda en frutas más sanas e inocuas.

que afectan su inocuidad. Se realizó el seguimiento y evaluación de 22 viñedos y sus respectivos vinos por dos ciclos productivos para los niveles de ocratoxina A, histamina y sodio. Los resultados de ambas temporadas en viñedos y sus respectivos vinos indican su inocuidad, constituyéndose como productos seguros para el consumidor.

Las frutas y hortalizas son un componente fundamental de la dieta y contribuyen al bienestar y a la salud. Son fuente de vitaminas, minerales y de una variedad de sustancias bioactivas que además de definir sus características sensoriales tienen efectos beneficiosos sobre la salud. En este marco, INIA junto con otras instituciones impulsa y desarrolla estrategias para mejorar la calidad y asegurar la inocuidad de la producción nacional de frutas y hortalizas.

*Dra. Caterina Rufo - Alimentos y Nutrición
Instituto Polo Tecnológico, Facultad de
Química, Udelar*



Foto: INIA

Figura 13 - Captura de lepidópteros en trampas tipo delta cebadas con feromonas sexuales.

INIA investiga para generar información sobre inocuidad. Este nuevo conocimiento permite definir políticas para dar certezas a la población sobre los alimentos que consume.

Desde 2018 se viene ejecutando un proyecto dedicado a la evaluación y el desarrollo de tecnologías de monitoreo de la inocuidad de frutas y hortalizas. Se logró la instalación de un laboratorio dedicado al análisis de microorganismos responsables de enfermedades transmisibles por alimentos en INIA Las Brujas.

Se pusieron a punto métodos para el *screening* de patógenos y metales pesados en frutas y hortalizas. Se desarrolló un plan de muestreo de las frutas y hortalizas con la participación del Mercado Modelo (actualmente Unidad Agroalimentaria) para realizar un seguimiento de tomates, manzanas, lechugas, espinacas, frutillas, zanahorias, boniatos, papas, cebollas y morrones. Se desarrollaron metodologías analíticas propias para evaluar la inocuidad de frutas

y hortalizas y se formaron recursos humanos especializados. Se obtuvo el conocimiento del estado de situación de la prevalencia de *Salmonella* spp, *E. coli*-STEC y *Listeria monocytogenes* (SEL), así como también la contaminación por arsénico, cadmio y plomo. Se destaca la baja prevalencia de SEL y niveles muy por debajo de los límites permitidos para contaminantes químicos, aun en los productos con cáscara.

¿Es posible reducir las aplicaciones de agroquímicos en los cultivos?

Al igual que nos ocurre a los humanos, las plantas que producen algunos de nuestros alimentos pueden ser atacados por diferentes plagas (insectos, nemátodos o ácaros) o enfermedades (bacterias, hongos, virus).

Estos ataques provocan pérdidas muy importantes en la cantidad de alimento producido y muchas veces en su calidad, sabor y conservación luego de la cosecha. Para evitar estos efectos se aplican diferentes productos (agroquímicos) que tienen como finalidad, controlar o reducir los impactos negativos de estas plagas y enfermedades, pero que a mediano y largo plazo podrían causar efectos adversos al medio ambiente. En INIA, por intermedio de los Programas de Mejoramiento Genético, se obtienen variedades que son capaces de resistir o tolerar mejor diferentes ataques de plagas y enfermedades, algo que se conoce como resistencia/tolerancia genética.

Estas variedades, resistentes y/o tolerantes, o nunca se enferman o toleran mejor las plagas y enfermedades, por lo que casi no requieren aplicaciones de agroquímicos,

permitiendo a los productores evitar estos insumos, cuidando nuestra salud y la del ambiente. Existen ejemplos concretos en variedades de INIA que son tolerantes a enfermedades de suelo, virus y hongos foliares, frutillas tolerantes a enfermedades de raíz y hojas o a la pudrición de sus frutos; boniatos que no requieren aplicación de insecticidas al suelo para eliminar el labrado por insectos (cicatrices en la piel), papas tolerantes a virus y tizones o cebollas tolerantes a enfermedades de hoja.



Foto: Irvin Rodríguez

Figura 14 - Ensayos de manejo de vid en campo experimental de INIA.

A su vez, la investigación de INIA en formas de control (bio-controladores o control biológico), en la cual las plagas son controladas por otros organismos que se alimentan de ellas. Esta tecnología complementa la estrategia de uso de variedades resistentes, facilitando el manejo a campo o en invernáculo, cuidando la salud de todos y la sustentabilidad de la producción de alimentos para el futuro.

No solo es importante cuidar nuestra salud, sino también la de nuestro suelo, el aire y el agua. Las variedades resistentes y el control biológico nos ayudan a lograrlo, produciendo alimentos inocuos para el consumidor (menos aplicaciones de agroquímicos) y reduciendo el impacto ambiental generado al producirlos.

Minimizar la aplicación de fungicidas poscosecha en cítricos

El trabajo en red con las principales empresas productoras de cítricos nos permite el desarrollo y la rápida adopción de medidas y tecnologías dirigidas al manejo integrado no contaminante para el control de los patógenos de poscosecha. En este escenario, la interacción entre las empresas productoras potencia la adopción de nuevas tecnologías y facilita los cambios en el sector productivo. Por ejemplo, es posible proteger a la fruta luego de cosechada con productos inocuos para la salud de los consumidores en sustitución de los fungicidas tradicionales.

A su vez, en forma participativa construimos una estrategia integral de manejo en campo, que tiene como objetivo disminuir la carga de hongos patógenos sobre la fruta al momento de cosecha y tomar medidas que reduzcan su concentración en las plantas de empaque. Lograr que nuestras mandarinas, limones y pomelos puedan resistir las bajas temperaturas de conservación sin mancharse (son sensibles al frío) es otro de los desafíos que abordamos conjuntamente con las empresas productoras y exportadoras. El frío durante el almacenamiento nos permite enlentecer el crecimiento de los hongos que atacan a los frutos y, a su vez, conservarlos frescos por más tiempo.

Acceda a más información sobre la Red Tecnológica Sectorial para la Innovación en la poscosecha de frutos cítricos:

Acceda **AQUÍ**

Acceda **AQUÍ**

Combatiendo a un enemigo al acecho: Fusarium y sus micotoxinas en cereales

La fusariosis de la espiga (FE) es una enfermedad causada por hongos del género *Fusarium*, de las más devastadoras en trigo y cebada en varias partes del mundo, y de creciente ocurrencia en Uruguay. Esta enfermedad puede causar pérdidas económicas severas a nivel de chacra, pero la característica más relevante es su efecto en la inocuidad del producto final. En su crecimiento, estos hongos pueden generar toxinas nocivas para la salud humana y animal, conocidas como "micotoxinas". En nuestras condiciones productivas, prevalecen las especies de *Fusarium graminearum*, mayormente productoras de deoxinivalenol (DON), nivalenol (NIV) y zearalenona (ZEN). La línea de trabajo desarrollada por INIA en sucesivos proyectos colaborativos desde la década del 90, con grupos nacionales (Udelar, MGAP, Mesa Nacional del Trigo, Mesa Nacional de Entidades de Cebada Cervecera),



Figura 15 - Frutos cítricos maduros; B) fruto con pudriciones (*Penicillium* spp); C) planta de empaque de cítricos en Uruguay; D) fruto con pudriciones (*Geotrichum citri aurantii*).



Foto: INIA

Figura 16 - Trigo próximo a cosecha.

regionales (PROCISUR, FONTAGRO) e internacionales (CIMMYT, FAO, Universidad de Minnesota, Universidad de Guelph) atiende a las necesidades constantes de generación y actualización del conocimiento y de las herramientas para el manejo de la FE y así, minimizar el riesgo de micotoxinas asociadas en el producto.

En este sentido, en los últimos años hemos logrado importantes avances en el conocimiento de la biología y epidemiología de la FE en nuestros sistemas de producción, monitoreo de la diversidad de las poblaciones de estos hongos y la sensibilidad a los fungicidas más utilizados, así como en las herramientas que disponemos para minimizar su riesgo: cultivares adaptados, de buen potencial de rendimiento y con resistencia genética a la FE a nivel de producción, estrategias de aplicación de fungicidas más eficientes, sistemas de predicción de DON en grano, entre otros. A los anteriores, se ha sumado la evaluación del aporte de prácticas de segregación, limpieza y monitoreo a cosecha y poscosecha que logran minimizar pérdidas y niveles de DON en grano aceptables para comercialización en años epidémicos. La investigación en la fusariosis de la espiga continuará siendo una prioridad en INIA.

Vaca saludable, leche saludable

El concepto de “Una salud” reconoce y conjuga los puntos que tienen en común la salud humana, animal y medioambiental. La mastitis en la vaca lechera es uno de los objetos de investigación y desarrollo con abordaje de “Una salud”. Por tratarse de una enfermedad infecto-contagiosa de la glándula mamaria, que se produce como respuesta a la invasión, a través del canal del pezón, de bacterias, micoplasmas, hongos, levaduras o virus, está condicionada fuertemente por el ambiente productivo.

El alto recuento de células somáticas (RCS) por mastitis en la leche ocasiona alteraciones en el proceso agroindustrial, pérdidas productivas (litros de leche) y económicas (medicamentos) a nivel del tambo y en la industria: menores rendimientos, productos no homogéneos, mala calidad en quesos y productos fermentados. Debido a los procesos de industrialización y las mejoras de manejo y control implementadas en los tambos en cuanto a la salud de los animales no existe riesgo de transmisión de organismos patógenos a los humanos.

El valor promedio de RCS de las muestras recibidas de tambos en el laboratorio de calidad de leche de INIA La Estanzuela entre julio de 2017 y junio de 2020 fue de 343 mil cel/ml, pero existe variabilidad en los componentes de la leche de acuerdo con el tamaño del rodeo, zona y estaciones del año, lo cual ha sido reportado en un trabajo de INIA Estanzuela:

Acceda **AQUÍ**



En similar período, en el experimento de sistemas del Proyecto 10MIL, desarrollado en la Unidad de Lechería de La Estanzuela, los resultados promedio obtenidos fueron 265 mil cel/ml. Siendo el RCS un excelente predictor de la mastitis subclínica, se desprende que existe un margen de mejora a nivel comercial, pudiéndose alcanzar mejores resultados usando herramientas como un “Sistema de Gestión para control y prevención de mastitis” que desde 2015 se aplica en el tambo de La Estanzuela:

Acceda **AQUÍ**



Figura 17 - Leche de calidad proveniente de vacas saludables.

Fuente: freepik.es

INIA pone todos sus esfuerzos en el concepto de “Una salud”, que contempla la salud humana, animal y medioambiental. Mediante un trabajo minucioso sobre la salud de los vegetales y animales que componen los sistemas de producción se generan alimentos inocuos para la salud de las personas.

Inocuidad de la miel para mantener altos estándares internacionales

Uruguay es un país netamente exportador de miel: de las 12 mil toneladas promedio de miel producida anualmente, el 95 % es exportado. Durante los últimos años, el mercado mundial de miel se ha visto desestabilizado por diversos motivos, lo que ha motivado a que los compradores refuercen sus procedimientos analíticos y establezcan mayores requerimientos de calidad. A pesar de eso, nuestro país ha sobrellevado estas fluctuaciones de mercado gracias a la buena reputación de las mieles de la región, nuestro excelente sistema de trazabilidad y las buenas prácticas apícolas. En este sentido, es importante mantener esa confianza de los compradores y trabajar de forma continua para

asegurar la calidad de la miel desde su producción hasta su colocación en destino. En este sentido, uno de los objetivos de INIA es mejorar las prácticas apícolas para garantizar los altos estándares internacionales de la miel.

Estas prácticas apícolas, incluyen los manejos sanitarios que se realicen en las colmenas y los posibles residuos que puedan quedar en la miel. La principal amenaza sanitaria de la apicultura es el ácaro *Varroa destructor*, cuyo control en nuestro país se realiza principalmente con ácido oxálico (compuesto orgánico). Si bien no se han reportado efectos negativos de la presencia de este compuesto en miel sobre la salud humana, distintos países toman una posición conservadora y limitan sus niveles. Es por eso que, desde INIA, se están evaluando los niveles de residuos de ácido oxálico en colmenas tratadas con este producto para ajustar las prácticas de manejo y asegurar los altos estándares internacionales.

Uno de los objetivos de INIA es contribuir para mejorar las prácticas apícolas para garantizar los altos estándares internacionales de la miel.



Figura 18 - El principal destino de nuestra miel es la exportación.

Foto: pxhere.com

UN BIENESTAR

Bajo el concepto de “un bienestar” (One Welfare) se reconoce la relación entre el bienestar animal, el bienestar humano, la biodiversidad y el medio ambiente. O sea, para lograrlo debemos producir alimentos accesibles, agradables y beneficiosos para la salud, con impactos sociales positivos, teniendo en cuenta el bienestar animal y minimizando impactos ambientales.

La carne como alimento y experiencia para los sentidos

En una época en que la producción de carne está siendo cuestionada a nivel mundial, básicamente por razones ambientales y éticas, es importante reconocer su relevancia en una dieta balanceada, principalmente como fuente de proteína de alto valor biológico. Pero la carne no solo aporta proteína, constituye también una excelente fuente de varios nutrientes como vitaminas del complejo B (tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina y cobalamina) y micronutrientes tales como el hierro, zinc, selenio y fósforo, además de compuestos bioactivos (carnosina, anserina, carnitina, glutatión, etc.).

Es importante señalar que el bienestar asociado a la alimentación también está de alguna manera relacionado a las características sensoriales. Los consumidores no solo están cada vez más interesados en aspectos nutricionales del alimento por su efecto sobre la salud humana, sino que también buscan que el alimento cumpla con las expectativas sensoriales. Es decir, que la satisfacción al comer carne también forma parte del concepto de bienestar.

Desde hace casi 20 años, INIA ha llevado a cabo diversas investigaciones relacionadas al valor nutricional y la evaluación sensorial de nuestras carnes. En muchos casos se ha evaluado el efecto del sistema de alimentación, la edad de faena, el biotipo animal y el manejo en características de interés nutricional y sensoriales de nuestras carnes.

Algunos de los trabajos sobre diferenciación, valorización y agregado de valor, como así también sobre evaluaciones sensoriales de la carne uruguaya, han sido publicados en ediciones anteriores de la Revista INIA:

¿Qué opina de nuestras carnes el consumidor europeo?
(Revista INIA N° 1)

Acceda **AQUÍ**

Evaluación sensorial de la carne vacuna uruguaya
(Revista INIA N° 8)

Acceda **AQUÍ**

Rendimiento carnicero de la canal vacuna
(Revista INIA N° 8)

Acceda **AQUÍ**

Diferenciación y valorización de la carne ovina y bovina
(Revista INIA N° 14)

Acceda **AQUÍ**

Estrategias de alimentación y calidad de carne
(Revista INIA N° 23)

Acceda **AQUÍ**

El aroma de la carne de cordero
(Revista INIA N° 23)

Acceda **AQUÍ**

La percepción de los consumidores europeos
(Revista INIA N° 33)

Acceda **AQUÍ**

En lo que respecta al valor nutricional, se ha trabajado mayormente en caracterizar el perfil de ácidos grasos de la grasa intramuscular, pero también en algunos compuestos con actividad antioxidante.

Más recientemente se ha evaluado el contenido en la carne de algunos micronutrientes, compuestos fenólicos y purinas:

Alimentación de novillos y su impacto en la calidad de la carne
(Revista INIA N° 66)

Acceda **AQUÍ**



Foto: INIA

Figura 19 - La satisfacción al comer carne también forma parte del concepto de bienestar.

Nutrición y salud en fruticultura: desde la vitamina C del arazá a la oleuropeína del aceite de oliva

A través de un proyecto FPTA se caracterizó la actividad antioxidante de extractos de frutas y hortalizas y su capacidad de detener el crecimiento de células cancerígenas en ensayos de laboratorio. Se encontró que las frutas y hortalizas que se producen en Uruguay podrían tener un rol importante por sus propiedades beneficiosas para la salud.

Hemos avanzado en la evaluación de los aceites de oliva de producción nacional por los atributos de su composición en ácidos grasos saludables, así como también por los contenidos de compuestos antioxidantes, o sea, sustancias naturales que pueden prevenir o retrasar algunos tipos de daños a las células. Entre estas se destacan los niveles de hidroxitirosol, tirosol y oleuropeína por ser beneficiosos para la salud cardiovascular prevención del cáncer y enfermedades neurodegenerativas, en las que los procesos oxidativos e inflamatorios constituyen un factor esencial en su desarrollo.



Foto: Irvin Rodríguez

Foto: INIA



Figura 20 - Olivos: frutos y aceite.

Foto Edison Bianchi



Figura 21 - Frutos de arazá.

Recientemente se ha prestado atención a la combinación de vitamina C, quercetina y zinc como nutrientes provenientes de las frutas y hortalizas que ayudan a la respuesta inmune frente a patógenos humanos. Especialmente la quercetina, que puede llegar a inhibir algunas de los pasos en la infección por Covid-19. En ensayos de INIA hemos encontrado altos niveles de zinc en pecanes y arazá, mientras que estos últimos pueden presentar hasta 10 veces más contenido de vitamina C que las naranjas.

Consumir las frutas con cáscara aumenta el contenido de nutrientes en la ingesta diaria. A modo de ejemplo, en un trabajo de tesis se evaluó, en predios de productores que cumplen con las normas GLOBAL G.A.P., el contenido nutricional de manzanas con cáscara y los niveles de residuos de más de 500 plaguicidas. Se detectaron solo siete principios activos, pero en niveles hasta 50 veces por debajo de los límites máximos permitidos. Se concluye que, aun consumiendo las manzanas sin pelar, el beneficio que se obtiene por el aporte de nutrientes (fibra, vitaminas, minerales y compuestos bioactivos) es altamente superior al posible riesgo de contaminación por algún residuo de plaguicidas.

Bienestar en nuestras hortalizas

En el caso de la frutilla, la selección durante más de 15 años de variedades más firmes ha permitido reducir las pérdidas de este producto durante la cosecha y empaque, facilitando el proceso de cosecha a nivel del productor y del transporte. La producción del norte del país, en donde predominan las variedades desarrolladas por INIA, permitió extender la temporada de consumo y ofrecer un sabor diferente, con oferta de frutilla en el mercado desde mayo hasta fines del verano. El análisis sensorial integrado en nuestras investigaciones nos mostró qué es lo que un consumidor más valora en la frutilla (sabor y textura) y cómo los diferentes aromas (compuestos volátiles) contribuyen al sabor y aroma típico buscados en este producto. Es así como desde el mejoramiento genético elegimos las variedades para lograr frutillas más sabrosas y que duren más tiempo en casa, sin machucarse o aplastarse, favoreciendo su consumo y su presencia en la mesa de todos los uruguayos.

En otro cultivo muy popular, como el boniato, INIA ha potenciado el sabor y la conservación en boniatos criollos/morados plasmado en una variedad (INIA Rubí 63), liberada recientemente, que se encuentra muy cerca del boniato ideal para los uruguayos (cremoso, dulce y con sabor típico a boniato). A su vez, se adapta muy bien a las condiciones de cultivo en todo el país y permite extender la conservación durante al menos siete meses (algo antes inalcanzable para los boniatos criollos). Estamos actualmente enfocados en desarrollar boniatos zanahoria de calidad y mejor conservación, un tipo de boniato que favoreció enormemente la diferenciación, el consumo y atrajo nuevos consumidores.

A través de la participación de los consumidores en las investigaciones, INIA selecciona variedades de frutillas más sabrosas, favoreciendo su consumo y su presencia en la mesa de las familias uruguayas.

Más hortalizas, más color, más antioxidantes

En INIA estudiamos también cómo se acumulan los pigmentos antioxidantes que dan color a los tomates, frutillas y boniatos. Específicamente el licopeno, pigmento de color rojo y potente antioxidante responsable del color típico del tomate. Conocer la variabilidad y las mutaciones naturales en este cultivo nos permite simularlas en el laboratorio y, de esta forma, imitando a la naturaleza, lograr variedades que den tomates más atractivos y con mayor contenido de antioxidantes, que aporten más color y ayuden a cuidar nuestra salud.

Acceda del video “¿Por qué es rojo el tomate? Científicos en el Aula”:

Acceda **AQUÍ**



Foto: INIA

Figura 22 - Producción de frutilla en canteros.



Foto: Adriana Reggíó

Figura 23 - Diferentes tipos de boniatos uruguayos con color de pulpa contrastante.

Las frutillas INIA destacan por su contenido en antioxidantes, por un lado, las antocianinas (responsables de su color rojo) y por otro, el ácido elálgico, un antioxidante muy potente que se convierte en nuestro cuerpo (gracias a nuestra microbiota) en otros compuestos muy valiosos, promotores de salud: las urolitinas.

El color naranja en la pulpa del boniato, es indicador del aporte de antioxidantes y vitaminas (provitamina A), vinculado a la presencia de carotenos. También trabajamos con boniatos que tienen color violeta en su pulpa, como posible fuente de otros antioxidantes (antocianinas) y el desarrollo de nuevos colorantes naturales para la elaboración de alimentos. Las cebollas, además de su sabor característico y tan valorado en nuestras comidas, aportan compuestos especialmente beneficiosos para nuestra salud.

Entre estos compuestos destaca la quercetina, un flavonoide con un gran poder antioxidante, capaz de reducir el riesgo de enfermedades crónicas. El programa de mejoramiento genético de INIA ha generado variedades con alto contenido de este antioxidante, aportando al cuidado de la salud, en un producto muy utilizado en la preparación de alimentos.

Color naranja todo el año

La dieta de nuestra población es deficitaria en frutas y hortalizas. Desde INIA se trabaja para facilitar el acceso a estos alimentos. Por ejemplo, tradicionalmente se disponía de cítricos únicamente en invierno. Actualmente es posible contar con mandarinas nacionales de calidad incluso en los meses de primavera o verano, un aporte relevante de la colaboración entre INIA y Facultad de Agronomía, materializado en la creación de nuevas variedades de naranjas y mandarinas con momentos de cosecha complementarios.

En este proceso de selección también se incluye la opinión de los consumidores uruguayos, quienes participan en evaluaciones sensoriales, de forma de conocer cuál sería la mandarina ideal.

Más allá de las variedades, a los efectos de extender la vida útil de estas frutas, se ha investigado en tecnologías de conservación asociadas (frío-recubrimientos), haciendo posible extender las temporadas de consumo para los cítricos uruguayos. La incorporación de nuevos recubrimientos o ceras permite reducir la aparición de manchas por frío y la deshidratación de los frutos, extendiendo su conservación, minimizando los cambios en el sabor.

Acceda al artículo
"Los frutos cítricos:
color, sabor y salud"

Acceda **AQUÍ**



Foto: Joanna Lado

Figura 24 - Evaluación sensorial de mandarinas con consumidores en supermercado local.



