

UNIRSE POR EL
CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

HACIA UN AGRO DIGITAL
DE LA MANO DE LOS FUTUROS
DECISORES DEL SECTOR

ENTREVISTA A ROBERTO CITTADINI
"EL COMPROMISO CON LA REALIDAD
Y LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA
SE POTENCIAN"



INTA

INTA:
plataforma de
políticas públicas



ISSN 0325-8718
ISSN 1669-2314

Institución Editora:
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Cuatrimestral

Vol. 43 N.º 3
Diciembre 2017, Buenos Aires, Argentina

Propiedad Intelectual
Propiedad Intelectual N.º 5231354

SEDE EDITORIAL

Chile 460 2.º piso
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina
CP (C1098AAJ)
+54 (011) 4339-0600
<http://ria.inta.gov.ar>
revista.ria@inta.gov.ar

La Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA) es una publicación de información científica editada por el INTA. Los artículos presentados son admitidos por un Comité Editorial compuesto por prestigiosas figuras del ámbito académico y científico agropecuario. Abarca diferentes temas preparados por profesionales del INTA y de otras instituciones, y está destinada a la comunidad científica nacional e internacional.

Reservados todos los derechos. Prohibida su reproducción sin autorización expresa de sus editores, en cuyo caso se agradecerá citar la fuente.

Lo expresado por autores, corresponsales o columnistas no necesariamente reflejan el pensamiento del Comité Editorial, de la revista o de su institución editora.

Indexada en:
Scopus
Latindex (Folio 3346)
CABI Publishing
DOAJ (Directory of Open Access Journals)
Redalyc.org
Núcleo Básico
Thomson Reuters
Dialnet
Scielo
CiteFactor

Impreso en ErreGé & Asociados
erregeyasoc@aol.com

MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL INTA

Presidente:

Méd. Vet. Amadeo Nicora

Vicepresidente:

Ing. Mariano Miguel Bosch

Consejeros Nacionales:

Dr. Ricardo Maglietti - MinAgro
Ing. Agr. Oscar Arellano - Facultades de Agronomía
Ing. Agr. Horacio Abel Alippe - AACREA
Ing. Agr. Elbio Néstor Laucirica - CONINAGRO
Sr. Alejandro Lahitte - CRA
Dr. Pablo Paillole - FAA
Sr. Carlos Vila Moret - SRA
Dr. Carlos A. Arzone - Facultad de Veterinaria

Director Nacional:

Ing. Agr. Héctor Espina

Directores Nacionales Asistentes:

DNA Sistemas de Información, Comunicación y Calidad
Lic. Juan Manuel Fernández Arocena

DNA de Relaciones Institucionales
Dra. Ana Cipolla

DNA Planificación, Seguimiento y Evaluación
Dra. Susana Mirassou

DNA Organización y RR.HH.
Dra. Hebe Julián

DNA Administración CPN
Lic. Rosendo Tarsetti

Coordinadores Nacionales:

CN de Transferencia y Extensión
Ing. Ftal. Diego Ramilo

CN de Investigación y Desarrollo
Dr. Fernando Fernández

CN de Vinculación Tecnológica
Ing. Adolfo Luis Cerioni

STAFF

Dirección:

Dra. Norma Pensel
Lic. Máximo Bontempo

Coordinación editorial:

Per. Giselle Miquet

Asistente editorial:

Lic. y Mg. Clarisa Campora
Lic. Mario Migliorati

COMITÉ EDITORIAL

Presidente:

Dr. Carlos Di Bella. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina

Vocales:

Ing. Agr. Jorge Mariotti. Universidad Nacional de Salta (UNSA). Argentina

Dr. Roberto J. Fernández Aldúncin. Universidad de Buenos Aires (UBA) y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina

Ing. Agr. M. Sc. María Eugenia Beget. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Argentina

Dr. Miguel Ángel Taboada. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina

Dr. Marcelo Rosmini. Universidad Nacional del Litoral (UNL). Argentina

Dra. Cecilia Gargano. Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina

Dr. Frédéric Goulet. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD). Francia

Dr. Martín Durante. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Argentina

Dr. Ariel Pereda. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina

COMITÉ ASESOR

Ing. Agr. M.Sc. Marina Di Filippo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Argentina

Dr. Emiliano Quiroga. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Argentina

Dr. Darío Fernández. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Argentina

Ing. Agr. M.Sc. Alejandro Rago. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Argentina

Lic. María Isabel Tort. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Argentina

Dra. Karina Trono. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina

Esta publicación es propiedad del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Rivadavia 1439. CABA. Buenos Aires, Argentina.



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación

El INTA como plataforma de políticas públicas

El INTA tiene una vinculación histórica con las políticas públicas desde su surgimiento como institución para el desarrollo tecnológico, productivo y rural. Constituye en sí mismo una política de Estado. Se distingue en el contexto regional e internacional por integrar dos actividades fundamentales para la innovación agropecuaria: la investigación y la extensión rural; y, a lo largo de su historia, ser una plataforma de articulación de políticas públicas. Algunas fortalezas en su organización y gestión pueden señalarse en ese sentido:

- La descentralización operativa y la cobertura territorial en todo el país a partir de su reorganización en los 80.

- Su carácter de organismo autárquico cogobernado entre el sector público y privado (con un Consejo Directivo Nacional, Consejos de Centros Regionales, Consejos de Centros de Investigación y Consejos Locales Asesores), le facilitó estar cerca y comprender las problemáticas locales relevantes.

- La experiencia en la implementación y gestión de políticas generadas en distintas áreas de gobierno (nacional, provincial o municipal), a través de su estructura de extensión, le permitió acompañar e impulsar procesos de innovación en la ruralidad argentina.

- Por sus competencias y la capacidad y calidad de sus investigaciones ser parte del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Esto le otorgó una significativa participación en la generación de las políticas de ciencia y tecnología nacionales.

Asimismo, en su Plan Estratégico Institucional 2015-2030, el INTA se compromete a "impulsar la innovación y contribuir al desarrollo sostenible de un sector agropecuario, agroalimentario y agroindustrial competitivo, inclusivo, equitativo y cuidadoso del ambiente, a través de la investigación, la extensión, el desarrollo de tecnologías, el aporte a la formulación de políticas públicas y la articulación y cooperación nacional e internacional". La contribución a la formulación de políticas públicas que se menciona en la misión institucional, se basa tanto en las capacidades técnicas e institucionales que congrega como en el saber hacer territorial, que implementa a través del trabajo que desarrolla el personal con los actores territoriales en sus unidades distribuidas en todo el país. Por ello, el INTA es un actor clave para promover el desarrollo nacional dado que aporta al diseño de soluciones socio-tecnológicas sostenibles y a la ampliación de las oportunidades de desarrollo.

La institución define y orienta su estrategia de intervención hacia el desarrollo sustentable, al interactuar con otros actores y al tener en cuenta los factores críticos que lo afectan y el contexto económico, productivo, ambiental, social, institucional y político. Incluye las relaciones institucionales para mejorar la cooperación entre los actores públicos y privados a los fines de ampliar las oportunidades de generación de conocimiento e innovación en los niveles local, nacional, regional e internacional.

Las políticas públicas implementadas por el Estado nacional en sus distintos niveles constituyen los instrumentos para la puesta en marcha de un plan de desarrollo, de un horizonte futuro, de una realidad deseada.

El INTA en su labor cotidiana y a través de equipos interdisciplinarios e interinstitucionales investiga en temas científicos, tecnológicos, productivos, ambientales y sociales, sostiene redes de generación de información (meteorológica, productiva, genética, ambiental), realiza estudios de prospectiva y economía agraria, asesora a productores en distintas actividades en todo el país y promueve vínculos público-privados a través de su estrategia de vinculación tecnológica.

Asimismo, en estrecha vinculación con otras instituciones científicas y académicas, municipios, gobiernos provinciales, ONG, entidades de productores e industriales, comercializadores y otras organizaciones, aportan información y saberes técnicos para el diseño y la implementación de políticas públicas.

Como parte del sistema de ciencia y técnica canaliza e implementa políticas nacionales que favorecen la innovación como motor del desarrollo del país. Esto le permite integrar el Consejo Interinstitucional de Ciencia y Tecnología (CICYT), donde se busca optimizar los recursos existentes a través de una mayor articulación.

En este sentido, adhiere a instrumentos como las becas cofinanciadas INTA-CONICET, unidades de doble dependencia y centros interinstitucionales para favorecer la articulación y la excelencia académica, y consolidar su estrategia pionera (Unidades Integradas INTA-Universidad, INTA-Chacras experimentales de los gobiernos provinciales).

En un contexto desafiante que evoluciona de sistemas productivos intensivos en insumos hacia sistemas intensivos en conocimiento, el INTA brinda una plataforma estratégica para la construcción e implementación de políticas públicas que promueven el desarrollo agropecuario y nacional.

Actualidad en I+D

Editorial

208

El INTA como plataforma de políticas públicas

Como parte del sistema de ciencia y tecnología, el INTA brinda una plataforma estratégica para la construcción e implementación de políticas públicas que promuevan el desarrollo agropecuario y nacional.

210

Pastillas

Un breve resumen de las noticias más sobresalientes.

Vinculación

211

Caracterización polínica, fisicoquímica y sensorial de la miel de abeja (*Apis mellifera* L.) del departamento de Malargüe, provincia de Mendoza

El INTI presenta un trabajo sobre los diferentes tipos de mieles en el departamento sureño. Se determinó que poseen características propias de la región tras analizar el origen floral, los parámetros fisicoquímicos y sensoriales.

Notas

212

INTA: plataforma de políticas públicas

Su capacidad de articulación e integración y las competencias científico y tecnológicas, posicionan al instituto como un actor clave frente a los objetivos de las políticas públicas nacionales.

216

Infografía: Construir redes para generar innovaciones

218

Unirse por el conocimiento científico

Sobre una historia de trabajo científico conjunto, la Unidad Integrada Balcarce es un caso testigo de articulación en experimentación adaptativa, transferencia y extensión del conocimiento generado.

222

"Hacia un agro digital de la mano de los futuros decisores del sector"

Acerca de cómo se proyectan los jóvenes en el campo, la investigación "Territorios Digitales" del INTA presenta resultados sobre las juventudes rurales y su vinculación con las TIC.

226

"El compromiso con la realidad y la producción científica se potencian"

Roberto Cittadini, investigador del INTA, responde sobre el lugar de las ciencias sociales en la visión interdisciplinaria y su valorización en los organismos de ciencia y técnica.

Trabajos

Artículos

231

Producción de biomasa, cobertura y calidad forrajera de *Chloris gayana* y *Panicum coloratum* en un suelo alcalino sódico de la Depresión del Salado
Pesqueira, J.; Otondo, J.; García, M.D.

239

Evaluación de FAMACHA® en el control de nematodos gastrointestinales en cabras de San Luis (Argentina)
Rossanigo, C.; Page, W.

247

Efecto de rotaciones agrícolas con cebolla sobre las propiedades químicas del suelo y producción de policultivos avena-vicia y resiembra natural de *Vicia villosa* Roth. en el Sur de Buenos Aires
Renzi, J.P.; Vanzolini, J.I.; Agamennoni, R.; Cantamutto, M.

256

Calibración y validación de un modelo de crecimiento para alfalfa (*Medicago sativa* L.)
Berone, G.D.; Dinucci, E.; Fernandez, H.; Gastaldi, L.; Matteira, J.; Spada, M.

266

Relaciones óptimas de uso de mano de obra, en la producción de uva de mesa de San Juan, para diferentes niveles de agregación de capital
Espíndola, R.; Miranda, O.; Battistella, M.; Gennari, A.

274

Evaluación de métodos para el análisis estadístico de ensayos comparativos de rendimiento de girasol (*Helianthus annuus* L.)
Montiel, M.G.; Perelman, S.; De La Vega, A.J.

280

Mapeo de la agricultura urbana y periurbana en el área metropolitana Santa Rosa-Toay: aproximaciones metodológicas para la lectura territorial
Ermini, P. V.; Delprino, M.R.; Giobellina, B.

291

Parasitoides del bicho canasto, *Oiketicus platensis* (Lepidoptera: Psychidae) en el caldenal pampeano
Baudino, E.M.; Martínez, J.J.; Fernández, L.; Geist, Y.H.; Gallardo, H.E.; Reimer, A.

297

Respuesta de hongos benéficos del suelo asociados a *Lotus tenuis* a la aplicación de glifosato
Druille, M.; Acosta, A.; Acosta, G.; Rossi, J.L.; Golluscio, R.A.; Bailleres, M.

303

Evaluación de la calidad del trigo candeal (*Triticum turgidum* subsp. *durum* L.) en los programas de mejoramiento de Argentina
Molfese, E.R.; Astiz, V.; Seghezzeo, M.L.

312

Desarrollo de un dispositivo para monitoreo en la línea del proceso de coagulación de la leche
Sbodio, O.A.; Martínez, E.D.A.; Tercero, E.J.; Didier, M.J.J.; Revelli, G.R.

Variedades

328

Sorpresa Rosa INTA: variedad de lapacho para uso ornamental en maceta
Facciuto, G.; Perez de la Torre, M.

Pastillas

Más información en <http://ria.inta.gov.ar>

Bioseguridad

El INTA cuenta con un laboratorio de máxima seguridad que le permite trabajar con agentes peligrosos y exóticos que poseen un riesgo alto de producir infecciones letales o cuyo escape ocasionaría un gran impacto socio-económico. Considerado entre los más importantes en América Latina y del mundo, cumple con los estándares para Nivel de Seguridad 4 de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), el máximo en su tipo en el área veterinaria. En esta instalación, dependiente del Instituto de Virología del INTA Castelar, se brindan servicios de diagnóstico serológico y detección de la presencia de virus adventicios en semillas virales en patógenos.

Biotecnología

Se logró descifrar el genoma del virus del enrollamiento de la hoja de papa –transmitido por insecto vector-. El conocimiento de la secuencia completa a cargo de investigadores del INTA, permite caracterizar el virus a nivel molecular y estudiar aspectos básicos y particulares de la infección. Se podrá aplicar en el desarrollo de herramientas biotecnológicas para mitigar las pérdidas que pueden llegar hasta un 90 por ciento de la producción. El virus (PLRV) ocasiona mermas en el rendimiento y calidad de los tubérculos, las que pueden aumentar si su presencia está acompañada de otros virus como el virus X de la papa (PVX) y el virus Y de la papa (PVY).



Muerte súbita

Describen una de sus causas en bovinos de feedlot. En un trabajo encabezado por investigadores de Marcos Juárez -Córdoba-, se detalla que la muerte súbita por miocarditis e infarto está asociada con la bacteria *Histophilus somni* -no había sido descrita en el país-, detectada en animales de engorde a corral en la provincia. Este habitante natural del aparato respiratorio superior y tracto reproductivo de los bovinos se expresa en neumonías, miocarditis, laringitis, artritis, abortos e infertilidad. Citado como causal de neumonías y meningoencefalitis trombótica, por primera vez es reportado en casos de mortalidad cardíaca en engorde a corral de novillos.



Agricultura familiar

Premiaron con US\$ 300 mil un proyecto que lidera el INTA Bariloche. Como ganador de la Convocatoria 2017 de Fongtagro, este trabajo busca incrementar la capacidad adaptativa y resiliencia de los sistemas familiares de producción ganadera extensiva de Argentina, Perú y de Venezuela frente al cambio climático. Los investigadores de estos tres países trabajarán en promover innovaciones en 110 establecimientos. En Latinoamérica, en las zonas áridas y semiáridas los agricultores familiares tienen como principal sustento la ganadería extensiva, un sistema de producción que presenta alta susceptibilidad, fragilidad ambiental y altos niveles de pobreza rural.

Fauna silvestre

El trabajo realizado en plantaciones comerciales en el Bajo Delta del Paraná, habitado por unos 500 individuos, revela que un 76 por ciento sobre los 76 productores -que incluyó la muestra- observó daños en forestaciones. Los investigadores buscan nuevas estrategias para la interacción de esta especie que decrece en toda América del Sur. Desde el aspecto biológico, el ciervo de los pantanos tiene una alta interacción con las forestaciones comerciales de la región y es capaz de causar daños a los árboles, esto reduce la tolerancia de su presencia por parte de los productores y genera una tensión en la relación con el animal que habitan los predios.



ESTUDIO DEL INTI

Caracterización polínica, fisicoquímica y sensorial de la miel de abeja (*Apis mellifera* L.) del departamento de Malargüe, provincia de Mendoza

El Instituto tecnológico realizó una investigación sobre los diferentes tipos de mieles en el departamento sureño y determinó que poseen características propias de la región.

POR LIC. ROSA JIMÉNEZ Y LIC. FLORENCIA GRECCO*

El objetivo de este trabajo fue caracterizar el origen floral, los parámetros fisicoquímicos y sensoriales de las mieles del departamento de Malargüe. Para ello luego de concluida la campaña apícola 2010-2011 en la sala de extracción de Incubadora de empresas Malargüe, se tomaron muestras de un total de 19 tambores de mieles generalmente de la parte superior e inferior de cada tambor. Se reconoció el origen botánico de las mieles, los parámetros fisicoquímicos como: Hidroximetilfurfural (HMF), humedad, color, acidez libre, total y lactónica, conductividad eléctrica y el porcentaje de cenizas; además con un panel entrenado se evaluaron las características sensoriales de las mieles.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para reconocer el origen floral, en el laboratorio las mieles fueron procesadas siguiendo la metodología convencional de acetólisis (Erdtman 1969, ligeramente modificado por Faegri e Iversen, 1975). Para la identificación del polen en los preparados palinológicos se empleó un microscopio óptico con objetivos 100X y oculares 12.5X, la Colección de Referencia Palinológica del área de estudio y algunas veces la Flora polínica de Mendoza. Se calculó el número de individuos polínicos en los 10 µl del preparado, luego extrapolándose al volumen final de 1 ml calibrado, asimismo se calculó el porcentaje de

cada especie polínica identificada en el preparado palinológico.

Para la determinación del HMF se aplicó el método de la A.O.A.C. 2012, el contenido de humedad se analizó mediante el método oficial N.º 969.38 B de la A.O.A.C., para evaluar el color se usó el método espectrofotométrico, asimismo para determinar la acidez libre, total y lactónica se aplicó el método oficial N.º 962.19, las cenizas fueron evaluadas según el método del Código Alimentario Argentino y finalmente para analizar la conductividad de las mieles se aplicó la metodología descrita en la normas IRAM 15945. Los datos obtenidos se procesaron empleando los estadísticos descriptivos: media aritmética, varianza, desviación estándar, valores máximos y mínimos.

Para el análisis sensorial de las mieles se contó con 10 jueces o panelistas que fueron entrenados durante dos semanas. Posteriormente realizaron las evaluaciones de las mieles correspondientes a los 19 tambores muestreados, para ello se dispuso 30 g de cada muestra de miel en copas de vidrio cubiertas con papel de aluminio para evitar pérdida del aroma.

RESULTADOS

Los resultados melisopalínológicos reconocieron mieles monoflorales y multiflorales, con un número de individuos

polínicos menor a 10.000 en 10 g de miel analizada, generalmente correspondiendo a la categoría I. Entre las mieles monoflorales el 36,4 % fueron mieles de *Prosopis flexuosa*, diferenciándose aquellas obtenidas en diciembre por ser mieles claras, con olor y aroma empireumático-floral, consistencia viscosa y cristales muy finos, con bajo contenido de cenizas y conductividad eléctrica. También en similar porcentaje se registraron las mieles multiflorales de *Prosopis* con especies autóctonas y alóctonas, estas fueron mieles de color ámbar o ámbar oscuro, olor animal-aromático-químico y aroma frutal-empireumático-aromático, de consistencia fluida y sin presencia de cristales, con mayor contenido de cenizas y conductividad eléctrica. Además en un 5,2 % fueron registradas otras mieles multiflorales y monoflorales obtenidas en cosechas tardías sin apreciarse una marcada diferencia entre ellas. Las características fisicoquímicas y sensoriales se relacionaron con las fuentes florales e intervalos de cosecha empleados en la producción apícola de Malargüe. Todos los parámetros fisicoquímicos reconocidos están dentro de los límites admitidos por el Código Alimentario Argentino.

* Integrantes del Centro INTI Mendoza

DESARROLLO NACIONAL

INTA: plataforma de políticas públicas

Referentes de ciencia y tecnología de organismos públicos y privados se refieren a su vinculación con el INTA. Lo examinan desde la propuesta de plataforma de políticas públicas y actor clave del sector científico, en momentos en que profundiza su estrategia de articulación interinstitucional.

POR MARIO MIGLIORATI Y DANIELA NOVELLI

En un contexto donde se habla de potenciar las vinculaciones interinstitucionales en ciencia y tecnología en el país, la estrategia del INTA —de cara al 2030— se organiza en asegurar y profundizar las iniciativas de integración con organizaciones públicas y privadas para otorgarle un fuerte impulso a la gestión institucional que se plasma en los productos y servicios que aportan a la competitividad en los territorios.

Un compromiso que se orienta y sostiene sobre los grandes objetivos “de las políticas públicas nacionales y en la rendición de cuentas a la sociedad”, reconoció Fernando Fernández, coordinador nacional de Investigación y Desarrollo del INTA. En una realidad que exige transponer “las fronteras institucionales” para impulsar la innovación y aportar soluciones “desde la investigación, la

extensión y el desarrollo de tecnologías”, destacó.

Pero esto no se logra solo. Los esfuerzos conjuntos de los actores que lo integran y una compleja trama de cooperación interinstitucional le permitió a lo largo de sus más de 60 años mantenerse a la vanguardia de los procesos innovadores en agroindustria y de los avances estratégicos. Desde distintos sectores y con diversos enfoques, se plantea la necesidad de profundizar el aporte de soluciones socio-tecnológicas sostenibles y ampliar las oportunidades de desarrollo territorial.

Para lograrlo se requiere “profundizar espacios de articulación que promuevan la integración de capacidades y competencias científico y tecnológicas, de coordinación interinstitucional con actores público-público y público-privados”, señaló Fernando Fernández.

Políticas y acciones

Es en el marco del Consejo Interinstitucional de Ciencia y Tecnología (CICyT), foro que funciona en el ámbito del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, que convoca a los organismos del Sistema Científico y Tecnológico Nacional, al Consejo Interuniversitario Nacional (CIN) y al Consejo de Rectores de Universidades Privadas (CRUP), se discuten “todas las políticas de ciencia y tecnología, ya sea de ámbito nacional o regional”, dijo Fernández.

Ante la situación coyuntural en ciencia y tecnología (CyT) que requiere orientar los esfuerzos a lo estratégico y en el financiamiento, pensar plataformas y reflexionar el futuro de cada territorio, el lugar del CICyT es clave para un INTA que se referencia como una política de Estado.

En ese sentido, Fernández identificó que “una de las políticas que tiene el Ministerio de Ciencia en este momento, para fortalecer el componente investigación y desarrollo, es tratar de favorecer la interinstitucionalidad bajo un concepto federal”.

Para Sergio Matheos, subsecretario de Coordinación Institucional de la Secretaría de Articulación Científico Tecnológica del MINCyT, el CICyT tiene como propósito alcanzar “una mancomunidad de esfuerzos, un trabajo conjunto en función de objetivos que se pautan a nivel de la ciencia en todo el país”.

En ese orden, consideró que “todos coinciden en la federalización”. Una visión que se expresa “en el fortalecimiento y la diversificación de la matriz productiva”, indicó con relación a aumentar la investi-



En el INTA, “suceden un sinnúmero de cosas donde hay interacción directa con CREA” (Federico Bert).

“La ciencia no se hace solo en un lugar, sino en todo el territorio” (Fernando Fernández).



gación y desarrollo (I+D) “producto del esfuerzo del Estado como de la llegada de la inversión privada”.

“La ciencia no se hace solo en un lugar, sino en todo el territorio”, expresó Fernández, en clara referencia a la federalización, que se lee “en paralelo con el perfil y la estrategia de intervención del INTA”.

Interinstitucionalidad

Este concepto, de fuerte componente federal y desarrollo de los territorios, le otorga más visibilidad a la investigación “en aquellos lugares más desprovistos”. De hecho, “muchos instrumentos de ciencia y tecnología tienen ese concepto”, indicó el coordinador.

Pero, ¿cómo se integra el INTA a esa política de interinstitucionalidad? “Se hace a través de estas herramientas y con socios como el Conicet”, dijo. Los 188 investigadores y 332 becarios doctorales del Consejo en el INTA, refuerzan esta afirmación.

“En disciplinas como veterinaria y en Ciencias Agrarias del Conicet, el INTA es un socio fundamental”, apuntó Miguel Laborde, vicepresidente de Asuntos Tecnológicos del Conicet. Vínculo que valora como muy positivo y que, además, le permite al investigador del Conicet “la cercanía con el agricultor”.

“Materializamos —dijo Fernández— esa interinstitucionalidad al recibir investigadores del Conicet o al promover investigadores del INTA para que se incorporen a la Carrera del Investigador Científico y Tecnológico”. Con lugar de trabajo en 6

centros de investigación y 22 institutos, situados en Castelar y Balcarce —Buenos Aires—, Bariloche —Río Negro—, Rafaela —Santa Fe—, y el Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) —Córdoba—, entre los principales.

“¿Cómo le damos más institucionalidad?”, se preguntó Fernández, a lo que respondió: “Con la creación de unidades de doble dependencia, como las en Castelar —destinadas a salud animal y biotecnología— y la del CIAP; además de un par más que están en carpeta para su desarrollo y concreción”. (Ver recuadro).

Así es como se avanza “en la firma de un convenio para contar con unidades ejecutoras de doble dependencia —mixtas—, con lo cual se optimizarían mejor los recursos”, afirmó Laborde.

Otro capítulo lo constituyen las becas internas cofinanciadas. En estas becas “el INTA es el que fija las temáticas y los lugares donde se radicarán los postulantes”, señaló el vicepresidente.

A partir de las becas internas cofinanciadas Conicet-INTA, se incorporaron 96 becarios doctorales en 2016 y, este año, lo harán otros 25 doctorandos Conicet.

Por su parte, Laborde enfatizó que ambos organismos “pueden jugar juntos” en temas estratégicos para el país, como en el aprovechamiento de la biomasa —para generar energía— y en el desarrollo de procesos productivos.