Figura 25 - Degustación de mandarinas con consumidores.
Composición: Fernando Rivas

Cítricos en código verde

Además de otros aspectos claves, estudiamos qué impacto ambiental generamos cuando producimos un kilo de cítricos en Uruguay, ya sea mediante las emisiones a la atmósfera, al agua, al suelo, o el agotamiento o degradación de los recursos naturales, entre otros. Existe una preocupación creciente de los gobiernos y consumidores con conciencia ambiental, por la sostenibilidad de los productos alimenticios que llevan a sus platos, siendo el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) la principal herramienta utilizada para cuantificar estos impactos. Esta metodología se basa en la medición del impacto de un producto, servicio o proceso a lo largo de todo su ciclo de vida; desde que se obtienen las materias primas hasta su

fin de vida y gestión posterior, considerando las entradas y salidas del sistema en cada una de las fases del ciclo, ya que se entiende que todas las etapas tienen responsabilidad en las consecuencias ambientales.

Actualmente, los estudios que estamos llevando a cabo se centran en el análisis de la etapa de cultivo de los cítricos mediante la utilización de dicha herramienta. También incluiremos la etapa de vivero (producción de plantas), ya que existe muy poca información internacional sobre sus impactos reales. Posteriormente, nos planteamos llevar a cabo el estudio del impacto ambiental de las etapas de poscosecha (selección y empaque) e industria (producción de jugos y aceites esenciales).

Acceda a la página web de REDALCO:

Acceda **AQUÍ**



Los resultados obtenidos de estos trabajos lograrán posicionar a Uruguay entre los países pioneros de Latinoamérica en la materia, junto a países como Argentina y México, quienes han compartido sus resultados de ACV de cítricos en este año.



Foto: Fernando Rivas

Figura 26 - Mandarinas producidas en Uruguay.

INIA estudia qué impacto ambiental se genera al producir un kilo de cítricos en Uruguay, ya sea mediante las emisiones a la atmósfera, al agua, al suelo, o el agotamiento o degradación de los recursos naturales, entre otros.

Un estudio realizado en hogares permitió estimar que alrededor de 36 kilos per cápita de alimentos se desperdician anualmente, siendo mayoritariamente frutas y verduras. Como consumidores tenemos necesariamente que tomar conciencia sobre la importancia de comer más frutas y verduras y reducir su desperdicio, por razones de salud, éticas y ambientales. Desde Inda nos sumamos a este desafío.

*María Rosa Curutchet
Directora del Observatorio SAN
Instituto Nacional de Alimentación*

Menos pérdidas y desperdicios, más alimentos

Colaboramos con iniciativas nacionales y generación interinstitucional de materiales, plasmada este año en el libro "Frutas y verduras: placer, bienestar y sustentabilidad" (en edición) y que estará disponible libre para todo público. En el capítulo 5, titulado "Desperdicio de frutas y verduras - Acciones para reducirlo y fomentar un consumo más sostenible", elaboramos una serie de recomendaciones para ayudar a reducir la cantidad de alimentos que desperdiciamos en nuestros hogares. Teniendo en cuenta los últimos datos, en Uruguay tiramos unos 88 kg de alimentos por año. Aproximadamente, desechamos 18 kg de verduras frescas y 11 kg de frutas frescas por año por hogar. Además, como consumidores, somos en parte responsables del desperdicio que ocurre en los puntos de venta minorista. Cada vez que elegimos frutas y verduras estéticamente perfectas y rechazamos todas aquellas con pequeños defectos, estamos contribuyendo, sin quererlo, a aumentar el desperdicio de alimentos.

Cuando tiramos comida no solo estamos desechando alimentos que podríamos haber consumido, sino que también estamos desperdiciando todos los recursos que se usaron para producirlos, transportarlos y comercializarlos, con el impacto ambiental que ello genera. Desde INIA contribuimos en desarrollar variedades locales que resistan mejor las diferentes condiciones de cosecha y conservación una vez cosechado, de forma de extender el tiempo que conservamos los boniatos, las naranjas y mandarinas o los tomates y las frutillas. A su vez, la búsqueda de

recubrimientos que reduzcan el desarrollo de manchas y eviten la deshidratación facilitan su conservación y la elección por parte de los consumidores.

En Uruguay, existe la experiencia de la Red de Alimentos Compartidos (REDALCO) que tiene como misión prevenir el desperdicio de alimentos en las cadenas de producción y comercialización, entregando frutas y verduras recuperadas a organizaciones sociales beneficiarias que trabajan con personas en situación de vulnerabilidad socioeconómica. REDALCO recupera frutas y verduras que no se venden en diferentes puntos, ya sea porque tienen imperfecciones o porque su demanda es baja, las clasifican con la ayuda de voluntarios y las reparten a diferentes organizaciones sociales.

Conectar mejor los diferentes eslabones de esta cadena permitiría llegar a los consumidores con información que genere cambios reales en los hogares y lograr entre todos reducir las pérdidas y desperdicios de alimentos.

"Mitigar el impacto social, ambiental y económico del desperdicio de recursos alimentarios nutricionalmente valiosos como las frutas y hortalizas requiere del compromiso de todos los actores de la cadena agroalimentaria. Parte de estos recursos alimentarios se pierden en las primeras etapas, donde con frecuencia los requisitos estéticos existentes para la comercialización y consumo llevan a productores a no cosechar o darle otro destino a aquellas frutas y hortalizas 'imperfectas' por su forma, tamaño o color. Pero es en nuestros hogares, donde generalmente pensamos que desperdiciamos poco o nada, donde los datos señalan que un volumen importante de alimentos termina en la basura. Elegir consumir frutas y hortalizas 'imperfectas', conocer la mejor forma de almacenarlas, y aprovecharlas a tiempo son formas de contribuir a alcanzar la meta de reducir a la mitad el desperdicio de alimentos en el año 2030".

*Ana Giménez
Docente e Investigadora del Área de
Sensometría y Ciencia del Consumidor del
Instituto Polo Tecnológico de Pando de
Facultad de Química (Udelar)*

Desde INIA contribuimos a desarrollar variedades que resistan mejor las diferentes condiciones de cultivo, cosecha y conservación, de forma de extender el tiempo que almacenamos nuestras frutas y hortalizas.

La investigación y el trabajo con agroalimentos impulsa la construcción de sistemas productivos más sostenibles, con mayor cantidad y calidad en la certificación de productos y procesos, en un entorno con consumidores cada vez más exigentes.

PRESENTE Y FUTURO DE LOS AGROALIMENTOS EN INIA

En este informe presentamos algunos de los principales temas en los que el trabajo de INIA impacta en la calidad e inocuidad de los agroalimentos. Como la demanda en cantidad y complejidad de requisitos sobre los alimentos seguirá creciendo, nuestros trabajos deberán acompañar esta realidad.

No solo los sistemas tienen que ser multidimensionalmente más sostenibles, sino que se requiere mayor cantidad y calidad en la certificación de productos y procesos, en un entorno con consumidores cada vez más exigentes. Para ello, seguiremos intensificando nuestras interacciones con otros actores académicos, los distintos eslabones de la cadena privada y los estamentos de decisiones políticas. Por ejemplo, la relación entre alimentos y salud seguirá intensificándose, y será acompañada por nuestra participación en el Programa de Alimentos y Salud Humana.

En paralelo, debemos atender nuevas tendencias en el consumo, como los nutraceuticos o la necesidad de proteínas alternativas, continuando nuestros trabajos para agregar más valor, minimizar los riesgos por inocuidad y contribuir al bienestar general. Esta situación es una gran oportunidad para toda la sociedad uruguaya y también un reto para el sistema productivo. Desde INIA entendemos que debemos jugar un rol relevante para convertir las amenazas en oportunidades, siendo innovadores en las tecnologías a aplicar y en la interacción con todos los actores de la sociedad.

RECONOCIMIENTO

Es de destacar el compromiso y dedicación de todo el personal de INIA trabajando directa o indirectamente en las distintas cadenas agroalimentarias. Asimismo, numerosos socios públicos y privados, incluyendo académicos y productivos, son parte de todo este trabajo. La contribución de equipos interinstitucionales e interdisciplinarios ha sido clave en todo lo presentado, y estas interacciones se seguirán intensificando.



Foto: Irvin Rodríguez

Figura 27 - Jornada abierta en INIA Las Brujas: Alimentos saludables para un futuro sustentable.

INIA ha jugado un rol clave y decisivo en la estructuración del programa de Alimentos y Salud Humana (PAyS). De hecho, una de las primeras actividades públicas en relación al eje "Alimentos y Salud Humana" fue presentada, por invitación de INIA, en La Estanzuela en el año 2016. A partir de ese momento se aceleraron y sucedieron una serie de iniciativas y procesos, que culminaron con la aprobación del PAYS en el marco de la ley presupuestal de 2020. INIA, tanto desde el punto de vista científico como desde el asesoramiento estratégico, está llamado a cumplir un rol fundamental en el desarrollo del Programa: sentimos su pleno respaldo para el desarrollo de esta iniciativa tan importante de carácter interdisciplinario para el país.

*Prof. Dr. Rafael Radi
Director del CEINBIO
(Centro de Investigaciones Biomédicas),
Facultad de Medicina, Udelar*

ELABORACIÓN DEL INFORME

Arruabarrena, Ana; Banchemo, Georgett; Baráibar, Silvina; Branchiccela, Belén; Brito, Gustavo; Cabot, María Inés; Cabrera, Danilo; Cartaya, Andrea; del Campo, Marcia; Fariña, Santiago; Ferrari, Virginia; Giménez, Gustavo; Godiño, Marcela; González, Matías; Ibáñez, Facundo; Luzardo, Santiago; Moltini, Ana Inés; Montossi, Fabio; Pereyra, Silvia; Pérez, Elena; Pérez de Vida, Fernando; Quincke, Martín; Rivas, Fernando; Roel, Álvaro; Rosas, Juan; Rovira, Pablo; Terra, José; Vázquez, Daniel y Vicente, Esteban.



Fotos: INIA

LA EVOLUCIÓN VARIETAL EN BONIATO Y SU INCIDENCIA SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CONSUMO EN URUGUAY

Ing. Agr. Dr. Esteban Vicente;
Téc. Granj. Gustavo Rodríguez;
Téc. Agrop. Brian Ghelfi;
Ing. Agr. Dra. Joanna Lado;
Ing. Agr. Dr. Matías González Arcos

Programa de Investigación en Producción Hortícola

Este artículo presenta la evolución de los cultivares de boniato utilizadas en Uruguay, destacando los aportes en producción, calidad y estabilidad del producto que sostuvieron un aumento del consumo en los últimos veinte años.

El boniato es una de las cinco hortalizas de mayor volumen comercializado y superficie plantada en Uruguay. La oferta y producción de boniato ha evolucionado en las últimas décadas con innovaciones de producto y proceso. La investigación pública nacional ha contribuido significativamente en los cambios observados a través de las propuestas del mejoramiento genético y de las técnicas orientadas a la producción de semilla de calidad.

LA LÍNEA DE BASE: LAS POBLACIONES LOCALES

A principios del siglo XIX, Pérez Castellano escribía en sus Observaciones sobre Agricultura: “Las batatas que aquí suelen cultivarse unas son blancas en la película que las cubre y otras rojizas; pero unas y otras tienen blanca la carne. Las blancas se crían algo más gruesas que las rojizas”. Desde entonces y hasta la década de 1980 predominaron poblaciones locales mantenidas por

los propios productores, con variantes según las distintas regiones del país: “Criollos” en la zona sur, de piel roja a rojiza y pulpa blanca o amarillo crema y “Brasileros” en la zona norte, de piel pálida y pulpa blanca, semejantes a las descritas por Pérez Castellano. También se plantaban variedades denominadas “Zanahoria” y “Chileno” en Salto, de pulpa amarillo a naranja y excepcionalmente en algunas localidades del territorio nacional, se cultivaban para autoconsumo variedades de boniato “Remolacha” de piel y pulpa morada.

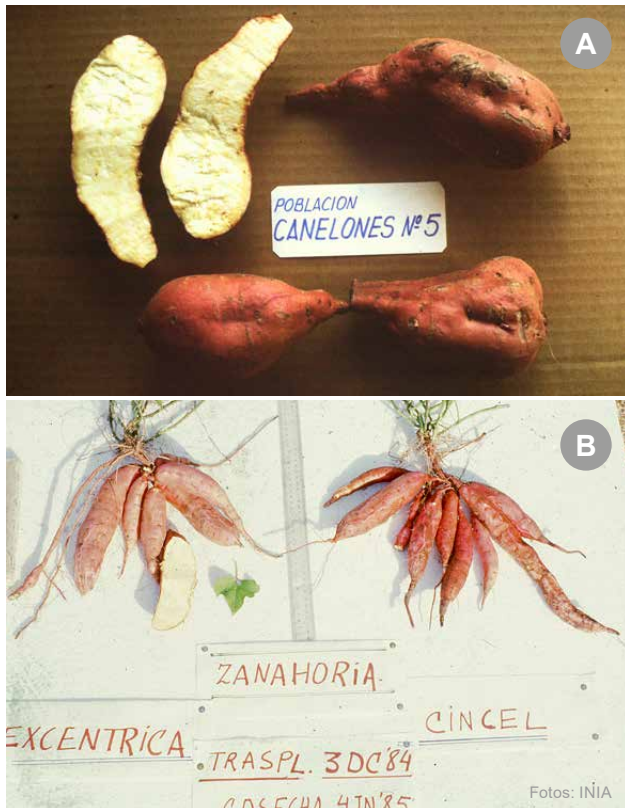


Figura 1 - Variedades criollas: “Criollo” o “Enano”, Canelones (A) y “Zanahoria”, Salto (B).

Los problemas reportados más importantes eran la baja calidad promedio del producto, una oferta limitada a pocos meses en el año, baja eficiencia productiva, falta de semilla de calidad y graves pérdidas causadas por enfermedades a hongos, siendo la peste negra (*Plenodomus destruens*) la de mayor incidencia y severidad.

La oferta y producción de boniato ha evolucionado favorablemente en las últimas décadas.

La investigación pública iniciada a mediados de los años 70 por el CIAAB-MAP se orientó a coleccionar y evaluar variedades criollas y a introducir cultivares obtenidos por programas de mejoramiento genético del exterior.

LAS PRIMERAS VARIEDADES INTRODUCIDAS: MEJORA DE LA CALIDAD Y ADAPTACIÓN LIMITADA

Las variedades extranjeras más adoptadas fueron ‘Morada INTA’ en la zona sur (tipo criollo obtenido por el INTA, Argentina) y ‘Jewel’ en la zona hortícola de Salto (tipo zanahoria obtenido por NCSU, USA). Ambas aportaron mayor calidad sensorial y sustituyeron una proporción importante de las poblaciones locales tradicionales.

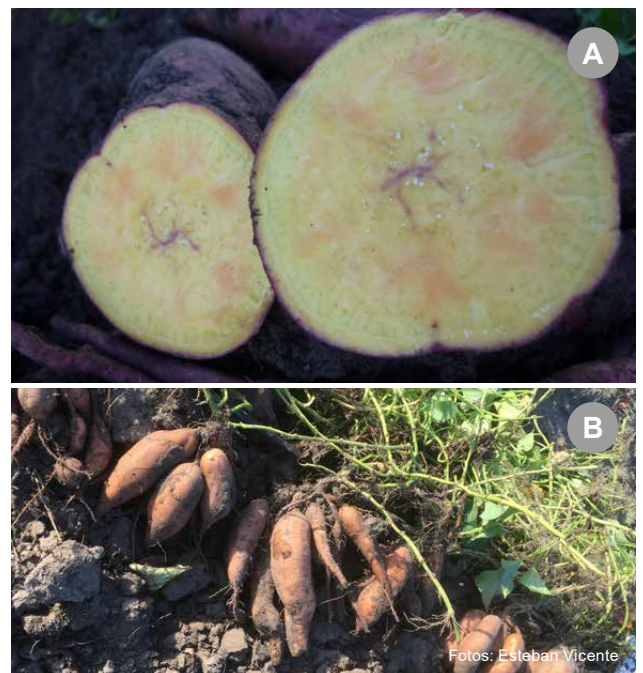


Figura 2 - Cultivares extranjeros introducidos en los años 80: Morada INTA (A) y Jewel (B).

El cultivar ‘Morada INTA’ fue muy utilizado en la zona sur, pero no se adaptó a las condiciones del norte del país donde obtenía muy bajos rendimientos. Aún en la zona sur, por su ciclo largo, frecuentemente se cosechaba en condiciones ambientales de temperatura y humedad poco favorables para conseguir una prolongada conservación.

La variedad ‘Jewel’, de destacada calidad y rendimiento, presentaba problemas de conservación, siendo muy sensible a las pudriciones húmedas causadas por enfermedades a hongos y a los daños de piel ocasionados por insectos en suelos arenosos.

Visto el comportamiento de las variedades extranjeras de distintos orígenes, resultaba necesario mejorar la

adaptación a nuestras condiciones, que requería un ciclo más corto, mayor resistencia a enfermedades y plagas y mayor conservación postcosecha.

PRIMERAS VARIEDADES OBTENIDAS POR EL MEJORAMIENTO GENÉTICO NACIONAL

En 1988, INIA inicia un programa de mejoramiento genético nacional. La primera variedad obtenida fue registrada como 'INIA Salto Grande' en 1992. Presentaba características semejantes a las poblaciones locales de tipo "brasileño" pero con mejor calidad gustativa. Luego, se liberaron los cultivares de tipo "criollo" 'INIA Lago' e 'INIA Sandú' en 1994.



Figura 3 - Cultivares INIA Salto Grande (A) e INIA Lago (B).

Las primeras variedades del programa no llegaron a desplazar a los cultivares extranjeros y poblaciones locales en uso en ese momento. Sin embargo, facilitaron experiencias de mejora de la producción a nivel local de boniatos del tipo criollo. En Salto, 'INIA Lago' fue utilizado para dar los primeros pasos en la producción de primor destinada al Mercado Modelo de Montevideo. En Tacuarembó, 'INIA Sandú' fue una alternativa superadora del pobre desempeño de 'Morada INTA'. Más adelante, se observó un proceso similar con 'INIA Tranqueras' (2010) en la zona noreste del país, donde fue adoptado para la producción de boniatos criollos con mayor potencial de conservación, facilitando la ampliación de la oferta.

La liberación de las primeras variedades fue acompañada con más información sobre prácticas destinadas a la obtención de semilla sana, en un contexto donde se mantenían las pérdidas en cultivo y postcosecha causadas por la peste negra del boniato.

'INIA ARAPEY': LA PRIMERA VARIEDAD NACIONAL DE USO MASIVO

El cultivar 'INIA Arapey' fue liberado en 1998 y rápidamente adoptado, convirtiéndose en la principal variedad a nivel nacional. Hasta el presente, su nombre es frecuentemente utilizado como sinónimo de boniato criollo a nivel comercial.



Figura 4 - Cultivar INIA Arapey.

Hasta entonces, la zona hortícola de Salto solamente abastecía al mercado local. Con la incorporación de 'INIA Arapey' fue posible acceder a la comercialización en el Mercado Modelo de Montevideo. Esto posibilitó el crecimiento del cultivo local, que de un 10 % pasa a representar el 30 % de la producción nacional, transformándose en el cultivo hortícola que ocupa mayor superficie en el litoral norte hasta el presente.

En la zona sur del país desplazó a 'Morada INTA' y aumentó la eficiencia productiva a nivel de chacra, pues con la misma superficie se obtenía dos a tres veces más producción y menor duración del ciclo de trasplante a cosecha.

El cultivar 'INIA Arapey' fue liberado en 1998 y rápidamente adoptado, convirtiéndose en la principal variedad a nivel nacional.

Con 'INIA Arapey' se logró ampliar la oferta temprana y mejorar el aspecto del producto en general, pues hasta ese momento era frecuente la presencia de una alta proporción de boniatos finos y largos obtenidos con 'Morada INTA'. La variedad se difundió a países vecinos, convirtiéndose en la principal variedad en Argentina hasta el presente, registrada y mantenida por el INTA.

La mayor debilidad de 'INIA Arapey' era la pérdida de calidad por deshidratado durante su conservación poscosecha, lo que limitaba el abastecimiento de boniato de tipo criollo en los últimos meses del año.

LAS VARIEDADES DE BONIATO "ZANAHORIA": ANTES Y DESPUÉS

Hasta la década de los 90 el consumo de variedades de pulpa naranja, denominados "boniatos zanahoria", era tradicional entre los consumidores de la ciudad de Salto y alrededores. En este contexto restringido a lo local, 'INIA Ayuí' (1998), la primera variedad nacional de este tipo sustituyó a 'Jewel' en la zona hortícola del litoral norte.



Figura 5 - Cultivar Beauregard.

El cultivar 'Beauregard', obtenido en 1987 por la Universidad de Louisiana (USA), fue introducido, evaluado, registrado, mantenido y multiplicado por INIA en Uruguay. Esta variedad fue utilizada en una experiencia por productores de Canelones para abastecer una cadena de supermercados de Montevideo, iniciando un proceso de innovación de alto impacto sobre el consumo y la producción a nivel nacional. La oferta de boniato "zanahoria" en 10 años creció hasta alcanzar el 50 % del total de boniato comercializado en el Mercado Modelo de Montevideo. Dado que los volúmenes comercializados de boniatos de tipo criollo tradicional se mantuvieron estables, se observó un aumento del consumo total de boniato desde 2003 hasta el presente según la información de mercados generada por la Unidad Agroalimentaria Metropolitana (UAM).

'Beauregard', secundariamente 'INIA Ayuí' y más adelante 'INIA Cuabé' e 'INIA Kuará' (2010), posibilitaron la innovación con un producto diferenciado por color y textura, que pasó a ocupar un espacio relevante en el consumo de boniato, contribuyendo gracias a su mayor conservación en la ampliación del período de oferta. Las variedades de tipo "zanahoria" permitieron ampliar las opciones de cocción y fueron percibidas como un producto más beneficioso sobre la salud, lo que probablemente contribuyó a incorporar nuevos consumidores.

INIA CUARÍ: LA SUSTITUCIÓN DE INIA ARAPEY

'INIA Cuarí', liberada en 2011, rápidamente sustituyó a 'INIA Arapey'. Esta variedad fue valorada a nivel comercial por su mejor calidad visual, con un color de piel morado intenso y una superficie más lisa de fácil pelado. Además, con el uso de 'INIA Cuarí' fue posible ampliar la oferta temprana y tardía de boniatos con respecto a 'INIA Arapey'. A nivel de chacra los productores optaron por su mayor productividad en ciclo más corto.



Figura 6 - Cultivar INIA Arapey (izquierda) vs INIA Cuarí (derecha).

Esta variedad presenta como limitantes el mayor descarte de boniatos de tamaño grande cuando no se cosecha a tiempo. La calidad de 'INIA Cuarí' es poco representativa del tipo criollo tradicional, pues posee una pulpa más húmeda, un tenor de materia seca similar a la de los boniatos de tipo zanahoria y el color de la pulpa cruda naranja pálido, que lo diferencia de 'INIA Arapey' y 'Morada INTA'.

VARIEDADES PARA LA INDUSTRIA

El principal destino en nuestro país es el consumo de mesa, sin embargo, en ocasiones han surgido emprendimientos industriales para los cuales el

La oferta de boniato "zanahoria" en 10 años creció hasta alcanzar el 50 % del total de boniato comercializado en el Mercado Modelo de Montevideo.

programa de mejoramiento genético ha desarrollado variedades que cumplieron con los requisitos correspondientes. Ejemplos de ello han sido 'INIA San Antonio' (1994), de desempeño destacado para la elaboración de dulce de batata, 'INIA K9807.1' (2010) para la producción de etanol, 'INIA Belastiquí' para frito y 'INIA Cuabé' (2010) para puré congelado.



Figura 7 - Variedades para industria y productos. INIA K9807.1 seleccionado para la producción de etanol (A), puré congelado de INIA Cuabé (B) y chips de boniato de INIA Cambará (C).

'INIA CAMBARÁ' E 'INIA CHAPICUY': EN EL PROCESO DE MEJORA DE LA CALIDAD

A pesar de no haber alcanzado el nivel de uso masivo de 'INIA Arapey', 'INIA Cuarí' o 'Beauregard', los cultivares 'INIA Cambará' e 'INIA Chapicuy', liberados en 2015, representaron avances relevantes en calidad y conservación poscosecha. 'INIA Cambará' cuenta con una calidad sensorial muy destacada gracias a su textura y sabor, superando a los anteriores cultivares de tipo criollo. 'INIA Chapicuy' se destaca por su aspecto en cuanto a la forma y al color de piel, superando a las variedades del tipo zanahoria disponibles.

Los cultivares 'INIA Cambará' e 'INIA Chapicuy', liberados en 2015, representaron avances relevantes en calidad y conservación poscosecha.

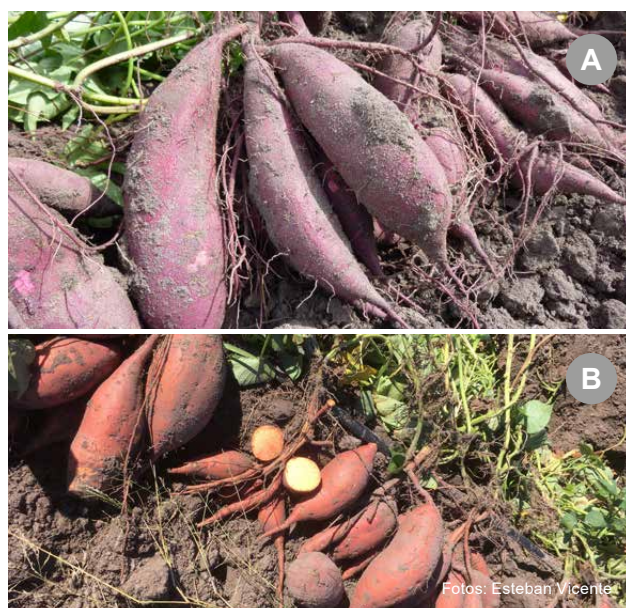


Figura 8 - INIA Cambará (A) e INIA Chapicuy (B).

'INIA Cambará' fue adoptado parcialmente en la zona de Salto, donde complementa a 'INIA Cuarí', mientras que 'INIA Chapicuy' ha visto limitado su uso a chacras de suelos arenosos, donde tiene un mejor comportamiento en calidad y producción que 'Beauregard'. Además, la escasa adopción de medidas de manejo de la semilla para mejorar la brotación en almácigo ha restringido su uso en la zona litoral norte.

'INIA RUBÍ 63': VARIEDAD DE BONIATO CRIOLLO DE CALIDAD Y CONSERVACIÓN SUPERIOR

'INIA Rubí 63' fue liberado en el año 2020, con atributos que permiten continuar avanzando en la mejora de la calidad y vida poscosecha de los boniatos de tipo criollo. La textura y el sabor son muy destacados, similares e incluso superiores a 'INIA Cambará'.

El aspecto exterior es muy bueno, con una forma y superficie de piel lisa y uniforme que facilitan el pelado. Posee muy buena adaptación a las condiciones agroambientales de producción del sur del país, donde es probable que ocupe una parte importante del área cultivada con 'INIA Cuarí', mientras que en la zona de Salto es una muy buena alternativa a 'INIA Cambará'.

En comparación con 'INIA Cuarí', la principal variedad de boniato criollo actual, 'INIA Rubí 63' aporta más calidad externa y gustativa durante más tiempo en el año gracias a su conservación.

Sus características en cuanto a sabor y textura, superiores a las del principal cultivar de tipo criollo ('INIA Cuarí') podrían contribuir a una mayor valorización de los boniatos de tipo criollo por calidad.

ALGUNAS CONSIDERACIONES Y PERSPECTIVAS



Figura 9 - Cultivar 'INIA Rubí 63'. Muy buena forma y superficie lisa que facilita el pelado.

La evolución varietal que acompañó la producción de boniato en Uruguay determina las diferentes etapas en cuanto a la cantidad, calidad, momentos de disponibilidad y tipos comerciales ofrecidos. Los diferentes cultivares de boniato, junto a la producción de semilla sana, han sido un punto de apoyo importante para impulsar mejoras de la calidad y cantidad de producto, facilitando los procesos de producción, comercialización y consumo. El efecto puede visualizarse mejor a partir de finales de la década del 80, momento en que surgen los primeros resultados derivados del mejoramiento genético nacional llevado adelante por INIA. Resumiendo algunos puntos a destacar:

- Mejora de la calidad comercial y gustativa del boniato criollo.
- Desarrollo de un nuevo producto: el boniato “zanahoria”.
- Ampliación del período de oferta.
- Aumento de la eficiencia y la estabilidad productiva: la productividad por superficie se multiplicó entre tres y seis veces (de 5-10 a 25-30 t/ha promedio), y de variedades de 150-180 días desde trasplante a cosecha se pasó a cultivares de 90 a 120 días.
- Aumento sostenido del consumo en los últimos 20 años.
- Las importaciones de producto fresco, antes relevantes, se han reducido a años y momentos puntuales.

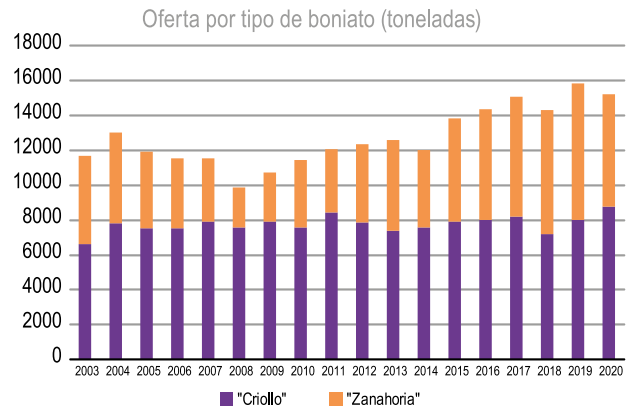


Figura 10 - Evolución de la oferta anual según el tipo comercial 2003-2020. Datos elaborados por Diego Romero y Pablo Pacheco, Unidad de Información Comercial de la UAM.

Asociada a la liberación de nuevas variedades se desarrolló una actividad semillera con productores-semilleros, que cuentan con más de 10 años de experiencia, y abastecen de material de calidad certificado por INASE para multiplicar a nivel predial.

Las mayores certezas a nivel productivo probablemente hayan contribuido a que los productores hortícolas le asignaran mayor jerarquía al rubro boniato dentro de los predios, incorporando tecnologías como el riego localizado, la mecanización del trasplante y el lavado del producto, entre las más destacadas.

En el proceso de desarrollo de nuevos cultivares se ha investigado sobre la calidad sensorial y los atributos más valorados por los consumidores, generando conocimiento científico que aporta no solo al boniato sino también a otros rubros locales similares. Aún restan aspectos a mejorar a nivel productivo, tal como el manejo de los suelos con un enfoque más sostenible y, en la zona sur en particular, sería necesario reducir los daños en el aspecto visual por el manchado de la piel causados por el hongo de la roña (*Monilochaetes infuscans*). También existen oportunidades para el desarrollo de nuevos productos, por ejemplo, los cultivares de pulpa morada con alto contenido de antocianinas.

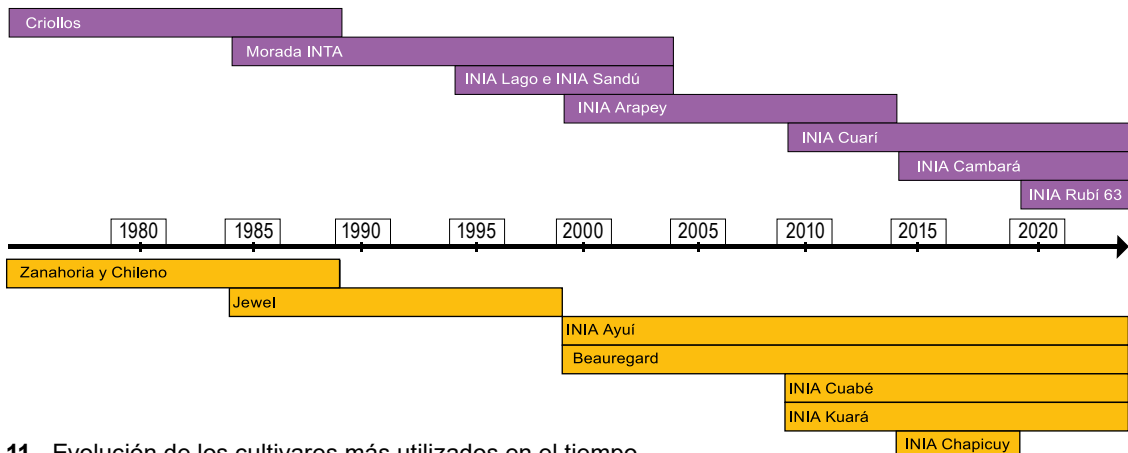


Figura 11 - Evolución de los cultivares más utilizados en el tiempo.



Foto: Jonathan Alzugaray

¿CUÁNDO Y CUÁNTO REGAR? Manejo del riego con tensiómetros en cultivos hortícolas protegidos

Ing. Agr. Dr. Rafael Grasso¹, Ing. Agr. Dra. Cecilia Berrueta¹,
Ing. Agr. Dr. Gustavo Giménez², Téc. Jonathan Alzugaray¹

¹Programa de Investigación en Producción Hortícola
- INIA Salto Grande

²Programa de Investigación en Producción Hortícola
- INIA Las Brujas

Los sensores de humedad son tecnologías diseñadas para mejorar el resultado productivo y reducir el impacto ambiental de los cultivos. En este artículo se presentan las características estructurales y funcionales de los tensiómetros, como herramienta promisoría para la gestión del riego en cultivos protegidos.

INTRODUCCIÓN

La decisión de cuándo y cuánto regar es tomada diariamente por los productores basándose en su experiencia y en el conocimiento de su sistema productivo. Estos criterios, en muchos casos subjetivos, pueden conducir a excesos o déficits de riego. El riego excedentario genera pérdidas de rendimiento, ineficiencias en el uso del agua, lavado de los fertilizantes y contaminación de las napas

subterráneas. Por otro lado, el riego deficitario ya en niveles moderados ocasiona pérdida de rendimiento y acumulación de sales en las capas más superficiales del suelo. El control de la irrigación requiere de tecnologías apropiadas que ayuden a productores y técnicos a tomar mejores decisiones. El objetivo es cubrir las necesidades reales del cultivo, mejorando los resultados productivos y reduciendo el impacto ambiental. Existe un abanico amplio de sensores de humedad que nos ayudan a conocer el estado hídrico

del suelo y, en base a ello, tomar decisiones. Estos sensores deben ser de fácil manejo e interpretación de resultados, bajo mantenimiento, bajo costo y alta precisión. Uno de los sensores de humedad de suelo que cumple con estos requisitos es el tensiómetro. La principal ventaja es que los tensiómetros no requieren de una calibración por tipo de suelo, sino que es posible usarlos directamente. Además, son de bajo costo y si se colocan correctamente tienen un bajo mantenimiento y alta precisión.

DESCRIPCIÓN DE LOS TENSÍOMETROS

El tensiómetro es un instrumento que mide el potencial matricial del suelo. Es una medida de la fuerza que realizan las raíces de las plantas para extraer el agua del suelo. Consta de una capa porosa de cerámica que se conecta a un tubo hueco transparente con una columna de agua (Figura 1). La presión se registra con un manómetro de vacío. Dependiendo del modelo, el manómetro se puede equipar con un sistema de imanes para automatizar el registro de los datos e incluso programar el riego (Smajstrla and Harrison, 2011).

Principio de funcionamiento: la cápsula de cerámica es la encargada de permitir el equilibrio de fluidos entre el tensiómetro y el suelo. Cuando el suelo comienza a secarse, se incrementa la presión del agua dentro del tensiómetro y se aleja de 0. En el caso contrario, disminuye la tensión y la lectura del manómetro tiende a 0.



Figura 1 - Partes de un tensiómetro.

¿CÓMO SE INSTALAN LOS TENSÍOMETROS?

1 - PREPARACIÓN DEL TENSÍOMETRO

- Hidratación de la cápsula de cerámica: primero se hidrata desde afuera colocando el instrumento en un balde con agua corriente (8 a 12 horas). Luego se retira el agua del balde y se rellena el cuerpo del tensiómetro para hidratar desde adentro (2 horas) (Figura 2).

- Comprobación de vacío: verificar que el manómetro marque 0. Aplicar vacío a los tensiómetros hasta 80 cbar y mantenerlo de 2 a 5 minutos (utilizar bomba de vacío).



Figura 2 - Preparación de tensiómetro para la instalación.

2 - LLENADO CON SOLUCIÓN

- Preparar solución de agua con alguicida y colorante (1 ml por litro de agua).
- Llenar los tensiómetros con la solución evitando burbujas de aire y taparlos (Figura 3).
- Mantener las cerámicas sumergidas en un balde con agua hasta la instalación.



Figura 3 - Llenado del cuerpo del tensiómetro con solución alguicida y colorante.

El tensiómetro es un instrumento que mide cuánta fuerza realizan las raíces de las plantas para extraer el agua del suelo.

3 - INSTALACIÓN A CAMPO

- Preparación de masilla (mezclar suelo y agua en un balde hasta textura plástica).
- Seleccionar lugar de instalación: colocar entre las plantas (en la fila a la misma distancia del gotero que las plantas).
- Seleccionar profundidad de instalación: 20 y 40 cm para cultivos bajo invernáculo como tomate o morrón.
- Colocación en el terreno: hacer un hueco con un taladro o barreta de un diámetro similar al tensiómetro (Figura 4 A y B).
- Se coloca la masilla en el hueco y se introduce el tensiómetro haciendo giros. Luego con el suelo sobrante se cubre la base del tensiómetro y se presiona para compactar.
- Por último, se aplica vacío (80 cbar) para eliminar burbujas de aire (se utiliza una bomba de vacío).



Figura 4 - A) Perforación con taladro o barreta para la instalación. B) Colocación del tensiómetro en el suelo.

Acceda al video tutorial

Acceda **AQUÍ**

RANGOS DE MEDIDA

El agua en el suelo es retenida por fuerzas capilares dentro de los espacios porosos. De manera hay que realizar una fuerza para extraerla, esta fuerza depende de la textura del suelo. Cuando la lectura del tensiómetro es 0 cbar indica que el suelo está saturado. Es común encontrar valores cercanos a cero un tiempo después del riego. A medida que el suelo se seca los valores de potencial se incrementan. Estos valores son negativos, normalmente se les quita el signo para simplificar la lectura. Para cultivos de tomate y morrón en invernáculo cuando los valores de tensión alcanzan 10 (hasta 15) o 15 (hasta 20) cbar para suelo franco arenoso y suelo arcilloso respectivamente, se considera que el suelo tiene una humedad cercana a capacidad de campo. Por encima de estos valores se alejan de capacidad de campo y la planta comienza a tener dificultad para absorber agua. Por lo tanto, el objetivo es mantenerse cercano a ese valor (Figura 5).

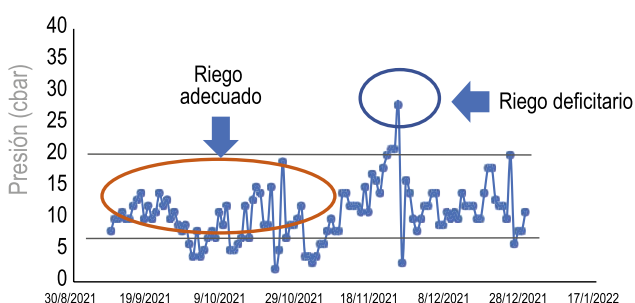


Figura 5 - Monitoreo de la humedad de suelo con tensiómetro a 15 cm de profundidad en cultivo de tomate sobre suelo franco limoso.

MANEJO DEL RIEGO CON LOS TENSÍOMETROS

Para el manejo del riego con tensiómetros, un esquema usual es colocar dos a diferentes profundidades. Un sensor se ubica en la zona de mayor cantidad de raíces para determinar “cuándo regar” y otro a mayor profundidad para el control de drenaje y determinar “cuánto regar” (Figura 6). Generalmente las lecturas se realizan en el mañana previo al riego o en la tarde. Luego del riego, pasadas unas dos horas, si es posible se pueden chequear y hacer ajustes.

¿CUÁNDO REGAR?

Se usa el tensiómetro ubicado donde se concentran las raíces (20 - 30 cm para tomate o morrón). Cuando la lectura del manómetro está marcando en la mañana 10 a 15 cbar para suelos arenosos y 15 a 20 para suelos de textura franco arcillosa, es recomendable regar.

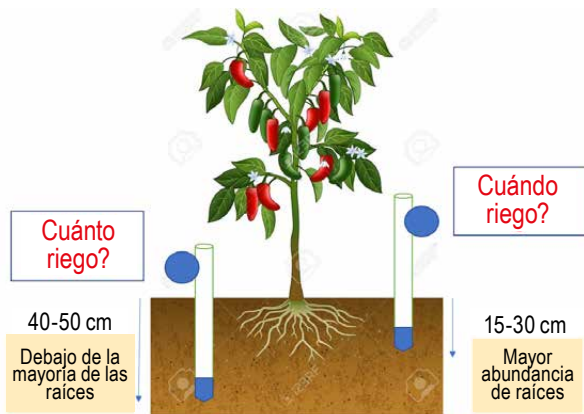


Figura 6 - Esquema de instalación de tensiómetros a dos profundidades.

¿CUÁNTO REGAR?

Se usa el tensiómetro ubicado entre 40 y 50 cm (al final del sistema radical). Dos horas después del riego se debe observar el tensiómetro. Si la lectura es cercana a 0 quiere decir que el riego fue suficiente para humedecer todo el perfil explorado por las raíces. En el caso contrario el tiempo de riego no fue suficiente.

ALGUNOS PROBLEMAS PRÁCTICOS Y CÓMO RESOLVERLOS

Muchas veces se pueden producir burbujas de aire en los tensiómetros y provocar errores en la lectura. Este aire acumulado en el tubo puede ser provocado por un cambio de presión o temperatura, o por falta de agua en el suelo. Para solucionar este inconveniente es necesario destapar el tensiómetro y realizar una



Figura 8 - A) aumento de la presión en el manómetro por burbuja de aire; B) burbuja de aire en el cuerpo del tensiómetro.

succión con la bomba de vacío (80 cbar) para quitar las burbujas de aire. En el caso de que el problema persista será necesario reinstalar el equipo.

BIBLIOGRAFÍA

Uso de tensiómetros manuales y electrónicos para la gestión del riego. / [Baeza Cano R., Cánovas Fernández G., Alonso López F., Contreras París J.I.]. – Almería. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 2020. 1-17 p. Formato digital (e-book) - (Agricultura y Medio Ambiente)

Smajstrla, A.G., Harrison, D.S., 2011. CIR487/AE146: Tensiometers for Soil Moisture Measurement and Irrigation Scheduling 1–8.

Momento de riego - Tensiómetro ubicado entre 20-30 cm



Duración del riego - Tensiómetro ubicado entre 40-50 cm



Figura 7 - Ejemplo de toma de decisiones de riego en base a tensiómetros.



Foto: Matías González Arcos

SEMILLA VERDADERA DE PAPA: propuestas y desafíos para la producción local

Ing. Agr. Dr. Matías González Arcos¹,
Ing. Agr. PhD. Francisco Vilaró¹⁻²,
Tec. Gran. Gustavo Rodríguez¹,
Ing. Agr. Dra. Paula Colnago²,
Productor hortícola Juan Piñeyro Lima³

¹Programa de Investigación en Producción Hortícola,
Mejoramiento Genético de Hortalizas - INIA
²Departamento de Producción Vegetal, Centro Regional
Sur - Facultad de Agronomía, Udelar
³Red de Agroecología del Uruguay

En una búsqueda de alternativas tecnológicas que atiendan al abastecimiento de papa semilla de calidad, INIA, Facultad de Agronomía (Udelar) y productores vinculados a la Red de Agroecología del Uruguay avanzan en una estrategia de multiplicación basada en material genético adaptado a nuestras condiciones.

INTRODUCCIÓN

La utilización de variedades adaptadas a las condiciones de producción locales es una herramienta indispensable. Las condiciones climáticas en nuestro país y el corto ciclo productivo del cultivo de papa permiten su plantación durante varios meses del año, combinando zonas y ciclos de producción.

Para eso, se utilizan diferentes cultivares a partir de su forma de multiplicación vegetativa tradicional (clonal, asexual) originados en procesos de mejoramiento nacionales y extranjeros. Sin embargo, se identifican dificultades en disponibilidad de papa semilla con calidad apropiada y en el momento oportuno, sobre todo para productores de pequeña escala. En ese caso, el acceso a papa semilla importada es

restringido, costoso y muchas veces poco adaptado a las necesidades locales. La producción de semilla de papa es una actividad especializada. La baja tasa de multiplicación del cultivo mediante el sistema clonal y su alta tasa de degeneración, dificultan el abastecimiento local o para uso propio. En este contexto, se identifica un espacio para desarrollar alternativas tecnológicas que atiendan al abastecimiento de papa semilla de calidad, asociado a material genético adaptado. Para este desafío se complementaron los esfuerzos de INIA, Facultad de Agronomía y productores vinculados a la Red de Agroecología del Uruguay.

¿QUÉ ES LA PRODUCCIÓN DE PAPA A PARTIR DE SEMILLA VERDADERA?