Asimismo, en CREA (Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola) hablan de un vínculo estrecho y “con misiones parecidas”, tal como lo expresó Federico Bert,

director de la Unidad de Investigación y Desarrollo, para quien el INTA “es la institución de referencia”.

Esta organización privada, nacida casi en simultáneo con el INTA y con un equipo de investigación y desarrollo de 40 personas —entre técnicos e investigadores—, tiene una cartera de 80 proyectos en asociación con otras instituciones, entre las que se encuentra el instituto.

El foco en los centros

“El INTA es un actor fundamental en la conformación de los Centros Interinstitucionales en Temas Estratégicos”, subrayó Matheos. El Ministerio ya financia dos centros ubicados en Palpalá —Jujuy— y en Viedma —Río Negro—.

“Como figura, con una fuerte asociatividad de instituciones del sistema, para concentrar capacidades y enfrentar un determinado problema, es la más fuerte que hoy tiene de política interinstitucional el Ministerio de Ciencia, y el INTA se acopla”, destacó Fernando Fernández.

A la interinstitucionalidad no hay que mirarla como un beneficio institucional, “sino como una política que favorece la resolución de un problema”, afirmó. En el Valle Inferior, el INTA ya integra el centro junto con la Universidad Nacional del Comahue, de Río Negro y el Conicet.

Sumada a la propuesta de promover un centro de fenómica en Balcarce —Buenos Aires—, el INTA participa en la localidad de Quines —San Luis— en la creación del Centro Interinstitucional de Desarrollo Estratégico Regional (CIDER). Allí

El sector privado “no se caracterizó en la Argentina por apostar a la investigación y desarrollo” (Miguel Laborde).

En todo el país, el CICyT tiene como propósito alcanzar “una mancomunidad de esfuerzos” (Sergio Matheos).



trabaja en el desarrollo de tecnologías para la utilización de fuentes renovables en la producción de energía eléctrica y la gestión integral de los recursos hídricos.

Sistemas Nacionales

Como iniciativa de una política del MIN-CyT, los Sistemas Nacionales se destacan como instrumentos de articulación interinstitucional “donde contamos con representación del INTA”. Con la financiación “podemos fortalecer actividades propias, como nuestro sistema de bioterios”, dijo Fernández.

“El INTA participa en 12 de los 17 Sistemas Nacionales”, dijo Matheos, con lo cual “pone a disposición de todos los científicos del país el instrumental con que cuenta y, además, dispone del instrumental de los otros organismos de ciencia y técnica”.

A nivel país que se agrupan en: grandes equipos, bases de datos y 2 transversales, que abarcan a bioterios y redes avanzadas. El de bioterios reúne a 57 instituciones que adhieren sus centros. Este caso, cuenta con líneas de fortalecimiento para capacitación de recursos y financiamiento.

Proyectos

Hay políticas establecidas que el INTA comparte en el marco del ministerio, como es el Banco de Proyectos de Desarrollo Tecnológicos y Sociales –PDTs–. Cumplen el objetivo de incentivar a que las

investigaciones se conviertan en desarrollos concretos, prototipos o productos.

Avalan a los investigadores y tecnólogos a ser evaluados según su grado de participación y sus avances. “Si se incorpora un proyecto de INTA en el banco, implica que hay un demandante y un adoptante, es decir, un aval social de que la investigación le sirve a la sociedad”, indicó Fernández y agregó: “Un proyecto en el Banco de PDTs acredita que aporta a la sociedad”.

Los PDTs refuerzan “el reconocimiento que la sociedad tiene del lugar del investigador, al aprovechar oportunidades estratégicas y necesidades sociales o de mercado”, afirmó.

Público - privados

¿Cómo y dónde se discute la vinculación entre públicos y privados? Los especialistas coinciden en que las herramientas están y, cada vez más, los perfiles de los investigadores están cerca del desarrollo de oportunidades de trabajo con aportes a los problemas de la sociedad.

Según Fernández, el INTA está a la vanguardia porque “siempre ha trabajado al lado de los productores en todas sus escalas y de los problemas de la sociedad”.

Los temas compartidos con el INTA van “desde el análisis de contextos macroeconómicos hasta cuestiones relacionadas en el proyecto malezas, hasta la coorganización del último evento tecnológico CREAtch”, argumentó Bert.

La historia demuestra que el sector privado “no se caracterizó en la Argentina por apostar a la investigación y desarrollo”, expresó Laborde y puntualizó: “La innovación no la marca el privado, la hace el Estado, al decidir subsidiar determinadas investigaciones”. Y aclaró: “Acá sí el privado debería acompañar”, aunque este acompañamiento no es frecuente en “el caso argentino”.

Y, ¿qué lugar les queda a los privados? “El privado busca hacer negocios”, dijo Fernández. Y lo graficó en cuanto a “la asimetría que existe entre las capacidades de generar tecnología y conocimiento y la capacidad de los empresarios de poder utilizarlas para generar negocios”.

“Hay pocos clientes y mucha oferta del sistema”, resumió entre las principales causas negativas y sumó como dato positivo: “La capacidad potencial del sistema para generar negocios”, sin embargo, falta “la actividad privada”.

En este vínculo, una de las tareas pendientes es construir la confianza. A pesar de que “todavía no hemos podido generarla entre actores público - público”, indicó y la explicó como parte de una conducta que “marca a fuego”. Por ejemplo, “la asociatividad INTA – Conicet la discutimos hace 15 años y la vamos a concretar ahora”, subrayó.

Asimismo, Bert añadió que en la medida “en que alineamos más a los públicos con los privados, en términos conceptuales y de acciones, lo haremos también en cuanto a los recursos que se compro-

meten para llevar adelante los objetivos y las acciones”.

Mirar el futuro

Una de las responsabilidades de quienes tienen la función de diseñar políticas públicas en ciencia y tecnología es pensarlas para superar —en particular— los períodos de inestabilidad, de débil crecimiento y, fundamentalmente, de incertidumbre sobre el futuro.

Por tanto, para comprender y vislumbrar su utilización como instrumento de la gestión, quienes las impulsan deben reflexionar sobre su utilidad en la puesta en marcha y desafíos que enfrentan. Donde el futuro es un componente permanente en el desafío de las transformaciones institucionales.

Para mirar el futuro, se parte del presente. “Hay que mirarlo con la incorporación de la actividad privada al sistema”, explicó Fernández, quien advirtió que para hacer investigación y como una manera de otorgarle más contenido a ese conocimiento, “es necesario buscar socios que utilicen esos conocimientos y tecnologías”.

Por su parte, Laborde apuntó: “Los países que tienen un buen estándar de vida son aquellos que basan su riqueza no solamente en los recursos naturales, sino en los recursos humanos que generan transformaciones de esas materias primas y aportan un mayor valor agregado”.

Además, argumentó: “Si tenemos que exportar, es preferible exportar el producto elaborado y no la materia prima virgen”; un principio “que vale para las otras actividades”.

Y en lo que hace a la industria, se refirió a que “es fundamental sostener la política sobre los satélites y los radares de INVAP”, como ejemplo del contexto en el que se encuentra esa institución frente al sector privado.

El INTA como plataforma

En el día a día de “la institución argentina con más territorialidad, suceden un sinnúmero de cosas donde hay interacción directa con CREA”, afirmó Bert.

Para este director, el sistema científico en el mundo y el país —en los últimos años— empezó a priorizar las investigaciones con sentido aplicado y, a su vez, “hay organizaciones como CREA y Aapresid que saben cuáles son los proble-

Unidades ejecutoras doble dependencia

El INTA y el Conicet avanzan en la construcción de una mayor integración bajo la modalidad de unidades ejecutoras de doble dependencia para la realización de acciones conjuntas en investigación científica y tecnológica.

Las tres unidades mixtas a crearse en los institutos del INTA, que ya cuentan con investigadores del Conicet, tendrán como misión la búsqueda de oportunidades y de nuevo conocimiento y su aplicación para el diseño de soluciones socio-técnicas. Además, esta integración permitirá anticipar y abordar demandas, necesidades y oportunidades del Sistema Agroalimentario, Agroproductivo y Agroindustrial (SAAA).

En Castelar, se creará la unidad ejecutora “Centro de investigaciones veterinarias”, con lugar en el Instituto de Virología y el Instituto de Patobiología, dependientes del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CNIA).

Organizada en varias líneas de trabajo sobre aspectos de patogenia, epidemiología, diagnóstico, inmunología, prevención y tratamiento de enfermedades, también reunirá capacidades sobre bienestar y mejora del medioambiente en el marco de procesos productivos animales.

Apuntará a la prestación de servicios estratégicos y en la maduración, el desarrollo y la transferencia de productos, servicios y procesos; también, en la formación y perfeccionamiento de recursos humanos.

En el CNIA, reconocido como un polo de innovación agroindustrial, se establecerá la segunda unidad ejecutora “Instituto de Agrobiotecnología y Biología Molecular (IABiMo)”, que funcionará en el Instituto de Biotecnología.

Tendrá como objetivos la generación de conocimientos y el desarrollo de productos y servicios biotecnológicos innovadores aplicables al desarrollo sustentable agropecuario, agroindustrial, forestal y ambiental. Se emplearán herramientas de microbiología, genómica estructural y funcional y biología molecular.

En tanto, en Córdoba la “Unidad multidisciplinaria de estrés en cultivos agrícolas” (UMECA) tendrá lugar en el Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP).

Orientada hacia la generación de conocimientos, el desarrollo de tecnologías para la innovación y su transferencia, se enfocará en la prevención y la mitigación de la incidencia de los estreses bióticos y abióticos sobre los componentes de los sistemas de producción agrícola y forestal.

mas reales de los productores”. Y esto “ayuda a que la eficiencia de los fondos que se invierten sea mayor”.

Frente a problemas “cada vez más complejos, donde se requieren capacidades interdisciplinarias, el Conicet y el INTA son un semillero de gente con grandes capacidades para resolverlos”, expresó.

En palabras de Laborde, “estamos haciendo muy bien las cosas con el INTA y vamos a poder cerrar acuerdos”.

En opinión de Matheos, “el INTA es una plataforma de políticas públicas”. Le otor-

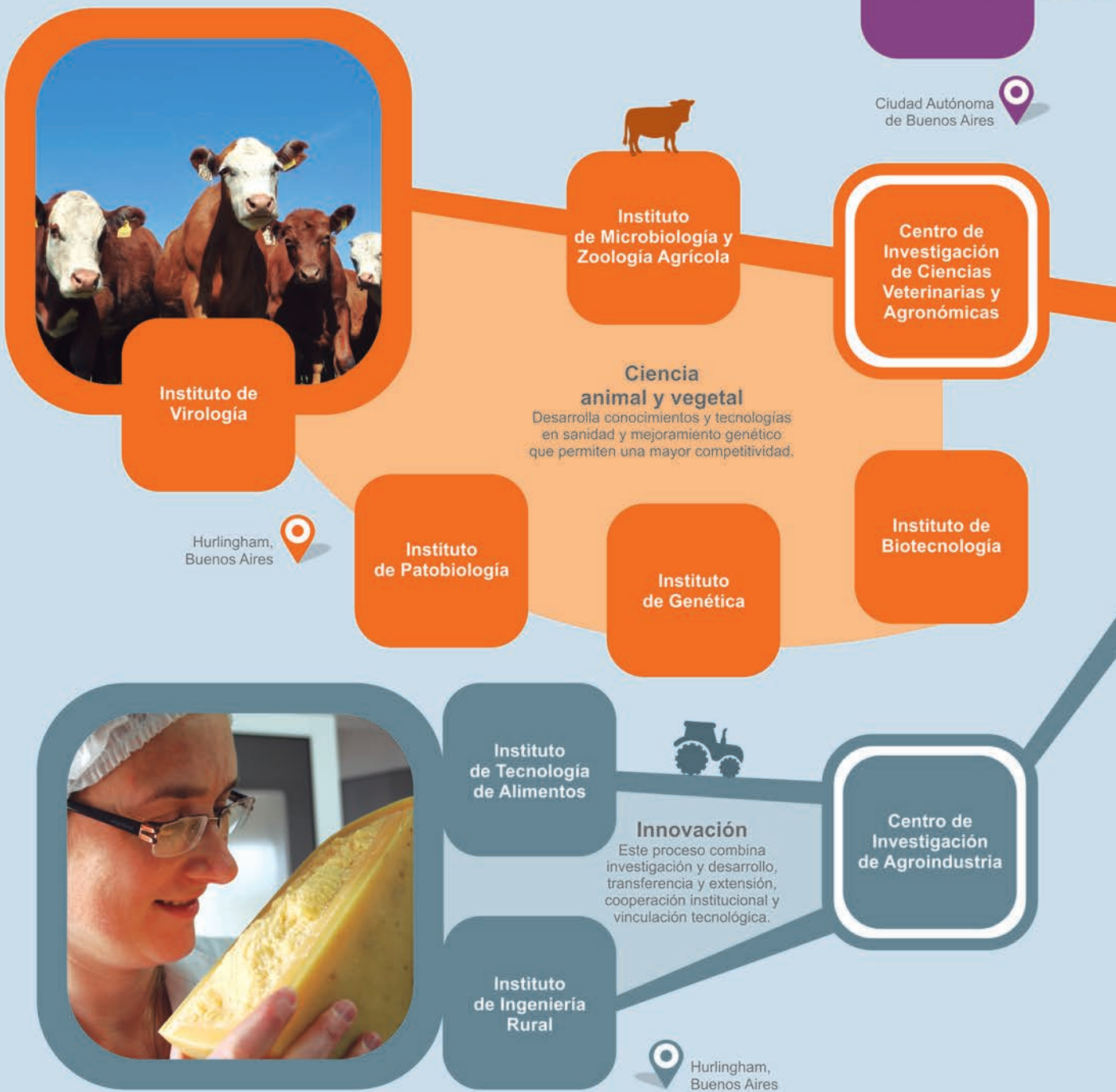
ga un lugar central porque “la tecnología aplicada a la agroindustria, en un país agrícola ganadero, es de meridiana importancia, es decir, fundamental”.

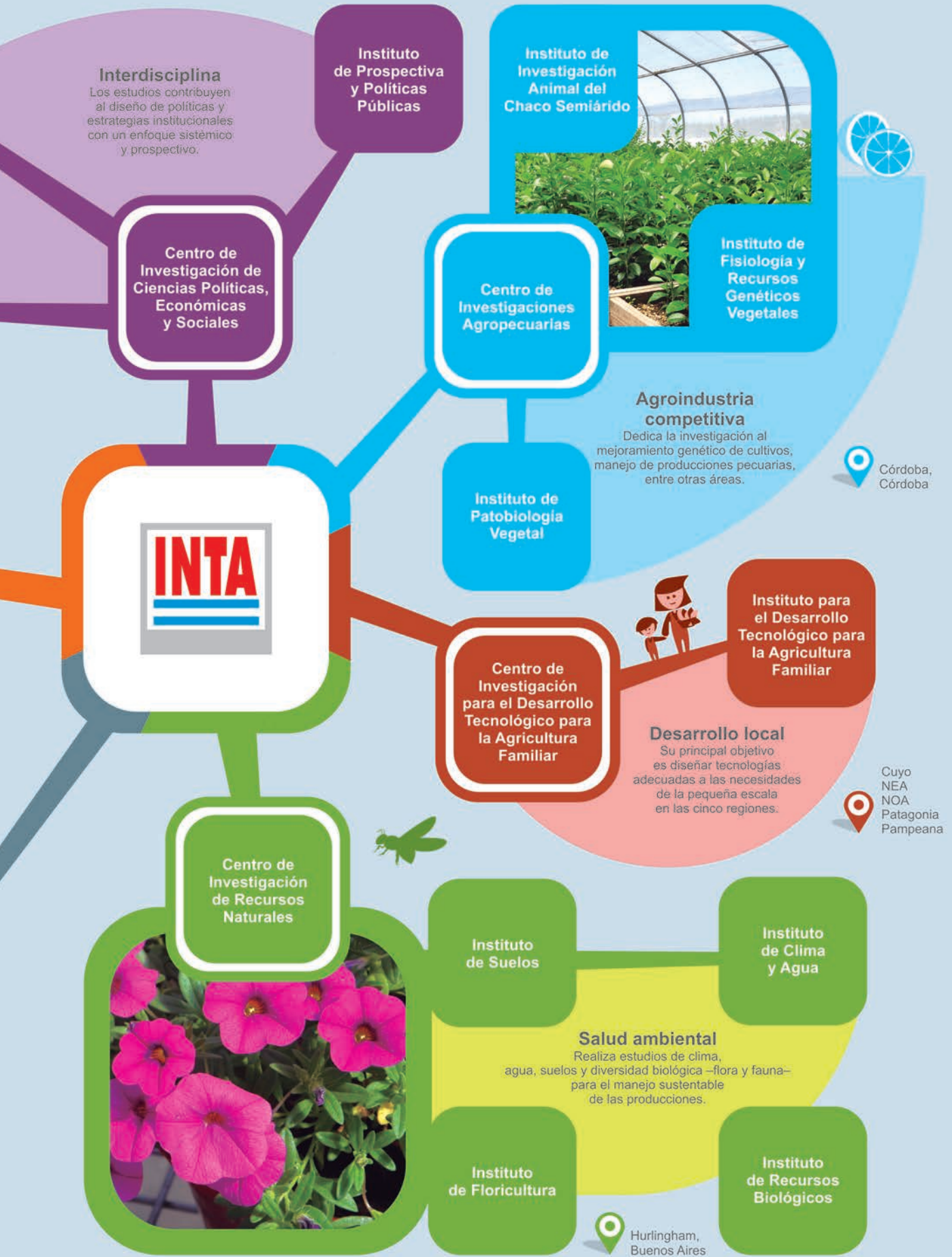
Para Fernández, la condición que hace del INTA una plataforma de políticas públicas es que “lo financia la gente”.

Más información: *Fernando Fernández fernandez.fernando@inta.gov.ar; Sergio Matheos smatheos@mincyt.gov.ar; Miguel Laborde miguellaborde@conicet.gov.ar; Federico Bert fbert@crea.org.ar*

Construir redes para generar innovaciones

Además de extenderse por la Argentina a través del vínculo con los productores, el INTA se asienta en los territorios con una amplia plataforma de investigadores e institutos especializados. Nutrida por unidades de experimentación locales y regionales propias, la tarea científica se fortalece mediante acuerdos de cooperación y ejecución de políticas públicas.





UNIDAD INTEGRADA BALCARCE



Unirse por el conocimiento científico

Los vínculos de cooperación entre las instituciones dedicadas a la ciencia y al desarrollo tecnológico potencian el abordaje de problemáticas y demandas agropecuarias. Este es el caso de la Unidad Integrada Balcarce que, desde hace 55 años, combina investigación, extensión y docencia académica.

POR DANIELA NOVELLI

Con énfasis en una mirada compleja, la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP) y la Estación Experimental Agropecuaria del INTA en Balcarce – Buenos Aires– iniciaron una historia de trabajo científico que quedó plasmada en la Unidad Integrada Balcarce (UIB). Docencia, investigación y extensión ocupan el objetivo fundacional de esta unidad que existe gracias a la articulación institucional desde 1962.

“Nunca funcionó por decreto, funcionó por una necesidad y se construyó desde las bases”, aseguró Carlos Mezzadra, director del INTA Balcarce, quien destacó que, actualmente, después de 55 años, “el objetivo inicial sigue con plena vigencia”. “Buscamos que ambas instituciones, una más dedicada a la docencia/

investigación y la otra a la investigación/extensión, se potencien y se complementen mutuamente”, apuntó.

Para Mezzadra, el funcionamiento de la facultad integrado al INTA “posibilita que, además de ser instituto tecnológico, puedan llevarse adelante estudios e investigaciones que van desde lo básico/ultrabásico hasta la experimentación adaptativa y la transferencia y extensión del conocimiento generado”.

En tanto, Virginia Hamdan, decana de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNMdP, remarcó que “esta unidad funcional tiene intenciones muy fuertes que se trasladan a la práctica diariamente”. En ese aspecto, “es una experiencia original y muy difícil de replicar, ya que crecimos y nos fortalecimos juntos”, indicó.

En este sentido, Hamdan ponderó que el trabajo conjunto constituye “la única manera de abordar las problemáticas de la sociedad o, en este caso, del sector agropecuario, es decir, que trabajemos

“El trabajo conjunto es la única manera de abordar las problemáticas del sector agropecuario, sobre todo cuando los recursos son escasos y provienen del Estado” (Virginia Hamdan).



“Los investigadores encuentran mayor reconocimiento, justamente, por la sinergia que despierta la articulación entre ambas instituciones”
(Carlos Mezzadra).

todos en el mismo problema, sobre todo cuando los recursos son escasos y provienen del Estado”. “Articulación e interdisciplina”, resumió.

Formalizada en junio de 2014 a través de un convenio específico, el personal de la UIB reúne a 70 especialistas del Conicet, entre investigadores de carrera y becarios, 200 profesionales del INTA – más de la tercera parte graduados con doctorado y alrededor del 40 por ciento con nivel académico de maestría–, 180 auxiliares y técnicos de apoyo.

La facultad está ubicada dentro del predio experimental del INTA, donde los estudiantes pueden realizar las prácticas, y posee 10 hectáreas propias, donadas por el instituto. Ofrece once carreras –de grado y posgrado– y un doctorado. “Hay una fuerte articulación para el seguimiento de la formación de nuevos doctores y magísteres”, recalzó Hamdan.

“Esta característica de integración atrae a los estudiantes para desarrollarse profesionalmente”, continuó la decana. La unidad educativa tiene un nivel de formación reconocido a escala nacional, certificado por la Coneau. “Desde el inicio de las acreditaciones, la carrera de grado tuvo nivel de excelencia, mientras que los ciclos de posgrado alcanzan un nivel de superior de excelencia con clasificaciones A y B”, detalló Hamdan.

Tanto desde la facultad como desde el INTA, los investigadores tienen la posi-

Aves inmunizadas

El INTA y Laboratorios Inmuner SA crearon la primera vacuna recombinante nacional para prevenir una enfermedad altamente contagiosa en pollos jóvenes, que provoca pérdidas significativas para los productores. Orientado a un mercado que produce alrededor de 725 millones de aves al año, este producto biológico contra la Enfermedad Infecciosa de la Bursa (IBD) –llamada también Gumboro– permitiría sustituir importaciones.

En la búsqueda de inmunizaciones nuevas, seguras y efectivas, este desarrollo fue iniciado por especialistas del Instituto de Biotecnología del INTA hace 20 años, bajo técnicas de ingeniería genética y basado en cepas vivas de canarypox –vector de la viruela del canario–. Luego, en 2012, se asociaron con Laboratorios Inmuner SA y comenzaron a trabajar en la obtención de R-VAC Inmuner IBD, el producto definitivo.

Para Gabriela Calamante, investigadora del INTA a cargo de la plataforma que identificó el vector recombinante, aseguró que la nueva vacuna es una herramienta “frente a una enfermedad endémica que afecta a los pollos jóvenes y puede causar mortandad o la complicación con otras enfermedades emergentes”.

Con la aplicación de una única dosis el primer día de vida de las aves, el producto evita la replicación viral en pollos, la diseminación del vector en los animales inmunizados, la dispersión por contacto hacia otros animales y hacia el ambiente en general. “Es una vacuna innovadora, efectiva y eficaz para controlar la enfermedad y contribuir al concepto de aves protegidas”, afirmó Raúl Novella, director de Laboratorios Inmuner SA.



Articulación UIB-Conicet:
“Es un escalón más
hacia la investigación
científica de punta para
colocarnos en la frontera
del conocimiento”
(Carlos Mezzadra).

bilidad de concursar en programas de incentivo científico, ofrecidos por el Conicet, la Comisión de Investigaciones Científicas y organizaciones internacionales. “Encuentran mayor reconocimiento, justamente, por la sinergia que despierta la articulación entre ambas instituciones”, valoró Mezzadra.

Asimismo, anticipó que, en una iniciativa impulsada desde la UIB, recibieron un subsidio por más de un millón de pesos por parte del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación para construir el primer Centro Nacional de Fenotipado de Plantas de la Argentina y modernizar algunos invernáculos. Con el objetivo de optimizar los estudios en mejoramiento genético, el nuevo edificio estará ubicado en el predio universitario.

Además de los tres laboratorios que posee la facultad, el INTA posee alrededor de 40 unidades equipadas para la investigación en agronomía y producción animal. En general, son utilizadas por grupos de trabajo, conformados por especialistas de ambas instituciones.

De cara al futuro cercano, el desafío es “incluir al Conicet a nuestro esquema de trabajo conjunto y transformarnos en una Unidad Ejecutora integrada de manera tripartita, la primera del país con el INTA”, expresó Hamdan. “Es un escalón más hacia la investigación científica de punta para colocarnos en la frontera del conocimiento”, añadió Mezzadra.

Según el especialista, “el objetivo es integrar toda la cadena de investigación, desde el nivel básico hasta que el conocimiento logra ser transferido a través del sistema de extensión”. Incluso, “también es una oportunidad para los investigado-

res, quienes pueden concursar para el desarrollo de proyectos”, sostuvo.

Sinergia de vanguardia

Nacida en la articulación, la UIB resulta una trama de políticas públicas en permanente ejecución y cuyo funcionamiento permite el desarrollo de estudios científicos de gran complejidad —algunos con impacto internacional— que dan lugar a innovaciones.

Entre otros proyectos, se destacan el descifrado del genoma de la papa, realizado a través de un consorcio de varios países, o la obtención de Rosita Isa, el primer bovino genéticamente modificado en el país capaz de producir leche con cualidades semejantes a la materna.

“La metodología científica que generó a Rosita Isa ya está absolutamente superada; hoy día, en la UIB, trabajamos en edición génica, la técnica más avanzada de modificación genética de plan-

Equipamiento para biotecnología

Gracias a un convenio entre el INTA y la Universidad Maimónides, fueron remodeladas las instalaciones del Centro de Reproducción y Biotecnología Animal ubicado en Castelar —Buenos Aires—. Allí, los investigadores del Instituto de Patobiología y de la Universidad Maimónides trabajarán en proyectos conjuntos de clonación y transgénesis, adaptados a las medidas de bioseguridad requeridas por la Conabia.

De acuerdo con Ariel Pereda, director del Instituto de Patobiología, la remodelación de la infraestructura para ovinos permite incrementar “la capacidad de alojamiento de animales en condiciones ideales de bienestar animal para ensayos de clonación”. Además, “hace posible que otras unidades de INTA accedan a este tipo de infraestructura”, aseguró Pereda.

En tanto, las unidades para producción de bovinos serán habilitadas en 2018, también con fines de investigación dedicada a biotecnología de reproducción y de mejoramiento pecuario.

Asimismo, en estas instalaciones, un equipo —conformado por ocho investigadores de la Universidad Maimónides, 15 del INTA y 27 becarios del Conicet y de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica— desarrollará estudios relacionados con manejo productivo y uso de herramientas innovadoras en diagnóstico y tratamiento para la formación de profesionales especializados en el área.

En la facultad, la extensión “se fortalece con la posibilidad que nos da el INTA de poder articular en los proyectos regionales” (Virginia Hamdan).

tas y animales, y somos la única unidad del INTA que la aplica en los dos reinos, animal y vegetal”, destacó Mezzadra.

En este aspecto, se trabaja en cultivos de interés agronómico en pos de identificar genes que “puedan activarse o desactivarse” para conseguir una característica deseada como resistencia a la sequía o tolerancia a herbicidas, por ejemplo. En animales, una de las líneas busca neutralizar el gen que condiciona

una proteína de la leche que provoca alergias en la población.

En general, todas las temáticas referidas a las Ciencias Agropecuarias están contenidas dentro de la agenda de conocimiento de la UIB. El área de Producción Animal tiene seis grupos de trabajo determinados por las disciplinas de mayor importancia en ganadería: genética, reproducción y salud animal –dividido, a su vez, en siete subgrupos–, sistemas de producciones ganaderos, nutrición y metabolismo, calidad de producto animal y pasturas.

En agronomía, las áreas están orientadas a genética y biotecnología, recursos naturales, mejoramiento y ecofisiología de los principales cultivos, cosecha y poscosecha.

Con respecto al abordaje de las líneas de investigación, el INTA sigue un accionar matricial, delimitado por los Programas Nacionales y los Proyectos Regionales con Enfoque Territorial (PRET). “Tanto en la matriz nacional como en la regional, los temas de investigación y extensión se definen en función de las necesidades de los territorios”, afirmó Mezzadra.

Por su parte, “la facultad no tiene líneas prioritarias establecidas, sino que

tenemos la posibilidad de identificar una demanda que nos parece pertinente desde nuestra formación”, argumentó Hamdan.

La extensión del INTA está basada en las demandas ponderadas en los PRET, plataforma a que se sumó la facultad con su propia Secretaría de Extensión. “Si bien los docentes que quieren hacer extensión pueden concursar proyectos para recibir financiamiento y becarios, esta actividad se fortalece con la posibilidad que nos da el INTA de poder articular en los proyectos regionales”, señaló Hamdan.

“Además de ofrecer servicios para análisis de laboratorio suelo, agua, nutrición animal, semillas, entre muchos otros temas, los programas Cambio Rural y ProHuerta facilitan una llegada muy concreta al territorio”, añadió Mezzadra, quien destacó la cobertura regional del INTA y su vínculo con los productores como aporte fundamental a la conformación de la unidad tripartita, compartida con el Conicet.

Para Mezzadra, “ni el INTA ni la universidad son generadores en sí mismos de políticas públicas, pero pueden transformarse en referentes para aportar insumos para que la política pública sea desarrollada sobre la base de un conocimiento concreto y validado”.

En otras palabras, explicó: “Es un desafío muy grande poder intervenir en la generación de políticas públicas a través del aporte del conocimiento generado y de la recolección de los saberes que recogemos en el vínculo con los productores”.

En esta línea, resaltó que el diálogo con los referentes del Ministerio de Agroindustria de la provincia de Buenos Aires. “Nos toma como referentes y es un permanente consultor del conocimiento que generamos para que ellos puedan formular políticas acordes a las necesidades del productor y a la tecnología disponible”, indicó Mezzadra.

Por último, el especialista celebró el esfuerzo y dijo: “Tenemos un predio grande, reconocimiento por nuestras innovaciones, muchos laboratorios y una gran sinergia entre las instituciones, pero el capital humano es lo más valioso que conservamos en la UIB, la gente que la construye día a día y hace que todo sea posible”.

Más información: Carlos Mezzadra mezzadra.carlos@inta.gob.ar; Virginia Hamdan decanofca@mdp.edu.ar



JÓVENES RURALES Y TIC

“Hacia un agro digital de la mano de los futuros decisores del sector”

Según la investigación “Territorios Digitales: el INTA, los jóvenes y la ruralidad”, llevada adelante por el equipo de Investigación en Comunicación del INTA Rosario, más de la mitad de los jóvenes entrevistados se proyecta en el campo y posee un alto perfil tecnológico.

POR ANDREA MANSILLA, SOLEDAD BRICCHI Y VIOLETA PENNACCHI



La investigación “Territorios Digitales: el INTA, los jóvenes y la ruralidad” nace de reconocer un área de vacancia en el estudio de las juventudes rurales y su vinculación con las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la región de América Latina y el Caribe. En este sentido, organismos como la CEPAL, FAO e IICA sostienen que las innovaciones en las formas de comunicación introducidas por las TIC llevan a la dinamización de las zonas rurales, en aspectos económicos, sociales, culturales, geográficos e interaccionales.

Es por ello, que en el período 2015-2016 se realizó un relevamiento en la República Argentina, que abordó 14 provincias de las cinco macrorregiones del país (Pampeana, NOA, NEA, Cuyo,

Patagonia), para indagar, en territorio, a jóvenes de escuelas secundarias agrotécnicas y su relación con las TIC en la ruralidad. Se obtuvieron un total de 3147 encuestas, 60 entrevistas audiovisuales y 1125 registros etnográficos audiovisuales. El análisis de dicha información aporta conocimiento para pensar estrategias en políticas públicas, en torno a un fenómeno que, en la actualidad, reviste suma importancia.

Jóvenes y TIC

El 59 % de los jóvenes encuestados se proyecta trabajando en actividades vinculadas al sector agropecuario. Sin embargo, un 34 % no lo hace. Reconociendo que los indagados son alumnos

de escuelas agrotécnicas, el dato revela que muchos de ellos poseen diferentes motivos por los cuales no se imaginan trabajando en este ámbito. El 83 % de los que no se proyectan dijo que quiere estudiar/trabajar en algo diferente. Otras razones que fundamentan esta decisión son: “buscar posibilidades de desarrollo/oportunidades en zonas urbanas”, “no les gusta” o “sus papás no quieren que continúen en el sector”. Los jóvenes que sí se proyectan lo hacen porque “les gusta”, porque “quieren estudiar algo relacionado al agro” o “encuentran beneficios profesionales y económicos”.

Notoriamente, de las juventudes que se proyectan son más los que viven en la ciudad que los que viven en el campo y más los jóvenes con padres vinculados



El 59 % de los jóvenes encuestados se proyecta en actividades vinculadas al sector agropecuario.

El concepto de “lo rural” se encuentra interpelado en sus propios fundamentos a partir del ecosistema digital.

a otras actividades que con progenitores trabajando en el agro. Muchos jóvenes identifican al campo como “el motor del país”, como “futuro”, con altas posibilidades de expansión. Dicho fortalecimiento del vínculo con la tierra y vocación rural se ve atravesado por la posibilidad de ampliar conocimientos, desarrollar habilidades y destrezas, profesionalizarse, en un ecosistema digital que motiva e impulsa a continuar la relación con el campo desde otras lógicas.

No obstante, otros tantos jóvenes no se proyectan en actividades del sector porque sostienen una visión de sacrificio o escasa rentabilidad del trabajo agropecuario. Esto se debe, en algunos casos, a que sus familiares poseen ocupaciones que conllevan mucho esfuerzo (peón rural, por ejemplo) o sienten desigualdades y limitaciones. Es este contexto el que los orienta a visualizar el desarrollo como un valor vinculado a las ciudades o a otras labores. La realidad rural de nuestro país presenta múltiples escenarios, atravesados por diversos factores que sopesan diferentes opciones en la continuidad o no dentro del sector.

Los datos estadísticos, anteriormente expuestos, corresponden a promedios nacionales. No obstante, se considera fundamental destacar algunas singularidades de la geografía recorrida. En este sentido, en el NOA (la región en donde más se proyectan) el número de jóvenes de la población encuestada que se orienta a trabajar en actividades vinculadas con el sector está ampliamente por encima de la media del país (70 %).

Como contrapunto, Cuyo es el territorio en que menos se proyectan (33 %). El NEA es la región con mayor cantidad de padres de encuestados que trabajan en el campo (72 %), ubicándose muy por encima del promedio nacional que es del 26 %. En contraposición, la región con menos cantidad de hijos de trabajadores rurales-agropecuarios es la pampeana (20 %).

En síntesis, se observa que el perfil digital de muchos de los jóvenes que orientan su futuro como decisor agropecuario es alto (63 %). La mayoría de los encuestados reconocen el papel fundamental que “juegan” hoy las tecnologías de información y comunicación en el agro. El 97 % se conecta a Internet y el 72 % lo hace todos los días, ya sea para relacionarse con amigos, escuchar música, ver videos/películas/series/jugar en línea, buscar información para tareas escolares o descargar aplicaciones. De esos, un 86 % lo hace desde teléfonos inteligentes en cualquier momento y lugar. Cabe destacar que el *smartphone* se convirtió en el dispositivo digital móvil por excelencia. Es considerado el mejor “invento de la historia” por muchos científicos y estudiosos de la temática, ya que concentra en un único artefacto lo que antes se hacía en docena de aparatos: aplicaciones, redes sociales, *streaming*, videos, información al instante, agenda electrónica, reloj, reproductor de música, GPS, radio, despertador y tantas otras posibilidades. Hoy en día, en el mundo, más o menos 2.500 millones de personas poseen celulares inteligentes.

Acceso a Internet

Un informe de la CEPAL aseguró que Argentina tiene el mayor porcentaje de usuarios de Internet de América Latina. Sin embargo, la conexión no es favorable. Según el plan federal de Internet, el 30 % de los argentinos y el 70 % del territorio (zonas rurales en general) carecen de acceso a conectividad o tienen un proveedor monopólico que ofrece un servicio caro y de baja calidad. Es por ello que se hace necesaria una excelente conectividad que alcance todas las áreas geográficas, erradicando las diferencias existentes entre zonas urbanas y rurales, como un factor clave para el crecimiento productivo del sector agropecuario y del país en general. Los jóvenes encuestados, en general, se refieren a la conectividad como “inesitable”. Internet se satura, las líneas no andan, las computadoras se bloquean y se rompen.

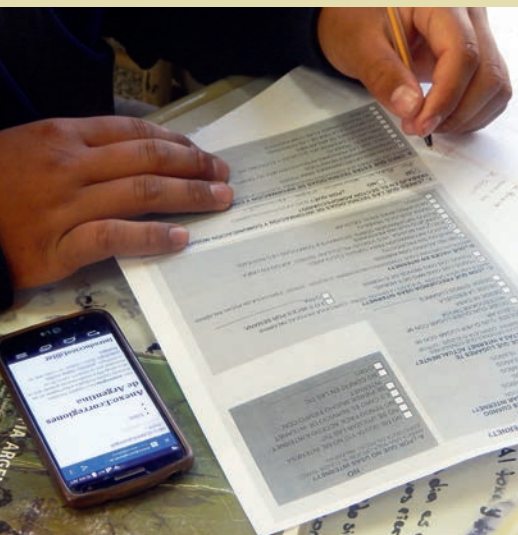
Las visualizaciones juveniles de las TIC en el agro son, fundamentalmente, positivas (70 %), en el sentido de que consideran que “crean más oportunidades para todos”, “generan mayores beneficios”, “optimizan los trabajos y hacen que las personas aprovechen más su tiempo”. Asimismo, las tecnologías permiten democratizar oportunidades, pese a que los territorios siguen siendo un factor importante de inequidad social. Para que todos tengan las mismas posibilidades de uso, acceso y empoderamiento con las TIC, las condiciones de infraestructura tecnológica deben ser similares en las regiones.

Resultados encuestas 2015-2016

Conectividad



La mayoría de los encuestados reconocen el papel fundamental que "juegan" hoy las tecnologías de información y comunicación en el agro.

**Representaciones en torno a las TIC**

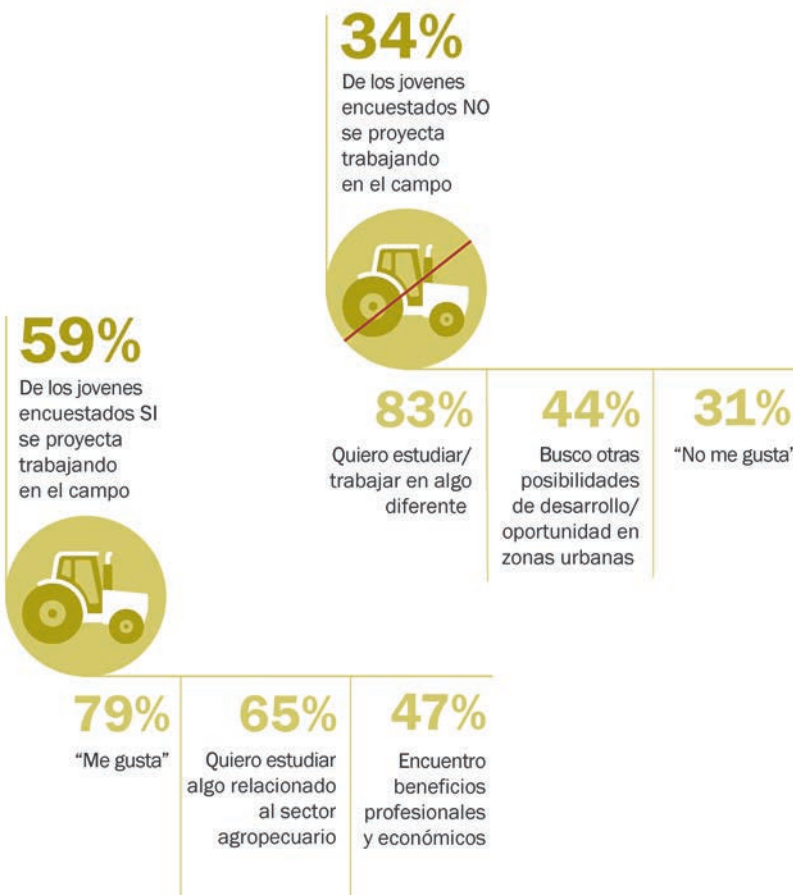
En el agro, habilitan a la reflexión para re-conceptualizar las formas de interactuar en el sector agropecuario. Es decir, la mayoría de los jóvenes encuestados encuentran beneficios a corto y largo plazo en las tecnologías. Otros no terminan de asociar la funcionalidad que puedan tener estas en la labor rural. Si bien la masificación de Internet, el uso de dispositivos móviles y la experiencia digital impulsan a nuevas "formas de hacer" en el sector, todavía se mantienen nociones que compartimentan el trabajo agropecuario, por un lado, y el uso de TIC, por el otro. En el recorrido a campo emergen las diferencias económicas, sociales, culturales y valorativas de los encuestados. No obstante, el interés que poseen por las TIC es destacado, las asocian en mayor o menor medida con la labor agropecuaria.

Para los jóvenes, las tecnologías han ido adquiriendo la condición de "lenguajes". Es decir, además de los aspectos instrumentales de estas, presentan un carácter sistémico y una estabilización

de usos y prácticas sociales ligados a ellas. Desde el punto de vista interaccional, las TIC suponen una preeminencia de funciones de contacto, además de comunicacionales e informacionales. En ellas se encuentran desarrollados todos los niveles de la comunicación: entre humanos; entre máquinas y humanos; entre máquinas, humanos y naturaleza. Dicha naturalización de los dispositivos, en tanto lenguajes, supone atender a cuestiones de infraestructura, capacitación y recursos humanos especializados.

Lo rural

El concepto de "lo rural" se encuentra interpelado en sus propios fundamentos a partir del ecosistema digital. Se hace necesario pensar en una ruralidad tecnolozada en contextos de creciente complejización social. Una buena definición para describir dicha realidad podría ser la de "diversidad digital cultural". Esta era es la de la comunicación. Implica una trama social donde todo confluye. Cada quien hace propio este "mundo digital"



Quien no conoce el territorio termina por imaginarlo.

a partir de sus intereses, gustos y opiniones. En este contexto, el paisaje rural se encuentra imbricado con dispositivos híbridos. Esto constituye para el INTA el desafío y la responsabilidad de continuar avanzando en la generación de conocimiento. Es así, que en una trama de convergencias, no solo de medios y dispositivos tecnológicos, sino de interacciones sociales, emerge con fuerza la necesidad de pensar innovadoras estrategias institucionales que incorporen el potencial de la interactividad, la hipertextualidad, la multimedialidad, la georreferencialidad y la confluencia analógico-digital para poner en valor el poder de la acción colectiva. Es en el reconocimiento de este contexto donde los futuros decisores del sector agropecuario, imbuidos en un presente de familiaridad con las TIC, podrán tener la posibilidad de proyectarse en el campo desde una perspectiva digital.

indagando en estos temas, de extender la población de estudio a otros actores y, también, de contextualizar a nivel iberoamericano para obtener una mirada más amplia y aunar esfuerzos con otras instituciones, impulsa un camino investigativo que reconoce el valor de hacer emerger saberes en una sociedad donde los cambios son vertiginosos y constantes. Comprender el desarrollo de las TIC y el accionar de los jóvenes que quieren trabajar en el sector como, así también, lograr que aquellos que todavía no lo hacen puedan quedarse en el campo, es un desafío. Un reto que implica estar presente porque quien no conoce el territorio termina por imaginarlo.

Más información: Soledad Bricchi bricchi.maria@inta.gob.ar, Andrea Mansilla mansilla.andrea@inta.gob.ar, Violeta Pennacchi pennacchi.violeta@inta.gob.ar

El libro se encuentra disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/territorios-digitales-el-inta-los-jovenes-y-la-ruralidad>

Twitter: @TDigitalesINTA

Tratar de comprender

Las TIC son y deben asumirse como oportunidades. La necesidad de seguir

Se observa que el perfil digital de muchos de los jóvenes que orientan su futuro como decisor agropecuario es alto (63 %).

CIENCIAS SOCIALES

“El compromiso con la realidad y la producción científica se potencian”

El investigador del INTA, Roberto Cittadini, destaca la creciente valoración e inclusión de las ciencias sociales en la visión interdisciplinaria para el tratamiento de problemáticas en organismos de investigación agronómica y de desarrollo. Entre otros temas, se refiere a “la necesidad de producción científica de calidad”.

POR MARIO MIGLIORATI
FOTOGRAFÍA MERCEDES DO EYO

El INTA reposa sobre una organización que integra las dos principales funciones para hacer frente a las problemáticas de la producción agropecuaria: la investigación y la extensión. En este reto también ocurre la integración con el resto del mundo, donde sus investigadores buscan comprender lo que pasa a nivel científico y agropecuario en las distintas regiones geográficas del país y más allá. Y ese más allá involucra las relaciones de cooperación bilaterales, sobre una certeza que ya no se discute: el mundo de la investigación y de la formación se construye en una perspectiva global.

Perspectiva en la que Roberto Cittadini, reconocido cientista social, examina de su tránsito por Francia, como parte del INTA Labintex Europa donde estuvo los últimos 4 años dedicado a analizar y a comparar los diferentes dispositivos de investigación sobre dinámicas territoriales.

Esta estrategia del instituto le permitió, junto con otros investigadores, participar de discusiones en temas importantes para el desarrollo agroindustrial nacional e integrarse en los debates sobre la prospectiva de los sistemas alimentarios y a los grandes desafíos contemporáneos, tales como el cambio climático y la emergencia de nuevos paradigmas productivos, como la agroecología.

Sobre esta mirada aborda la entrevista con la Revista RIA y responde sobre la importancia que tiene “la validación científica de las producciones de las disciplinas sociales y del desarrollo, imprescindible para avanzar en la producción de conocimientos generalizables”. Para retomar al pensador francés Pierre Bourdieu desde la frase: “No hay nada más práctico que una buena teoría”, y apoyarse en que las teorías, los conocimientos generalizables, solo pueden emerger “a partir de investigaciones de calidad”.

**¿Cómo percibe la producción de conocimiento en ciencias sociales en organismos de ciencia y técnica?
¿Encuentra similitudes con el sistema francés?**

Existe una creciente valorización de las ciencias sociales en los organismos de ciencia y técnica. El INRA (Instituto Nacional de Investigación Agronómica, según sus siglas en francés) en Francia, por ejemplo, tiene un importante departamento de ciencias sociales, pero, a su vez, en las investigaciones del resto de los departamentos también se integran las ciencias sociales, ya sea con personal propio o en trabajo colaborativo con dicho departamento o con grupos científicos de otras instituciones.

Al respecto, ¿cómo organiza la investigación?

A nivel regional, por ejemplo, en Montpellier, que es la ciudad en la que tenemos instalado el Labintex Europa y primer laboratorio virtual del INTA en el exterior, la investigación se organiza por Unidades Mixtas de Investigación (UMR, según sus siglas en francés) que se ocupan de problemáticas estratégicas y complejas para cuyo abordaje reúnen investigadores pertenecientes a diferentes instituciones de investigación: INRA, CIRAD, CNRS, IRD, IRSTEA, entre otras; y de enseñanza de la agronomía como Supagro y Agroparistech.

¿Cómo ha sido el desempeño de los investigadores del INTA en Labintex?

Desde INTA fuimos 4 investigadores del Labintex que nos sumamos a algunas de dichas Unidades Mixtas de Investigación. Esto se dio en QualiSud, que se ocupa de la calidad de los alimentos, donde se integró Adriana Descalzo; en el LEPSE, que se ocupa de ecofisiología de plantas, Cecilia Vazquez Rovere; por su parte, Daniel Rearte trabajó con las UMR ocupado de la sustentabilidad medioambiental de los sistemas pastoriles intensificados. Y, en mi caso, me in-



“Tenemos un gran abanico de actores con quienes interactuamos y coexisten diferentes modelos productivos”.

tegré a la UMR Innovation que se dedica a las relaciones entre innovación y desarrollo. Los equipos de estas unidades son en todos los casos interdisciplinarios, con investigadores ligados tanto a las ciencias biológicas como a las ciencias sociales.

Se propone un importante trabajo interdisciplinario...

De hecho, actualmente la interdisciplina se impone en la mayor parte de las problemáticas que tratan los organismos de investigación agronómica y de desarrollo. El antecedente más significativo se remonta al año 1979 con la creación del Sistemas Agrarios y Desarrollo (SAD), hoy llamado Ciencias para la Acción y el Desarrollo, que nace como un departamento interdisciplinario para el abordaje de la complejidad de los procesos productivos, el sistema familia-explotación y los sistemas agrarios.

Destaca que es habitual que el INRA promueva la integración de las ciencias sociales...

La investigación para comprender las prácticas de los productores fue siempre un eje importante de las investigaciones de ese departamento, con el cual

tuve mayor relación en Francia. Y claramente la visión interdisciplinaria con inclusión de las ciencias sociales ya es lo habitual en el conjunto de los departamentos del INRA.

Con respecto a esta afirmación, ¿qué sucede en el INTA?

En el INTA, hace 15 o 20 años éramos uno o dos sociólogos. A menudo nos veían como una rareza. Pero desde entonces las ciencias sociales ha ganado espacio. Actualmente es habitual encontrar profesionales de las ciencias sociales en todo el INTA, tanto en investigación como en extensión. Los Institutos de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Agricultura Familiar (IPAF), por ejemplo, se constituyeron desde el origen con un planteo interdisciplinario que dio pleno espacio a las ciencias sociales. Es muy importante la relativamente reciente creación del Centro de Investigación en Ciencias Sociales, así como la existencia del Programa Nacional para el Desarrollo y la Sustentabilidad de los Territorios, en donde se produce un trabajo interdisciplinario para estudiar los problemas del desarrollo, en los cuales el rol de los científicos sociales es relevante. Posiblemente faltan espacios de articulación para que en el resto de los

Programas Nacionales del INTA encontremos la manera de integrar mejor a las ciencias sociales.

¿Cuáles son los debates que se abrieron para las ciencias sociales y cómo llegaron al territorio? En un organismo que reúne la investigación y la extensión en sus objetivos.

En las primeras épocas, en los años 60 y 70, el problema central del INTA era el logro de la modernización del productor rural mediante el desarrollo de “la tecnología” y la extensión, para lograr así “el bienestar de la familia rural”. Los objetivos estaban claros y ampliamente consensuados. Se recurría poco a las ciencias sociales y cuando se lo hacía era solo para preguntarse sobre las causas por las que los procesos de adopción no eran tan rápidos o tan generalizados como el modelo postulaba.

Por un lado, hoy las problemáticas se han complejizado notablemente y los desafíos son múltiples. Ya no tenemos a “el productor”, sino que tenemos un gran abanico de actores con quienes interactuamos y coexisten diferentes modelos productivos con sus actores clave, desde el pool de siembra desterritorializado hasta el pequeño agricultor familiar, has-

“La interdisciplina solo es fructífera si los que nos integramos en ese proceso tenemos excelencia”.



ta pasar por productores empresariales insertos aún en sus territorios, contratas de diferente tipo y dimensiones, prestadores de servicios varios, entre otros.

Por otro lado, los objetivos de modernización tecnológica ya no resultan tan consensuales y las problemáticas del desarrollo se complejizan, se reconocen multidimensionales, multisectoriales, multiescalares y dinámicas.

En tanto, en Argentina, al igual que en Europa, hay una creciente crítica a las externalidades negativas que ha generado la modernización basada en la incorporación creciente de insumos, la especialización y la prioridad absoluta dada a la productividad. Los grandes desafíos emergentes son los problemas de contaminación, el deterioro de los recursos naturales, el sostenimiento de la vida social rural en el campo y en las pequeñas localidades, por citar algunos. Y más globalmente la urgencia de revertir la tendencia de cambio climático, proceso sobre el cual los actuales modos de producción agropecuarios son importantes contribuidores. Por otro lado, el justificativo central de la carrera por la productividad, que es lograr la correcta alimentación de la humanidad, está lejos de haberse alcanzado y en algunos casos se ha agravado. Actualmente, hay entre 800 a 1.000 millones de personas que pasan hambre en el mundo, pero a esto se ha sumado un número mucho mayor de personas que están sobrealimentadas o mal alimentadas y que sufren problemas de obesidad, con efectos directos sobre su calidad y esperanza de vida. El cambio en las dietas y los há-

bitos alimenticios es un nuevo problema para resolver. Toda esta complejidad que describimos no es posible abordarla como lo hacíamos hace 30 o 40 años, sino que es esencial el abordaje interdisciplinario.