Una alternativa para el abastecimiento de material de plantación a nivel predial es la utilización de semilla verdadera (TPS por sus siglas en inglés) o botánica, generada por la reproducción sexual. Esta práctica ha sido desarrollada y promovida por el Centro Internacional de la Papa (CIP) a partir de la década del 80. La semilla verdadera se obtiene a partir del cruzamiento dirigido de dos parentales y constituye la primera generación de una progenie o familia. La condición heterocigota de los parentales determina la diversidad genética dentro de la progenie resultante.

VENTAJAS ASOCIADAS A LA UTILIZACIÓN DE SEMILLA VERDADERA

- Aumento significativo de la tasa de multiplicación de la especie.
- Reducción de costos de almacenamiento y transporte.
- Flexibilidad para decidir fechas de siembra.
- Reducción del riesgo de transmisión de enfermedades.
- Capacidad adaptativa debido a su constitución genética diversa.

LIMITANTES ASOCIADAS A LA UTILIZACIÓN DE SEMILLA VERDADERA

En progenies formadas por el cruzamiento de dos clones heterocigotas, la falta de uniformidad en cultivo y producto comercial es uno de los factores que ocupan mayor atención en sistemas de producción y comercialización tradicionales. Si bien esta diversidad puede constituir una ventaja adaptativa, aportando a una producción más estable, se tomó como criterio la selección de progenies relativamente uniformes.

SISTEMAS DE CULTIVO CON SEMILLA VERDADERA

Existen al menos dos alternativas generales de cultivo de papa a partir de la siembra de semilla verdadera:

- 1) Producción de plántulas en almácigas que se trasplantan directo al campo para producir tubérculos comerciales.
- 2) Producción de minitubérculos semilla, en canteros a alta densidad, para utilizarlos como semilla básica en un esquema de multiplicación.

OBJETIVO DEL TRABAJO

Los objetivos de este trabajo fueron:

- 1) Validar un esquema de multiplicación de papa a partir de semilla verdadera y en condiciones de producción orgánica.
- 2) Seleccionar progenies adaptadas al esquema productivo y comercial propuesto.

ESQUEMA GENERAL DE MULTIPLICACIÓN PROPUESTO

La Figura 1 muestra el esquema de multiplicación diseñado.

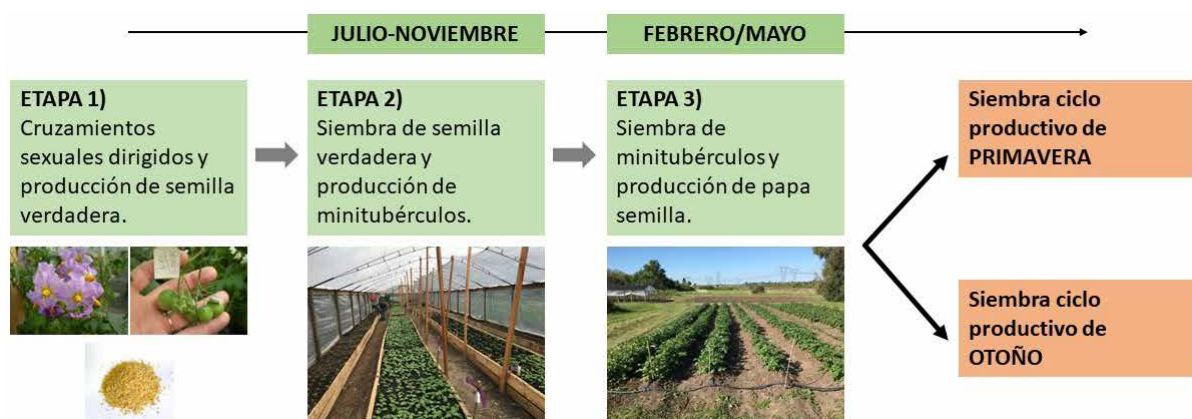


Figura 1 - Esquema general de multiplicación evaluado. La ETAPA 1 se realiza en INIA. Las ETAPAS 2 y 3 son ejecutadas por productores.

Se basa en tres etapas consecutivas:

ETAPA 1: cruzamientos y cosecha de semilla verdadera.

ETAPA 2: siembra en julio de semilla verdadera en canteros, a alta densidad y bajo protección. Se cosechan en noviembre minitubérculos semilla.

ETAPA 3: siembra en enero - febrero de minitubérculos semilla a campo. Cosecha en mayo de papa semilla para abastecer siguientes ciclos comerciales de primavera y otoño (a partir de semilla conservada en frío).

PROGENITORES UTILIZADOS

Asociado a la ETAPA 1 del esquema de la Figura 1, se utilizaron como progenitores diferentes materiales (clones avanzados y variedades) del programa de mejoramiento genético de papa de INIA, considerando características de adaptación general y diversidad genética para potenciar efecto de heterosis. Algunos progenitores incorporan genética de una de las especies silvestres nativas de Uruguay (*Solanum commersonii*), en esfuerzos de investigación conjuntos de INIA y Udelar. Para generar las nuevas progenies se definieron previamente tres tipos comerciales de interés: 1) colores: poblaciones con individuos que segregan diferentes colores de piel y pulpa, 2) rosado: poblaciones con individuos de color de piel roja, 3) blanco: poblaciones con individuos de color de piel amarilla-crema. Además, se buscó aportar resistencia genética a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y al virus del mosaico (PVY).

PRIMEROS ENSAYOS

Los primeros ensayos del proceso de multiplicación fueron conducidos en la chacra Wayra (Flores del Manga, Montevideo) con apoyo del productor Juan Piñeyro Lima, perteneciente a la Red de Agroecología del Uruguay.

Para generar las nuevas progenies se definieron tres tipos comerciales de interés. Se buscó aportar resistencia a tizón tardío y al virus del mosaico (PVY).

Producción de minitubérculos semilla (ETAPA 2):

El 12 de julio de 2021 se sembraron en almácigas semillas verdaderas de 26 progenies. Las plántulas obtenidas se trasplantaron en cultivo protegido (macrotúnel) el 27 de agosto, sobre canteros en alta densidad (100 pl/m²). El sustrato fue una mezcla de tierra, compost y cáscara de arroz carbonizada. Se realizó el arrase del follaje a los 75 días desde el trasplante y se cosecharon los minitubérculos una semana después. Se seleccionaron luego de la cosecha nueve progenies promisorias.

Producción a campo de papa semilla (ETAPA 3):

El 29 de enero de 2022 se plantó un bloque de multiplicación a partir de los minitubérculos semilla cosechados de las nueve progenies seleccionadas. Una réplica del ensayo se instaló en la chacra Ecochacra (Sauce, productor José Martínez). Asimismo, se instaló un ensayo en INIA Las Brujas a principios de marzo destinado a evaluar tolerancia a tizón tardío.

RESULTADOS

El Cuadro 1 muestra los resultados productivos de la primera experiencia en producción de minitubérculos (ETAPA 2) para nueve progenies seleccionadas. Se observaron diferencias entre las progenies en producción por planta (de 41 a 70 g), número de tubérculos por planta (de 2,0 a 4,2) y tamaño promedio de tubérculo (de 14 a 28 g).

Cuadro 1 - Producción de minitubérculos a partir de semilla verdadera.

Progenie	Prod/m ² (g) ¹	Tbr/m ² (n°) ²	Tbr/m ² >10 g ³	T tbr (g) ⁴
16053-colores	4887	270	158	18
19024-colores	6987	250	171	28
18075-colores	5833	420	195	14
17017-rosado	5340	280	170	19
16014-rosado	5807	410	204	14
14133-blanca	4427	160	93	28
18124-blanca	4093	230	135	18
18125-blanca	3373	209	125	16
17118-blanca	4607	260	148	18

¹ Producción total por m².

² Número total de minitubérculos por m².

³ Minitubérculos mayores a 10 g por m².

⁴ Tamaño promedio de minitubérculos.

Se diseñó un esquema de multiplicación de papa a partir de semilla verdadera y en condiciones de producción orgánica; además, se seleccionaron progenies adaptadas al esquema productivo y comercial propuesto.

incidencia de plantas afectadas de 56 % y severidad promedio de 5 (50 % de tejido afectado), evaluada a final de ciclo bajo un ambiente de muy alta presión de la enfermedad. Esta progenie involucra un progenitor con resistencia genética a *Phytophthora infestans*. Además, no presentó síntomas de tizón temprano asociado a *Alternaria solani*.

Con las nueve progenies seleccionadas se realizó el primer ciclo de producción a campo de papa semilla (ETAPA 3). El follaje del cultivo, aún en estado vegetativo, fue arrancado a los 90 días de ciclo. El Cuadro 2 muestra los resultados productivos para las seis progenies seleccionadas en esta etapa. El Cuadro 3 y la Figura 2 muestran características de los tubérculos. Se observaron diferencias entre las progenies en todas las características evaluadas. Dos de las progenies seleccionadas (17017-rosada y 18125-blanca) poseen genética derivada de *S. commersonii*. Pese a ser un ciclo corto se identificaron progenies con niveles productivos altos. Por ejemplo, la progenie 19024-colores tuvo un promedio superior a 1000 g/pl (población de 35 mil pl/ha).

La progenie 16014-rosada alcanzó un tamaño comercial promedio de 300 g. Estos primeros resultados muestran buen potencial para ciclos cortos de cultivo, lo que aportaría a la adaptación productiva. Se constató buen desarrollo vegetativo y sanidad a virus, en particular PVY. Se observaron progenies con buena tolerancia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) bajo condiciones de alta presión de la enfermedad (infección natural, sin curas). Es el caso de la progenie 17118-blanca, con

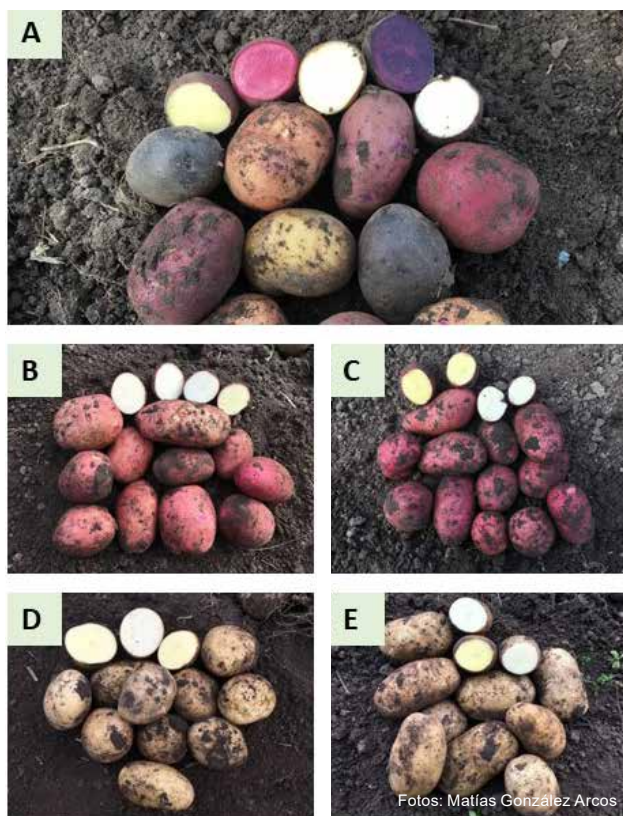


Figura 2 - Tubérculos representativos de diferentes progenies seleccionadas: A) 19024-colores, B) 16014-rosada, C) 17017-rosada, D) 18125-blanca, E) 17118-blanca.

Cuadro 2 - Características productivas de seis progenies seleccionadas en primer ciclo de multiplicación a campo.

Progenie	Ciclo	Prod/pl (g) ¹	T Com (g) ²	Tizón tardío ³		Tizón temprano ⁴
				Incidencia (%)	Severidad	Severidad
19024-colores	Semitemprano	1040	155	75	6,5	4
18075-colores	Tardío	870	237	62	6	1
17017-rosada	Semitardío	540	244	63	8	0
16014-rosada	Semitemprano	840	308	76	7	0
18125-blanca	Semitardío	910	181	96	9	1
17118-blanca	Semitardío	580	189	56	5	0

¹ Producción por planta. Promedio de 80 a 100 plantas cosechadas. Población de 35 mil pl/ha.

² Tamaño comercial. Promedio de 50 a 100 tubérculos.

³ Comportamiento final ante infección natural de *Phytophthora infestans*. Incidencia: % de plantas con síntomas. Severidad de plantas afectadas: 0= sin síntomas, 9= planta 100% afectada.

⁴ Comportamiento final ante infección natural de *Alternaria solani*. Severidad general en la progenie: 0= sin síntomas, 9= plantas 100% afectadas.

Cuadro 3 - Características de tubérculos para seis progenies seleccionadas.

Progenie	Forma	Color piel	Color pulpa	Brotación ¹
19024-colores	oval/redonda	diverso	diverso	marcada
18075-colores	oval/alargada	diverso	diverso	nula/incipiente
17017-rosada	oval/oval-alargada	rojo/rojo intenso	blanca/amarilla	nula/incipiente
16014-rosada	oval	rosado	blanca/amarilla	marcada
18125-blanca	oval/redonda	blanca	blanca/amarilla	incipiente
17118-blanca	oval/oval-alargada	blanca/amarilla clara	blanca/amarilla	nula/incipiente

¹Brotación promedio de tubérculos en conservación (temperatura ambiente noviembre a enero y oscuridad) a 60 días del arrese de cultivo.

Otras progenies manifestaron buen comportamiento para tizón tardío sin involucrar progenitores con resistencia genética. En este caso, el buen comportamiento puede estar asociado a la presencia de nuevas combinaciones genéticas o a la estructura genética diversa, características de una población originada por cruzamiento.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Si bien resta evaluar el comportamiento productivo a partir de la papa semilla generada en los siguientes ciclos productivos, el esquema de multiplicación propuesto fue exitoso, generando volúmenes adecuados, de buena calidad sanitaria y en los momentos previstos. Los resultados productivos obtenidos dan margen para ajustar fechas de siembra y cosecha, con posibilidad de adaptar el esquema de multiplicación a necesidades productivas específicas. La resistencia comprobada a la transmisión sistémica de virus permitiría obtener alguna multiplicación adicional. De esta forma, se complementarían las ventajas productivas de los sistemas de multiplicación sexual y asexual.

Los resultados obtenidos en un ciclo corto instalado a partir de minitubérculos muestran el posible potencial productivo de las progenies seleccionadas. En algún caso, se destacan buenos niveles sanitarios para tizones, ya sea por la presencia de factores genéticos de resistencia aportados por algún progenitor o por la propia diversidad genética característica de la progenie. Esto se relaciona con la capacidad de adaptación que puede lograr una población ante una condición de estrés determinada. Esta característica es muy interesante de explotar en sistemas de producción agroecológica. Asimismo, parece factible identificar progenies de papas blancas y rosadas que generen cultivos y producto comercial con uniformidad aceptable en diferentes mercados, sobre todo en los tradicionales. Por otro lado, las progenies de colores aportarían un producto novedoso para un espacio comercial diferenciado.

Es necesario continuar aportando desde la investigación y la transferencia a fortalecer los sistemas

de multiplicación y abastecimiento de semilla de papa en productores familiares de pequeña y mediana escala. Este aspecto será abordado en un proyecto CSIC que inicia en 2022¹. Sobre estas bases, sería posible planificar trabajos específicos para la selección de nuevas progenies, con capacidad de aportar a las limitantes que surjan del funcionamiento del esquema de multiplicación y las siguientes experiencias productivas y comerciales. La acumulación generada por un programa de mejoramiento genético en funcionamiento permite visualizar la capacidad de aportar soluciones tecnológicas en el corto plazo.



Foto: Matías González Arcos

Figura 3 - Cosecha de la progenie 18125-blanca.

¹CSIC_VUSP2. Fortalecimiento de la cadena de multiplicación y abastecimiento de semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) de alta calidad en sistemas de producción familiar. Fagro-Udelar; INIA; RAU; Rustikas.uy. Contacto: pcolnago@fagro.edu.uy



Foto: Georgina García-Inza

APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ECOSISTÉMICA (IIE) PARA LA EVALUACIÓN DE SISTEMAS FRUTÍCOLAS

Resultados preliminares

Ing. Agr. Mag. Gabriela Linari¹

Ing. Agr. Dr. Óscar Blumetto²

Ing. Agr. Dra. Georgina García-Inza³

¹Sistemas Ambientales - Facultad de Agronomía (Udelar)

²Programa de Investigación en Producción y Sustentabilidad Ambiental - INIA

³Programa de Investigación en Producción Frutícola - INIA

La fruticultura actual enfrenta el desafío de producir alimentos de manera más sustentable, cuidando la salud de consumidores, productores y del ambiente. Pero... ¿cómo saber si un sistema es más sustentable que otro?, ¿cómo identificar qué aspectos son mejorables? El Índice de Integridad Ecosistémica puede ser una herramienta de fácil aplicación en predios frutícolas para evaluar el estado de los sistemas y proponer estrategias que aporten a la sustentabilidad.

INTRODUCCIÓN

La fruticultura actual tiene el desafío de producir frutas de manera más sustentable y la evaluación del estado y funcionamiento ecosistémico en los sistemas de producción es una preocupación creciente a nivel internacional.

En este contexto es relevante considerar los efectos de las producciones sobre los ecosistemas naturales,

por ejemplo, la capacidad del sistema para sustentar la biodiversidad o ciertos servicios ecosistémicos. Para cumplir estos objetivos es necesario cuantificar los efectos de las distintas estrategias de gestión sobre el mismo uso del suelo y valorar la evolución del sistema en el tiempo.

Hoy en día diagnosticar el estado del ecosistema resulta complejo, ya que requiere de mediciones a campo y análisis de laboratorio realizados por personas

expertas y a costos relativamente elevados, lo que dificulta el alcance de este tipo de evaluaciones.

Desde INIA se desarrolló el Índice de Integridad Ecosistémica –IIE– (Blumetto *et al.*, 2019), como una herramienta de evaluación multidimensional. Es decir, que integra diferentes dimensiones bajo un sistema cuali-cuantitativo de evaluación, de manera rápida y económica, que puede ser utilizado tanto para la evaluación como para la gestión.

Esta herramienta, que evalúa aspectos de la funcionalidad del ecosistema en sistemas ganaderos, mostró en una validación primaria, buena correlación con otras variables ambientales como la diversidad de vida silvestre y el contenido de materia orgánica del suelo.

La producción frutícola presenta –además de objetivos productivos diferentes– características de diseño y manejo que la distinguen de los sistemas ganaderos para los que fue validado el IIE. Mientras que estos últimos, son sistemas con predominancia de especies herbáceas, los frutícolas tienen una proporción mayor de especies perennes leñosas. Además, los servicios ecosistémicos que se busca promover son distintos, como la polinización o procesos de regulación de plagas y enemigos naturales.

Otra diferencia importante es que la fruticultura se realiza completamente sobre un área sustituida, con baja proporción de especies nativas. Estas diferencias entre sistemas productivos generan la necesidad de realizar una nueva validación del IIE para sistemas frutícolas.

En este trabajo mostramos los resultados preliminares de la aplicación del índice en cuadros de manzanos de los departamentos de Colonia, Canelones y Montevideo. El objetivo es interpretar los resultados del índice en comparación con las observaciones a campo y la información obtenida a partir de entrevistas a productores y técnicos sobre el manejo del monte frutal.

El IIE puede ser una herramienta útil para identificar puntos críticos de manejo o diseñar estrategias de gestión, ya que permite rastrear la influencia de las distintas dimensiones e identificar las posibles mejoras.

DESCRIPCIÓN DEL IIE Y SU APLICACIÓN EN FRUTICULTURA

El IIE original evalúa cuatro dimensiones clave en el funcionamiento de los ecosistemas: 1) estructura de la vegetación; 2) especies vegetales que componen la comunidad; 3) estado del suelo en función de las evidencias y el potencial de erosión; 4) estado de los cursos de agua (arroyos, cañadas) y la zona ribereña. Cada dimensión se califica en forma independiente

y luego se promedia en un valor único que toma una escala de 0 a 5, siendo 5 el mejor estado posible para un sitio determinado.

La toma de datos se realiza a partir de las observaciones a campo. Sigue un protocolo simple que registra el estado de cada dimensión evaluada según una pauta definida y no se requiere un conocimiento específico para su aplicación. Los datos se ingresan en una planilla de cálculo que devuelve el valor del IIE total y por componente y permite analizar los resultados obtenidos.

El IIE está desarrollado para su aplicación en diferentes unidades de manejo dentro de un mismo predio (potreros, chacras, cuadros). Para calcular el índice total de un predio se toma en cuenta el valor de cada unidad de manejo ponderado por el porcentaje de su superficie relativo al total.

Los resultados permiten comparar diferentes situaciones y su evolución en el tiempo, identificar la influencia de cada componente evaluado y analizar los aspectos a mejorar.

A modo de avance de posibles ajustes del IIE para su aplicación en sistemas frutícolas, decidimos evaluar 17 cuadros de manzanos ubicados en predios de los departamentos de Colonia, Canelones y Montevideo a comienzo de la primavera 2021. Los cuadros fueron definidos en acuerdo con productores y técnicos prediales de referencia afines a la propuesta.

Los componentes relevados en los cuadros de manzanos fueron tres:

1 - Estructura: consideramos la presencia y distribución de los diferentes estratos (herbáceo, arbustivo y arbóreo) en el cuadro y las cortinas, y la extensión y patrón de distribución de quemas por herbicida.

2 - Especies: consideramos la diversidad de la comunidad vegetal para los diferentes estratos y la presencia de especies exóticas invasoras.

3 - Suelo: consideramos la proporción de suelo desnudo, erosión actual y factores predisponentes.

El relevamiento de la información de campo se realizó cubriendo áreas representativas de cada cuadro, previa observación de la homogeneidad interna. Observamos que si bien cada cuadro puede diferir en su estructura, a la interna son homogéneos respecto a las especies presentes en la entrefila. En cada cuadro realizamos un mínimo de cinco mediciones en entrefilas alternadas, cubriendo los extremos y el medio de cada una.

Para evaluar los componentes utilizamos cuadrantes de un metro cuadrado arrojados al azar, en los que registramos la presencia y cobertura de los estratos

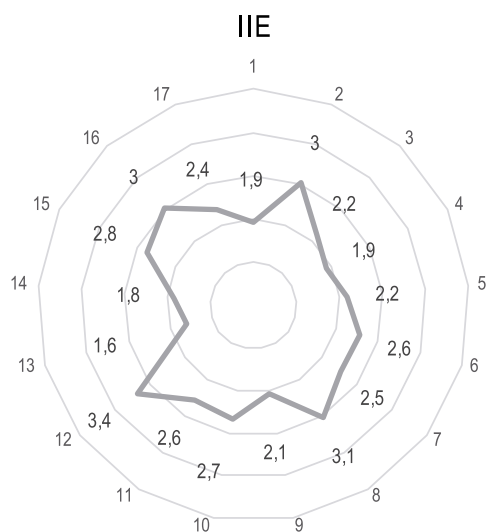


Figura 1 - Índice de Integridad Ecosistémica (IIE) para cuadros de manzano.

presentes, la proporción de suelo desnudo, evidencias de quema de vegetación y la presencia y distribución de especies invasoras. Las evidencias de erosión y factores predisponentes se registraron por observación de la entrefila y cabeceras del cuadro.