Sin duda, entre estas problemáticas se destaca el conflicto con los agroquímicos, que toma relevancia en publicaciones científicas. Al respecto, ¿qué pueden aportar las ciencias sociales?

La creciente conflictividad que se genera en los periurbanos por el uso de agroquímicos requiere de capacidades para la concertación de actores, al igual que el manejo de cuencas en donde el agua es un bien común que debe administrarse para beneficio del conjunto de los actores implicados, que incluye al habitante urbano que requiere preservar la calidad de la provisión de los acuíferos. Los cuatro años en los que trabajé en Francia en el marco del Labintex coincidieron con una política explícita del Ministerio de Agricultura francés orientada a promover la agroecología como alternativa para superar los problemas generados por el anterior proceso de intensificación productiva basada en la incorporación masiva de insumos.

La agroecología se propone también lograr buenos niveles de producción, al favorecer y potenciar los procesos ecológicos. Se promueven entonces la biodiversidad, la combinación de cultivos, las estrategias naturales de recuperación de la fertilidad del suelo, las formas más equitativas de comercialización, entre otras. Pero estos procesos que implican cambios de comportamiento y fuerte im-

plicación del productor no son fáciles. El Ministerio de Agricultura de ese país financió grupos que se propusieron la transición hacia la agroecología y recurrió al INRA para realizar un estudio sociológico sobre los factores que favorecerían o dificultarían dicha transición. Tuve la ocasión de integrar la red de sociólogos que realizó un seguimiento de diferentes grupos que se propusieron encarar este proceso de transición para producir conocimientos que permitan la implementación de políticas cada vez más pertinentes. Puedo anticipar que el trabajo grupal y la existencia de animadores capacitados para facilitar estos procesos resultan esenciales para el éxito de la transición.

¿Qué se requiere para mejorar los procesos de producción científica en ciencias sociales y qué aportes son necesarios?

Por mi parte, es necesario decir que, en el marco de la defensa que hacemos, la interdisciplina solo es fructífera si los que nos integramos en ese proceso tenemos excelencia también en nuestras respectivas disciplinas. Por otro lado, avanzar hacia trabajos interdisciplinarios que aborden la complejidad no es reunir especialistas de diferentes campos, eso sería solo multidisciplinaria; ni tampoco reunir a un grupo de investigadores que sepan de todo un poco.

Pero entonces, ¿qué se requiere?

Los estudios interdisciplinarios implican un trabajo en equipo desde la problema-

Cientista social

Tras concluir recientemente su participación como investigador de LABINTEX Europa (2013 - 2017), el laboratorio en el exterior que el INTA crea en septiembre del 2012, se ocupa como experto internacional de diversas redes de investigación en las temáticas del desarrollo territorial y la innovación.

Licenciado en Sociología de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP) y doctor en Desarrollo Rural Université, de Toulouse Le Mirail —Francia—, es reconocido por sus 37 años de trayectoria como investigador del INTA y por dirigir proyectos de investigación y de extensión del FONCYT.

Investigador y docente en la UNMDP —desde 1982—. Profesor en la Maestría PLIDER e invitado en numerosos postgrados.

Durante el período 2006 - 2012 fue coordinador nacional del Programa ProHuerta (INTA - MDS), tras haber sido el primer director del IPAF Pampeano.

“Los científicos sociales, en particular los del INTA, tienen una fuerte vocación para integrarse en discusiones transversales”.

tización y el diagnóstico, pasando por la definición metodológica y el análisis hasta la interpretación de los resultados, lo cual demanda excelencia en cada una de las disciplinas. En este sentido, es posible que la progresiva incorporación de profesionales de las ciencias sociales en el INTA no se haya visto acompañada de un espacio apropiado para favorecer la excelencia disciplinaria, volcándose muy rápidamente a apoyar las urgencias del desarrollo, pero sin tener esos espacios de enriquecimiento disciplinar y de producción científica de calidad. La reciente creación del Instituto de Ciencias Sociales debería cumplir ese rol.

¿Qué otros espacios se reconocen?

Es necesario nombrar dos dispositivos que favorecen la investigación social e interdisciplinaria: Agriterris y el Labintex. La Red Internacional de investigación Agriterris permite, a científicos sociales y agrónomos orientados al desarrollo, participar de investigaciones y estudios comparativos a nivel internacional, con colegas de alto nivel científico, integrándose en numerosas publicaciones en revistas nacionales e internacionales. Algo similar sucede con el Labintex que, al priorizar un área ligada a las ciencias sociales y el desarrollo, nos permitió integrarnos a grupos de investigación de excelencia en Europa y apoyar numerosos intercambios y realización de doctorados por parte de profesionales de INTA.

¿Cuál es el interés de los científicos sociales en abrir o integrarse a discu-

siones transversales y en la construcción de interpretaciones integrales?

Los científicos sociales, en particular los del INTA, tienen una fuerte vocación para integrarse en discusiones transversales y en la construcción de interpretaciones integrales. Una prueba de esto es la alta proporción de profesionales de las ciencias sociales que participaron en el excelente seminario sobre la complejidad organizado por el INTA en julio de 2017, donde tuvimos oportunidad de seguir la enseñanza de dos pioneros de estos abordajes como fueron el argentino Rolando García y el francés Edgard Morín. Pero también observamos que muchísimos profesionales de las ciencias agropecuarias, tanto jóvenes como gente con mucha trayectoria, buscan ampliar sus miradas y manifiestan una gran motivación para el trabajo en equipos interdisciplinarios. Creo que en esto hay un gran potencial que, si se consolida a través de una estrategia institucional, dará excelentes frutos en los próximos años.

¿Cómo es visto hoy el lugar del extensionista? Y, además, ¿qué sucede con la sistematización del conocimiento que genera desde sus experiencias, enfoques y visiones?

En el INTA tenemos una gran chance de tener en la misma institución el sistema de investigación y el sistema de extensión, algo que no es habitual en el mundo. De hecho, nuestros colegas franceses nos manifestaban una sana envidia ya que es una situación óptima para favorecer los procesos de innova-

ción y desarrollo. La innovación no se genera por una simple invención o el desarrollo de una determinada tecnología en un laboratorio. Solo hay innovación cuando los actores de un territorio, de una cadena de valor o de un sector son capaces de generar cambios al integrar o desarrollar tecnologías de insumos o de procesos que les permiten mejorar su situación a través de una mayor eficiencia de la producción primaria, el agregado de valor, la mejora en la comercialización y en las condiciones de trabajo, el cuidado del ambiente, por nombrar algunos.

Acompañar a los actores centrales del desarrollo territorial...

Los actores territoriales son los actores centrales de la innovación y el extensionista es el nexo estratégico entre ellos y la investigación. El extensionista es la persona que conoce al territorio y a sus actores, en especial a los productores; está en óptimas condiciones de captar sus demandas y necesidades, comprender sus prácticas y restricciones y contribuir junto con los investigadores a aportar respuestas y propuestas para que la innovación en los territorios se produzca.

Y en lo que hace a sistematizar y producir conocimiento...

Respecto a la sistematización del conocimiento que se genera desde la práctica de extensión, esto siempre ha sido difícil de resolver, ya que no fue una competencia tradicional de los extensionistas. Sin embargo, en los últimos años hubo



progresos importantes. Una parte significativa de los extensionistas han tenido la oportunidad de reflexionar y de sistematizar sus experiencias en el marco de su formación de posgrado, y generar más de 100 tesis en el Master PLIDER y en otras formaciones, así como varias tesis doctorales. En el marco de Labintex, en este momento hay dos extensionistas con sus tesis doctorales avanzadas. En la sistematización de las experiencias de extensión también es muy importante la articulación con investigadores, tal como se hace en el marco de los Proyectos del Programa Nacional para el Desarrollo y la Sustentabilidad de los Territorios.

Permanentemente se hace referencia a problemas de metodología en ciencias sociales ¿De qué manera se superan estas dificultades para alcanzar una validación de conocimiento entre pares desde aportes críticos?

Gran parte del cuestionamiento al método de las ciencias sociales derivan de prejuicios o de comparaciones inadecuadas realizadas con las ciencias llamadas "duras" que establecen de hecho, por desconocimiento de las especificidades y la variedad del conocimiento científico, el método de las ciencias físicas como el único posible.

Las ciencias sociales se vieron obligadas desde el principio a hacerse cargo de la complejidad de su objeto de estudio, donde no hay lugar para el determinismo

absoluto, ya que siempre existe un espacio de libertad en el comportamiento humano. Por eso Max Weber decía que las leyes en ciencias sociales se expresan siempre en términos de probabilidades y no en términos de determinación absoluta. No se trata de tener menos rigor, sino del desarrollo de teorías y metodologías apropiadas a su objeto de estudio. Las instituciones comienzan a asumir la necesidad de superar la investigación hiperespecializada y a abocarse al estudio interdisciplinario de la complejidad, esta tradición de las ciencias sociales resulta una contribución estratégica.

La Revista RIA ha generado una mayor apertura a integrar trabajos en ciencias sociales, aunque aún la confluencia de trabajos es lenta. A su entender, ¿qué hace falta a nivel institucional?

A veces existe entre los profesionales ligados a las ciencias sociales y al desarrollo una visión de que la prioridad es la acción y la resolución de los problemas concretos y tiende a desvalorizarse el "paper" como una actividad solo válida para hacer carrera en el campo científico. Yo reconozco que la presión por la publicación genera ciertas distorsiones o desviaciones en el objetivo de una producción de conocimiento socialmente relevante.

Sin embargo, la validación científica de las producciones de las disciplinas sociales y del desarrollo es imprescindible para avanzar en la producción de conociemien-

tos generalizables, poder hacer comparaciones internacionales, entre otras, para ampliar así de manera perdurable el desarrollo de lo posible. Personalmente, creo que el compromiso con la realidad y la producción científica se potencian.

Y en cuanto al aporte de las publicaciones institucionales...

El espacio abierto por la Revista RIA es una gran oportunidad para poner a prueba la calidad de las investigaciones y para darles visibilidad. Hace un par de semanas tuve oportunidad de participar en el seminario "Desarrollo, políticas públicas e innovación en los territorios", en donde se compartieron resultados de algunos de los proyectos de investigación del Programa Nacional para el Desarrollo y la Sustentabilidad de los Territorios. Quedé gratamente sorprendido por la cantidad y calidad de los trabajos de sistematización y de investigación que se presentaron. En las conclusiones del seminario hemos incitado con fuerza a que estas producciones se conviertan en artículos científicos que podrían ser publicados en la Revista RIA y en otras revistas con referato, y, de esta manera, lograr una valorización científica y práctica mucho más eficaz y perdurable.

Más información: Roberto Cittadini
cittadini.roberto@inta.gob.ar

Producción de biomasa, cobertura y calidad forrajera de *Chloris gayana* y *Panicum coloratum* en un suelo alcalino sódico de la Depresión del Salado

PESQUEIRA, J.¹; OTONDO, J.²; GARCÍA, M.D.¹

RESUMEN

La expansión agrícola, que viene ocurriendo en la región durante las últimas dos décadas, no solo redujo considerablemente la superficie ganadera, sino que la desplazó hacia zonas marginales. En este contexto, la incorporación de especies que mejoren la productividad, la calidad forrajera y la disponibilidad a lo largo del año es un aporte al potencial de desarrollo pecuario de la región. *Panicum coloratum* y *Chloris gayana* son gramíneas perennes subtropicales, utilizadas en otras zonas como forrajeras y caracterizadas por tolerar diferentes tipos de estrés (sequía, salinidad, anegamiento, alcalinidad y heladas). En este trabajo evaluamos el comportamiento de *Panicum coloratum* cv. Klein Verde y *Chloris gayana* cv. Finecut durante cuatro ciclos de crecimiento en un suelo alcalino sódico de la Cuenca del Salado, y comparamos los resultados con el pastizal natural y con *Agropyron elongatum*. En promedio de los cuatro ciclos de crecimiento, *P. coloratum* ($1.390,32 \pm 73,96 \text{ kg ha}^{-1}$) superó a *A. elongatum* ($1.081,26 \pm 73,96 \text{ kg ha}^{-1}$) y al pastizal ($961,18 \pm 73,96 \text{ kg ha}^{-1}$), y no se diferenció estadísticamente de *C. gayana* ($1.147,18 \pm 73,96 \text{ kg ha}^{-1}$). *Cynodon dactylon* se destacó por estar siempre presente y ser la segunda especie en orden, según el porcentaje de cobertura de las parcelas sembradas; esto pudo haber limitado la expresión de las especies subtropicales. La calidad forrajera en términos de digestibilidad y contenido de fibra, no mostró diferencias entre los materiales evaluados. El contenido de proteína bruta en *P. coloratum* y *C. gayana* no se diferenció del que registramos en el pastizal, pero fue menor que el de *A. elongatum*.

Palabras clave: forrajeras, subtropicales, pastizal natural, *Agropyron elongatum*.

ABSTRACT

Agricultural expansion, which has been occurring in the region during the last two decades, has not only reduced considerably livestock production but also displaced it to marginal areas. In this context, the incorporation of species that improve productivity, forage quality and availability throughout the year, is a contribution to the livestock development potential in the region. Panicum coloratum and Chloris gayana are subtropical perennial grasses, used in other areas as fodder and characterized by its tolerance to different stresses (drought, salinity, waterlogging, alkalinity and frost). In this work we evaluate the behavior of Panicum coloratum cv. Klein Verde and Chloris gayana cv. Finecut during four growth cycles in an alkaline sodic soil of the Salado Depression, and we compare the results with the natural pasture and with Agropyron elongatum. On average of the four growth cycles, P. coloratum ($1.390,32 \pm 73,96 \text{ kg ha}^{-1}$) exceeded A. elongatum ($1.081,26 \pm 73,96 \text{ kg ha}^{-1}$) and the pasture ($961,18 \pm 73,96 \text{ kg ha}^{-1}$), and it did not differ statistically from C. gayana ($1.147,18 \pm 73,96 \text{ kg ha}^{-1}$). Cynodon dactylon stood out for being always present and being the second species in order, according to the percentage of coverage of the sown plots; this could have limited the expression of the subtropical species. Forage quality in terms of digestibility and fiber content, did not show differences between the evaluated materials. The crude protein content in P. coloratum and C. gayana did not differ from that we registered in the pasture, but it was lower than that of A. elongatum.

¹Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Facultad de Ciencias Agrarias, Ruta 4 km 2 (1836) Llavallol, Buenos Aires, Argentina.

²Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Cuenca del Salado, (7130) Chascomús, Buenos Aires, Argentina.

tum cv. Klein Verde and *Chloris gayana* cv. Finecut during four growth cycles in an alkaline / sodic soil in the Salado River Basin, and we compared the results with the natural grassland and with *Agropyron elongatum*. *Cynodon dactylon* stood out for being always present and second in order according to the cover percentage in the planted plots; which may have limited the expression of subtropical species. On the average of the four growth cycles, *P. coloratum* ($1390.32 \pm 73.96 \text{ kg ha}^{-1}$) exceeded *A. elongatum* ($1081.26 \pm 73.96 \text{ kg ha}^{-1}$) and the natural grassland ($961.18 \pm 73.96 \text{ kg ha}^{-1}$), and was not statistically different from *C. gayana* ($1147.18 \pm 73.96 \text{ kg ha}^{-1}$). Forage quality in terms of digestibility and fiber content did not show differences between the evaluated materials. The crude protein content in *P. coloratum* and *C. gayana* was not different from that recorded in the natural grassland but was lower than that of *A. elongatum*.

Keywords: Forages, subtropical, natural grassland, *Agropyron elongatum*.

INTRODUCCIÓN

El 24% de la superficie de la provincia de Buenos Aires está ocupada por suelos hidrohalmórficos y, al menos el 68% de estos, o sea 4,75 millones de ha, se hallan en la Pampa Deprimida (Miaczynski, 1995; Vazquez *et al.*, 2001). Esta región se caracteriza por tener relieve llano (0,01% de pendiente promedio) con sistemas fluviales poco desarrollados (Tricart, 1973), y suelos Natracuoles asociados con Natracualfes y Natralboles, que presentan un horizonte arcilloso, baja permeabilidad y alto contenido de sales sódicas (Vázquez y Rojas, 2006; Imbellone *et al.*, 2010). El clima es templado subhúmedo y las lluvias se distribuyen a lo largo de todo el año. Sin embargo, frecuentemente se produce déficit hídrico en verano y exceso hídrico en invierno, lo cual, sumado al drenaje lento y al carácter alcalino sódico de los suelos, determina que sea frecuente la alternancia de sequía y anegamiento, respectivamente (Damario y Pascale, 1988; Crescimanno *et al.*, 1995).

La diversidad florística del pastizal natural de la Pampa Deprimida está asociada con la heterogeneidad geomorfológica y edafológica (Batista *et al.*, 2005) y satisface las necesidades de una ganadería de bajos requerimientos, como es la cría de ganado vacuno (Vázquez *et al.*, 2001; Vázquez y Rojas, 2006; Vázquez *et al.*, 2006). La expansión agrícola que viene ocurriendo en la región durante las dos últimas décadas provocó una reducción importante de la superficie ganadera (Rearte, 2011), la cual quedó desplazada hacia zonas marginales. Según el Programa Provincial de Producción de Ganados y Carnes del Ministerio de Asuntos Agrarios de la provincia de Buenos Aires (MAA, 2010), el potencial de desarrollo pecuario en esta región estaría basado, por un lado, en un incremento de la eficiencia en el manejo del ganado y su mejora genética y, por otro lado, en la incorporación de una adecuada oferta forrajera, con mejora en la calidad y disponibilidad a lo largo del año.

En este contexto, *Agropyron elongatum* (Host) P. Beauv. juega un rol fundamental por tratarse de una pastura que rehabilita suelos marginales y mejora su capacidad productiva con elevada producción de forraje de calidad durante el

invierno (Agnusdei *et al.*, 2011; Acuña *et al.*, 2014; Borrajo y Cuenca, 2016). *Panicum coloratum* y *Chloris gayana* son gramíneas perennes subtropicales caracterizadas por la producción de biomasa estival con valor nutritivo aceptable (Stritzler, 2008; Avila *et al.*, 2014) y tolerancia, en diferente medida, a la sequía (Ghannoum, 2009; Ponsens *et al.*, 2010), salinidad (Taleisnik *et al.*, 1998; Ribotta *et al.*, 2013), períodos cortos de anegamiento (Imaz *et al.*, 2012; Imaz *et al.*, 2015), alcalinidad (Bui, 2013; García *et al.*, 2015; Avaca *et al.*, 2015) y heladas (Jones, 1969; Pesqueira *et al.*, 2016).

Hasta el momento, los estudios sobre *C. gayana* y *P. coloratum* realizados en la región mostraron, por un lado, lento establecimiento de ambas especies en un suelo natracualf (Otondo, 2011), con un comportamiento destacado de las variedades Finecut de *C. gayana* y Klein Verde de *P. coloratum* (Borrajo *et al.*, 2014), y producciones que duplicaron a la estepa de halófitas durante el año de implantación (Pérez *et al.*, 2007). Por otro lado, hay estudios que mostraron la buena recuperación de ambas especies luego de los períodos invernales (Otondo, 2011), la producción de biomasa seca aérea superior al pastizal natural en un suelo degradado por sobrepastoreo y la perennidad de 3 años en *C. gayana* y 5 años en *P. coloratum*, con respuestas significativas a la fertilización nitrogenada (75 kg ha^{-1}) (Pesqueira *et al.*, 2016).

Con respecto a la calidad forrajera, los antecedentes que existen para *P. coloratum* y *C. gayana*, en general, muestran valores inferiores al de las especies de zonas templadas, pero con manejo adecuado se pueden lograr niveles compatibles con los requerimientos más exigentes de los rodeos de cría (Stritzler, 2008; Ferri, 2011; Monti *et al.*, 2013).

Para estudiar el comportamiento de *Panicum coloratum* cv. Klein Verde y *Chloris gayana* cv. Finecut en un suelo alcalino/sódico de la Cuenca del Salado se plantearon los siguientes objetivos: i) evaluar la implantación y la evolución de la cobertura; ii) evaluar la producción de biomasa durante 4 años; iii) determinar la calidad forrajera; iv) comparar los resultados con el pastizal natural y con *Agropyron elongatum*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Las especies subtropicales evaluadas fueron *Panicum coloratum* cv. Klein Verde y *Chloris gayana* cv. Finecut (ambas cedidas por la semillera Peman) y se las comparó con *Agropyron elongatum* cv. Hulk (cedida por Gentos) y con el pastizal natural del sitio experimental (control).

Sitio experimental

El ensayo se realizó en la Chacra Experimental Integrada Chascomús (35° 44' 39" S y 58° 03' 25" O), ubicada en la Depresión del Salado dentro de la Pampa Deprimida (prov. de Buenos Aires). Las características del suelo (pH=9,8; Cs=0,69 dS m⁻¹ y PSI=26,2%) se determinaron sobre muestras colectadas al azar (0-20 cm de profundidad) dentro de las parcelas experimentales. Las temperaturas medias y las precipitaciones acumuladas durante el período evaluado se detallan en la tabla 1.

Condiciones de cultivo

La siembra de las parcelas (63 m²) se realizó durante el año 2012, en mayo se sembró el *A. elongatum* (32,5 kg ha⁻¹) y el 7 de noviembre se sembraron *P. coloratum* (13,7 kg ha⁻¹) y *C. gayana* (16,4 kg ha⁻¹). En ambos casos se utilizó una máquina de siembra directa a chorrillo, regulada a 0,5 cm de profundidad y a una distancia entre hileras de 0,175 m. Previo a la siembra, las parcelas se pulverizaron con glifosato (5 L ha⁻¹) y no hubo remoción mecánica del suelo.

Parámetros evaluados

Para evaluar la implantación, en una superficie conocida (1 m²) y al final del primer ciclo de crecimiento, se realizaron recuentos (n=9) de plantas y se determinaron las densidades logradas. La biomasa seca aérea (BSA) total de todas las parcelas se calculó sobre la base de cosechas periódicas en una superficie conocida (\cong 9 m²) durante los meses de crecimiento (de octubre a abril) de las especies

subtropicales. En cada ciclo de crecimiento se realizaron en promedio dos cortes de cada parcela, dejando un remanente de 7 cm de altura. El material cosechado se pesó *in situ*, se fraccionó una muestra que se secó en estufa a 70 °C hasta peso constante y se extrapoló a productividad por hectárea. La cobertura vegetal se determinó visualmente con un cuadrado de corte (1 m²) arrojado al azar (n = 4) en cada fecha de cosecha.

En la cosecha realizada durante marzo de 2015 se separaron muestras de material vegetal para el análisis de calidad forrajera. Los parámetros evaluados fueron proteína bruta (PB), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), lignina y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS). Las muestras secas, molidas y tamizadas se enviaron al Laboratorio de análisis de forraje del área de Producción Animal de la Estación Experimental Agropecuaria de INTA Rafaela.

Análisis de datos

El diseño experimental consistió en un DBCA con 3 repeticiones. Los datos se analizaron mediante ANVA y el test de comparación de medias de Tukey ($\alpha= 0,05$) agrupados de la siguiente manera: i) un factorial de 2 (especie) x 3 (bloque) para evaluar la densidad de plantas logradas y la cobertura durante el primer ciclo de crecimiento, ii) un factorial de 3 (especie) x 4 (ciclo de crecimiento) para evaluar la evolución de la cobertura de las especies sembradas; iii) un factorial de 4 (recurso forrajero) x 4 (ciclo de crecimiento) para evaluar la productividad por hectárea y la calidad forrajera.

RESULTADOS

Previo a la disminución de las temperaturas (161 días de la siembra), se evaluó la implantación de las especies subtropicales; la densidad de plantas de *C. gayana* y *P. coloratum* no mostró diferencias entre especies ni variación significativa entre bloques (tabla 2). Los porcentajes de cobertura de la especie dominante y de otras especies tampoco fueron diferentes entre las parcelas de *C. gayana*

Año	Ciclo de crecimiento	TM (°C) Octubre a Abril	PA (mm)	
			Mayo a Septiembre	Octubre a Abril
2012-2013	1.º	19,8	341	690
2013-2014	2.º	18,8	220	566
2014-2015	3.º	20,5	480	549
2015-2016	4.º	17,7	428	621
Promedio histórico (1977-2016)			319	721

Tabla 1. Temperatura media (TM) y precipitaciones acumuladas (PA) durante los períodos evaluados, provincia de Buenos Aires. Fuente: INTA Chascomús.

y *P. coloratum*. El porcentaje de suelo desnudo fue mayor en las parcelas de *P. coloratum* que en las de *C. gayana* y no hubo interacción significativa con los bloques (tabla 2).

La especie dominante en las parcelas control fue *Cynodon dactylon*, con una cobertura promedio del $69,03 \pm 3,68\%$, seguida por *Diplachne uninervia*, *Chaetotropis chilensis* y *Setaria* sp. y el porcentaje de cobertura total del pastizal natural nunca fue menor al 90%.

Entre bloques no hubo diferencias significativas para las variables en estudio (tabla 2).

La interacción entre especies (*A. elongatum*, *C. gayana* y *P. coloratum*) y ciclos de crecimiento fue significativa para el porcentaje de cobertura total de las parcelas; mientras que dicho porcentaje en las parcelas de *P. coloratum* no mostró variación entre ciclos, en las parcelas de *C. gayana* y *A. elongatum* se observó una disminución durante el 3.º ciclo (figura 1).

El porcentaje de cobertura de la especie dominante varió dependiendo del ciclo de crecimiento y de la especie. Durante el 2.º ciclo, en general, el porcentaje de especie dominante fue mayor que durante el 3.º; y el porcentaje de cobertura de *C. gayana* como especie dominante de la parcela siempre fue mayor que el de *P. coloratum*, independientemente del ciclo de crecimiento (figura 1).

La presencia de otras especies que aparecieron en los registros de cobertura cambiaron según las condiciones climáticas del año; sin embargo, *Cynodon dactylon* se destacó por estar siempre presente y ser la segunda especie en orden, según el porcentaje de cobertura de las parcelas sembradas. Las otras especies encontradas fueron *Diplachne uninervia*, *Chaetotropis elongata*, *Setaria* sp., *Lotus tenuis*, *Sporobolus indicus*, *Digitaria sanguinalis*, *Festuca arundinaceae*, *Senecio madagascariensis*, *Ambrosia tenuifolia*, *Coniza bonariensis* y *Distichlis spicata*, ordenadas de mayor a menor según la cantidad de veces y la proporción en la que aparecían.

La producción de BSA, en general, fue afectada por el ciclo de crecimiento, sin interacción con el factor recurso forrajero ($p = 0,1131$). La BSA de *C. gayana* y *P. coloratum* (figura 2), en el período de enero a abril de 2013 (1.º ciclo de crecimiento), fue superior a la del pastizal natural, y en el caso de *C. gayana* también superó a la de *A. elongatum* ($p = 0,0076$). Durante el 3.º ciclo de crecimiento, *P. coloratum* cv. Klein Verde produjo 36% más BSA que el promedio entre el pastizal natural, *A. elongatum* y *C. gayana*. En el 2.º y en el 4.º ciclo de crecimiento no hubo diferencias entre los recursos forrajeros evaluados.

En promedio de los 4 ciclos de crecimiento, *P. coloratum* ($1.390,32 \pm 73,96 \text{ kg ha}^{-1}$) superó a *A. elongatum* ($1.081,26 \pm 73,96 \text{ kg ha}^{-1}$) y al pastizal ($961,18 \pm 73,96 \text{ kg ha}^{-1}$), y no se diferenció estadísticamente de *C. gayana* ($1.147,18 \pm 73,96 \text{ kg ha}^{-1}$).

Los valores de la calidad forrajera de *C. gayana*, *P. coloratum*, *A. elongatum* y el pastizal natural fueron similares para los parámetros FDN ($p = 0,3380$), FDA ($p = 0,2321$) y DIVMS ($p = 0,1910$) (tabla 3). La PB de *P. coloratum* y *C. gayana* no fue diferente a la del pastizal, pero fue menor que la de *A. elongatum* ($p = 0,0049$). El porcentaje de lignina en el tejido de *C. gayana* fue menor que en el de *A. elongatum*, y no se diferenció del de *P. coloratum* ni del pastizal ($p = 0,0272$; tabla 3).

DISCUSIÓN

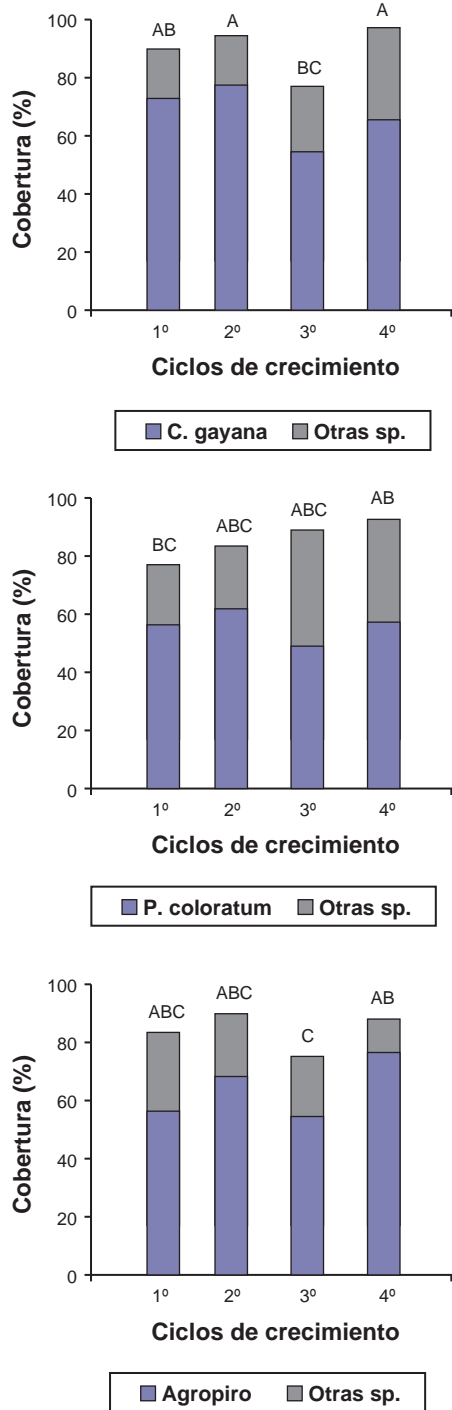
Las densidades de plantas logradas en las parcelas de *C. gayana* y *P. coloratum* (tabla 2) fueron comparables con valores obtenidos en otros estudios realizados en suelos bajos, salino-alcálicos y con problemas de halomorfismo (Otondo, 2011; Martín *et al.*, 2012; Borrajo, 2015). Martín *et al.*, (2012) duplicaron la densidad de plantas (plantas m^{-2}) cuando sembraron *C. gayana* cv. Katambora en un suelo sin tapiz vegetal y en líneas ($21,40 \pm 4,2$), en comparación con la siembra al voleo ($10,54 \pm 5,6$). En ensayos previos

Especie	Densidad (plantas m^{-2})	Cobertura (%)		
		Especie dominante ⁽¹⁾	Otras especies ⁽²⁾	Suelo desnudo
<i>C. gayana</i>	$16,2 \pm 2,87 \text{ a}$	$76,1 \pm 7,16 \text{ a}$	$15,56 \pm 7,66 \text{ a}$	$8,33 \pm 1,67 \text{ a}$
<i>P. coloratum</i>	$18,2 \pm 6,01 \text{ a}$	$55,6 \pm 8,84 \text{ a}$	$21,67 \pm 8,33 \text{ a}$	$22,78 \pm 5,96 \text{ b}$
Interacción Bloque x Especie	$p = 0,0693$	$p = 0,7511$	$p = 0,3551$	$p = 0,1507$
Bloque	$p = 0,1116$	$p = 0,8092$	$p = 0,5785$	$p = 0,5104$
Especie	$p = 0,3989$	$p = 0,1290$	$p = 0,6059$	$p = 0,0296^*$

Tabla 2. Densidad de plantas logradas (plantas m^{-2}) y cobertura (%) de la especie dominante, de otras especies y del suelo desnudo, en las parcelas de *C. gayana* y *P. coloratum*, en abril de 2013 (1.º ciclo de crecimiento). Los datos son promedio de 3 bloques con 9 repeticiones (densidad) y 3 repeticiones (cobertura), todos expresados como la media \pm ee. Letras distintas en la columna y *, indican diferencias significativas (Tukey; $p < 0,05$).

⁽¹⁾: *C. gayana* y *P. coloratum*, respectivamente.

⁽²⁾: *Cynodon dactylon*, *Diplachne uninervia*, *Setaria* sp., *Chaetotropis elongata*.



	Cobertura (%)	
	Total	Especie dominante
Especie x Ciclo	p= 0,0155 *	p= 0,4568
Especie	p= 0,0163 *	p= 0,0451 *
Ciclo	p<0,0001 *	p= 0,0223 *

Figura 1. Evolución de la cobertura total y de la especie dominante en las parcelas de *A. elongatum*, *C. gayana* y *P. coloratum* durante los 4 ciclos de crecimiento en la Depresión del Salado. Los datos son promedio de 3 repeticiones y las letras diferentes sobre las barras de la cobertura total, indican diferencia significativa en la interacción entre especies y ciclos (Tukey; $p < 0,05$).

de nuestro grupo, comprobamos que la siembra en línea a 0,5 cm de profundidad incrementó la densidad de plantas de *C. gayana* y *P. coloratum* por metro cuadrado (5 y 6 veces, respectivamente) comparada con la siembra superficial; y que la fertilización de base con fósforo no afectó la emergencia (Otondo *et al.*, 2014). Borrajo (2015), en un bajo de la Depresión del Salado, registró una densidad promedio para *C. gayana* y *P. coloratum* de 37 plantas m² cuando la siembra se llevó a cabo en octubre, mientras que dicho promedio disminuyó a 20 para la siembra de noviembre.

El porcentaje de suelo desnudo fue mayor en las parcelas de *P. coloratum* que en las de *C. gayana* (tabla 2); esto puede deberse al porte rastroero que presenta *C. gayana*, que determina en poco tiempo mayor cobertura (Avila *et al.*, 2012). *C. gayana* se caracteriza por ser estolonífera, formar raíces en los nudos y, como consecuencia, cubrir el suelo eficientemente (Martin, 2010; Avila *et al.*, 2014). Otondo (2011) también registró mayor porcentaje de suelo desnudo en *P. coloratum* que en *C. gayana* (12% y 5%, respectivamente), y ambos significativamente inferiores al del pastizal natural, que en ese caso estaba dominado por *Distichlis spicata* donde más de la mitad del suelo permaneció sin cobertura. La especie dominante en las parcelas control de nuestro trabajo fue *Cynodon dactylon*, con una cobertura promedio del 69%, seguida por *Diplachne univernia*, *Chaetotropis chilensis* y *Setaria sp.*; y, a diferencia de lo observado por Otondo (2011), el porcentaje de cobertura total del pastizal natural nunca fue menor al 90% (tabla 2). *Cynodon dactylon* tiene un ciclo de crecimiento similar a las especies subtropicales, con rebrote anticipado y la presencia simultánea de estolones aéreos y rizomas subterráneos, esto le da una ventaja a la hora de competir por el uso de recursos (Dong y de Kroon, 1994).

En el invierno del año 2014 (previo al 3.º ciclo de crecimiento) las precipitaciones fueron abundantes, 50,5% más que el promedio histórico del lugar, y en los meses cálidos del 2014-2015, las lluvias fueron escasas, 24% menos que el promedio. Estas condiciones podrían explicar la pérdida de plantas (menor cobertura) que se observó, en general, durante el 3.º ciclo de crecimiento (figura 1).

A diferencia de lo que observamos en trabajos anteriores (Pesqueira *et al.*, 2016) y de lo publicado por otros autores (Ré, 2013), *P. coloratum* cv Klein Verde se estableció rápidamente, con porcentajes de cobertura cercanos a los de *C. gayana* (tabla 2 y figura 1). En bajos alcalinos del sur de Santa Fe, en *C. gayana* también observaron tolerancia a la sodicidad y una rápida cobertura del suelo por su alta capacidad de macollaje y estolonización (Monti *et al.*, 2013).

En los años 2013-2014 se registraron déficits hídricos, 31,5% en el invierno y 21,6% durante el período de noviembre a febrero, con respecto a la media histórica del lugar (tabla 1). Durante este ciclo de crecimiento no se registraron diferencias en la producción de BSA entre los materiales, y el promedio general fue menor que durante los ciclos siguientes (figura 2).

En esta zona, *C. gayana* y *P. coloratum* dejan de crecer durante los inviernos, y durante la primavera y verano si-

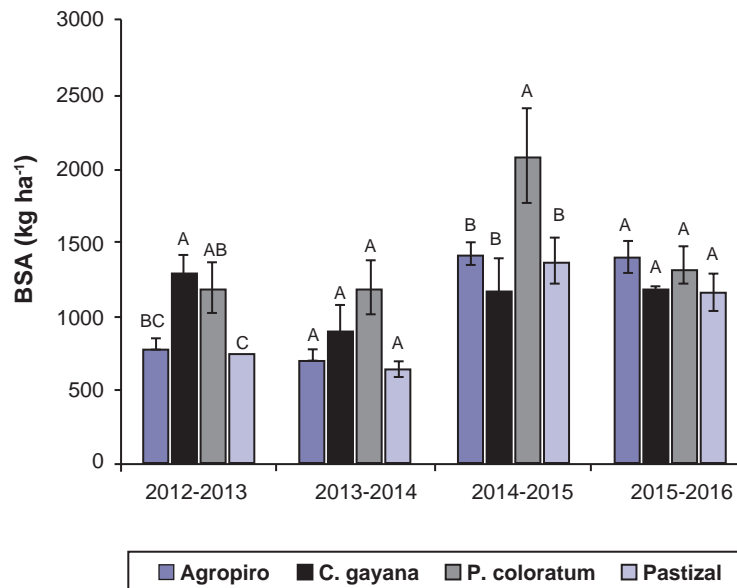


Figura 2. BSA (kg ha^{-1}) de *C. gayana*, *P. coloratum*, *A. elongatum* y del pastizal natural durante cuatro ciclos de crecimiento en un suelo alcalino sódico de la Depresión del Salado. Los datos son promedio de 3 repeticiones y las letras diferentes dentro de cada ciclo de crecimiento indican diferencia significativa entre especies (Tukey, $p < 0,05$).

Recurso forrajero	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	Lignina (%)	DIVMS (%)
<i>C. gayana</i>	5,63 ±0,46 b	66,1 ±1,51 a	35,2 ±1,70 a	4,38 ±0,43 b	40,7 ±2,72 a
<i>P. coloratum</i>	5,97 ±0,50 b	66,1 ±2,26 a	32,4 ±1,21 a	5,24 ±0,80 ab	44,9 ±4,68 a
Pastizal	7,67 ±1,34 ab	62,3 ±7,97 a	31,8 ±3,25 a	5,61 ±0,93 ab	45,7 ±3,93 a
<i>A. elongatum</i>	9,58 ±1,35 a	59,8 ±4,04 a	32,2 ±1,19 a	6,48 ±0,22 a	47,7 ±2,49 a

Tabla 3. Calidad nutricional a los 3 años de cultivo (marzo de 2015) de los recursos forrajeros evaluados en un suelo alcalino-sódico de la Depresión del Salado. PB: proteína bruta; FDN: fibra detergente neutra; FDA: fibra detergente ácida; DIVMS: digestibilidad *in vitro* de la materia seca. Letras diferentes en la columna indican diferencias significativas (Tukey, $\alpha = 0,05$).

güentes las tasas de crecimiento comienzan a incrementarse (Pesqueira *et al.*, 2015; Pesqueira *et al.*, 2016). En general, los resultados de producción de BSA concuerdan con lo observado por Otondo (2011), aunque en nuestro caso los valores fueron más bajos, posiblemente debido a las condiciones climáticas desfavorables y a la fuerte presencia y competencia de *Cynodon dactylon*. Con respecto al promedio histórico local, hubo excesos de precipitaciones durante los inviernos previos al 3.^{er} (50,5%) y 4.^o ciclo (34%), y déficit (de 5 a 24%) durante los meses de crecimiento de las especies subtropicales (tabla 1). Sin embargo, durante los períodos evaluados, las producciones de BSA de *C. gayana* y *P. coloratum* igualaron y hasta llegaron a superar al pastizal natural y al *A. elongatum* (figura 2). Imaz *et al.* (2015) observaron mayor tolerancia a períodos de anegamiento durante el invierno en *P. coloratum* que en *C. gayana*, lo cual podría explicar la recuperación y mayor producción de *P. coloratum* durante el 3.^o ciclo (36% más

de BSA), respecto al promedio de los otros recursos forrajeros evaluados.

La calidad forrajera de *C. gayana*, *P. coloratum*, *A. elongatum* y el pastizal natural muestra valores similares para los parámetros FDN, FDA y DIVMS (tabla 3). Según Avila *et al.* (2010 y 2012), la calidad forrajera en términos de contenido en fibra y digestibilidad no es una propiedad estática de la especie, sino que es una característica plástica que puede ser modificada y mejorada controlando la altura de la pastura. Ellos observaron que el manejo del régimen de defoliación en *C. gayana* mejoró significativamente la digestibilidad de la pastura durante el rebrote otoñal, igualándola a la de *A. elongatum*. Los valores de PB que registramos para *P. coloratum* y *C. gayana* no fueron diferentes a los del pastizal, pero fueron menores que los de *A. elongatum* (tabla 3). En *P. coloratum* cultivado en la Región Pampeana semiárida, Ferri (2011) observó que la acumulación

de BSA se incrementó con el tiempo térmico, mientras que el porcentaje de PB en la biomasa total disminuyó; esta disminución se correspondió con una reducción en la proporción de lámina verde. Los cambios en la estructura y en el valor nutritivo de la pastura durante la estación de crecimiento son determinantes del manejo para aplicar (Ferri, 2011).

El contenido de lignina se incrementa con la edad de la planta y disminuye la digestibilidad del forraje (Moore y Jung, 2001). A pesar de que no detectamos diferencias en la DIVMS, el contenido de lignina de *C. gayana* fue menor que el de *A. elongatum* (tabla 3).

La presencia de *Cynodon dactylon* como principal competidora en las parcelas pudo haber limitado la expresión de las especies subtropicales por tener un ciclo de crecimiento similar, e incluso rebrotar un poco antes y competir por el uso de recursos. En este sentido, lo observado por Borrajo (2015) sugiere que podríamos mejorar la densidad de plantas logradas si adelantamos la siembra de noviembre a octubre. De esta manera priorizar, en primera instancia, el establecimiento de *C. gayana* y *P. coloratum*, y consecuentemente, mejorar la productividad por hectárea.

CONCLUSIONES

Después de cuatro ciclos de crecimiento en un suelo alcalino-sódico (pH=9,8; Cs=0,69 dS m⁻¹ y PSI=26,2%) de la Depresión del Salado, con condiciones climáticas diversas entre años, *P. coloratum* cv. Klein Verde y *C. gayana* Finecut, mantuvieron su perennidad y siguieron produciendo biomasa con calidad forrajera aceptable. *P. coloratum*, en promedio de los ciclos evaluados, superó en productividad al agropiro y al pastizal, y no se diferenció de *C. gayana*. La calidad forrajera en términos de digestibilidad y contenido de fibra, no mostró diferencias entre los materiales evaluados. El contenido de proteína bruta en *P. coloratum* y *C. gayana* no se diferenció del que registramos en el pastizal, pero fue menor que el de *A. elongatum*.

AGRADECIMIENTOS

Al personal técnico y de apoyo de la Chacra Experimental Manantiales y de INTA EEA Cuenca del Salado por la colaboración brindada en el transcurso de este trabajo. A las empresas Peman y Gentos por el aporte de las semillas. A las fuentes de financiamiento Lomas CyT 2013-2014 y 2015-2016 de la UNLZ y Amílcar Oscar Herrera "Capacidades Universitarias para el Desarrollo Productivo" del Ministerio de Educación de la Nación.

BIBLIOGRAFÍA

AGNUSDEI, M.; CASTAÑO, J.; MARINO, A. 2011. Recuperando a un viejo aliado. *Visión Rural*. pp. 18–24.

ACUÑA, M.L.; GRUNBERG, K.; ANDRÉS, A.N. 2014. Interacción genotipo-ambiente para rendimiento de materia seca en una población de *Thinopyrum ponticum*. *Revista Argentina de Producción Animal*. pp. 465–510.

AVACA, F.M. 2015. Efectos de la salinidad y la alcalinidad sobre la germinación y el crecimiento vegetativo temprano de *Chloris gayana* Kunth. Trabajo final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. (Disponible: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/efectos-salinidad-alcalinidad-germinacion.pdf> verificado: 15 de octubre de 2015).

AVILA, R.E.; DI MARCO, O.; AGNUSDEI, M.N.; MAYORAL, C. 2010. Digestibilidad de la fibra y materia seca de dos gramíneas megatérmicas (*Chloris gayana* y *Cenchrus ciliaris*) de diferente porte: Relación con la edad y largo foliar. *Rapa*, 30(1), pp. 1–13.

AVILA, R.E.; DI MARCO, O.; AGNUSDEI, M.N. 2012. Calidad nutritiva de láminas de *Chloris gayana* en estado vegetativo. Efecto de la reducción del tamaño foliar y envejecimiento. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 20(1–2), pp. 17–27.

AVILA, R.; BARBERA, P.; BLANCO, L.; BURGHU, V.; DE BATTISTA, J.P.; FRIGERIO, K.; GÁNDARA, L.; GOLDFARB, M.C.; GRIFFA, S.; LEAL, K.; KUNST, C.; LACORTE, S.M.; LAURIC, A.; CALSINA, M.; LEAN, G.M.; NENNING, F.; OTONDO, J.; PETRUZZI, H.; PIZZIO, R.; PUEYO, J.D.; RÉ, A.E.; RIBOTTA, A.; ROMERO, L.; STRITZLER, N.; TOMAS, M.A., CARBONELL, C.T.; UGARTE, C.; VENECIANO, J.; AZUL, C.; COLORADO, E.; RIOJA, L. 2014. Gramíneas forrajeras para el subtropico y el semiárido central de la Argentina. (Disponible: http://inta.gov.ar/documentos/gramineas-forrajeras-para-el-subtropico-y-el-semiarido-central-de-la-argentina/at_multi_download/file/INTA%20%20Gramineas%20forrajeras%20para%20el%20subtr%20C3%B3pico%20y%20el%20semi%20A1rido%20central%20de%20la%20Argentina.pdf verificado: 13 de diciembre de 2014).

BATISTA, W.B.; TABOADA, M.A.; LAVADO, R.S.; PERELMAN, S.B.; LEÓN, J.C. 2005. Asociación entre comunidades vegetales y suelos en el pastizal de la Pampa Deprimida. En OESTERHELD, M.; AGUIAR, M.R.; GHERSA, C.M.; PARUELO, J.M. (editores). La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Un homenaje a Rolando León. Editorial Facultad de Agronomía. Buenos Aires. pp. 113–129.

BORRAJO, C.I.; MORALES, F.; LAURENCO, C.; LAPLACE, S. 2014. Comparación de cultivares de gramíneas megatérmicas en la Cuenca del Salado. Simposio Recursos Genéticos 37º Congreso AAPA – 2nd Joint Meeting ASAS-AAPA – xxxix Congreso SOCHIPA. *Revista Argentina de Producción Animal* Vol 34 Supl. 1: 472.

BORRAJO, C.I.; CUENCA, I. 2016. El agropiro manda en la Cuenca del Salado. pp. 7–10. (Disponible: <http://infocampo.com.ar/nota/campo/68674/el-agropiro-manda-en-la-cuenca-del-salado> verificado: 07 de septiembre de 2016).

BORRAJO, C.I. 2015. Impacto de las fechas de siembra en la implantación de megatérmicas. Sitio argentino de producción animal. doi: 10.1071/CP14172

BUI, E. 2013. Possible role of soil alkalinity in plant breeding for salt-tolerance. *Biology letters*, 9(5), p. 20130566. doi: 10.1098/rsbl.2013.0566

CRESCIMANNO, G.; IOVINO, M.; PROVENZANO, G. 1995. Influence of salinity and sodicity on structural and hydraulic characteristics. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59: 1701–1708.

DAMARIO, E.A.; PASCALE, A.J. 1988. Caracterización agroclimática de la Región Pampeana. *Revista de la Facultad de Agronomía de Buenos Aires* 9: 41–54.

DONG, M.; DE KROON, H. 1994. Plasticity in Morphology and Biomass Allocation in *Cynodon dactylon*, a Grass Species Forming Stolons and Rhizomes. *Oikos*, Vol. 70, Fasc. 1, pp. 99–106. (Disponible: <http://www.jstor.org/stable/3545704> verificado: 06 de agosto de 2014).

FERRI, C.M. 2011. The seasonal and inter-annual patterns of biomass accumulation and crude protein in kleingrass (*Panicum*

Evaluación de FAMACHA[®] en el control de nematodos gastrointestinales en cabras de San Luis (Argentina)

ROSSANIGO, C.¹; PAGE, W.¹

RESUMEN

Dentro de las enfermedades que ocasionan un gran deterioro en la producción caprina, las parasitosis por los nematodos gastrointestinales tienen una importancia preponderante, especialmente las producidas por *Haemonchus contortus*, especie dominante en el centro de la Argentina y de mayor significación por las pérdidas que ocasiona. Con el objetivo de evaluar el sistema de control FAMACHA[®] (FAM) en la detección de anemia en cabras de San Luis (SL) (Argentina), se muestrearon 42 animales en un establecimiento de producción de cabritos ubicado en Villa Mercedes (SL). Durante los meses estivales se determinó la presencia o no de anemia mediante el color de la mucosa ocular según la escala de la carta de colores FAM con cinco grados, el hematocrito (Hem), la condición corporal (CC), el conteo de huevos (hpg) y las especies de nematodos presentes. Las observaciones se realizaron sobre dos grupos de 21 animales: el G1 sin desparasitar al comienzo del ensayo y el G2 desparasitado al comienzo de la estación estival (manejo del establecimiento) con Ricobendazol al 15% ajustada a dosis caprina. Los animales con los grados FAM 4 y 5 fueron desparasitados con la misma droga y dosis. Se estimó la correlación existente entre los grados de FAM, Hem y CC, como la sensibilidad (S), especificidad (E) y los valores predictivos positivo (VP+) y negativo (VP-), usando el Hem $\leq 19\%$ para determinar anemia. Los coprocultivos demostraron un predominio de *Haemonchus sp.* superior al 64% promedio del período. Los grados de FAM 2 y 3 fueron los más numerosos y con hematocritos más altos que los de la bibliografía, mientras que los grados 4 y 5 se encontraron dentro de los parámetros de hematocritos anémicos. Los coeficientes de correlación ($p < 0,01$) fueron: entre Hem-FAM $r = -0,49$ y $r = -0,40$, entre el hpg-FAM y $r = 0,38$ y $r = 0,19$ y entre CC- FAM $r = -0,51$ y $r = -0,25$ respectivamente para G1 y G2. La S en ambos grupos fue mayor (100%) cuando se usaron los criterios FAM 3, 4 y 5 como positivos, sin embargo la E de ambos grupos fue mayor (93% y 99% respectivamente) para los criterios positivos de 4 y 5. En ambos grupos, el VP- siempre fue alto ($> 99,2\%$) demostrando seguridad al diagnosticar a los verdaderos negativos. Por el contrario, el VP+ fue bajo al considerar positivos los valores 3, 4 y 5 seguramente debido al alto porcentaje de falsos positivos, pero mediano al considerar positivos los valores 4 y 5. Al final del estudio se observó la misma carga de hpg entre los grupos, a pesar de que G1 utilizó un 41% menos de antihelmíntico respecto a G2. El uso de FAMACHA[®] en caprinos constituye una herramienta de gran utilidad para el control de la haemoncosis, ya que permite detectar y desparasitar a los animales del rebaño que se manifiestan como más sensibles a los *Haemonchus sp.* (tratamientos selectivos).

Palabras clave: *Haemonchus contortus*, anemia, FAMACHA, tratamientos selectivos.