RESULTADOS PRELIMINARES

Los resultados del índice total y por componente para los 17 cuadros evaluados se muestran en el Cuadro 1.

El IIE para los cuadros de manzanos evaluados varía entre 1,6 y 3,4, con un promedio general de 2,5 (Figura 1). *A priori*, los valores resultan consistentes con lo observado en el campo, con algunas situaciones puntuales que nos parece interesante revisar para ajustar una evaluación acorde con las particularidades del manejo frutícola.

En la Figura 2 mostramos la representación gráfica de los valores de cada componente del IIE para los cuadros evaluados.

Los valores para la estructura de la vegetación son similares en todos los cuadros y se pueden explicar por la presencia de los estratos herbáceo bajo y medio fundamentalmente.

El IIE es una herramienta de fácil aplicación con potencialidad para evaluar el estado de sistema frutícolas.

Cuadro 1 - Valor del índice y de sus componentes para los 17 cuadros de manzanos evaluados durante la primavera del 2021.

Cuadro	IIE	Estructura	Especies	Suelo
1	1,9	2,6	1,1	2,2
2	3,0	3,1	1,3	4,8
3	2,2	2,4	1,9	2,4
4	1,9	2,4	1,1	2,3
5	2,2	2,1	1,9	2,6
6	2,6	2,4	2,0	3,3
7	2,5	2,5	1,9	3,2
8	3,1	3,2	2,1	3,9
9	2,1	2,8	1,9	1,6
10	2,7	2,9	1,0	4,2
11	2,6	2,8	1,4	3,5
12	3,4	3,7	1,9	4,6
13	1,6	1,8	1,0	2,0
14	1,8	2,3	1,0	2,3
15	2,8	2,9	1,0	4,5
16	3,0	3,1	1,8	4,3
17	2,4	2,1	1,1	4,0

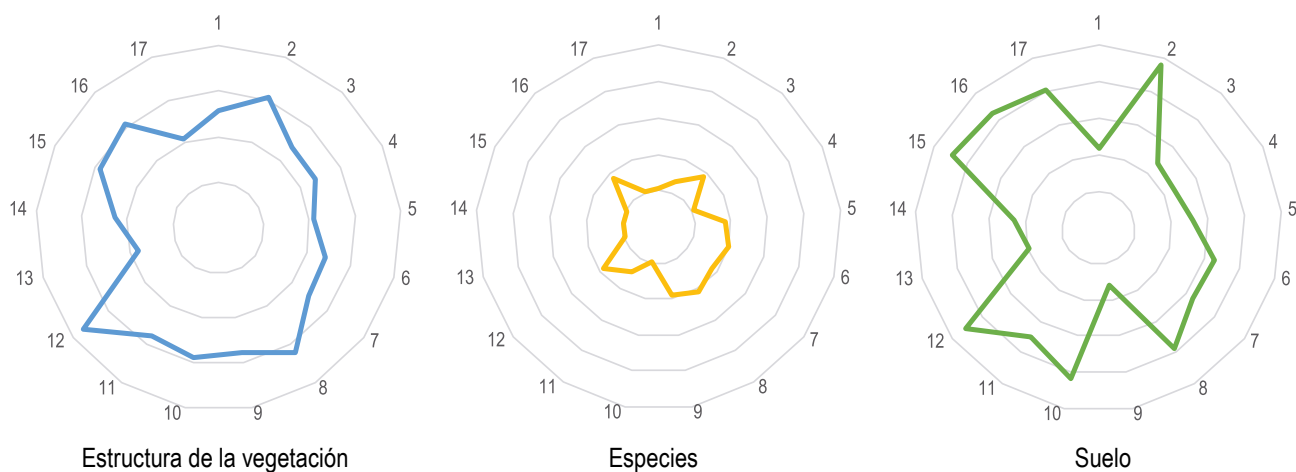


Figura 2 - Valores de los componentes (estructura, especies, suelo) que integran el Índice de Integridad Ecosistémica aplicado a cuadros de manzano.

El componente “especies” aparece como el que más se aleja de la situación óptima, aunque se encuentra dentro de lo esperado para este tipo de sistemas. Esta observación se sustenta por la homogeneidad de los cuadros en cuanto a especies en cultivo, cortinas y vegetación espontánea. La especie invasora que aparece con mayor frecuencia es la gramilla (en 13 de los 17 cuadros evaluados). En las Figuras 3 y 4 mostramos ejemplos de la estructura y composición de especies típica de los cuadros evaluados.

La aplicación del IIE detectó diferencias entre cuadros y permitió identificar para cada uno el componente más comprometido.



Foto: Gabriela Linari

Figura 3 - Estructura típica de los cuadros evaluados.



Foto: Georgina García-Inza

Figura 4 - Composición de especies típica de los cuadros evaluados.



Foto: Georgina García-Inza

Figura 5 - Suelo desnudo.

Con respecto al componente suelo, los valores menores se corresponden con una alta proporción de suelo desnudo en las entrefilas, que se asocia con el grado de erosión potencial o presente en el cuadro (Figura 5). Entre los factores de riesgo, se destaca la presencia de huellas de vehículos, sobre todo en las cabeceras del cuadro (Figura 6).

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS A FUTURO

Los resultados preliminares muestran que el IIE detectó diferencias entre cuadros y permitió identificar para cada uno el componente más comprometido. A partir de la aplicación se observa que el índice refleja con coherencia las observaciones a campo.

Sin embargo, será necesario plantear una estrategia de muestreo que permita captar los cambios del ecosistema a lo largo del año como consecuencia de prácticas de manejo tales como siembras de verdeos, aplicación de herbicidas o insecticidas y laboreo.

El IIE puede ser una herramienta útil para identificar puntos críticos de manejo y diseñar estrategias de gestión.



Foto: Georgina García-Inza

Figura 6 - Huellas de vehículo.

Esto permitirá promediar el estado del ecosistema en distintos momentos del año, evitando sesgos en valores del índice.

Estos resultados constituyen un punto de partida para un estudio más detallado del IIE con aplicación en fructicultura que permita comparar entre distintos sistemas, identificar los puntos críticos y evaluar tanto el impacto de las prácticas como la trayectoria de un sistema a lo largo del tiempo.

Continuaremos profundizando la investigación para ajustar la aplicación del índice a escala de predio y correlacionar los valores con indicadores clave del funcionamiento ecosistémico que aporten a la sustentabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

Blumetto, O.; Castagna, A.; Cardozo, G.; García, F.; Tiscornia, G.; Ruggia, A.; Scarlato, S.; Albicette, M.; Aguerre, V. and Albin, A. 2019. Ecosystem Integrity Index, an innovative environmental evaluation tool for agricultural production systems Ecological Indicators. vol: 101 pp: 725-733.



Foto: INIA

SER O NO SER: alternativas tecnológicas para la producción de cítricos sin semilla

Ing. Agr. MSc Alvaro Otero
Ing. Agr. PhD Fernando Rivas

Programa de Investigación en Producción Citrícola

INIA viene trabajando en la generación de información y soluciones tecnológicas a corto, mediano y largo plazo que permitan la producción eficiente y sustentable de frutas cítricas sin semillas. Este artículo pone el foco en las estrategias implementadas y resultados alcanzados, en un contexto de creciente exigencia desde los consumidores a nivel nacional e internacional.

La citricultura uruguaya ha mantenido su competitividad exportadora gracias a la calidad organoléptica y sanitaria de su fruta fresca. Sin embargo, el concepto de calidad ha evolucionado rápidamente, surgiendo como grandes ejes impulsores de la demanda los conceptos de conveniencia, salud y cuidado ambiental: frutos de fácil pelado, sin semillas, manteniendo la inocuidad en los procesos de producción y del producto final.

Los programas de mejoramiento genético han contribuido a satisfacer las demandas de los consumidores en todo el mundo, mejorando la inserción comercial del cultivo. Asimismo, la adopción de nuevas tecnologías sustentables de alta eficiencia de producción está siendo impulsada rápidamente por la necesidad de intensificar los sistemas productivos en un contexto de cambio climático.

La vulnerabilidad de estos sistemas se evidencia durante los frecuentes eventos extremos que reducen la productividad, calidad y rentabilidad de las plantaciones cítricas. En este contexto, una citricultura de exportación con capacidad competitiva debe contar con investigación y desarrollo para la generación de tecnologías innovadoras que favorezcan una alta producción sostenida y sustentable, alcanzando altos estándares de calidad del producto y eficiencia en el uso de los recursos hídricos, nutricionales y ambientales.

La producción de fruta sin semilla está limitada tanto por el tipo de variedades plantadas, como por el diseño de las plantaciones. En este sentido es imposible producir cítricos sin semillas con variedades autocompatibles (caso mandarina común) o extremadamente dificultoso, manteniendo variedades autoincompatibles adyacentes a variedades compatibles y en presencia de polinizadores. La floración en los cítricos tiene un período largo de flor abierta; en Salto, a partir de la primera semana de septiembre hasta mediados de octubre. Si bien los polinizadores son esenciales para los cultivos, en la producción cítrica disminuyen dramáticamente las expectativas de producir frutas sin semillas y por tanto la rentabilidad y capacidad comercial del cultivo.

INIA viene trabajando en la generación de información y soluciones tecnológicas a corto, mediano y largo plazo que permitan la producción eficiente y sustentable de frutas cítricas sin semillas. Estas estrategias consisten en:

- el estudio de la distancia de plantación entre variedades compatibles.
- la incorporación de tecnologías que eviten la polinización cruzada o que permitan la polinización controlada.
- el desarrollo de conocimiento de las causas fisiológicas que permiten la ausencia de semillas en los frutos a nivel metabólico y anatómico.
- la generación de nuevas variedades estériles incapaces de producir semillas en cualquier condición.

DISTANCIA ENTRE VARIEDADES Y MUESTREO DE SEMILLAS

En relevamientos realizados en plantaciones cítricas durante plena floración en Salto, se pudo identificar hasta 27 especies de artrópodos que asisten a la flor de citrus en busca principalmente de néctar (Santos *et al.*, 2017). El análisis de polen sobre el cuerpo de los insectos colectados muestra que al menos el 70 % de ellos pueden considerarse vectores polinizadores de cítricos y que la especie más abundante es *Apis mellifera*, que no solo busca néctar en la flor, sino que colecta polen como recurso de proteína y oligoelementos para sus crías (Santos *et al.*, 2017).

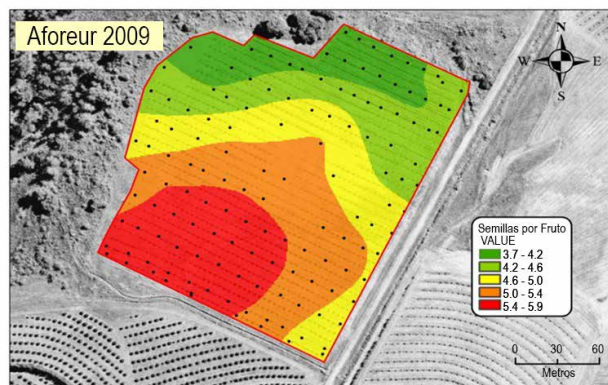


Figura 1 - Variación espacial del número de semillas en los frutos en mandarina Nadorcott, Salto.

Una característica importante de la citricultura de Uruguay es el diseño de la plantación en cuadros de producción no mayores a 2 ha (Otero y Zefferino, 2007); cuadros de producción de diferentes variedades que, aunque algunas son autoincompatibles, pueden recibir polen de otras variedades dadoras, produciendo frutos con semillas. Es así que los primeros estudios realizados en Uruguay evidenciaron la dependencia de la distancia entre variedades dadoras de polen y variedades autoincompatibles en la producción de frutos con semillas (Otero y Rivas, 2017). A medida que la distancia aumenta entre las variedades dadoras de polen y las receptoras, tanto la cantidad de frutos sin semilla como de semillas por frutos disminuye rápidamente (Figura 1). Este estudio pudo identificar que la agrupación de plantas con más o menos semillas estaba directamente relacionada a la distancia de variedades cítricas dadoras de polen, especialmente en los cuadros de producción de variedades autoincompatibles rodeada de variedades potencialmente dadoras de polen y de alto valor comercial (Figura 2).

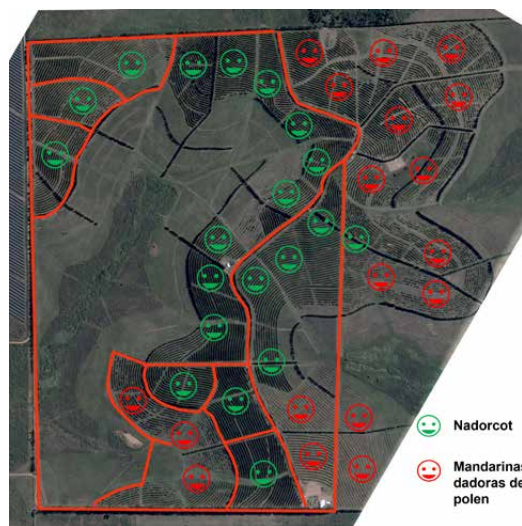


Figura 2 - Presencia de cuadros de producción de potenciales dadores de polen (símbolos rojos) alrededor de variedades autoincompatibles (Nadorcott) (símbolos verdes), Salto, Uruguay.

El valor comercial de algunas variedades cítricas (caso Nadorcott o Clementinas) varía en forma inversa al número de semillas que tiene cada fruto. Es así que el valor potencial de una cosecha debe determinarse a través de la estimación del número de frutos con semilla en los cuadros comerciales previo a la cosecha, a los efectos de poder decidir el destino comercial de ese cuadro de producción. Se determinó el número de frutos que deben ser muestreados para estimar la cantidad de semillas por fruto previo a la cosecha (Otero et al, 2017). Por tener una distribución agregada en el espacio, el número de semillas en los frutos va a depender de su media real en el campo. Es así que, si queremos detectar un valor de 1 semilla por fruto con una precisión de $1 \pm 0,25$ semillas, debemos muestrear 280 frutos (Figura 3).

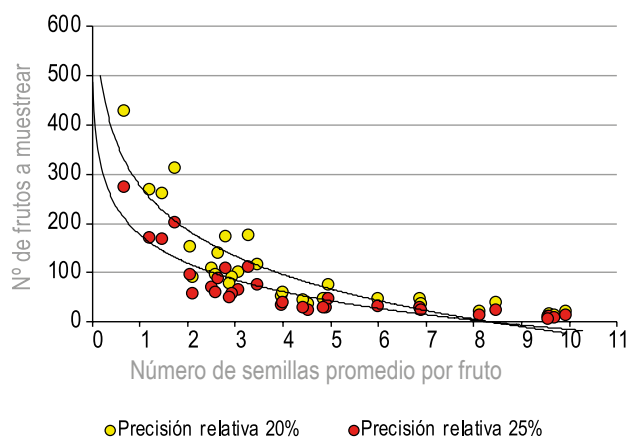


Figura 3 - Relación de frutos a muestrear en función del umbral de semillas por fruto que queremos detectar.

PREVENCIÓN DE LA POLINIZACIÓN CRUZADA

Mallas perimetrales: a los efectos de restringir el acceso de las abejas, y así evitar la polinización cruzada, inicialmente se implementaron mallas fijas perimetrales (6 m de altura) en los cuadros de producción (Figura 4). Esta técnica, si bien disminuye el porcentaje de frutos con semillas en el cuadro de producción, su eficiencia no es muy alta ya que no elimina la producción de frutos con semillas.

La técnica de cubrir con mallas la fila de plantación, que impide el ingreso de las abejas, es actualmente la más empleada en la producción cítrica de Uruguay.



Figura 4 - Malla perimetral para aislar cuadros de producción, San Miguel Global S.A.

También, el anclaje de estas estructuras reduce la caminería, dificultando el traslado; y la presencia de vientos fuertes hizo que esta técnica no fuera adoptada en toda la citricultura.

Mallas en la fila de plantación: la técnica de cubrir con mallas la fila de plantación (Figura 5) que impide el ingreso de las abejas es actualmente la más empleada en la producción cítrica de Uruguay. Los primeros ensayos cubriendo la totalidad de la planta con mallas fueron realizados en Salto (2009-2010).



Figura 5 - Enmallado en la fila plantaciones de cítricos (Azucitrus, Paysandú).

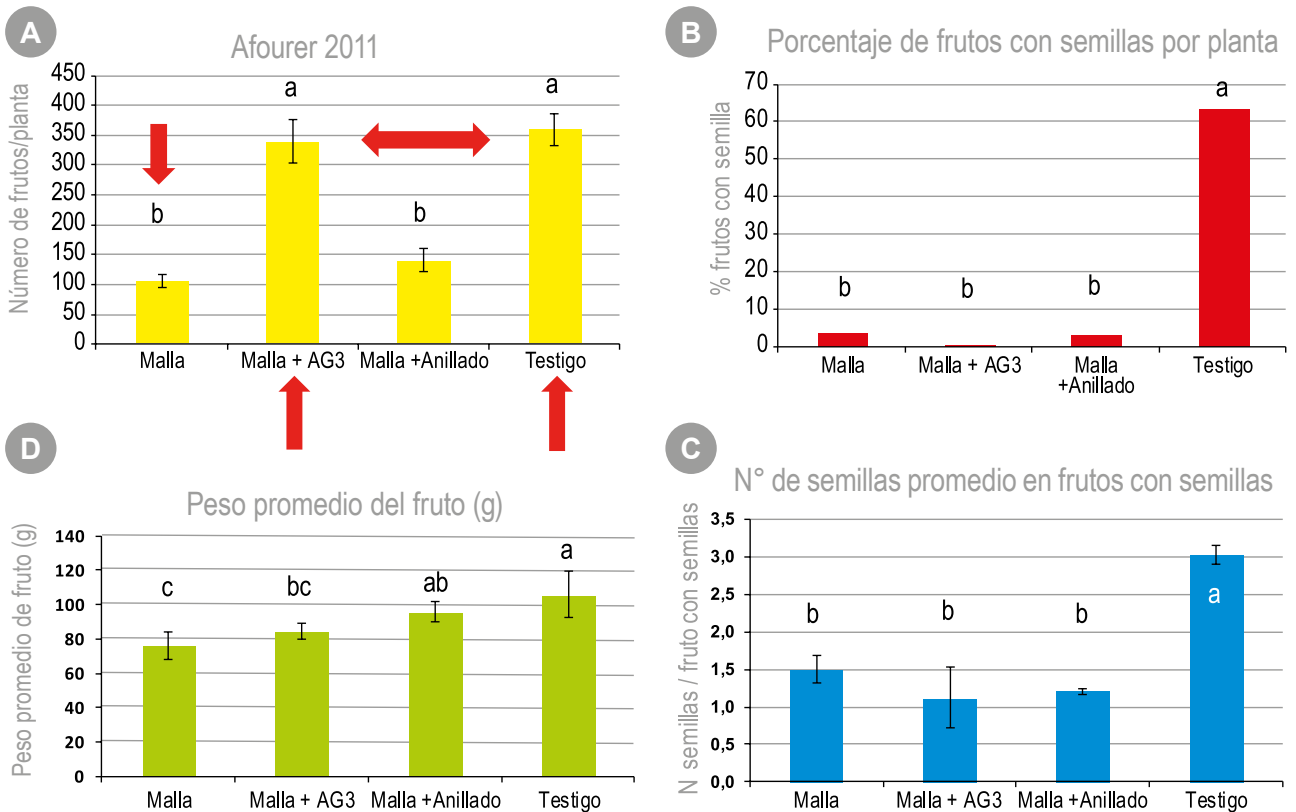


Figura 6 - Efecto de aplicaciones de ácido giberélico y rayado de los troncos en las plantas bajo mallas: A) Efecto en el número de frutos por planta. B) Efecto en el porcentaje de frutos con semillas. C) Efecto en el número de semillas por fruto. D) Efecto en el tamaño del fruto (g). Medias con diferente letra son significativamente distintas TRM Duncan, $p < 0,05$.

Esta técnica reduce significativamente el número de frutos con semilla y el número de semillas por fruto, pero se constató una reducción, tanto del número como del tamaño de frutos y en consecuencia del rendimiento (Figura 6). Uno de los factores que más afectó el rendimiento fue la caída de los frutos pequeños por el incremento de la temperatura bajo las mallas. Para solucionar esta caída prematura de frutitos, se ensayaron alternativas de manejo conocidas: la aplicación de ácido giberélico (AG₃; 25 ppm) luego de la caída de pétalos y el anillado del tronco 20 días después de la caída de pétalos (Figura 6).

El anillado aumentó el número de frutos en las plantas bajo la malla respecto a las plantas testigo; este aumento fue relativamente pequeño. Sin embargo, el enmallado combinado con la aplicación de AG₃ logró incrementar el número de frutos sin semillas, manteniendo el tamaño y el número de frutos por planta (Figura 6). De esta forma tenemos herramientas para mantener altos rendimientos bajo las mallas con una cantidad muy reducida de frutos con semillas. Esta técnica es adoptada a nivel comercial en variedades como Nadorcott, con un diseño del enmallado que limita el pasaje de las abejas, pero no limita a otros polinizadores de menor tamaño que, junto a pequeñas

aberturas en las mallas, mantiene un porcentaje muy bajo pero aceptable de frutos con semillas (Figura 6).

A modo de mejorar la eficiencia de la técnica del enmallado, actualmente estamos trabajando en dos nuevas líneas de investigación: a) el confinamiento de abejas dentro de las mallas de cítricos y b) el enmallado total y permanente de las plantas cítricas.

El confinamiento de las abejas (colmenas) bajo las mallas es una técnica prometedora que permitiría el acceso de las abejas a los azahares, pero limitadas solamente a las plantas de la misma variedad, evitando la presencia de semillas y al mismo tiempo el estímulo de las abejas reduciría la caída de frutitos. El enmallado completo y permanente de los cuadros de producción (Figura 7) es una alternativa en evaluación en un proyecto financiado por ANII y coejecutado por INIA, Fagro-Udelar y la empresa Noridel S.A. El objetivo es proporcionar información científica y tecnológica sobre el desempeño agronómico del cultivo de un nuevo sistema de producción bajo cubierta total de mallas, poniendo énfasis en el estudio de la dinámica del agua, los nutrientes, factores ambientales, la dinámica de plagas y enfermedades y la disminución del uso de pesticidas.