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) San Luis, Laboratorio de Sanidad Animal. CC 17, (5730), V. Mercedes, San Luis. Correo electrónico: rossanigo.carlos@inta.gob.ar

ABSTRACT

Among the diseases that cause a significant deterioration in goat production, gastrointestinal parasitic nematodes have a preponderant importance, especially those produced by *Haemonchus contortus*, dominant species in the center of Argentina and major significance for the losses it causes. In order to evaluate the control system FAMACHA® (FAM) in detecting anemia in goats from San Luis (Argentina), 42 animals were sampled in a breeding of goat kids located in Villa Mercedes (SL). During the summer months the presence or absence of anemia by the color of the ocular mucosa was determined according to the scale of the color chart FAM five degrees, hematocrit (Hem), body condition (BC), egg counts (epg) and nematode species present.

The observations were performed on two groups of 21 animals: the G1 without deworming at the beginning of the trial and the G2 dewormed at the beginning of the summer season (routine treatment of field) with Rico-bendazol adjusted to 15% goat's dose. Animals with FAM grades 4 and 5 were dewormed with the same drug and dosage.

The correlation between degrees of FAM, Hem and BC, such as sensitivity (S), specificity (Sp) and positive predictive values (PV +) and negative (PV -) using the Hem $\leq 19\%$ was estimated to determine anemia. Stool cultures showed a prevalence higher than 64% on average of *Haemonchus sp.* in the study period. FAM grades 2 and 3 were the most numerous, and with higher hematocrit than those reported in the literature, while grades 4 and 5 were within the parameters of hematocrit considered anemic. The correlation coefficients ($p < 0.01$) were: between Hem-FAM $r = -0.49$ and $r = -0.40$, epg-FAM between $r = 0.38$ and $r = 0.19$ and between BC-FAM $r = -0.51$ and $r = -0.25$ for G1 and G2 respectively. The S in both groups was greater (100%) when the FAM 3, 4 and 5 were used as positive criteria, however the Sp of both groups was higher (93% and 99% respectively) for positive criteria 4 and 5. In both groups, the VP- was always high ($> 99.2\%$) demonstrating safety to diagnose true negatives. By contrast the VP+ was low when considering positive the values 3, 4 and 5 probably due to the high percentage of false positives, but medium to consider positive values 4 and 5. At the end of the study the same burden of epg was observed between groups, although G1 used 41% less of anthelmintic compared to G2. FAMACHA® use in goats is a useful tool for controlling the haemoncosis, since it can detect and deworming herd animals that appear to be more sensitive to *Haemonchus sp.* (Selective treatments).

Keywords: *Haemonchus contortus*, anemia, FAMACHA, selective treatments.

INTRODUCCIÓN

Dentro de las enfermedades que ocasionan un gran deterioro en la producción caprina, las parasitosis internas tienen una importancia preponderante, especialmente las producidas por nematodos gastrointestinales (NGI) (Rossanigo y Silva Colomer, 1993).

Haemonchus contortus es la especie dominante en Argentina y de mayor importancia por las pérdidas que ocasiona. Anziani *et al.* (2010) reportaron un incremento de la resistencia antihelmíntica de este género y una notable ineficacia en su control por las drogas más utilizadas (ivermectinas y benzimidazoles) en los sistemas caprinos del centro-oeste del país. A diferencia con otros nematodos gastrointestinales, *Haemonchus sp.* no produce diarrea, pero sí anemias severas en cabras que causan mortandad, especialmente, en los meses cálidos y lluviosos de primavera-verano.

La presentación de la manifestación de síntomas clínicos y, por ende, el deterioro productivo generalmente ocurre en una fracción de animales sensibles que, comparados

con el promedio de la majada concentra una elevada carga de estos parásitos. Malan y Van Wyk (1992) observaron la existencia de una correlación entre el color de la conjuntiva ocular, el valor del hematocrito y el nivel de infestación por *Haemonchus contortus*. Este hallazgo permitió desarrollar el método de control parasitario conocido como FAMACHA® (FAM), mediante el cual los animales clasificados como sensibles presentan un color de la conjuntiva ocular que oscila desde rosado hasta blanco, mientras que en los resistentes va del rojo al rosado. (Vatta *et al.*, 2001; Van Wyk y Bath, 2002).

El objetivo del presente estudio fue evaluar la detección de cabras anémicas por *Haemonchus sp.* mediante FAM en un típico sistema caprino de San Luis en los meses del verano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en un establecimiento de producción de cabritos ubicado en Villa Mercedes (SL), a partir

de una majada de 550 cabras tipo criollo sanluiseño cruzadas predominantemente con Anglo Nubian, mantenidas en una cadena forrajera de pasturas naturales, alfalfa y verdeos (avena, sorgo). El ensayo se realizó durante los meses estivales (desde el 13/09/2013 al 09/04/2014) que registraron bajo el período de estudio una temperatura media en promedio de 19,8 °C y una precipitación total algo superior a los valores históricos de la zona (907 mm).

Las observaciones se realizaron sobre dos grupos de 21 cabras preñadas cada uno, homogéneos entre sí respecto a las variables bajo estudio: el grupo 1 (G1) sin desparasitar al comienzo del ensayo y el grupo 2 (G2) desparasitadas estratégicamente el 26 de octubre 2013 al comienzo de la estación estival (manejo del establecimiento) con Ricobendazol al 15% ajustada a una dosis caprina de 7,5 mg/kg equivalente a un volumen de administración de 2 ml/40 kg.

Mensualmente (26/10/13, 30/11/13, 26/12/13, 6/02/14, 5/03/14 y 9/04/14) se obtuvieron muestras de heces de todas las cabras bajo estudio para determinar la cantidad de huevos de nematodos por gramo de materia fecal (hpg) empleando la técnica de Mc Master modificada (Roberts y O’Sullivan, 1949) y la identificación de los géneros mediante coprocultivos (Niec, 1968).

A partir de sangre con heparina obtenida de la punción yugular se determinó el hematocrito (Hem) de cada cabra en ambos grupos según el método de Wintrobe. Paralelamente se determinó la condición corporal (CC) individual a través de una escala de 1 a 5 (1 muy flaca, 2 flaca, 3 normal, 4 gorda, 5 muy gorda) basado en la palpación y observación de diferentes áreas de la cabra para determinar el nivel de cobertura de grasa con valoraciones de puntajes decimales intermedios. La presencia o no de anemia mediante el color de la mucosa ocular se definió según la escala de la carta de colores FAM con cinco grados: 1) rojo, sin anemia; 2) rojo claro, sin anemia; 3) rosado, casi anémica; 4) rosada blanquecina, con anemia; 5) blanco porcelana, con anemia severa. Los animales con los grados 4 y 5 a lo largo del ensayo fueron desparasitados con la misma droga y dosis antes descripta.

Los parámetros utilizados para valorar la metodología diagnóstica FAMACHA® fueron la sensibilidad (S), especi-

ficidad (E), el valor predictivo positivo (VP+) y el valor predictivo negativo (VP-), siguiendo las recomendaciones de Thursfield (1990). El umbral de enfermedad para considerar que los caprinos padecían anemia (un resultado verdadero positivo) se estableció basado en los valores de referencia utilizados por Suarez *et al.* (2014), fijando un valor de corte de hematocrito de ≤19 como indicador de anemia.

Los datos de las variables hpg, Hem y CC se analizaron bajo los supuestos del ANOVA. Los datos no tuvieron distribución normal (Test de Shapiro–Wilk), por lo que todas las medias fueron comparadas por la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis. La relación existente entre los grados de FAM, hematocrito, hpg y CC se estimó mediante los coeficientes de correlación no paramétricos de Spearman (Software estadístico Infostat/P 2013).

RESULTADOS

En la tabla 1 se observa la cantidad de tratamientos antihelmínticos que recibió cada grupo de animales considerando el diseño original del ensayo y los tratamientos efectuados según la determinación de los grados 4 y 5 de la escala de FAMACHA en ambos grupos.

Los coprocultivos demostraron un predominio de larvas de *Haemonchus sp.* superior al 64% promedio del período y en menor proporción se detectaron los géneros *Trichostrongylus sp.*, *Teladorsagia sp.* y *Nematodirus sp.* (figura 1).

Los resultados medios de los hematocritos, conteos de huevos (hpg) y condición corporal de ambos grupos de acuerdo a la graduación de FAM se observan en las tablas 2 y 3. Se observaron diferencias significativas entre los hematocritos correspondientes a todos los grados de FAMACHA® en el G1 y en el G2 entre las graduaciones 2 y 3 entre sí y con el resto. En ambos grupos, los hpg de las graduaciones 4 y 5 fueron diferentes con las restantes. Con respecto a la CC hubo diferencias entre FAM 2 y 3 entre sí, y el resto de las graduaciones en el G1, mientras que en el G2 las escalas 2 y 3 fueron diferentes con los otros dos grados.

La evolución de los hpg y del hematocrito medio de ambos grupos se presenta en la figura 2. El hpg mostró un pico de 2820 huevos en noviembre en el G1 en coinciden-

	Antihelmínticos según diseño del ensayo	Cabras tratadas según la determinación grado 4 y 5 de la escala FAM							Total tratamientos efectuados
		13 sep	26 oct	30 nov	26 dic	06 feb	05 mar	09 abr	
		G1	21 cabras sin desparasitar	1	1	7	3	1	
G2	21 cabras desparasitadas estratégicamente (26 de octubre)	0	0	0	1	1	1	3	27

Tabla 1. Esquema de los tratamientos antihelmínticos efectuados para cada grupo.

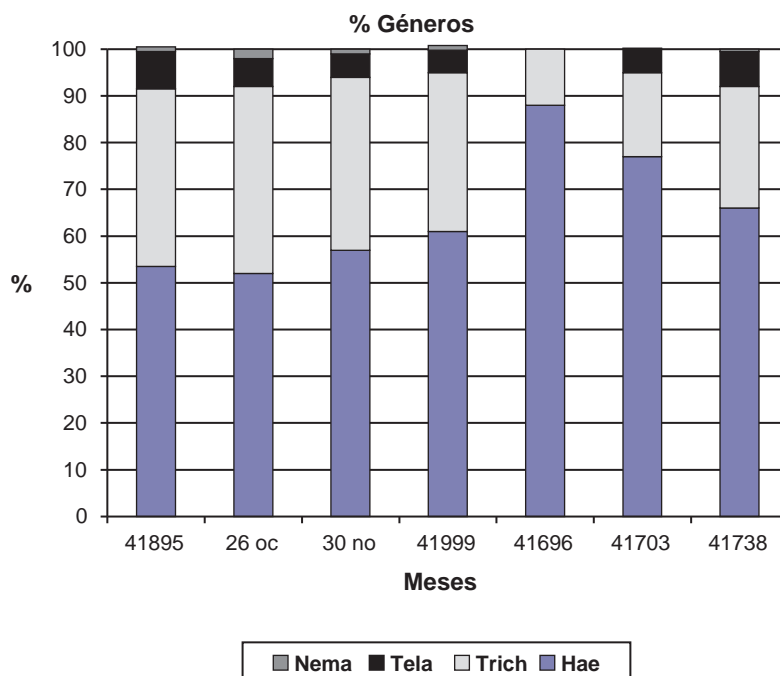


Figura 1. Géneros de nematodos (en %) recuperados por coprocultivo durante el período bajo estudio.

FAM	Hematocrito			hpg			Cond. Corporal	
	n	Media	DE	media	DE	Mediana	media	DE
5	3	18,1 a	1,1	4400 b	682	3640	2,1 a	0,1
4	13	20,6 a	2,2	4498 b	1564	3700	2,2 a	0,2
3	102	29,3 b	4,1	1607 a	1284	1300	2,6 b	0,3
2	22	31,4 c	3,8	1439 a	1260	1130	2,8 c	0,2
1	0	--	---	--	--	--	--	---
Media	140	28,6	4,9	1909	1587	1260	2,6	0,3

Tabla 2. Valores medios de Hem, hpg y CC del grupo G1 de acuerdo al grado de FAM durante el período bajo estudio.

Letras en minúscula diferentes determinan diferencias significativas en las medias de las variables bajo estudio ($p < 0,05$). Hematocrito (Hem) - Huevos por gramo de materia fecal (hpg) - Condición corporal (CC).

FAM	Hematocrito			hpg			Cond. Corporal	
	n	Media	DE	media	DE	Mediana	media	DE
5	1	12,3 a	---	5200 b	--	--	2,0 a	---
4	5	16,9 a	3,5	4464 b	529	4420	2,1 a	0,1
3	112	28,1 a	4,4	1570 a	1023	1380	2,6 b	0,3
2	40	31,1 b	6,3	1356 a	139	2100	2,7 b	0,3
1	0	--	---	--	---	--	--	---
Media	158	28,4	5,3	1623	1362	1300	2,6	0,3

Tabla 3. Valores medios de Hem, hpg y CC del grupo G2 de acuerdo al grado de FAM durante el período bajo estudio.

Letras en minúscula diferentes determinan diferencias significativas en las medias de las variables bajo estudio ($p < 0,05$). Hematocrito (Hem) - Huevos por gramo de materia fecal (hpg) - Condición corporal (CC).

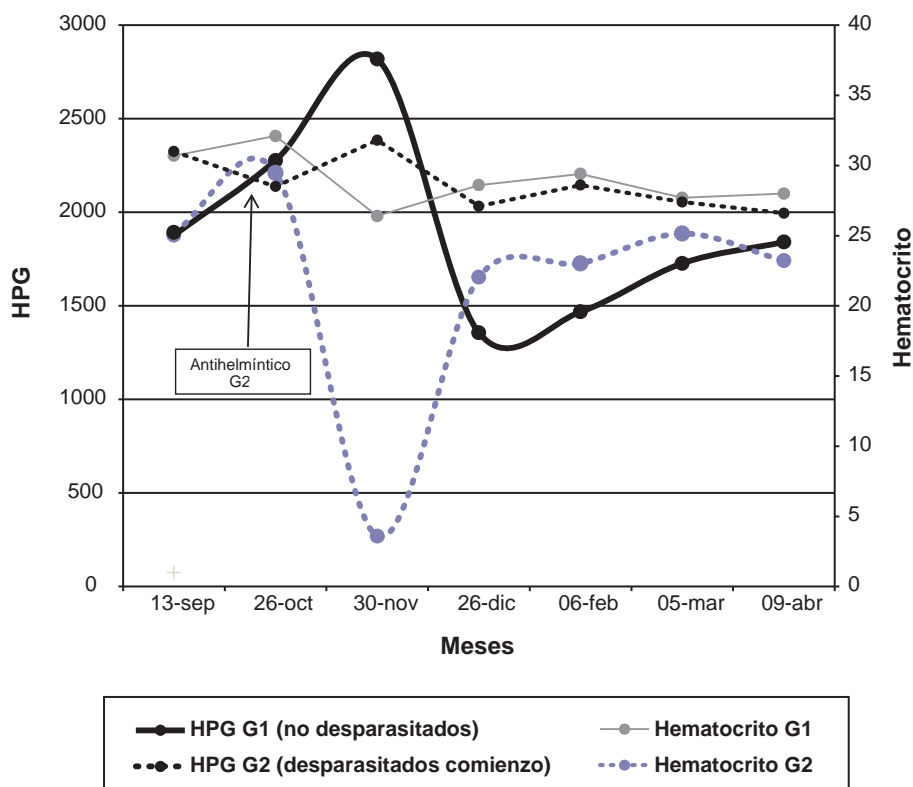


Figura 2. Evolución del hpg y Hem en ambos grupos durante el período bajo ensayo.

cia con la época de parición, mientras que el hpg del G2 decreció luego del único tratamiento estratégico efectuado al comienzo del ensayo (26/10) para aumentar de manera considerable hacia final del estudio. Los valores medios de Hem fueron estadísticamente diferentes ($p < 0,05$) en los meses de octubre y noviembre.

La figura 3 muestra la misma evolución de los hpg asociada al grado de FAMACHA© de ambos grupos, junto con los tratamientos selectivos realizados en los animales con grado 4 y 5 de la escala de FAM (16 animales en el G1 y 6 en el G2) y los animales muertos en el G2 por la anemia provocada por los parásitos. La curva de los grados de FAM de cada grupo también fue significativamente diferente ($p < 0,05$) en noviembre, en coincidencia al pico de hpg del G1 y la caída del hpg del G2 luego de la desparasitación estratégica del establecimiento, conteos que también fueron estadísticamente diferentes ($p < 0,05$) entre grupos en el mes de noviembre.

En las figuras 4 a 9 se muestran los valores de Hem, hpg y CC en función de la clasificación de la carta de colores de FAM de ambos grupos. Estas correlaciones arrojaron los siguientes coeficientes de correlación ($p < 0,01$): entre Hem-FAM $r = -0,49$ y $r = -0,40$ (figuras 4 y 5), entre el hpg-FAM y $r = 0,38$ y $r = 0,19$ (figuras 6 y 7) y entre CC- FAM $r = -0,51$ y $r = -0,25$ (figuras 8 y 9) respectivamente para G1y G2.

En la tabla 4 se observa la sensibilidad (S), la especificidad (E) y los valores predictivos (VP) positivo y negativo de la metodología FAM considerando como umbral de anemia a un hematocrito ≤ 19 . La (S) fue superior cuando se consideraron como positivos los valores 3, 4 y 5. Sin embargo, la (E) fue mayor al considerar positivos los valores 4 y 5 (tabla 3). El (VP-) siempre fue alto y mayor al 99,2%, demostrando seguridad al diagnosticar a los verdaderos negativos. Por el contrario, el (VP+) fue bajo al considerar positivos los valores 3, 4 y 5 seguramente debido al alto porcentaje de falsos positivos, pero intermedio al considerar positivos los valores 4 y 5.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Con respecto a los NGI prevalentes se observó un predominio de los géneros *Haemonchus sp.* y en segundo lugar *Trichostrongylus sp.* de acuerdo a observaciones epidemiológicas previas en la región (Rossanigo y Silva Colomer, 1993).

En cuanto a la evolución de los hpg, el G1 tuvo un pico en noviembre coincidiendo con la época de parición de primavera-verano, período donde los vermes pueden expresar toda su capacidad de ovoposición debido a la disminución en la respuesta inmune que caracteriza el periparto en los ovi-

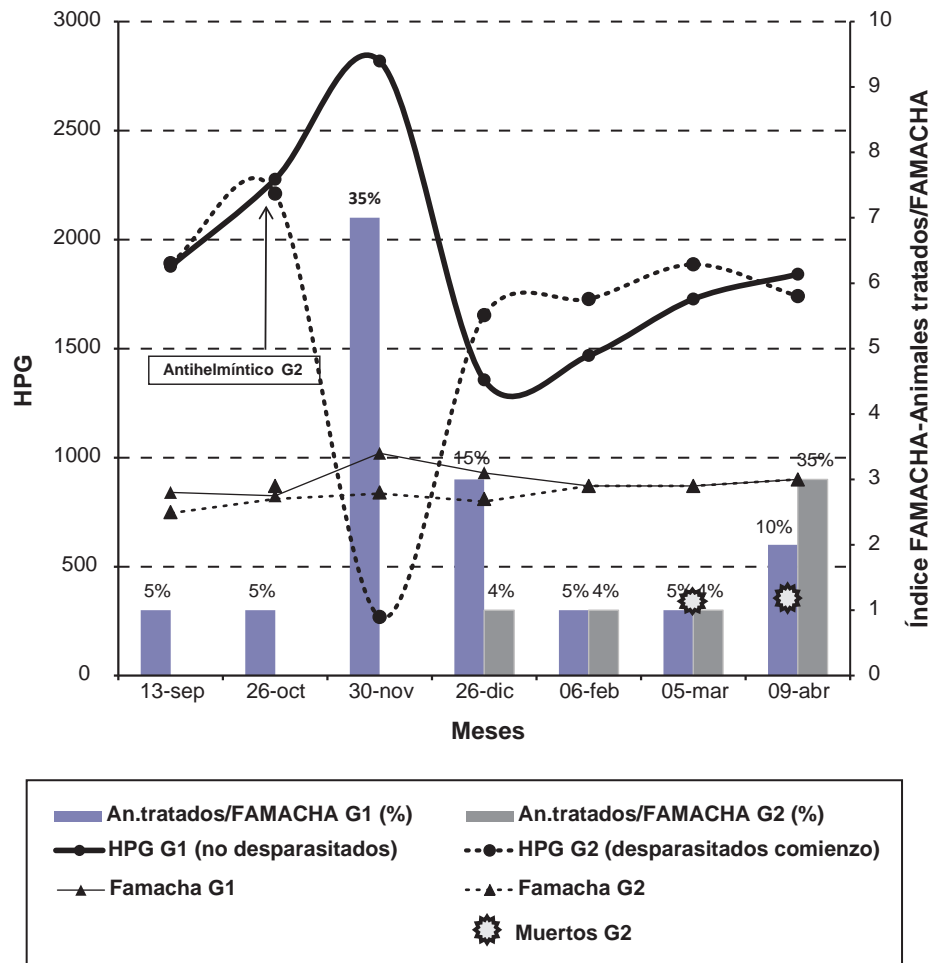
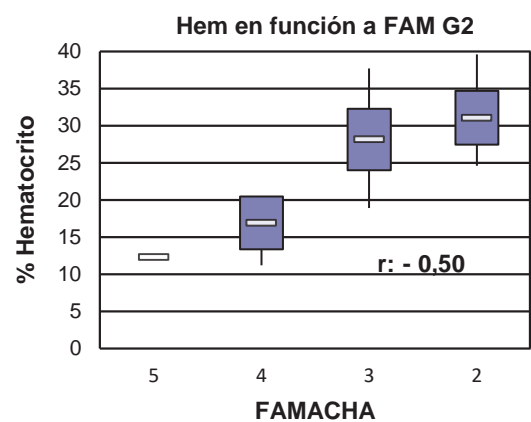
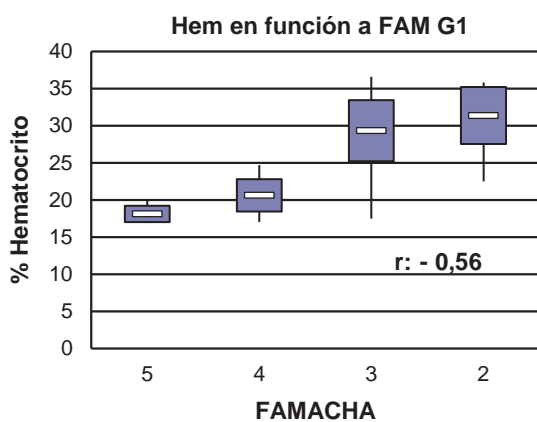


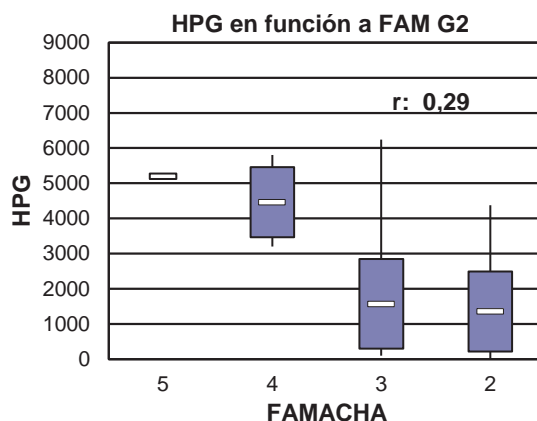
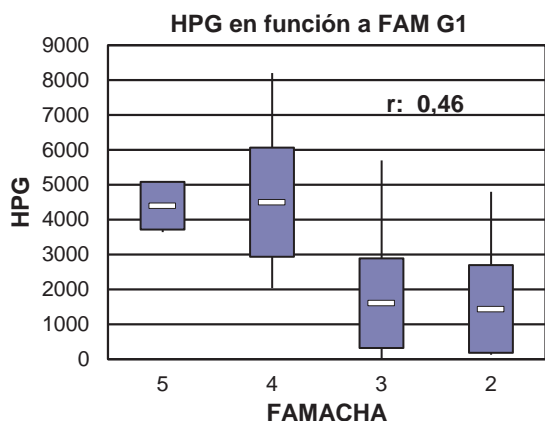
Figura 3. Evolución del hpg, grado de FAM y animales tratados y muertos en cada grupo durante el período bajo ensayo.



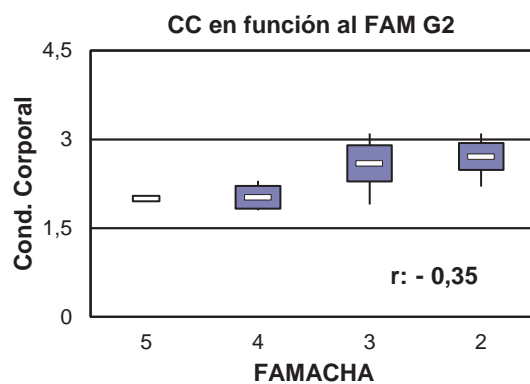
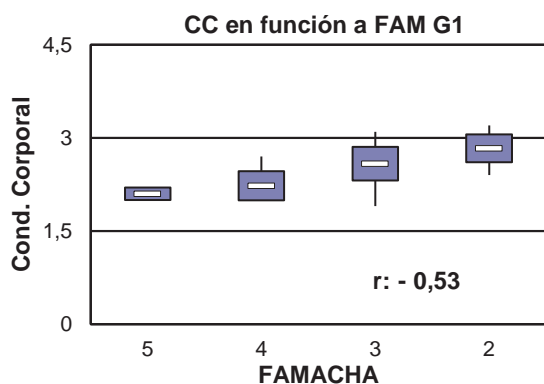
Figuras 4 y 5. Distribución del hematocrito en función de la escala FAMACHA en ambos grupos durante el período bajo estudio (media, DE y rango).

nos enunciada por Courtney *et al.* (1984). En ambos grupos, la elevación del hpg llevó a un mayor número de tratamientos selectivos realizados según la escala de la carta de colores de FAM, principalmente en el pico de noviembre con

7 cabras tratadas en el G1, y 3 cabras tratadas junto con 2 animales muertos por los parásitos al final del estudio en el G2 (figura 3). Al final del estudio se observó la misma carga de hpg entre los grupos, a pesar de que G1 utilizó un 41%



Figuras 6 y 7. Distribución del hpg (huevos por gramo materia fecal) en función de la escala FAMACHA en ambos grupos durante el período bajo estudio (media, DE y rango).



Figuras 8 y 9. Distribución de la CC (condición corporal) en función de la escala FAMACHA en ambos grupos durante el período bajo estudio (media, DE y rango).

	FAMACHA +	(S)	(E)	VP -	VP +
G1	Grado 3, 4 y 5	100	17	100	6,8
	Grado 4 y 5	88	93	99,2	43,8
G2	Grado 3, 4 y 5	100	74	100	5,1
	Grado 4 y 5	83	99	99,3	83,3

Tabla 4. Sensibilidad (S), especificidad (E) y valores predictivos (VP) de la metodología FAMACHA (FAM) en ambos grupos.

menos de antihelmíntico respecto a G2 donde se desparasitaron la totalidad de los animales al comienzo del ensayo. Por un lado, recientemente, Suarez *et al.* (2014) reportaron que con un 50% menos de tratamientos, la productividad y la salud de la majada pudo mantenerse, mientras que en Brasil Vilela *et al.* (2012) reportaron una reducción del 79,2% en el uso de antihelmínticos en cabras de tambo. Por otro lado, no solo el ahorro en antihelmínticos mues-

tra las ventajas del sistema FAMACHA®, sino que al dejar larvas de nematodos en refugio, este tratamiento selectivo demora la aparición de resistencia (Van Wyk, 2001).

Las correlaciones inversas encontradas entre el grado de color de la conjuntiva ocular y el hematocrito en ambos grupos fueron levemente inferiores a los reportados por otros autores (Arostica *et al.*, 2009; Suárez *et al.*, 2014). El coeficiente de relación entre FAM y el hpg del G1 no des-

parasitado ($r: 0,38$) fue similar al encontrado por Suárez *et al.* (2014) en cabras del noroeste argentino. En el caso de la relación FAM y CC se ve reflejado en los animales cómo a medida que aumentan los valores de la carta de colores disminuye su condición corporal, tal como fue descrito por Arostica *et al.* (2009).

Al evaluar el grado de anemia determinado mediante los hematocritos y la precisión del FAM se observó que el grado 3 es el más frecuente en ambos grupos, presentando un hematocrito medio de $29,3 \pm 4,1$ para G1 y $28,1 \pm 4,4$ para G2. Esta mayor frecuencia del grado fue también observada por Suárez *et al.* (2014), pero con un hematocrito inferior de 25,6. Los hematocritos correspondientes a los grados 4 y 5 caen dentro de los parámetros de hematocritos anémicos y los del grupo 2 a los normales según los valores regionales (Grilli *et al.*, 2007). El grado 1 no fue detectado en ningunas de las cabras en estudio, seguramente atribuible a las condiciones alimenticias y nutricionales en que se encontraron los animales ya que la mayoría de las cabras se encontraban preñadas y en lactación.

Al considerar los grados 3, 4 y 5, la metodología FAM mostró en ambos grupos alta capacidad (sensibilidad) en la detección de enfermos, ya que ningún caprino anémico ($ht \leq 19$) hubiera quedado sin tratamiento, mientras que para un criterio de grados positivos de 4 y 5 hubieran quedado sin tratar el 12% y el 17 % de las cabras anémicas del G1 y G2 respectivamente; valores similares fueron encontrados por Suárez *et al.* (2014).

La detección de animales sanos por la prueba (especificidad) también fue alta al considerar los grados 4 y 5, donde hubieran sido tratados por error solo el 7% y 1% de las cabras del G1 y G2 respectivamente.

Para todos los criterios y grupos, el valor predictivo negativo siempre fue alto y mayor al 99,2%, demostrando seguridad al diagnosticar a los verdaderos negativos. Por el contrario, el valor predictivo positivo fue bajo en ambos grupos para el FAM 3, 4 y 5 debido al alto porcentaje de falsos positivos y de mediano a alto para el criterio 4 y 5. Contrariamente para un criterio de grados positivos de 4 y 5 hubieran quedado sin tratar el 11,4% de las cabras anémicas. A partir de la sensibilidad y especificidad calculada, el porcentaje de tratamientos recomendados (verdaderos positivos + falsos positivos) hubiera disminuido del 84,3% al considerar las graduaciones de 3, 4 y 5 al 11,42% al considerar las de 4 y 5. Sobre los resultados y en concordancia con otros autores (Mahieu *et al.*, 2007; Suárez *et al.*, 2014) se recomienda para estas regiones de alto riesgo parasitario tratar siempre incluyendo el grado 3 como positivo desparasitando a todos los animales de ese score.

Se concluye que el uso de FAMACHA en caprinos constituye una herramienta de gran utilidad para el control de la haemonchosis, ya que permite detectar y desparasitar a los animales del rebaño que se manifiestan como más sensibles a los *Haemonchus sp.* (tratamientos selectivos).

BIBLIOGRAFÍA

- ALFARO, J.R. 2014. Evaluación del sistema de control de nematodos gastrointestinales FAMACHA® en caprinos en el NOA. *Vet. Arg.*, Vol. xxxi (N.º 313). (Disponible: <http://veterinario/revista/2014/05/> verificado: 22 de febrero de 2016).
- ANZIANI, O.S.; CAFFE, G.; COOPER, L.; CAPARROS, J.; MOHN, C.; AGUILAR S. 2010. Parásitos internos y caprinos de leche. Parte 2. Estudios sobre la resistencia de los nematodos gastrointestinales a los antihelmínticos. Ficha Técnica n.º 15, Proyecto lechero INTA, Resultados de Investigación Lechera. p. 4.
- AROSTICA, N.; ARECE, J.; LÓPEZ Y.; RODRIGUEZ, DIEGO J. G. 2009. Evaluación de la carta de colores FAMACHA® en la detección de anemia en cabras en silvopastoreo: Estudios Preliminares. *Rev Salud Anim.*, 31 (3), 183–187.
- COURTNEY, C.H.; PARKER, C.F.; MCCLURE, K.E.; HERD, R.P. 1984. A comparison of the periparturient rise in fecal egg counts of exotic and domestic ewes. *Int. J. Par.* 14 (4), 377–381.
- GRILLI, D.; PAEZ, S.; CANDELA, M.; EGEA, V.; SBRIGLIO, L.; ALLEGRETTI, L. 2007. Valores hematológicos en diferentes estados fisiológicos de Cabras biotipo criollo del NE de Mendoza, Argentina. v Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Mendoza, Argentina, 1–4.
- MAHIEU, M.; ARQUET, R.; KANDASSAMY, T.; MANDONNET, N.; HOSTE, H. 2007. Evaluation of targeted drenching using Famacha method in Creole goat: reduction of anthelmintic use, and effects on kid production and pasture contamination. *Vet. Parasitol.* 146, 135–147.
- MALAN, F.; VAN WYK, J. 1992. The packed cell volume and colour of the conjunctivae as aids for monitoring *Haemonchus contortus* infestations in sheep. *Proceedings of the South Africa Veterinary Association. Biennial National Veterinary Congress. Grahamstown*, p. 139.
- NIEC, R. 1968. Cultivo e identificación de larvas infestantes de nematodos gastrointestinales del bovino y ovino. Manual Técnico N.º 3. INTA, Bs As., Argentina. p. 37.
- ROBERTS, F.H.S.; O'SULLIVAN, P.J. 1949. Methods for egg counts and larval cultures for strongyles infesting the gastrointestinal tract of cattle. *Aust. J. Agric. Res.* 24, 947–953.
- ROSSANIGO, C.E.; SILVA COLOMER, J. 1993. Nematodos gastrointestinales: Efecto sobre la producción en cabras criollas de San Luis (Argentina). *Estrategia de control. Rev. Arg. Prod. Anim.* 13 (3–4), 283–293.
- SUAREZ, V.H.; FONDRAZ, M.; VIÑABAL, A.E.; MARTINEZ, G.M.; SALATIN, A.O.; THURSFIELD, M. 1990. *Epidemiología Veterinaria*. Editorial Acribia Zaragoza, España, pp. 219–232.
- VAN WYK, J.A. 2001. Refugia—overlooked as perhaps the most potent factor concerning the development of anthelmintic resistance. *Onderstepoort J Vet Res.* 68 (1), 55–67.
- VAN WYK, J.; BATH, G. 2002. The Famacha system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. *Veterinary Research* 33, 509–529.
- VATTA, A.F.; LETTY, B.A.; VAN DER LINDE, M.J.; VAN WIJK, E.F.; HANSEN, J.W.; KRECEK, R.C. 2001. Testing for clinical anaemia caused by *Haemonchus spp.* in goats farmed under resource-poor conditions in South Africa using an eye colour chart developed for sheep. *Vet. Parasitol.* 99, 1–14.
- VILELA, V.L.R.; FEITOSA, T.F.; LINHARES, E.F.; ATHAYDE, A.C.R.; MOLENTO, M.B.; AZEVEDO, S.S. 2012. FAMACHA® method as an auxiliary strategy in the control of gastrointestinal helminthiasis of dairy goats under semiarid conditions of Northeastern Brazil. *Vet. Parasitol.* 190 (1–2), 281–284.

Efecto de rotaciones agrícolas con cebolla sobre las propiedades químicas del suelo y producción de policultivo avena-vicia y resiembra natural de *Vicia villosa* Roth. en el sur de Buenos Aires

RENZI, J.P.^{1,2}; VANZOLINI, J.I.¹; AGAMENNONI, R.¹; CANTAMUTTO, M.^{1,2}

RESUMEN

En el valle bonaerense del Río Colorado (VBRC), sur de Buenos Aires, *Vicia villosa* (Roth) se adapta como cultivo de cobertura (CC) por su elevada producción de biomasa en primavera. La siembra de cebolla sobre CC de vicia está adquiriendo cada vez mayor relevancia en la zona. Sin embargo, para que este manejo sea eficiente es importante generar una buena acumulación de biomasa de vicia antes de la siembra de cebolla. El objetivo del trabajo consistió en evaluar la productividad del policultivo de *V. villosa* y avena en rotación con diferentes antecesores y el potencial de la resiembra natural de vicia durante el siguiente ciclo. El experimento se estableció en la EEA H. Ascasubi de INTA. Los antecesores a la implantación de la mezcla *V. villosa* y avena fueron diferentes secuencias de cebolla, alfalfa, raigrás, moha, trigo y girasol. Se evaluó la fertilidad del suelo y parámetros de productividad del policultivo durante el primer ciclo y de la resiembra natural de vicia en el segundo. La producción relativa de biomasa de vicia y avena del policultivo estuvo influenciada por el efecto del antecesor, no así su producción total. Los antecesores con alfalfa redujeron la participación del componente vicia en la mezcla probablemente debido a la baja relación fósforo/materia orgánica remanente en el suelo. El estand de *V. villosa* establecido por resiembra y el remanente en el banco de semillas del suelo fue luego de 8 meses $36,8 \pm 9,8$ y $25,6 \pm 10,2\%$ del total diseminado. Un desgrane precosecha de ≥ 80 semillas m^{-2} ($\approx 2,9$ g m^{-2}) podrían ser suficiente para lograr por resiembra un estand de *V. villosa* con una densidad de 30 plantas m^{-2} , adecuado para potenciar la producción de biomasa en primavera. El aumento del número de semillas diseminadas hasta la cosecha aumentó la producción de biomasa a fines de otoño. El establecimiento de vicia por resiembra luego del policultivo avena-vicia posibilitaría aprovechar las temperaturas cálidas de fines de verano y de otoño para lograr una buena acumulación de biomasa y aporte de N. En el VBRC es posible obtener por resiembra espontánea una producción potencial de biomasa seca de *V. villosa* invernal de $4,9$ t ha^{-1} , que aportarían 176 kg N ha^{-1} al sistema.

Palabras clave: rotación, cebolla, cultivo de cobertura, producción de semillas.

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA), Ruta 3, km 794 (8142) Hilario Ascasubi, Argentina.

²Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur, San Andrés 800, (8000) Bahía Blanca, Argentina.
Correo electrónico: renzipugni.juan@inta.gob.ar

ABSTRACT

In the river Colorado valley (VBRC) in southern Buenos Aires, hairy vetch fits as a cover crop (CC) for its high biomass production in late spring. Onion sowing on vetch CC it is becoming increasingly important in the VBRC. However, for this management might be possible it is important to accumulated high vetch biomass before onion sowing. The objective of this study was to evaluate the productivity of hairy vetch-oat mixture under different predecessor crops and the possibility of using the natural reseeding of vetch as a cover crop autumn in the next cycle. The experiment was established in the EEA INTA H. Ascasubi. The crops predecessor before vetch-oat mixture, were different sequences of onion, alfalfa, ryegrass, foxtail millet, wheat and sunflower. Soil fertility and productivity of mixture were evaluated during the first cycle and natural reseeding of vetch in the second. Relative biomass production of vetch and oats was influenced by the effect of the predecessor, not its total production. Alfalfa forage predecessors reduce participation of vetch in the mixture; this might be due to the low phosphorus / organic matter ratio left in the soil. The number of seeds of hairy vetch established by reseeding and left in the soil seed bank after 8 months, was 36.8 ± 9.8 and $25.6 \pm 10.2\%$ of the total spread. A dispersal ≥ 80 seed m^{-2} (≈ 2.9 g m^{-2}) might be enough to establish for reseeding a hairy vetch crop with a density of 30 plants m^{-2} , suitable for good production biomass in spring. Increases in the number of hairy vetch seeds spread increased the biomass production in late autumn. The early establishment of hairy vetch by reseeding might be increase the growth over warm temperatures of late summer and autumn, and improve the biomass accumulation and contribution of N. In VBRC is possible to get biomass production potential of hairy vetch, established by reseeding of 4.9 t ha^{-1} in July, which incorporated 176 kg N ha^{-1} into system.

Keywords: rotations, onion, cover crop, seed production.

INTRODUCCIÓN

En Argentina ha resurgido el interés en integrar las vicias a las rotaciones agrícolas (Alvarez *et al.*, 2012; Vanzolini y Galantini, 2013). Se considera que además de aportar N al suelo por fijación biológica, las vicias pueden aumentar la producción de carne y generar un ingreso adicional por producción de semilla. Existen otros beneficios indirectos de la vicia, como la mejora en las condiciones físicas y biológicas del suelo, el reciclado de nutrientes y el balance de agua. También la vicia constituye un refugio para enemigos naturales de las plagas, reduce la incidencia de enfermedades y mejora la interferencia frente a las malezas (Howieson *et al.*, 2000; Ruffo y Parsons, 2004; Snapp *et al.*, 2005).

En las regiones templadas, la *V. villosa* ssp. *villosa* Roth. y *V. sativa* ssp. *sativa* L. son las especies más difundidas. Generalmente se las cultivan como forrajeras en policultivos con cereales invernales. También se las utilizan como abono verde o cultivo de cobertura del suelo (CC) (Francis *et al.*, 1999). *V. villosa* presenta amplia estabilidad productiva, debido a su tolerancia al frío, resistencia a la sequía y adaptación a un amplio rango de condiciones edáficas (Brandsaeter *et al.*, 2002; Teasdale *et al.*, 2004). A diferencia de la otra especie, *V. villosa* posee una elevada capacidad potencial para la resiembra natural, adjudicada a la dormancia de las semillas (Renzi y Cantamutto, 2009).

En el valle bonaerense del Río Colorado (VBRC), sur de Buenos Aires, la factibilidad de riego posibilita el estableci-

miento de una gran diversidad de cultivos, tanto hortícolas como forrajeros. La cebolla, que es el principal producto agrícola, ocupa anualmente entre 12.000-16.000 ha (Lucanera *et al.*, 2014). Se trata de un cultivo con alta demanda de insumos. Los requerimientos de N alcanzan el orden de 150 kg de N ha^{-1} (Agamennoni *et al.*, 2006; Bellacomo y Orden, 2014).

La cebolla puede sembrarse sobre CC de vicia. Esta práctica está adquiriendo cada vez mayor relevancia en el VBRC debido a una mejora en el aprovechamiento del agua, protección contra la erosión y aporte de N al suelo (Bondía *et al.*, 2014). Sin embargo, para que esta práctica de manejo sea eficiente es crucial generar una adecuada producción de biomasa antes de la siembra de la cebolla, que se realiza durante agosto.

La cosecha de semilla de vicia es otra alternativa económica para los productores del VBRC, dado que existe una consistente demanda de simiente porque el cultivo presenta una buena adaptación a las condiciones agroecológicas en el secano semiárido que circunda la zona irrigada. En general la disponibilidad de semilla de vicia en el mercado es baja, por lo que los precios son generalmente elevados.

Debido a que las vicias poseen crecimiento indeterminado, porte rastroso y alta dehiscencia de vainas, las pérdidas precosecha son elevadas. Para disminuirlas, las vicias generalmente se cultivan en policultivos con avena, que actúa como soporte y ello aumenta la altura de disposición de las vainas con lo cual mejoran las condiciones de cosecha

(Renzi, 2009). La dehiscencia espontánea de las vainas de la vicia puede considerarse un atributo de interés para promover la resiembra natural de la especie.

Se desconoce la influencia de la secuencia de cultivos antecesores sobre el comportamiento de la vicia en policultivo con avena. Es posible que los cambios de las propiedades químicas del suelo, modulados por las rotaciones, puedan afectar la productividad y persistencia de la vicia a partir de policultivos en rotaciones agrícolas con cebolla en el VBRC. El objetivo del trabajo consistió en evaluar la productividad y potencial de resiembra natural de *V. villosa* a partir de policultivos con avena luego de una serie de secuencias de cultivos, considerando la estrategia de alcanzar un buen nivel de acumulación de biomasa durante el invierno, antes de la siembra de cebolla.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en un suelo Hapludol Éntico franco arenoso, ubicado en la Estación Experimental Hilario Ascasubi del INTA (39° 22' S, 62° 39' O), durante los ciclos 2008 y 2009.

El diseño experimental consistió en bloques completos aleatorizados (n=5). La unidad experimental (U.E.) fue de 15 x 30 m. Los datos obtenidos se analizaron mediante un ANOVA y las medias se compararon mediante el test LSD (p<0,05). Se realizaron análisis de componentes principales (ACP) de parámetros edáficos y productivos del policultivo de vicia-avena. Para estos análisis se utilizó el programa Infostat (2014). Las regresiones se realizaron mediante el software GraphPad Prism 6.

La secuencia de cultivos durante el período 2001-2006 incluyó a trigo (*Triticum aestivum* L.) y girasol (*Helianthus annuus* L.) como especies para producción de granos, moha (*Setaria italica* (L.) P. Beauv.) como abono verde, raigrás perenne (*Lolium perenne* L.) y alfalfa (*Medicago sativa* L.)

como cultivos forrajeros, y la cebolla como especie hortícola (tabla 1). La moha se cortó a 5 cm del suelo utilizando una desmalezadora de hélice en el inicio del panojamiento, se dejó secar durante uno a dos días y se incorporó con rastra de disco pesada, a una profundidad media de 15 cm. Las pasturas de alfalfa se cosecharon mediante cortes y extracción del forraje según describe Agamennoni *et al.* (2006).

Antes de la siembra del policultivo de avena-vicia (mayo de 2008) se tomaron muestras compuestas (n=30) del suelo en la capa 0-12 cm y se determinó la conductividad eléctrica (CE), el contenido de materia orgánica (MO) por el método de Walkley y Black, pH, fósforo (P) extractable Olsen, y cationes de calcio (Ca), magnesio (Mg) y sodio (Na) (Richter, 1982).

El policultivo se implantó luego de un riego presiembra (≈ 100 mm) utilizando una mezcla de 25 kg ha⁻¹ de semilla de un ecotipo local de *V. villosa* Roth. y 35 kg ha⁻¹ de *Avena sativa* L. cv Cristal INTA. La siembra se realizó el 4 de junio de 2008, bajo un sistema de labranza convencional, utilizando una sembradora comercial (Bertini 8000).

Cuando la vicia del policultivo comenzó a florecer, a fines de octubre de 2008, se aplicó otro riego gravitacional (≈ 100 mm). Luego de ello, en plena floración a principios de noviembre, se estimó la acumulación de biomasa seca de las dos especies del policultivo, en muestras al azar por U.E. delimitadas con un aro de 0,25 m² (n=2). Antes del pesado, las muestras se secaron en estufa a 60 °C hasta peso constante.

Cuando se alcanzó la madurez comercial, el 6 de enero de 2009, se cosechó la semilla del policultivo mediante una cosechadora para experimentos (Seed-Master, Wintersteiger). Luego de ello se estimó la dispersión espontánea de la vicia contando el número de semillas observadas sobre la superficie del suelo en muestras al azar por U.E. delimitadas mediante un aro de 0,25 m² (n=3). Las semillas recolectadas fueron sometidas al test de imbibición, con

Año	Rotación				
	Agricultura	Verdeo de verano	Raigrás 3 años	Alfalfa 3 años	Alfalfa 5 años
	(Agric)	(VV)	(Rg C)	(Al C)	(Al L)
2001	trigo	cebolla	cebolla	cebolla	cebolla
2002	girasol	moha	cebolla	cebolla	alfalfa
2003	trigo	cebolla	cebolla	cebolla	alfalfa
2004	girasol	moha	raigrás	alfalfa	alfalfa
2005	trigo	cebolla	raigrás	alfalfa	alfalfa
2006	girasol	moha	raigrás	alfalfa	alfalfa
2007			cebolla		
2008	policultivo de avena + vicia				
2009	resiembra espontánea de vicia				

Tabla 1. Rotación de cultivos antecesores al policultivo de vicia y avena. Elaboración propia.

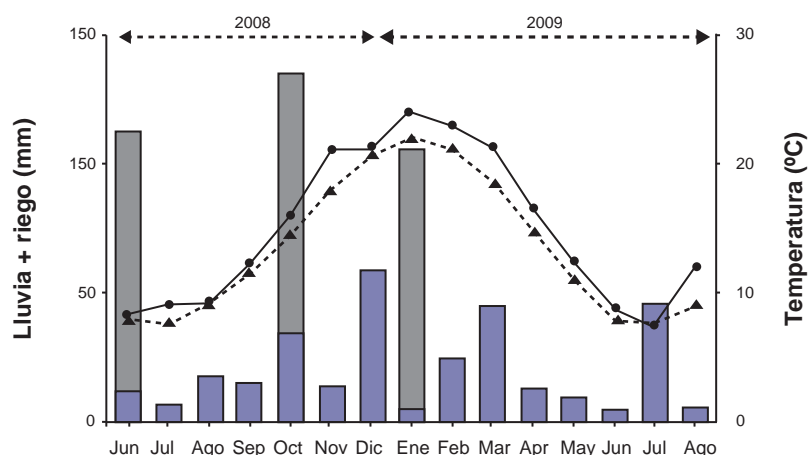


Figura 1. Aportes de agua por lluvias (barras lilas), riego (barras grises), temperatura media mensual (●) e histórica (1966-2013) (▲) durante el ciclo del policultivo de vicia-avena y su resiembra espontánea en Ascasubi. Elaboración propia.

el fin de estimar el porcentaje de semillas con dormancia física (Baskin y Baskin, 2014).

Un mes luego de la cosecha, el 27 de enero de 2009, se realizó un laboreo superficial del suelo mediante una rastra de disco regulada a una profundidad media de 5 cm. Luego de ello se aplicó riego gravitacional (≈ 100 mm) con el fin de estimular la resiembra natural de la vicia. Cuando se observó la primera cohorte originada por la resiembra (13 de febrero de 2009), se cuantificó el estand de plántulas (2-4 hojas) por U.E. en muestras de $0,25$ m² (n=3).

La acumulación de biomasa seca de vicia y avena bajo resiembra espontánea en el período correspondiente a la presiembra de cebolla se evaluó a los 152 días después de la emergencia (15 de julio) mediante muestras de $0,25$ m² (n=2). En ese estado, cuando aproximadamente un 10% de las plantas se encontraban en inicios de floración se desecó el material vegetal con glifosato a razón de 720 g e.a ha⁻¹.

A fines del invierno, el 1 de septiembre de 2009, se estimó el banco de semillas de vicia en el estrato superior del suelo (0-10 cm). Para ello se extrajeron muestras de suelo con un muestreador de 11,5 cm de diámetro (n=10). El suelo secado al aire se tamizó con una malla de 2 mm para separar las semillas de vicia (Mesgaran *et al.*, 2007).

RESULTADOS

Influencia de la secuencia de cultivos antecesores sobre el policultivo vicia-avena

En el período comprendido entre la siembra hasta la cosecha durante 2008 el aporte de agua para cada policultivo fue 359 mm, correspondiente a 159 mm de lluvia más 200 mm en dos riegos por gravedad (figura 1).

Las secuencias de cultivos antecesores impactaron en la mayoría de los parámetros químicos de la capa superficial del suelo (0-12 cm), excepto en la concentración de Na (ta-

Rotación	CE		MO		pH	P		Ca+Mg		Na	
	(dS m ⁻¹)		%			(mg kg ⁻¹)		(mg kg ⁻¹)			
Agric	1,7	a	1,72	bc	8,0	c	18,2	b	15,4	a	1,7
VV	1,7	a	1,01	a	7,9	bc	20,1	b	15,4	a	2,0
Rg C	1,4	a	1,62	b	7,8	ab	21,8	b	13,4	a	1,4
AI C	2,7	b	2,10	cd	7,7	a	12,1	a	27,9	b	1,7
AI L	3,0	b	2,14	d	7,7	a	10,5	a	29,9	b	3,4
CV (%)	18,9		17,1		1,6		20,1		18,1		34,1
LSD (p≤ 0,05)	0,5		0,4		0,2		11,3		5,0		ns

Tabla 2. Efecto de las rotaciones previas al policultivo de vicia-avena sobre las propiedades químicas del suelo. Elaboración propia. Epígrafe: Rotaciones según tabla 1; CE, conductividad eléctrica; MO, materia orgánica; P, fósforo Olsen; Ca+Mg, calcio + magnesio, y Na, sodio. Letras diferentes para cada variable representan diferencias significativas entre tratamientos.

bla 2). Las rotaciones que incluyeron alfalfa mostraron los valores más altos de CE, MO, Ca+Mg, y los menores de P y pH. En todos esos parámetros no se observaron diferencias en el período de duración de la alfalfa (AI C *versus* AI L). Por otro lado, las rotaciones que incluyeron gramíneas (Rg, VV y Agric.) mostraron bajos valores de CE, P, y Ca+Mg (tabla 2).