Figura 7 - Enmallado total y permanente Noridel S.A.

Generación de nuevas variedades estériles: desde 2010 estamos trabajando en la generación de nuevos parentales superiores para el desarrollo de variedades completamente estériles, utilizando técnicas avanzadas de análisis y herramientas de cultivo *in vitro*. Con un equipo multidisciplinario estamos obteniendo nuevos híbridos triploides incapaces de producir semillas, aunque sean polinizados; no poseen polen fértil por lo que tampoco son capaces de inducir la producción de semillas en variedades comerciales, lo que eliminaría definitivamente la necesidad del aislamiento de polinizadores. En 2018 se instaló el primer módulo de selección utilizando esta tecnología y, en 2021, comenzamos con las primeras evaluaciones y selección de genotipos promisorios (Figura 8). Estos genotipos promisorios pasan a una fase de evaluación tanto en INIA como en empresas interesadas en su evaluación temprana.

Con estas tecnologías intentamos que, en el corto, mediano y largo plazo, Uruguay se mantenga como

un proveedor de cítricos de excelencia, basados en investigación y desarrollo nacional, enfocados en la intensificación sostenible del cultivo y que atienda las demandas de consumidores exigentes a nivel nacional e internacional.

BIBLIOGRAFÍA

Otero, A. y E. Zefferino. 2007. Algunos aspectos a tener en cuenta para el muestreo de árboles y frutas con síntomas de *Xanthomonas axonopodis* pv. *Citri* en montes cítricos. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Serie Técnica 171. Noviembre de 2007. Montevideo. Uruguay.

Otero, A. y F. Rivas. 2017. Field spatial pattern of seedy fruit and techniques to improve yield on 'Afourer' mandarin. *Scientia Horticulturae* 225, 264–270.

Santos E., Otero A., Machado D., Cardozo W., Malaquina F., Jorge F., Grasso R., Alsogaray Y., Yaque y A., Mendoza Y. 2017. Entomofauna asociada a la floración de Citrus con potencial polinizador. En resúmenes XIII Congreso Latinoamericano de Apicultura. 2 al 5 agosto de 2017. Montevideo. Uruguay.



Figura 8 - Nuevos híbridos seleccionados de mandarina triploides sin semillas.



Foto: Jorge Basso

TELEDETECCIÓN PARA EL MANEJO FORESTAL: aportes a una tecnología de uso creciente en Uruguay

Ing. Agr. Dr. Andrés Hirigoyen

Becario INIA, Programa de Investigación en Producción Forestal

La adopción de la teledetección cobra gran importancia en la gestión forestal, ya que se orienta a la caracterización de grandes áreas heterogéneas, reduciendo las incertidumbres de la inferencia, los tiempos y los costos de inventario. En este artículo se realiza una introducción a estas tecnologías y algunos de los aportes para su uso en el área forestal, realizados en el marco de una tesis de doctorado con apoyo de una Beca de Excelencia INIA.

TELEDETECCIÓN E INVENTARIO FORESTAL TRADICIONAL

La teledetección consiste en la adquisición y procesamiento de datos de la superficie terrestre sobre diferentes plataformas a distancia del objeto medido. En el ámbito forestal las plataformas de mayor uso son los sensores activos como el LiDAR (Light Detection and Ranging), que emiten y capturan radiación generando

la información; y los sensores pasivos como satelitales o drones que registran la energía electromagnética en diferentes longitudes de onda, como resultado de la interacción de la energía solar con el objeto en estudio (Chuvienco-Salineró, 1996). El empleo de sensoramiento remoto para cubrir grandes áreas permite optimizar los tiempos pre y post procesamiento, los recursos humanos y económicos y abarcar áreas de difícil acceso para un inventario tradicional (Stereńczak *et al.*, 2018).

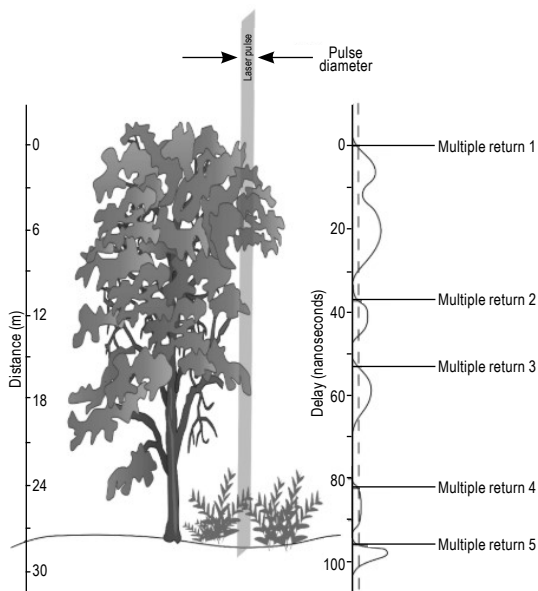


Figura 1 - Pulso y su división en múltiples retornos (tomado de García, 2010).

La posibilidad de relacionar las variables obtenidas en parcelas de inventario, con variables obtenidas por sensoramiento remoto, permite expandir la estimación y cuantificación. El uso de datos de teledetección, incluso combinando información de sensores activos y pasivos, es una alternativa viable para realizar relevamientos a gran escala y con mayor velocidad que los inventarios tradicionales. Sin embargo, el uso de datos procedentes de sensores remotos no sustituye completamente al inventario de campo tradicional; el inventario en parcelas de calibración es imprescindible como nexo entre los datos de teledetección y la realidad del rodal. El replanteo de los componentes del inventario como el tipo de parcela, la forma, la intensidad de muestreo, etc. dependerá de la estructura y de la homogeneidad del rodal, los cuales se conocen mediante teledetección (Kangas *et al.*, 2018).

APORTES AL USO DE LIDAR EN PLANTACIONES DE EUCALIPTOS EN URUGUAY

La tecnología LiDAR permite determinar la distancia desde un emisor a un objeto o superficie utilizando un haz láser. Esta distancia se determina midiendo el tiempo de retraso entre la emisión y su detección a través de la señal reflejada. En el sistema LiDAR aerotransportado (Airborne Laser Scanning, ALS) el sensor láser es instalado en una plataforma móvil (avión, helicóptero o dron). En el bosque, el pulso láser choca con la copa de los árboles, y parte de él se refleja y vuelve al sensor, otra parte va atravesando la vegetación hasta llegar al suelo, lo que da lugar a varios retornos que vuelven al emisor (Figura 1). Basado en este principio, el resultado de un vuelo LiDAR es una red irregular de puntos con tres coordenadas (x - y - z) que describe la forma de la superficie en un momento determinado.

Junto con las coordenadas se registra también la intensidad de cada uno de los retornos, la cual representa la cantidad de energía reflejada y otros atributos relativos al pulso emitido como el ángulo de escaneo, la distancia sensor-objeto y el número de retorno correspondiente. Teniendo como base la distribución de elevaciones e intensidades de los retornos, es posible derivar variables relacionadas con la altura de los árboles, la estructura de las copas, la distribución de los elementos del dosel en el espacio, la densidad o la distribución de biomasa, entre otras, denominadas “métricas” (Cuadro 1). Dichas métricas se usan como variables explicativas para modelar variables de interés para el manejo forestal como volumen de los fustes, altura media dominante, etc.

Los datos ALS proporcionan información horizontal y vertical de los atributos del rodal, con una alta resolución espacial y una elevada precisión (Figura 2). Algunos de estos atributos se obtienen de manera directa, como por ejemplo la altura de la vegetación, otros de manera indirecta mediante la construcción y calibración de modelos estadísticos o relaciones empíricas, entre otros atributos.

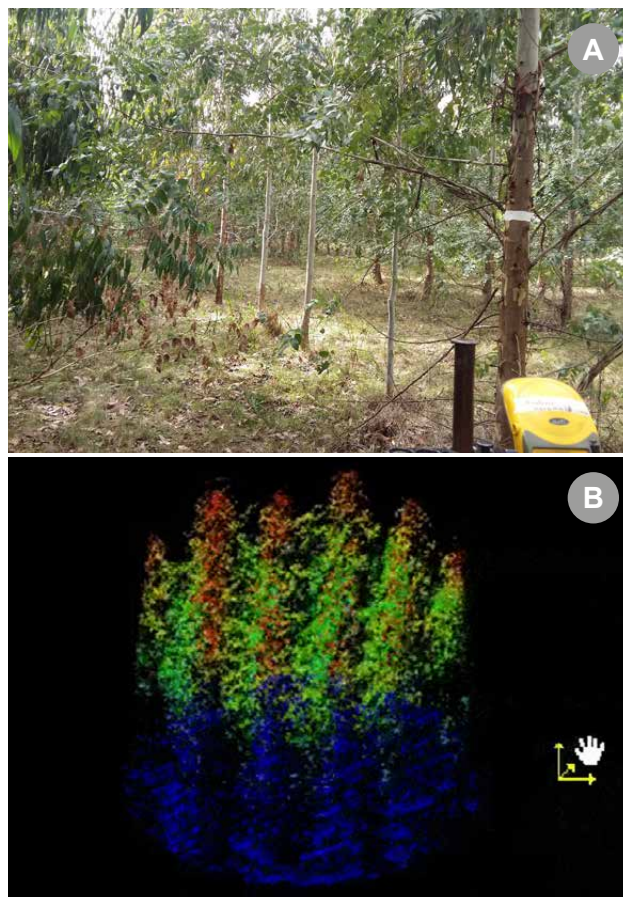


Figura 2 - Parcela de calibración (A) y su traducción en datos LiDAR (B).

Cuadro 1 - Resumen del extracto de métricas de ALS por el software FUSION.

		Métricas ALS	Descripción
Métricas de altura	Métricas que expresan la tendencia central en las distribuciones de alturas de ALS	h_{media}	Media
		h_{moda}	Moda
	Métricas que expresan la dispersión de la distribución de altura de ALS	h_{sd}	Desvío estándar
		h_{var}	Varianza
		h_{AAD}	Desviación absoluta
		h_{QJ}	Rango Intecuartil
		h_{CV}	Coficiente de variación
		$h_{min}, h_{máx}$	Mínimo y máximo
	Métricas que expresan la forma de la distribución de altura de ALS	h_{SK}	Simetría
		h_{Kur}	Kurtosis
		CRR	Relación de Dosel
	Percentiles de la distribución de altura de ALS	$h_{10}, h_{20}, \dots, h_n$	Percentiles
	Métricas de cobertura del dosel	Para un umbral de altura fijo (2 m)	CC
PARA2			Porcentaje de todos los retornos por encima de 2,00/total de todos los retornos
ARA2/TFR			Relación entre todos los rendimientos superiores a 2,00 y el total de los primeros rendimientos
Para un umbral de altura variable		PFRAM	Porcentaje de los primeros retornos por encima de la media/total de todos los retornos
		PARAM	Porcentaje de todos los retornos por encima de la media/total de todos los retornos
		PARAMO	Porcentaje de todos los retornos por encima de la moda/total de todos los retornos
		PFRAMO	Porcentaje de los primeros retornos por encima de la moda/total de todos los retornos
		ARAM/TFR	Relación entre todos los retornos por encima de la media y el total de los primeros retornos
		ARAMO/TFR	Relación entre todos los retornos por encima de la moda y el total de los primeros retornos

A través de una beca INIA para el desarrollo de un estudio de doctorado en Facultad de Agronomía (Udelar), con el apoyo de la Universidad de Córdoba (España) y UPM-Forestal Oriental, se buscó profundizar en el conocimiento sobre el uso de datos LiDAR y multiespectrales en rodales de *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus dunnii* (Hirigoyen, 2021). Esta información se utilizó en la construcción y validación de modelos predictivos para el índice de área foliar, la biomasa área total (BMT), el volumen total (VT) y la altura media dominante (Ho) a nivel de rodal. Los métodos de estimación de Ho, VT y BMT que utilizan métricas LiDAR pueden ser métodos paramétricos y no paramétricos.

Como se observa en el Cuadro 1, la selección de métricas LiDAR, para integrar los modelos de estimación, por

ejemplo la Ho se relaciona con los percentiles más altos de la nube de puntos (Percentiles 90 y 99).

En este estudio se encontró que los percentiles medio o medio-alto de la nube de puntos (Percentiles 70 y 75) fueron mejores predictores del volumen y biomasa (Hirigoyen, 2021).

El estudio se centró en la construcción y validación de modelos predictivos para el índice de área foliar, la biomasa área total, el volumen total y la altura media dominante a nivel de rodal.

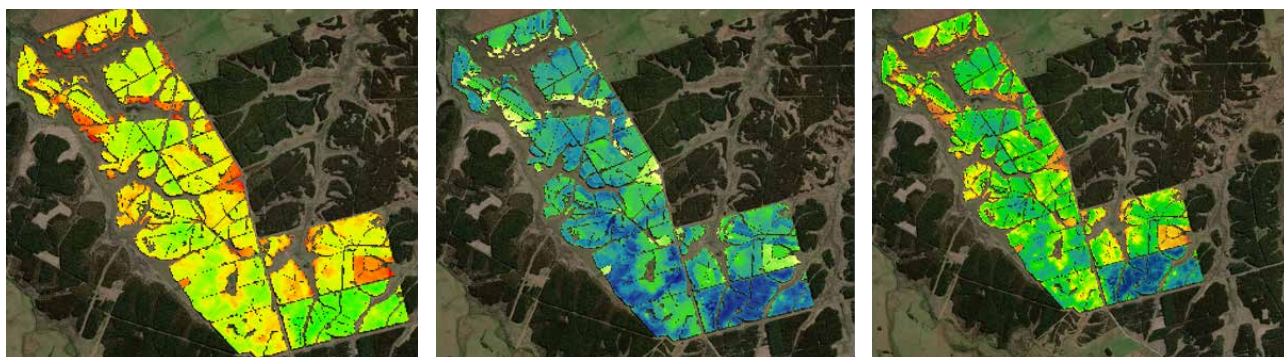


Figura 3 - Raster de segmentación para altura media dominante, biomasa total y volumen total (Área relevada: 1317 ha en pixeles de 0,03 ha).

Estos percentiles medios-altos de la nube de puntos informan sobre las propiedades de la copa de los árboles (Matasci *et al.*, 2018) y se han utilizado para explicar otras variables del árbol (por ejemplo, el diámetro del fuste). Los modelos no paramétricos, incluyeron una variable relacionada con las métricas de altura y la forma de la distribución de altura y métricas de cobertura. Según estudios previos, la combinación de la altura y la densidad en las métricas del dosel representan una descripción de la estructura vertical de la masa forestal (Jayathunga *et al.*, 2019). Los resultados demuestran que el Percentil 75 es potencialmente útil para mejorar los modelos forestales. Acceda al estudio completo:

Acceda **AQUÍ**



Los mapas de existencias, en volumen y en biomasa, fueron segmentados en rodales más pequeños y homogéneos. Esta segmentación automática de masas de eucaliptus, produce rodales que un experto podría identificar de manera similar con fotografía tradicional. La rodalización obtenida brinda herramientas que permiten mejorar la precisión en dos pasos fundamentales en la cuantificación del stock forestal: el modelado de las variables del rodal (biomasa aérea, volumen total y altura dominante) utilizando LiDAR, y la delimitación de la estructura del rodal basada en una evaluación no supervisada (Figura 3). Esta información es de gran utilidad en la optimización de los manejos de los rodales y su planificación.

CONSIDERACIONES FINALES

El uso de datos procedentes de sensores remotos permite modelar procesos que ocurren en grandes áreas, la integración con la información de inventarios de campo y su alta correlación con la estructura de la vegetación, permite ajustar modelos precisos para la estimación de la producción forestal. Así como, procesos automáticos de segmentación y optimización que mejoran la planificación y la gestión de los recursos forestales colaborando así con los sistemas de toma de decisiones (Hirigoyen, 2021). La aplicación de tecnologías de teledetección en el sector forestal requiere

cambios en las prácticas de inventarios (planificación, ejecución y resolución), así como la capacidad de producir y manejar modelos predictivos de variables dasométricas y algoritmos de rodalización. La tesis presentada en este artículo buscó contribuir a la mejora en el uso de la teledetección (LiDAR) en las plantaciones uruguayas, seleccionando variables de mejor performance para la estimación de las principales variables de rodal, así como brindar un marco teórico práctico para nuevas metodologías de rodalización. Dicha información es de interés para empresas de servicios, en la mejora de sus procesos y se orienta a brindar más y mejor información para una planificación más eficiente de los recursos forestales nacionales.

REFERENCIAS

- Chuvieco Salinero, E. (1990). Fundamentos de teledetección espacial. No. 528.8 CHU.
- García, D. (2010). Estimación de variables de interés forestal basada en datos lidar en el monte número 117 del c.u.p. Término municipal de cuenca. Universidad politécnica de Madrid.
- Hirigoyen, A. (2021). Aplicación de imágenes de satélites y datos LiDAR en la modelización e inventario de *Eucalyptus* spp en Uruguay. Tesis de doctorado. Montevideo. Udelar. Facultad de Agronomía.
- Jayathunga, S., Owari, T., & Tsuyuki, S. (2019). Digital Aerial Photogrammetry for Uneven-Aged Forest Management: Assessing the Potential to Reconstruct Canopy Structure and Estimate Living Biomass. *Remote Sensing*, 11(3), 338. <https://doi.org/10.3390/rs11030338>
- Kangas, A., Astrup, R., Breidenbach, J., Fridman, J., Gobakken, T., Korhonen, K. T., Maltamo, M., Nilsson, M., Nord-Larsen, T., Næsset, E., & Olsson, H. (2018). Remote sensing and forest inventories in Nordic countries—roadmap for the future. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 33(4), 397–412. <https://doi.org/10.1080/02827581.2017.1416666>
- Matasci, G., Hermosilla, T., Wulder, M. A., White, J. C., Coops, N. C., Hobart, G. W., Bolton, D. K., Tompalski, P., & Bater, C. W. (2018). Three decades of forest structural dynamics over Canada's forested ecosystems using Landsat time-series and lidar plots. *Remote Sensing of Environment*, 216(May), 697–714. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.07.024>
- Stereńczak, K., Lisańczuk, M., & Erfanfard, Y. (2018). Delineation of homogeneous forest patches using combination of field measurements and LiDAR point clouds as a reliable reference for evaluation of low resolution global satellite data. *Forest Ecosystems*, 5(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s40663-017-0128-5>



Foto: Gustavo Balmelli

REGLO: herramienta para la predicción del rebrote de cepas en *E. globulus* y para el análisis del resultado económico esperado en la siguiente rotación

Ing. Agr. Dr. Gustavo Balmelli¹, Lic. MSc. Pilar Gasparri¹,
Ing. Agr. Dr. Andrés Hirigoyen¹, Lic. PhD. Virginia Morales²,
Ing. Agr. PhD. Cecilia Rachid-Casnati¹

¹Programa de Investigación en Producción Forestal - INIA

²Centro Universitario de Tacuarembó - Udelar

REGLO es una herramienta de apoyo a la toma de decisiones para plantaciones de *Eucalyptus globulus* próximas a ser cosechadas. Permite predecir el porcentaje de cepas que rebrotará y estimar el resultado económico esperado en la siguiente rotación mediante el manejo de rebrotes o mediante replantación, contribuyendo, por tanto, a optimizar el manejo de la plantación.

INTRODUCCIÓN

El *Eucalyptus globulus* es la especie *premium* para producción de celulosa, por lo que ha sido ampliamente plantada en la región sureste para exportación. Sin embargo, la alta susceptibilidad a *Teratosphaeria nubilosa*, patógeno que genera importantes daños en plantaciones jóvenes, ha llevado a su sustitución por otras especies, como *E. dunnii* y *E. smithii*. El cambio de especie es una decisión crítica para la empresa

forestal, ya que la madera de las especies alternativas generalmente tiene menor valor y menor demanda exterior, lo que puede generar menores ingresos y/o pérdida de mercados. El cambio de especie también implica mayores costos (preparación del suelo, plantación y mantenimiento inicial) que el manejo de rebrotes. La decisión de mantener la especie en la siguiente rotación (manejo de rebrotes) o replantar (cambio de especie) debería tomarse antes de la cosecha.



Sistemas de Apoyo a la Gestión Forestal



Figura 1 - Ventana de ingreso a los Sistemas de Apoyo a la Gestión Forestal y menú con las herramientas disponibles.

Tanto en plantaciones de buena productividad como en plantaciones con pobre sobrevivencia y/o pobre crecimiento, la decisión de manejar los rebrotes o replantar es fácil de tomar. Sin embargo, en la mayoría de los casos, es decir, en plantaciones que llegan a la cosecha con una población y/o un estado sanitario intermedio, la decisión es bastante difícil. El problema radica en la dificultad para predecir la sobrevivencia de las cepas y por lo tanto estimar la población que se tendrá en la siguiente rotación, lo que determina en buena medida la productividad de los rebrotes.

Dado que no existía información del efecto de diferentes factores (sitio, material genético, edad, estado sanitario, maquinaria de cosecha, manejo de los residuos) sobre la capacidad de rebrote de las cepas, se realizó una tesis de maestría para generar dicha información y ajustar un modelo predictivo que permitiera estimar la sobrevivencia de cepas en base a las características de la plantación a cosechar. A su vez, dado que la decisión del manejo a realizar luego de la cosecha depende de la rentabilidad esperada para el manejo de los rebrotes en relación a la replantación, dicho modelo fue integrado a un flujo de fondos con el fin de facilitar el análisis del resultado económico esperado con diferentes alternativas productivas. Finalmente se generó una versión web de la herramienta y se la incorporó como módulo independiente (REGLO) a los Sistemas de Apoyo a la Gestión Forestal en la página web de INIA. ¿Cómo se accede a la herramienta REGLO? En la página web de INIA se accede a los “Sistemas de Apoyo a la Gestión Forestal” o directamente en el siguiente enlace:



Estas herramientas son de libre uso, ingresando con un usuario y una contraseña (la primera vez debe registrarse para obtener un nombre de usuario y una contraseña) (Figura 1).

DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA REGLO

REGLO se compone de dos módulos: Rebrotos de cepas y Análisis económico.

Módulo Rebrotos de cepas

Este módulo permite calcular el volumen comercial de madera de una plantación que se va a cosechar; predecir, en base a características productivas y sanitarias de la plantación, el porcentaje de cepas que rebrotará y estimar la productividad esperada en la siguiente rotación mediante el manejo de los rebrotes.

El usuario debe ingresar información del estado de la plantación previo a la cosecha. Para esto se puede descargar una planilla tipo donde se ingresan los datos (DAP, altura y presencia o ausencia de canchros en la corteza) de todos los árboles en pie en parcelas representativas de la plantación (Figura 2).

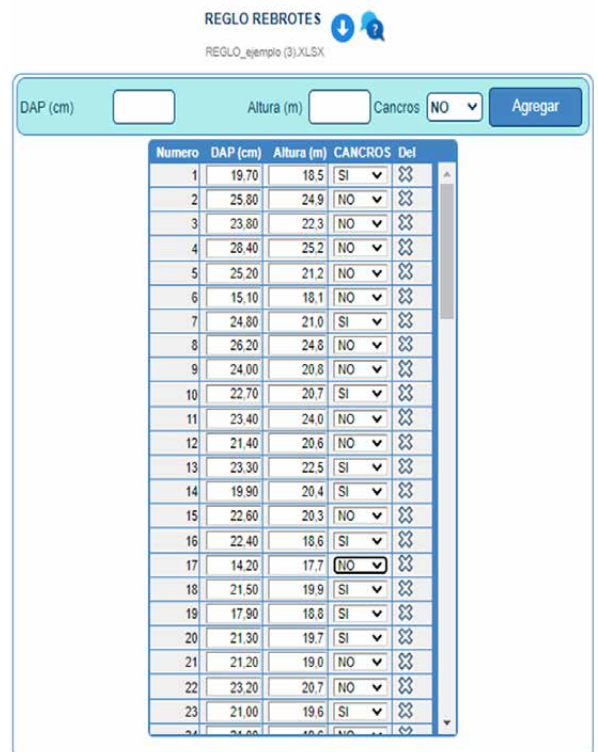


Figura 2 - Pantalla para el ingreso de datos de parcelas establecidas en plantaciones a cosechar.

Área de parcela (m2)
 Edad de la plantación
 Fuente de semilla
 Máquina de cosecha
 Pérdidas por T. Nubilosa en la 2da rotación
 Mortalidad en la 2da rotación
Ejecutar cálculos

Plantación a cosechar	
Árboles en pie/ha	920
Área Basal (m2/ha)	26,91
AMD (m)	21,97
Volúmen comercial (m3/ha)	185,57
IMA (m3/ha/año)	15,5
DAPs >14cm	84,78%
Cancros	18,48%

Siguiete rotación como rebrotes	
% esperado de cepas vivas	93,54%
IMA esperado en 2da rotación (m3/ha/año)	9,3

Cargar datos de nueva parcela
Análisis económico del manejo de rebrotes

Figura 3 - Pantalla para el ingreso de datos de la plantación a cosechar y de resultados, tanto de la plantación actual como esperados en la siguiente rotación como rebrotes.

También debe ingresar información general de la plantación, como edad, material genético y tipo de cosechadora a utilizar. Con esta información REGLO estima los resultados de la plantación actual (número de árboles por hectárea, área basal, altura media dominante, volumen comercial) y los resultados esperados en la siguiente rotación como rebrotes (% de cepas vivas e incremento medio anual) (Figura 3).

REGLO predice, en base a características productivas y sanitarias de la plantación, el porcentaje de cepas que rebrotará y estima la productividad esperada en la siguiente rotación mediante el manejo de los rebrotes.

Módulo de Análisis económico

Este módulo permite estimar y comparar la rentabilidad de diferentes alternativas (manejo de rebrotes o replantación) para la siguiente rotación.

El usuario debe especificar la especie y el manejo de la siguiente rotación, el costo de cosecha y carga (USD/m³), el costo del flete (USD/m³/km) y la distancia al punto de venta (km), el turno de corta y la productividad esperada (m³/ha/año) y el precio de venta de la madera (USD/m³). También debe especificar si desea incluir o no el valor residual de la plantación para una siguiente rotación (Figura 4).

Posteriormente, debe completar el flujo de fondos, ingresando los costos (USD/ha efectiva) de instalación y manejo, administración, caminería e impuestos generales. Con dicha información REGLO calcula los costos totales y los ingresos por la venta de madera y calcula los indicadores de resultado económico: VAN (valor actual neto) y TIR (tasa interna de retorno) para la alternativa analizada (Figura 5).

ALTERNATIVA 1

Información inicial

Año de plantación

Manejo de la siguiente rotación

Especie

Costo de oportunidad (%)

Costo de cosecha y carga (USD/m3)

Costo de flete (USD/m3/km)

Distancia al punto de venta (km)

Turno de corta (años)

IMA esperado (m3/ha/año)

Precio madera en puerto (USD/m3)

Incluir ingresos por valor residual ?

Completar Flujo de fondos

Figura 4 - Pantalla para el ingreso de datos para el análisis económico.

Tipo	Desde año	Hasta año	Detalle del concepto (Costo / Ingreso)	Valor US\$/ha
COSTO	0	0	Instalación	60
COSTO	3	3	Manejo	150
COSTO	0	11	Administración	30
COSTO	0	11	Impuestos generales	10
COSTO	11	11	Caminería	150
COSTO	11	11	Costo de cosecha y carga	2.148
COSTO	11	11	Flete	1.547
COSTO	11	11	Impuestos IRAE	0
COSTO	11	11	Impuestos INIA	10
INGRESO	11	11	Ingresos por venta de madera	6.138

Ejecutar Calculos **VAN 477 TIR 18,00%**

Nueva alternativa Modificar alternativa

Figura 5 - Pantalla con el flujo de fondos (costos e ingresos) e indicadores de resultado económico esperado (VAN y TIR) para la alternativa analizada.

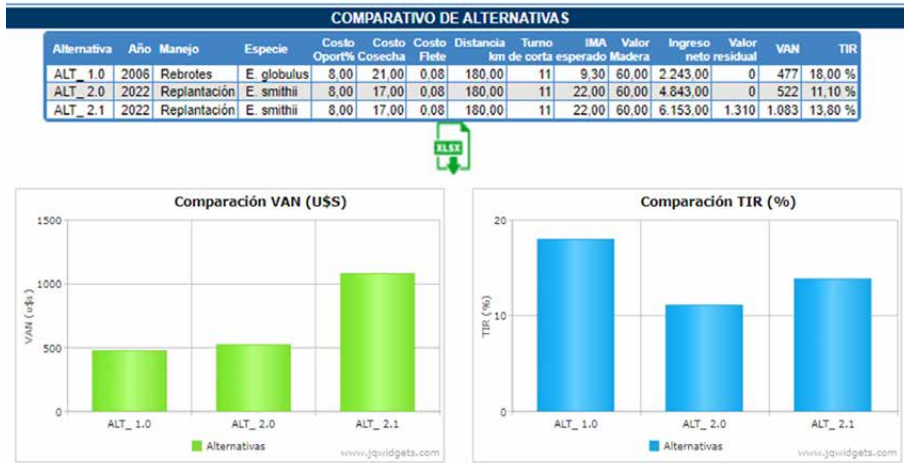


Figura 6 - Pantalla con el cuadro comparativo de las diferentes alternativas analizadas y con el gráfico de los indicadores económicos.

COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS PRODUCTIVAS

Cuando se calcula el resultado económico (mediante el botón “Ejecutar cálculos”) REGLO genera automáticamente un cuadro que resume las características de la alternativa analizada y gráficas con los indicadores de rentabilidad (VAN y TIR). Al realizar un nuevo análisis, por ejemplo para una alternativa diferente, se actualizan tanto el cuadro resumen como las gráficas de indicadores económicos, lo que facilita la comparación de las diferentes alternativas analizadas (Figura 6).

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

REGLO también permite realizar análisis de sensibilidad, es decir, simular diferentes escenarios, para estimar el impacto de eventuales cambios en los factores de producción sobre el resultado económico esperado. En otras palabras, se puede analizar el efecto de escenarios más favorables o desfavorables, por ejemplo una mayor o menor productividad, un mayor o menor valor de la madera en el mercado, etc. (Figura 7).

Sistemas de Apoyo a la Gestión Forestal



Figura 7 - Análisis del efecto de diferentes productividades sobre el resultado económico esperado.

REGLO permite estimar y comparar la rentabilidad de diferentes alternativas (manejo de rebrotes o replantación) para la siguiente rotación.

La estimación del resultado económico esperado facilita la comparación de diferentes alternativas y permite tomar las decisiones más adecuadas para la siguiente rotación. A su vez, la posibilidad de evaluar eventuales cambios en los factores productivos, permite conocer el impacto sobre el resultado económico de la alternativa analizada o conocer el impacto relativo sobre diferentes alternativas.

Finalmente, el módulo de análisis económico puede utilizarse para nuevas plantaciones, es decir, ser utilizado por productores agropecuarios e inversores en general que estén considerando la posibilidad de forestar, con cualquier especie y en cualquier región del país.

CONSIDERACIONES FINALES

REGLO fue certificada en 2021 por el proceso CERTEC.Agro, incorporando mediante evaluadores externos el punto de vista de los potenciales usuarios.

Se espera que el uso de REGLO por parte de productores de *E. globulus* facilite la toma de decisiones sobre el manejo de la siguiente rotación y permita hacerlo con antelación, mejorando la planificación y ejecución de las actividades de cosecha, preparación del suelo y/o plantación.

AGRADECIMIENTOS

A las empresas Forestal Atlántico Sur, Iberpapel y Redalco, y a sus profesionales y técnicos, que permitieron el acceso a las plantaciones y brindaron la información necesaria para desarrollar esta herramienta.

REFERENCIAS

Gasparri, P. 2019. Modelo predictivo de sobrevivencia de cepas de *Eucalyptus globulus* y evaluación financiera para diferentes alternativas de manejo. Tesis Magister en Ciencias Agrarias, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay. 71 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/29256>.



Figura 8 - Rebrotos de *E. globulus* a los nueve meses de la cosecha.



Foto: Carolina Fasiolo

FPTA 353: Uruguay inicia el camino a la certificación de una vitivinicultura sostenible



Ing. Agr. Marcelo Buschiazzo¹, Ing. Agr. MSc. Néstor Merino², Ing. Agr. Juan De Mori², Ing. Agr. MSc. Andrés Passadore², Ing. Agr. Andrés Villarino², Enol. Bettina Bertola³, Ing. Agr. PhD. Andres Coniberti⁴, Ing. Agr. MSc. Carolina Fasiolo⁵

¹Responsable técnico del proyecto por FUCREA

²Equipo técnico del proyecto

³Coordinadora de Campo INAVI

⁴Investigador Programa de Investigación en Producción Frutícola - INIA

⁵Técnica Sectorial INIA Las Brujas

En su etapa final, el proyecto FPTA 353: Producción Vitícola Integrada supera el alcance de los objetivos planteados inicialmente y avanza sobre la consolidación de un Programa Nacional de Viticultura Sostenible, alineándose con la realidad mundial del sector.

Llegando al último semestre de ejecución del proyecto, nos encontramos con un alto grado de avance en el cumplimiento de las actividades y objetivos propuestos. Como resultado más relevante se visualiza la generación de un "Programa de Producción Vitícola Sostenible" de carácter nacional, gestionado por el Instituto Nacional Vitivinicultura (INAVI) con certificación de terceros. Esta concreción, significa el cumplimiento del principal objetivo definido al momento en que FUCREA, a través

de los grupos CREA vitícolas, la Cooperativa VICCA e INAVI como socios, se plantearon al presentar este proyecto.

En la zafra 2021-2022 se completó el tercer ciclo productivo desde el inicio del proyecto que cerrará con un importante número de viñedos certificados por las directivas y normas del Programa de Producción Vitícola Sostenible.

La conjunción de esfuerzos entre instituciones como FUCREA-Cooperativa VICCA- INAVI-INIA, en el marco del Proyecto, ha generado y consolidado diversos ámbitos de trabajo y acuerdos que viabilizaron: el surgimiento de este Programa Nacional de Viticultura Sostenible; la certificación del proceso de producción de uvas y finalmente la certificación de vinos elaborados a partir de aquellas uvas.

Esta misma estructura es la que ha permitido:

a - que otros viticultores, no participantes del FPTA 353, se pudieran adherir al sistema, aplicar la norma de producción en sus viñedos y certificar en esta última vendimia. Hoy podemos afirmar que, gracias al trabajo implementado por el equipo de trabajo vinculado al FPTA 353, Uruguay tiene un Programa de Viticultura Sostenible en marcha y disponible para todos los viticultores del país.

b - acordar con entidades certificadoras, como es el caso de LSQA, permitiendo seguir avanzando en los objetivos comunes de corto y mediano plazo.

INAVI, a través del Programa de Producción de Uva Sostenible, no solo pretende promover la producción ambiental y socialmente responsable, sino también que sea económicamente viable para todos los integrantes del sector.

El FPTA 353 ha permitido que Uruguay cuente con un Programa de Viticultura Sostenible en marcha y disponible para todos los viticultores del país.

En este proceso fueron definidas las normativas, que serán revisadas y modificadas anualmente sobre la base de la mejora continua.

Esta tarea recae sobre el Comité Técnico de Producción Integrada Vitícola, conformado por diversas instituciones y representantes del sector productivo (INAVI, INIA, Fagro, FUCREA, IMC, Escuela de Enología, Centro de Viticultores, Cooperativa VICCA). Desde el punto de vista técnico e institucional, es relevante el trabajo de este Comité Técnico y su continuidad; aportando un fuerte respaldo y credibilidad al Programa de Viticultura Sostenible.

Haciendo foco en los cambios y logros consolidados por el proyecto, se destacan:

Protocolo de producción que tiene como principios básicos:

- Poner énfasis en la aplicación de medidas culturales que disminuyen el impacto sobre el ambiente.
- Minimizar la utilización de productos de síntesis como herramienta para el control sanitario de los viñedos.
- Reducir la utilización de fertilizantes.
- Atender aspectos relacionados al cuidado de la salud de los trabajadores y las familias radicadas en el predio.

La constatación de un alto grado de cumplimiento de la norma de producción:

Este aspecto fue ratificado de manera objetiva por las auditorías internas, externas y análisis de residuos en la uva, lo que se reflejó en el logro de la certificación del proceso de Producción Vitícola Sustentable de más del 90 % de los productores que participan desde el inicio de este proyecto.

Cabe destacar que el grupo inicial de viticultores, se ha visto incrementado por la incorporación de más unidades productivas en las zafras 2020/2021 y 2021/2022; las que también se han sumado a la certificación, totalizando 53 unidades productivas, 102 inscripciones de viñedos y un total de 1094 ha de vid (18 % de la superficie nacional de viñedos).



Figura 1 - Jornada de divulgación: Hacia una vitivinicultura sustentable.
Foto: Irvin Rodríguez



Figura 2 - Jornada de campo: Visita y divulgación de resultados de la implementación de lechos biológicos.

Si consideramos la gran diversidad entre los productores participantes, en cuanto a capacitación, características y escalas; parecen haber sido claves para el logro de este exitoso proceso:

a - El asesoramiento técnico continuo en todo lo que refiere a la aplicación de la norma y planificación de los sistemas de producción.

b - La modalidad de trabajo grupal y la aplicación de la metodología CREA promovió que los productores, participantes del proyecto, tuviesen un continuo análisis y discusión sobre los conceptos que hacen al sistema y los compromisos que se asumen una vez que se emprende el camino hacia una producción más sustentable.

c - La coordinación de campo y monitoreo, a cargo del equipo técnico de INAVI; que significó la presencia constante del Programa en el territorio.

d - Un equipo técnico interinstitucional que dio apoyo constante para llevar la propuesta adelante en cada una de las etapas.

El nexos permanente y directo entre los productores, sus asesores y quienes son responsables de definir la norma de producción (Comité Técnico) ha sido indispensable para que las acciones o cambios de rumbos se realizaran en los tiempos que la dinámica del ciclo productivo lo ha demandado.

Se logró la certificación del proceso de Producción Vitícola Sustentable de más del 90 % de los productores que participan desde el inicio del proyecto.

A lo largo de las tres temporadas se realizaron actividades de capacitación que apuntaron a que los viticultores entiendan el contenido del cuaderno de campo, la importancia de mantener registros, la utilidad y beneficios de su correcto llenado y las implicancias de la aplicación y alcances de la norma.

Los avances positivos se fueron observando zafra tras zafra, demostrando un claro compromiso de todos los productores por mejorar, hasta llegar a la certificación.

OTROS LOGROS ALCANZADOS

Evaluación de la herramienta “lechos biológicos”

Los lechos biológicos han demostrado ser, hasta el momento, una solución aceptable para resolver el problema de la deposición final y tratamiento de las aguas contaminadas con residuos de plaguicidas (sobrantes de tratamientos, resultado del lavado de maquinaria de aplicación, resultado del lavado de equipos de protección, entre otras).

Avances en la generación de un modelo de gestión para el sector fruti-vitícola

Otro de los aspectos abordados por el proyecto fue la validación de un modelo de gestión para el análisis de los resultados económicos y situación financiera de las empresas frutícolas y vitícolas. FUCREA y sus grupos tienen una rica tradición de trabajo en el área de gestión y análisis de los resultados económicos de sus empresas; pero no han logrado el mismo impacto en las empresas granjeras. Este proyecto brindó los medios para acelerar el proceso de generación de un modelo de análisis más adaptado a las características de las empresas granjeras y comenzar a trabajar sobre la base de información generada por los propios productores. La realización de un Taller de Gestión Granjera, el primero para FUCREA, marca un hito del que consideramos se obtendrán aportes para todo el sector. La participación y trabajo conjunto de productores CREA e integrantes de la Cooperativa VICCA no solo enriqueció los resultados de este taller, sino que fue una instancia de integración relevante.

Finalmente cabe subrayar nuestro convencimiento de que este proyecto FPTA 353 ha sido desencadenante y catalizador de todo lo señalado líneas arriba. Acercándonos a su finalización, nos parece oportuno puntualizar la pertinencia de diseñar y planificar una estructura mínima que le brinde apoyo técnico y administrativo a la marcha y proyección futura del Programa de Viticultura Sustentable. Consideramos que están dadas las condiciones para que este Programa sea uno de los productos finales del proyecto.



Foto: SUL

FPTA 360: sostenibilidad del ovino en sistemas ganaderos mixtos



Ing. Agr. José Rivero Cayetano¹, Ing. Agr. José Ramos²
Ing. Agr. Juan Lucas², Ing. Agr. Josefina García Pintos²
Ing. Agr. Marcos García Pintos², Ing. Agr. José Aguerre²,
Ing. Agr. Matías Orihuela², Dra. Graciela Ferreira²,
Dr. Sergio Fierro², Dra. Sofía Salada³

¹Técnico del Área de Transferencia de Tecnologías y coordinador general del proyecto

²Técnicos del Área de Transferencia de Tecnologías

³Técnica del Área de Investigación y Desarrollo

Este artículo presenta los objetivos y avances del nuevo FPTA con foco en ovinos. En base a un enfoque que contempla el sistema predial e integra el conocimiento técnico con la experiencia de los productores, la iniciativa se propone trabajar sobre las principales problemáticas y oportunidades del rubro a nivel de campo.

INTRODUCCIÓN

El proyecto “Comprensión en la gestión del manejo del rubro ovino en sistemas ganaderos mixtos y su relación con los resultados productivos, sociales y ambientales” es financiado por el Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria (FPTA) del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA).

ANTECEDENTES

En base a un trabajo desarrollado de manera interinstitucional, entre INIA y SUL, se identificaron distintas problemáticas asociadas al desarrollo del rubro a través de talleres en los que participaron técnicos e investigadores de ambas instituciones.

Como una de las principales líneas de análisis que surgieron en esas instancias de intercambio se definieron y destacaron cinco aspectos que repercuten de forma significativa en la competitividad del rubro: baja productividad de las majadas, existencias de paradigmas de los sistemas con ovinos, problemas en la comercialización de la carne ovina, baja productividad por causas externas y la competitividad de otros rubros. A partir de estos resultados se seleccionaron para trabajar a nivel de proyecto dos de los factores antes mencionados: la baja productividad de las majadas y los paradigmas del ovino, sin desconocer la importancia de los aspectos restantes asociados a causas externas a los sistemas productivos.

La baja productividad del rubro está determinada en forma directa por problemas relacionados con nutrición, sanidad y manejo, restricciones que repercuten en la producción de lana, en la recría de los reemplazos y en los bajos índices de señalada. Del mismo modo, los problemas sanitarios afectan todos los procesos antes descriptos además de provocar ineficiencias en la mayoría de los casos, además de pérdidas de animales.

Respecto a los paradigmas de los sistemas con ovinos, se vinculan con la creencia de que el rubro ovino requiere más horas de dedicación que otras actividades económicas del sector agropecuario, preconcepto que explica el rol secundario que ha adquirido el ovino en los predios de ganadería mixta. En relación a esta limitante, el proyecto busca demostrar que, con una adecuada planificación y utilización de tecnologías de proceso, se puede trabajar de manera eficiente con buenos resultados (económico/productivos) respecto a la dedicación.

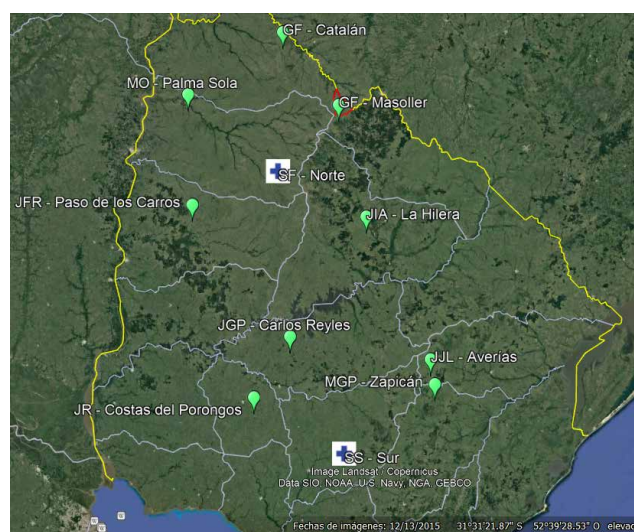


Figura 1 - Ubicación en el territorio de los predios seleccionados.

Otro de los paradigmas que se identificó como importante para trabajar, se refiere al efecto del sobrepastoreo del campo natural con respecto a la superficie de pastoreo que ocupa el ovino en los predios y su efecto en la degradación de pasturas naturales. Sin embargo, y desde esta propuesta de trabajo, se buscará demostrar cuál es el efecto de aquellos potreros en los que se maneja el ovino de acuerdo a las características de cada predio.

ENFOQUE DE SISTEMA

En este proyecto, no se analizará el rubro ovino aislado del sistema, sino que a través de un enfoque innovador de transferencia de tecnología, se buscará combinar el conocimiento técnico disponible con las experiencias de los productores. Para ello se elaboró un diagnóstico como línea de base, se definieron objetivos y metas con los productores y sus familias incluyendo aspectos sociales, económicos y ambientales.

LLAMADO Y SELECCIÓN DE PREDIOS FOCO

Se realizó un llamado abierto a productores ganaderos mixtos para los que el ovino tuviera una orientación doble propósito, además del interés de participar y colaborar con el desarrollo de la propuesta que tiene una duración de tres años, finalizando en julio del año 2024.

A este llamado se postularon 62 productores, de los cuales se seleccionaron nueve por sus características y representatividad estratégica como se muestra en la Figura 1.

Estos predios están distribuidos en todo el país y cada técnico está a cargo de al menos un predio. En el Cuadro 1 se especifica el nombre de los técnicos responsables de los predios. En lo que respecta al seguimiento de los aspectos sanitarios, los responsables técnicos del seguimiento son, en la zona norte, el Dr. Sergio Fierro y, en la zona sur, la Dra. Sofía Salada.

En cada uno de los Predios Foco seleccionados, se conformó un grupo acompañante. Estos grupos, variables en su composición y número de participantes

El diagnóstico inicial, así como los objetivos y metas fueron definidos con los productores y sus familias incluyendo aspectos sociales, económicos y ambientales.

Cuadro 1 - Detalle de los predios seleccionados.

Técnico Facilitador	Departamento	Localidad	Establecimiento	Familia
Gracialda Ferreira	Rivera	Masoller	Cabaña Los Ángeles	Familia Castro
Gracialda Ferreira	Artigas	Catalán	Irupé	Familia Escajal
José Aguerre	Tacuarembó	La Hilera	El Ombú	Familia Gago
José Francisco Ramos	Paysandú	Paso de los Carros	Ky Chororo	Grupo de productores
José Rivero	Flores	Costas del Porongo	María del Carmen	Lapetina-Domingorena
Josefina García Pintos	Durazno	Carlos Reyles	La Lucha	Familia Iruleguy
Juan José Lucas	Treinta y Tres	Las Averías	El 2000	Familia González
Marcos García Pintos	Lavalleja	Zapicán	La Carreta	Familia Fernández-Bentancourt
Matías Orihuela	Artigas	Palma Sola	Santo Domingo	Familia Rodríguez

(entre 5 y 10 productores por predio foco), tienen la tarea de reunirse al inicio de cada estación del año, instancia en la cual, con el técnico facilitador se intercambia sobre las decisiones de manejo que el productor planificó para el cumplimiento de los objetivos.

Por otra parte, cada técnico responsable se encarga de realizar una visita mensual de seguimiento, organizar y ejecutar las reuniones estacionales y las jornadas anuales abiertas.

PRIMERAS ACTIVIDADES

Durante los meses de mayo y junio de 2022 se llevaron a cabo las primeras reuniones de los Predios Foco con el grupo acompañante.

En estas instancias se trataron aspectos generales del proyecto y presentación de los predios con sus actividades en base a un detallado informe, como muestra la Figura 2. Para visualizar los recursos se realizaron recorridas de los campos, con diferentes paradas para observar los animales y los recursos forrajeros, como muestra la Figura 3.

Para finalizar estas reuniones, se realizó un taller para validar los objetivos y metas del productor por parte del grupo acompañante (Figura 4). Cabe recordar que los grupos de trabajo son cerrados para las actividades estacionales y de seguimiento. En las jornadas abiertas en cada predio, previstas para noviembre y diciembre, se presentarán los resultados y avances del proyecto.



Figura 2 - Intercambio sobre características del predio.



Figura 3 - Recorrida del predio para observar animales y pasturas.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS PREDIOS FOCO

El principal aspecto de este proyecto es, como mencionábamos anteriormente, el enfoque de sistema que se basa en una estrategia de transferencia de tecnología. Además, cabe señalar que se va a sistematizar información de los predios en lo que respecta a sus resultados productivos y económicos,

Considerando los nueve predios en su conjunto, el proyecto afecta un área total de 8533 hectáreas, con un índice CONEAT promedio de 89.

información más que importante para compartir con los productores para que sea utilizada en la toma de decisiones de los sistemas con similares características que los predios participantes de la propuesta.

En este caso el proyecto afecta un área total de 8533 ha (considerando los nueve predios), con una superficie promedio por predio de 948 ha. El índice CONEAT promedio de los predios es 89. En su totalidad afecta a 8010 ovinos y 5850 vacunos.

En la medida que avance la propuesta iremos compartiendo los resultados que se obtengan de acuerdo a los objetivos planteados en los dos años de trabajo que nos restan.



Figura 4 - Taller final de validación de objetivos y metas del Predio Foco.

Jornada Nacional de Cultivos de Invierno 2022

Ing. Agr. MSc. Ernesto Restaino

Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología



Foto: Gonzalo Iribarne

De izquierda a derecha: Daniel Vázquez, Juan Dumestre y Martín Olaverri.

Los días 5 y 6 de abril, tuvo lugar la segunda edición de la Jornada Nacional de Cultivos de Invierno organizada por la Mesa Nacional de Entidades de Cebada Cervecera del Uruguay, la Mesa de Trigo, la Mesa Tecnológica de Oleaginosas y FUCREA. INIA, como integrante de las tres mesas, tuvo un papel central en la organización y en la propuesta temática junto a Facultad de Agronomía (Udelar). La actividad contó con la declaración de interés nacional y ministerial por parte de los ministerios de Ganadería Agricultura y Pesca y de Industria y Energía.

En esta oportunidad la jornada se realizó manteniendo el formato virtual que, de alguna manera, facilitó la asistencia de técnicos, productores, tomadores de decisión en el área agrícola y comercial e instituciones, con emisión desde la sede de FUCREA. El programa buscó alinearse con las temáticas de mayor preocupación para la actual zafra de cultivos de invierno, logrando una agenda completa sobre temas productivos y agrícolas relevantes, referidos a los cultivos de invierno. Estos “vuelven a tener el lugar que supieron tener en la economía uruguaya”, como fuera mencionado por el presidente de FUCREA, Juan Dumestre, que destacó la recuperación que poco a poco vienen teniendo en las rotaciones agrícolas de la mano de buenos resultados económicos y procurando un sistema más sustentable.

Regional INIA La Estanzuela



Programa [Acceda AQUÍ](#)

Día 5 de abril [Acceda AQUÍ](#)

Día 6 de abril [Acceda AQUÍ](#)

Por su parte, el ministro de Ganadería Agricultura y Pesca, Ing. Agr. Fernando Mattos, se congratuló de estar participando de una actividad donde destaca el trabajo conjunto de la academia, la investigación, las mesas sectoriales agrícolas y el sector privado productivo, con el objetivo de analizar la realidad económica y productiva, que es incierta por la realidad política internacional que vivimos actualmente. Sin embargo, en el contexto nacional se reafirma el papel de los cultivos de invierno con dos zafras positivas y una cosecha de verano que plasmó buenos rindes, como era esperado al momento de esta actividad.

Con relación al resultado productivo y económico de la zafra 2021, el Ing. Gonzalo Invernizzi (Comisión de Asesores CREA), resaltó el papel relevante que tuvieron las precipitaciones durante la zafra sobre los rendimientos logrados, constatando además que se mantiene la importancia en el rinde que tienen variables como la fecha de siembra, el uso de nitrógeno, el cultivo sobre chacra nueva o vieja y el cultivo antecesor, temas que se trataron por parte de los distintos expertos durante las dos jornadas de actividad.



Mesa redonda Proyecto SMARTER

Ing. Agr. Mag. Rebeca Baptista Cuenca¹,
Lic. Mag. Magdalena Rocanova², Ing. Agr. PhD. Ignacio
De Barbieri³, Ing. Agr. PhD. Gabriel Ciappesoni³

¹Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología
- INIA

²Área de Comunicación Institucional Externa - SUL

³Programa de Investigación en Producción
de Carne y Lana - INIA

En un contexto creciente de demanda de alimentos y fibras naturales, para países productores y exportadores como Uruguay se vuelve un desafío producir de manera equilibrada, asegurando la sostenibilidad económica, social y ambiental de los sistemas productivos. En nuestro país se llevan a cabo investigaciones para determinar la eficiencia de conversión de alimentos y producción de metano, aspectos importantes que impactan de forma directa en la sostenibilidad y el cuidado del ambiente en el largo plazo.

El proyecto SMARTER es un proyecto financiado por el programa Horizon 2020 de la Unión Europea (n°772787), en el que participan 13 países y más de 20 instituciones de investigación y transferencia de tecnología, con el objetivo de mejorar la resiliencia y la eficiencia en ovinos y caprinos en base, principalmente, a herramientas genéticas. Uruguay, único país sudamericano en el proyecto, participa desde 2018 a través de la investigación para implementar nuevos programas de mejor genética en ovinos. Para ello se estudian más de 40 características, entre las que se destacan nuevos rasgos como consumo y eficiencia de conversión del alimento y emisión de gases de efecto invernadero. Adicionalmente, se realizan aportes en el desarrollo de modelos estadísticos y la generación de bases de datos con información fenotípica, genética y genómica.

INIA Tacuarembó y SUL organizaron durante los días 21 y 22 de abril una “mesa redonda” del proyecto SMARTER. El objetivo de esta jornada fue dar a conocer el proyecto al sector productivo y académico presentándoles su estructura y los avances de la investigación internacional y nacional. Los resultados expuestos se relacionaron con el uso de las herramientas genéticas con foco en la resiliencia y la eficiencia de los animales, características ambientales de los sistemas de producción y aspectos sociales de productores y técnicos. Por otro lado, durante el segundo día se realizaron talleres con integrantes de las sociedades de criadores de ovinos, técnicos asesores e investigadores. En este ámbito de trabajo se discutieron dimensiones asociadas a los temas de sanidad, eficiencia, comportamiento y bienestar animal.

Regional INIA Tacuarembó

21-22
Abril

Acceda a las presentaciones

Acceda **AQUÍ**



De izquierda a derecha: Rosanna Dellazoppa, Nicolás Sapelli, Fernando Rovira y Claudia Peisino, durante el conversatorio: Valorización de la ganadería ¿utopía o realidad?

Además, se analizaron las características que se miden a nivel nacional e internacional y cuáles podrían ser incluidas en un futuro cercano en cada raza ovina. La ocasión fue propicia para visitar la plataforma de fenotipado intensivo con sede en la Unidad Experimental La Magnolia, donde actualmente se realizan las mediciones de eficiencia de conversión y emisión de metano en cuatro razas (Corriedale, Merino Australiano, Merino Dohne y Texel).

Bajo la consigna “Valorización de la ganadería: utopía o realidad”, al final del primer día, se convocó a un conversatorio en el que participaron representantes de INAC, Uruguay XXI y la empresa Chargeurs Luxury Materials. La opinión de los tres integrantes de la mesa reforzó la importancia de estar preparados como país para responder a la actual, y cada vez mayor, demanda por parte de los consumidores de productos que sean certificados y que aseguren el bienestar animal, el cuidado del ambiente y la responsabilidad social.

El cierre estuvo a cargo del Dr. Gerardo Evia, representante del Ministerio de Ambiente, quien indicó el fuerte compromiso que nuestro país tiene con los acuerdos firmados a nivel internacional y las políticas públicas que desde el gobierno se promocionan para promover el cuidado del ambiente (punto focal de la gestión de este Ministerio).

La actividad fue muy bien evaluada por los más de 80 asistentes y sirvió para posicionar a INIA y a SUL como instituciones que están a la vanguardia de las tendencias del mercado a nivel mundial, aportando al sector productivo nacional información y tecnologías respaldadas en investigación del más alto nivel.

JORNADA ANUAL DE GENÉTICA LECHERA: sistemas de información y retorno de la inversión

Ing. Agr. Joaquín Lapetina
Ing. Agr. MSc. Ernesto Restaino

Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología

El pasado 28 de abril se realizó la séptima edición de esta jornada, con emisión desde INIA La Estanzuela y con la organización compartida de INALE, Mejoramiento y Control Lechero Uruguayo (MU) e INIA. Se trata de una actividad tradicional para el sector, donde además se destacan los 10 mejores rodeos en avance genético. Este año en particular, la actividad contó con la participación del Dr. Matthew Shaffer de DataGene Australia, entidad gemela de MU Uruguay, que compartió su experiencia y la importancia de la recolección de datos productivos para la mejora genética de los rodeos.

La jornada también contó con exposiciones de especialistas en diferentes áreas de la temática: Fernando Sotelo, gerente general de MU, expuso sobre los principales resultados y tendencias de los sistemas de información en Uruguay. Por otra parte, se presentó el testimonio del productor Karl Roland Gobel sobre su experiencia de trabajo; Ignacio Aguilar (INIA) focalizó su ponencia en la Evaluación Genómica Nacional. Como cierre del espacio de presentaciones, Jorge Urioste (Fagro, Udelar) abordó el tema de avances y perspectivas del Índice Económico Productivo (IEP).

Como balance de las presentaciones se destacó la importancia de disponer de información para la toma de decisiones estratégicas y el registro de datos como una herramienta clave para cumplir con este objetivo. Por otra parte, se valoró muy favorablemente el retorno de la inversión en genética, como tecnología que permite obtener una mayor producción con un mismo nivel de alimentación y que es amigable con el medio ambiente. Uno de los puntos fuertes en la tradicional Jornada de Genética Lechera, fue el destaque de los 10 rodeos con mejores índices de mejora genética durante 2021 a nivel nacional.

El objetivo de este reconocimiento es incentivar y darle visibilidad al uso del mérito genético sobre los rodeos, aplicando una mirada de genética poblacional.

Regional INIA La Estanzuela



Acceda al programa y presentaciones

Acceda **AQUÍ**



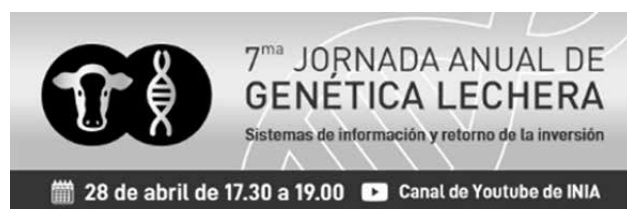
En este sentido, se premiaron aquellos productores que se destacaron en el mérito genético promedio de sus vacas. El foco estuvo puesto en las vacas que tuvieron su primera lactancia durante el año 2021.

Se premiaron dos tipos diferentes de establecimientos: por un lado, cinco predios que inscriben Vacas Selección Holando y Vacas de Pedigrí y, por otro lado, cinco predios que participaron con Vacas Generales.

Los productores reconocidos por su índice económico productivo para Vacas Selección Holando y Vacas de Pedigrí fueron, por orden alfabético: André Mondon (establecimiento "El Timbó"), Juan Ignacio Mangado (establecimiento "Santa Carolina"), Luis Luengo (establecimiento "El Hornero"), Mario Dighiero (establecimiento "Don Julio") y Ricardo González Victorica (establecimiento "El Dacá").

Por otra parte, los productores reconocidos por su índice económico productivo para Vacas Holando Generales fueron, por orden alfabético: Esteban Nin (establecimiento "Doña María"), Familia Noya (establecimiento "Agropecuaria Capurro"), Francisco Garrone (establecimiento "Campo Chico Ltda."), José Mutuberría (establecimiento "Miguel y José Luis Mutuberría") y Juan José Placeres (establecimiento "La Pradera").

Como mensaje final se destacó la importancia del involucramiento de toda la cadena láctea e instituciones vinculadas a los temas genéticos, con el propósito de extender el uso de esta herramienta y profundizar su impacto a nivel productivo.



ORGANIZAN



APROYAN



De “ida y vuelta” en vivo: INIA Tacuarembó reabre tranqueras

Ing. Agr. Virginia Porcile
Ing. Agr. Mag. Rebeca Baptista Cuence

Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología

Solicitudes pendientes prepandemia, novedades en investigación en los campos experimentales, avidez por reencontrarnos “en vivo y directo” han propulsado la adrenalina del reencuentro entre los usuarios de INIA y nuestros investigadores. Es así como los campos experimentales INIA La Magnolia (en región de Areniscas, Tacuarembó) y Glencoe (en región de Basalto, Paysandú) han reabierto las tranqueras a productores, asesores y estudiantes con actividades “a medida”.

Como parte de la estrategia de “ida y vuelta” de difusión de tecnologías generadas por INIA y de recepción de sugerencias, inquietudes y opiniones por parte de nuestros usuarios, es que hemos retomado las visitas presenciales intentando atender demandas de grupos de interesados en temáticas específicas.

Desde el equipo de Comunicación y Transferencia de Tecnología de Tacuarembó, consideramos que las actividades “a medida” son de capital importancia para crear y fortalecer el vínculo con nuestros clientes, dar cuenta de lo que se está trabajando, así como para escuchar sus inquietudes, necesidades en el corto y mediano plazo y retroalimentar la visión y el trabajo de la investigación regional.

INVIRTIENDO EN FUTUROS USUARIOS

Ejemplo de estas instancias han sido las visitas de estudiantes de la Facultad de Ciencias Agrarias (UDE) en marzo de este año, instancia en la que futuros profesionales y usuarios de INIA pudieron tener contacto directo con los investigadores que les expusieron las principales líneas de trabajo de la regional en vacunos, ovinos, campo natural y pasturas sembradas; a su vez, ellos mismos pudieron intercambiar preguntas y, bajo la atenta mirada de los investigadores presentes, practicar la síntesis de cada tema presentado. Esta actividad nos permitió, generar un vínculo con docentes y estudiantes para poner a disposición la información generada por la institución a través de los diferentes medios, así como también organizar visitas a futuro.



Regional INIA Tacuarembó



Foto: INIA

DIRECTO AL GRANO: CON GRUPOS CON INTERÉS ESPECÍFICO

Visita Sociedad de Criadores Merino Dohne

En marzo, recibimos en la Unidad Experimental La Magnolia la visita de la Comisión Directiva de la raza Merino Dohne, quienes pudieron interactuar de primera mano con los investigadores. Los Ing. Agr. Gabriel Ciappesoni e Ing. Agr. Ignacio De Barbieri les presentaron el proyecto RUMIAR, las instalaciones donde se realizan las pruebas de eficiencia de conversión de alimento y emisión de gases de efecto invernadero con cuatro razas ovinas (Merino, Merino Dohne, Texel y Corriedale), características que serán de utilidad para ser incluidas en índices de selección a futuro. También pudieron ver e intercambiar sobre el manejo y resultados productivos y reproductivos de la majada Merino Dohne en Glencoe. Esta instancia permitió reactivar vínculos y evaluar posibilidades de trabajo en conjunto.

Vecinos y no tanto: grupo ganadero CREA Queguay Chico Soto y Paso del Parque

El ida y vuelta con productores siempre genera un acercamiento directo con la realidad productiva del momento y del corto plazo, sobre todo cuando los productores son de la región. En abril de este año, recibimos la visita del grupo Queguay Chico Soto y algunos integrantes del grupo CREA Paso del Parque. Los establecimientos de integrantes de este grupo se encuentran en el eje de la ruta 26, en su mayoría sobre suelos de Basalto con similitud a los del campo experimental Glencoe. En esta oportunidad, la asesora Ing. Agr. Victoria Burjel realizó una completa presentación de las características de las empresas y sus resultados económico-productivos y cada productor planteó sus expectativas. Por nuestra parte, se realizó una puesta a punto de las líneas de investigación generadas en el área de campo natural, cultivares forrajeros para mejoramientos de campo, recría vacuna, ovinos, sanidad animal. Participaron en esta actividad el director regional Ing. Agr. Gustavo Brito, el encargado del campo experimental Téc. Agr. Julio Frugoni, e investigadores de los diferentes programas: Ings. Agrs. Fabio Montossi, Thaís Di vincenzi, Rafael Reyno, Martín Jaurena y el DMV Luiz Schneider De Oliveira.

del proyecto RUMIAR junto al Ing. Agr. Ignacio De Barbieri. Por su parte, intercambiaron con el Ing. Agr. Diego Giorello sobre la propuesta de “feedlot forrajero”, mostrando especial interés en cuestiones prácticas, en los resultados del negocio y en la picadora de fardos redondos con la que se muele el forraje que se suministra a los ovinos durante el período de encierre. Finalmente, el Dr Luiz Schneider De Oliveira realizó una puesta a punto de las líneas de investigación llevadas a cabo actualmente por la plataforma de Sanidad Animal.



Foto: INIA



Foto: INIA

Giras para técnicos vendedores de empresas licenciatarias

La difusión de los materiales forrajeros liberados al mercado es una tarea permanente, que se realiza a diferentes niveles y públicos, en conjunto con el Programa de Pasturas y Forrajes. Tal es así, que continuando actividades iniciadas años anteriores, en febrero de este año realizamos una gira con técnicos de la empresa Gentos, en la que visitamos algunos predios integrantes de la Red de evaluación participativa con experiencias de Paspalum INIA Sepé.

Pasando raya, de la virtualidad de años anteriores, con gran satisfacción podemos decir que hoy las porteras están abiertas, intentado dar cuenta y mostrar las soluciones o innovaciones tecnológicas ajustadas y aterrizadas a las situaciones u oportunidades que puedan presentarse a las empresas ganaderas de la región de influencia de INIA Tacuarembó.

Entendemos también que estas instancias son una oportunidad para conocer de cerca a nuestros usuarios y para que los investigadores tengan la oportunidad de entender las inquietudes y necesidades, tanto de productores y técnicos, como de sus sectores, para generar una ciencia a medida y de vanguardia. Se viene mucho más...

Desde el centro sur: en búsqueda de Paspalum INIA Sepé e información para encierre de ovinos

Ganaderos del CREA Pintado y su asesor el Ing. Agr. Patricio Rodiño, cruzaron el Río Negro hasta llegar a INIA La magnolia para conocer de primera mano resultados, indicadores y manejo en el experimento

NUEVO

OPTIMICE LA PRODUCCIÓN DE CARNE



App web para sistemas pastoriles intensivos

eficarne.inia.uy



Calcule en forma rápida y sencilla:

- ✓ Tamaño de la franja diaria
- ✓ Ganancia de peso
- ✓ Eficiencia de conversión de suplementos energéticos
- ✓ Resultado económico de la suplementación energética

Más información

Acceda **AQUÍ**



EFICARNE

DESARROLLADO POR

inia
URUGUAY



INIA Dirección Nacional
Edificio Los Guayabos
Parque Tecnológico del LATU
Avda. Italia 6201
Montevideo - Uruguay
Tel.: 2605 6021
inia@inia.org.uy

INIA La Estanzuela
Ruta 50, Km. 11, Colonia
Tel.: +598 4574 8000
iniale@inia.org.uy



INIA Las Brujas
Ruta 48 Km. 10
Rincón del Colorado, Canelones
Tel.: +598 23677641
inia_lb@inia.org.uy

INIA Salto Grande
Camino al Terrible, Salto
Tel.: +598 47335156
iniasg@inia.org.uy

INIA Tacuarembó
Ruta 5 Km. 386 - Tacuarembó
Tel.: +598 4632 2407
iniatbo@inia.org.uy

INIA Treinta y Tres
Ruta 8, Km 282
Tel.: +598 4452 2023
iniatt@inia.org.uy

www.inia.uy

 INIA Uruguay  @INIA_UY