En la tabla 3 se muestra la acumulación de biomasa y producción de semillas del policultivo para cada antecesor. La acumulación de biomasa seca total del policultivo al inicio de floración de la vicia fue mayor a 8,9 t ha⁻¹, en todas las secuencias de cultivos estudiadas. Las rotaciones que incluyeron alfalfa de 3 o 5 años de duración favorecieron la producción de biomasa de avena en el policultivo. Por su parte, aquellas que incluían gramíneas promovieron la acumulación de biomasa de vicia. La producción de semilla de avena fue elevada con el antecesor Rg C, mientras que la producción de vicia fue mayor con los antecesores Rg C, VV y Agric. (tabla 3).

La dispersión de semillas de vicia en poscosecha se asoció al rendimiento (R² 0,53; p<0,001), que fue superior en las rotaciones sin alfalfa (figura 2). La dormancia física de las semillas dispersadas fue 77±12%, sin diferir entre las secuencias de cultivos antecesores estudiadas (F_{4,16} = 1,0; p>0,05).

Resiembra natural de *V. villosa*

La densidad de plantas vicia obtenida por resiembra espontánea del policultivo se asoció al volumen de semillas diseminadas (figura 3). Por su parte, la acumulación de biomasa seca de vicia en la resiembra se asoció a la densidad de plántulas establecidas (figura 4). No se hallaron diferencias significativas en la producción de biomasa total de la resiembra espontánea adjudicadas a las secuencias de cultivos previas al policultivo vicia-avena (F_{4,16} = 0,8; p>0,05). La producción de biomasa de vicia en el cultivo

Rotación	Biomasa* (kg ha ⁻¹)			Semilla (kg ha ⁻¹)					
	vi	av	total	vi	av				
Agric	3456	d	6792	a	10248	336	b	1294	a
VV	2298	c	6635	a	8933	455	b	1853	b
Rg C	1898	bc	8519	ab	10417	389	b	2174	c
AI C	632	a	10888	c	11520	76	a	1404	a
AI L	1134	ab	9317	bc	10450	167	a	1553	ab
CV (%)	24,0		18,0		15,3		27,2		14,1
LSD (p≤ 0,05)	1111		2039		ns		142		314

Tabla 3. Productividad del policultivo vicia-avena luego de un ciclo de rotaciones de cultivos en Ascasubi. Elaboración propia.

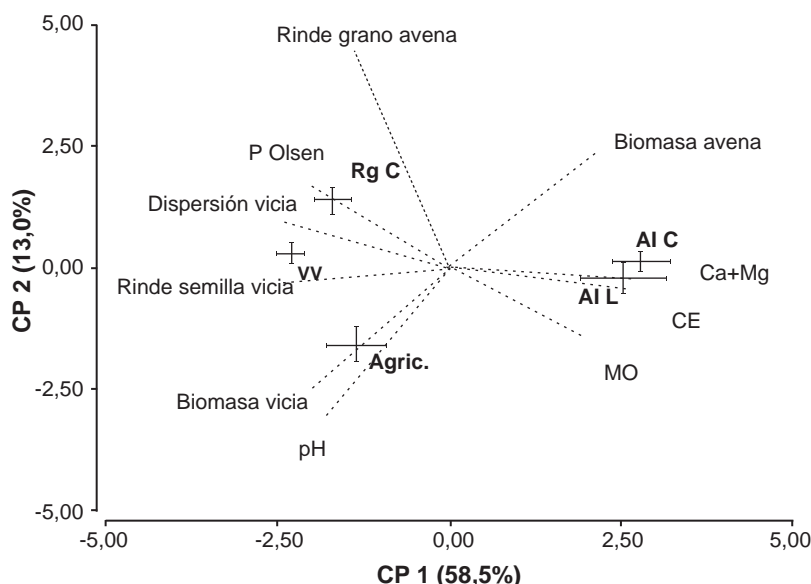


Figura 2. Relación general entre diferentes secuencias de cultivos antecesores y algunos parámetros edáficos y productivos del policultivo de vicia-avena. Barras muestras error estándar. Elaboración propia.

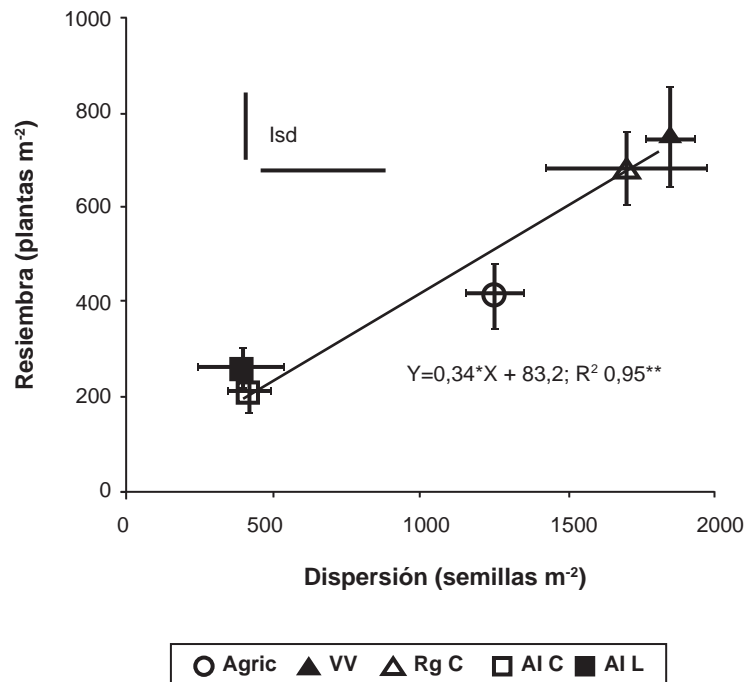


Figura 3. Establecimiento de plantas de *V. villosa* por resiembra espontánea en función de la dispersión de semillas luego de policultivos de vicia-avena. Diferencia mínima significativa (lsd) entre antecesores para la dispersión (vertical) y resiembra (horizontal). Para cada media barras indican error estándar. Elaboración propia.

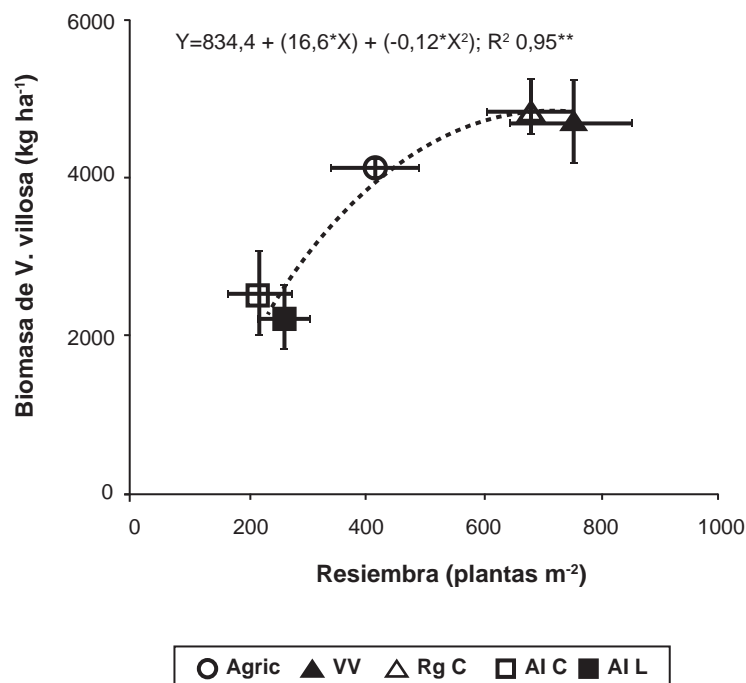


Figura 4. Biomasa seca acumulada de *V. villosa* a inicio de floración (julio 2009) bajo el rango de densidad de plantas obtenido por resiembra espontánea luego del policultivo vicia-avena. Para cada media barras indican error estándar. Elaboración propia.

obtenido por resiembra fue menor cuando las rotaciones agrícolas previas al policultivo incluían alfalfa (figura 5).

El estand de vicia establecido por resiembra espontánea de vicia luego del policultivo representó el 36,8±9,8% de las semillas diseminadas ($F_{4,16} = 1,72$; $p>0,05$). En el final

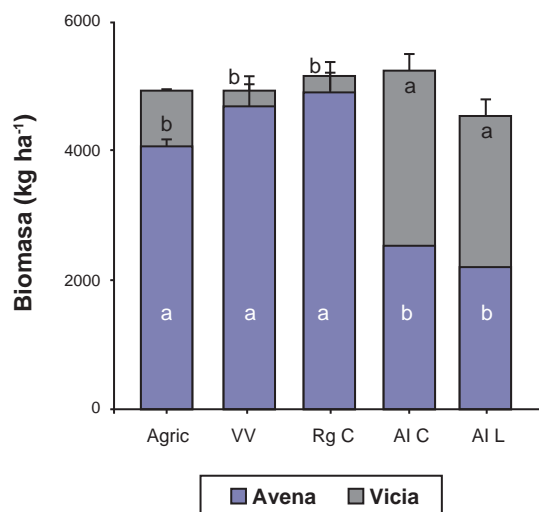


Figura 5. Acumulación de biomasa seca total y por componentes de la resiembra espontánea luego del policultivo vicia-avena en inicios de floración de la vicia (julio) sobre diferentes secuencias de cultivos previos. Medias con las letras diferentes para cada componente indican diferencias significativas según el test lsd $p\leq 0,05$. Elaboración propia.

del invierno, el banco de semillas remanente en el suelo fue el 25,6±10,2% del número de semillas diseminadas, sin diferencias entre antecesores ($F_{4,16} = 2,42$; $p<0,05$).

La densidad de simiente remanente en el banco del suelo luego de la primera cohorte emergente en el otoño siguiente a la dispersión fue menor en las secuencias que incluyeron alfalfa y se asoció al rendimiento de semillas de vicia en el policultivo (figura 6).

DISCUSIÓN

Se observaron diferencias en los niveles de fertilidad químicas del suelo asociados a la secuencia de cultivos previos. Las rotaciones con mayor intensificación agrícola, sin inclusión de alfalfa (Agric., VV y RgC), mostraron los menores niveles de MO, en forma similar a lo observado por Forjan (2000) y Agamennoni *et al.* (2006). La variación de los niveles de fósforo se relacionó con el número de cultivos de cebolla en la secuencia y el consumo durante la etapa de pastura de alfalfa. El aporte por fertilización en el cultivo de cebolla por fertilización puede llegar a 30 kg P ha⁻¹ año⁻¹, mientras que la extracción por la alfalfa puede llegar a 2,8 kg P por t de materia seca (Agamennoni *et al.*, 2006). Los elevados niveles de Ca+Mg y sales (CE) observados en las secuencias agrícolas con alfalfa fueron adjudicados al transporte desde capas profundas del suelo como producto de la elevada exploración de las raíces de la especie (Rodríguez y Spada 2007).

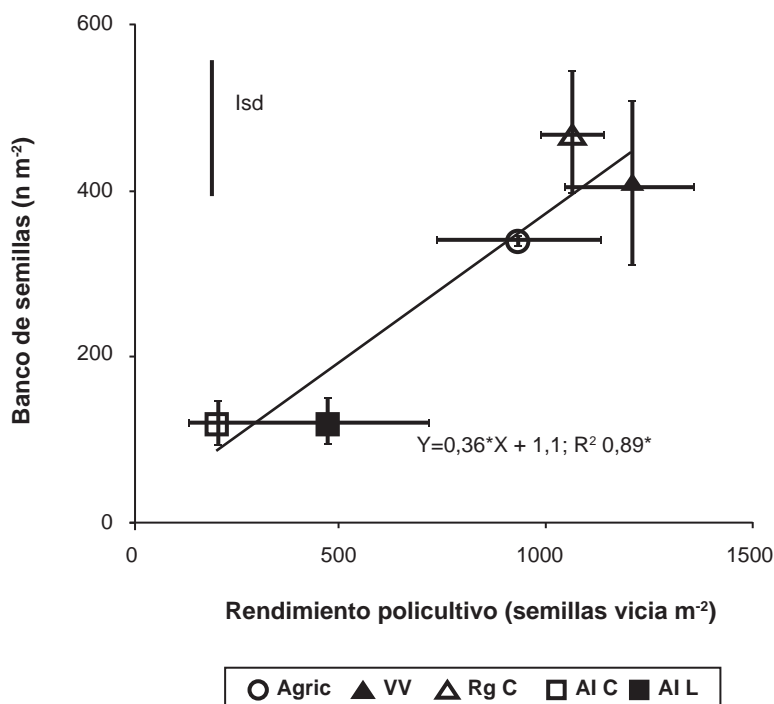


Figura 6. Efecto del rendimiento del policultivo sobre el banco de semillas de *V. villosa* remanente en el suelo luego del nacimiento de la primera cohorte. Diferencia mínima significativa (Lsd) entre antecesores para el banco de semillas (vertical). Para cada media barras indican error estándar. Elaboración propia.

Aunque la producción total de biomasa del policultivo avena-vicia no estuvo influenciada por las rotaciones de cultivos, se observaron cambios en la producción relativa de los dos componentes. Se conoce que *V. villosa* muestra ventajas competitivas en suelos con bajos niveles de MO (Aarssen *et al.*, 1986, Assefa y Ledin, 2001). También maximiza la productividad en suelos con buena disponibilidad de P (Zhu *et al.*, 2011) y pH neutro a ligeramente alcalino (Aarssen *et al.* 1986, White *et al.* 2005, Clark 1998). Contrariamente, en suelos con buena disponibilidad de MO y N los policultivos con gramíneas pueden afectar el crecimiento de las vicias (Ouknider y Jacquard, 1988, 1989; Assefa y Ledin, 2001). Conforme los resultados del presente estudio, las pasturas basadas en alfalfa no serían recomendables como antecesores para el policultivo avena-vicia.

La vicia es una especie con crecimiento indeterminado durante el cual la generación y maduración de vainas es gradual en el período de llenado de las semillas. Por ello, la apertura de los frutos y el desgrane de la vicia muestra una tendencia lineal durante la maduración en el mes de diciembre (Renzi, 2013). En el presente experimento, la diseminación espontánea de semillas, como producto de la dehiscencia espontánea y las pérdidas de cosecha, superó el nivel de 200 semillas⁻² en todas las secuencias estudiadas.

El ajuste temporal de la germinación en la resiembra natural en *V. villosa* es controlado por mecanismos de dormición de la semilla (Renzi *et al.*, 2014). El estand de la vicia obtenido por resiembra luego del policultivo avena-vicia superó la recomendación para el cultivo, que comprende entre 30 a 50 plantas m⁻² (Sidique y Loss 1996). La densidad observada en las secuencias que incluyeron gramíneas (VV, Rg C y Agric) fue más de diez veces superior a la recomendación para la siembra del cultivo. La producción de biomasa seca de vicia en inicios de floración tendió a estabilizarse con densidades superiores a 600 plantas m⁻² (figura 4). La respuesta a la densidad observada en este estudio pudo obedecer a que el muestreo de biomasa se realizó durante invierno, antes del crecimiento “explosivo” que generalmente produce la especie. En primavera, las temperaturas más cálidas promueven el crecimiento exponencial del cultivo, con alta capacidad de compensar espacios descubiertos, reduciendo el efecto de la densidad de siembra (Gilley *et al.*, 1989; Teasdale *et al.*, 2004).

La vicia posee un elevado potencial de uso como CC (Vanzolini, 2011; Alvarez *et al.*, 2013). Una de las principales virtudes del cultivo en rotación con maíz es el aporte de N durante la primavera (Vanzolini y Galantini, 2013). En el caso de la cebolla, la utilización como CC dependerá de la biomasa aérea producida en forma temprana en el invierno.

En este ensayo la biomasa seca de vicia por resiembra acumulada en el invierno, en el período previo a la siembra de la cebolla (julio), osciló entre 2515±1194 - 4887±778 kg ha⁻¹, para AI C y VV respectivamente. Considerando los resultados de Vanzolini y Galantini (2013), que adjudican un contenido promedio de N en la biomasa aérea de 3,6%, el aporte de N de la vicia obtenida por resiembra luego del policultivo oscilaría entre 80,0±31,1 - 176,3±28,1 kg N ha⁻¹,

sin considerar lo incorporado por las raíces. Este aporte potencial supliría parcialmente la demanda de fertilizante con N para aplicar en la cebolla que se cultive con este CC.

El banco de semillas de vicia en el suelo remanente luego de la primera cohorte por resiembra espontánea estuvo relacionado al rendimiento de semillas de vicia del policultivo. Luego de la resiembra espontánea de vicia, es posible que se hayan producido pérdidas de semillas del banco del suelo por emergencias posteriores al recuento, depredación o muerte. Considerando la dinámica de la salida de dormancia de las semillas de *V. villosa* (Renzi *et al.*, 2014), es esperable que el siguiente pico de emergencia se produzca entre fines del verano y principios del otoño siguiente. Ello permitiría utilizar a ese estand como forraje, CC y eventualmente utilizarlo para cosecha de semilla. Emergencias aisladas de vicia durante la primavera, sobre cultivos posteriores al policultivo avena-vicia podrían ser controladas fácilmente con herbicidas específicos (Curran *et al.*, 2015).

CONCLUSIONES

Este estudio bajo condiciones de rotaciones agrícolas con cebolla mostró que la secuencia de cultivos antecesores impacta sobre los niveles de fertilidad del suelo remanente, sobre la productividad del policultivo *V. villosa*-avena y el potencial de resiembra espontánea de vicia luego de ello. Para favorecer el crecimiento de *V. villosa*, las rotaciones que incluyan alfalfa no serían aconsejables. *V. villosa* compite mejor frente a avena en suelos con bajos niveles de fertilidad química.

La capacidad de resiembra natural de *V. villosa* luego de un policultivo avena-vicia constituye una buena oportunidad para establecer cobertura vegetal de alta calidad para cultivos posteriores. Para las condiciones en las que se realizó este experimento, se demostró que en el VBRC es posible obtener producciones potenciales de biomasa seca de *Vicia villosa* por resiembra en el mes de julio superiores a 4,0 t ha⁻¹. Este nivel de acumulación posee potencialidad para incorporar hasta 176 kg N ha⁻¹ al sistema, disminuyendo así la demanda de fertilizantes nitrogenados.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido financiado con fondos de los proyectos INTA BASUR 1272307 y de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, MINCYT (PICT-2012-2854).

BIBLIOGRAFÍA

- AARSSSEN, L.W.; HALL, I.V.; JENSEN, K.I.N. 1986. The biology of Canadian weed: *Vicia angustifolia* L., *V. cracca* L., *V. sativa* L., *V. tetrasperma* (L.) Schreb. and *V. villosa* Roth. Canadian Journal of Plant Science 66: 711–737.
- AGAMENNONI, R.; RIVAS, J.; PRIOLETTA, S.; KRUGER, H.; ENRIQUE, M. 2006. Rotaciones para sistemas de producción con

cebolla en el valle bonaerense del Río Colorado. EEA H. Ascasubi. Boletín Técnico 15. p. 16.

ALVAREZ, C.; QUIROGA, A.; SANTOS, D.; BODRERO, M. 2012. Contribución de los cultivos de cobertura a la sustentabilidad de los sistemas de producción. Ediciones INTA. La Pampa, Anguil.

ASSEFA, G.; LEDIN, I. 2001. Effect of variety, soil type and fertilizer on the establishment, growth, forage yield, quality and voluntary intake by cattle of oats and vetches cultivated in pure stands and mixtures. *Animal Feed Science and Technology* 92:95–111.

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. 2014. `Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination`. Ed. 2nd, Academic Press, San Diego.

BELLACCOMO, C.; ORDEN, L. 2014. Fertilización nitrogenada en el cultivo de cebolla. *Revista Fiesta Provincial de Cebolla*, 8, 22–23.

BONDIA, P.; VALLEJOS, A.; CARACOTCHE, V.; VANZOLINI, J.I. 2014. Cebolla con cobertura, un nuevo paradigma. *Revista Fiesta Provincial de Cebolla* 8, 19–20.

BRANDSAETER, L.O.; OLSMO, A.; TRONSMO, A.M.; FYKSE, H. 2002. Freezing resistance of winter annual and biennial legumes at different developmental stages. *Crop Science* 42:437–443.

CLARK, A. 1998. Woollypod Vetch. *Managing Cover Crops Profitably*, second edition. Sustainable Agriculture Network, Beltsville, MD, 152–155.

CURRAN, W.S.; WALLACE, J.M.; MIRSKY, S.; CROCKETT, B. 2015. Effectiveness of herbicides for control of hairy vetch (*Vicia villosa*) in winter wheat. *Weed Technology* 29:509–518.

FORJAN, H.J. 2000. Rotaciones en sistemas mixtos. Material didáctico n.º 1. INTA. p. 11.

FRANCIS, C.M.; ENNEKING, D.; ABD EL MONEIM, A. 1999. When and where will vetches have an impact as grain legumes? En: KNIGHT, R. (ed.). *Linking Research and Marketing Opportunities for Pulses in the 21st Century*. Proceedings of the Third International Food Legume Research Conference, Adelaide 1997. *Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture*. Vol. 34. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, pp. 671–683.

GILLEY, J.E.; POWER, F.J.; REZNECEK, P.J.; FINKNER, S.C. 1989. Surface cover provided by selected legumes. *Applied Engineering in Agriculture* 5: 379–385.

HOWIESON, J.G.; O'HARA, G.W.; CARR, S.J. 2000. Changing roles for legumes in Mediterranean agriculture: developments from an Australian perspective. *Field Crops Research* 65: 107–122.

International Seed Testing Association. 2013. "International Rules for Seed Testing". ISTA, Zürich.

LUCANERA, G.M.; CASTELLANO, A.S.; BARBERO, A. 2014. Banco de datos socioeconómicos de la zona de CORFO - Río Colorado, Estimación del P.B.I. Agropecuario Regional.

MESGARAN, M.B.; MASHHDI, H.R.; ZAND, E.; ALIZADEH, H.M. 2007. Comparison of three methodologies for efficient seed extraction in studies of soil weed seedbanks. *Weed Research* 47, 472–478.

OUKNIDER, M.; JACQUARD, P. 1988. Un modèle d'association graminée-légumineuse: le mélange vesce (*Vicia sativa* L.)-avoine (*Avena sativa* L.). *Agronomie* 8: 97–106.

OUKNIDER, M.; JACQUARD, P. 1989. Variabilité des phénomènes d'interférence entre *Vicia sativa* L. et *Avena sativa* L. I. Dynamique de croissance de la vesce dans un peuplement associé de vesce-avoine. *Agronomie* 9:391–400.

RENZI, J.P. 2009. Efecto de la estructura de cultivo y grado de madurez a cosecha sobre el rendimiento y la calidad de semillas de *Vicia sativa* L. y *V. villosa* Roth., bajo riego. Tesis de Magister en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Sur. p. 126.

RENZI, J.P. 2013. Producción de semillas. En: RENZI, J.P.; CANTAMUTTO, M.A. (Eds.). *Vicias: Bases agronómicas para su manejo en la Región Pampeana*. Ediciones INTA. Buenos Aires, pp. 197–232.

RENZI, J.P.; CANTAMUTTO, M.A. 2009. Dormancia y germinación en semillas de *Vicia villosa* Roth. *Análisis de Semillas*. 3:84–89.

RENZI J.P.; CHANTRE, G.R.; CANTAMUTTO, M.A. 2014. Development of a thermal-time model for combinational dormancy release of hairy vetch (*Vicia villosa* ssp. *villosa*). *Crop & Pasture Science* 65, 470–478.

RICHTER, M.; CONTI, M.; MACCARINI, G. 1982. Mejoras en la determinación de cationes intercambiables y capacidad de intercambio catiónico en los suelos. *Rev. Fac. de Agronomía* 3:145–155.

RODRIGUEZ, N.E.; SPADA, M.C. 2007. Morfología de la alfalfa. En: BASIGALUP, D.H. (Ed.). *El cultivo de la alfalfa en la Argentina*. Ediciones INTA. Buenos Aires, pp. 29–46.

RUFFO, M.L.; PARSONS, A.T. 2004. Cultivos de cobertura en sistemas agrícolas. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur* N.º21.

SIDDIQUE, K.; LOSS, S.P. 1996. Growth and seed yield of vetches (*Vicia* spp.) in south-western Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 36:587–593.

SNAPP, S.S.; SWINTON, S.M.; LABARTA, R.; MUTCH, D.; BLACK, J.R.; LEEP, R.; NYIRANEZA, J.; O'NEIL, K. 2005. Evaluating Cover Crops for Benefits, Costs and Performance within Cropping System Niches. *Agronomy Journal* 97:322–332.

TEASDALE, J.R.; DEVINE, T.E.; MOSJIDIS, J.A.; BELLINDER, R.R.; BESTE, C.E. 2004. Growth and development of hairy vetch cultivars in the Northeastern United States as influenced by planting and harvesting date. *Agronomy Journal* 92:1266–1271.

VANZOLINI, J.I. 2011. La vicia villosa como cultivo de cobertura: efectos de corto plazo sobre el suelo y la productividad del maíz bajo riego en el Valle Bonaerense del río Colorado. Tesis de Magister en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Sur. p. 170.

VANZOLINI, J.I.; GALANTINI, J.A. 2013. Cultivos de cobertura. En: RENZI, J.P.; CANTAMUTTO, M.A. (Eds.). *Vicias: Bases agronómicas para su manejo en la Región Pampeana*. Ediciones INTA. Buenos Aires, pp. 233–250.

WHITE, P.; HARRIES, M.; SEYMOUR, M.; BURGESS, P. 2005. Producing pulses in the Northern Agricultural Region. Department of Agriculture Government of Western Australia. *Bulletin* 4656. p. 132.

ZHU, X.; LIU, R.; ZHANG, Y. 2011. Interactions of a hairy vetch-corn rotation and P fertilizer on the NPK balance in an upland red soil of the Yunnan plateau. *African Journal of Biotechnology* 10: 9040–9050.

Calibración y validación de un modelo de crecimiento para alfalfa (*Medicago sativa* L.)

BERONE, G.D.¹⁶; DINUCCI, E.²; FERNANDEZ, H.¹; GASTALDI, L.³; MATTERA, J.⁴; SPADA, M.⁵.

RESUMEN

En el presente trabajo se modificó un modelo de crecimiento generado por McCall y Bishop-Hurley para pasturas compuestas de gramíneas templadas perennes (Modelo McCall). El objetivo fue desarrollar un modelo de crecimiento capaz de representar el crecimiento aéreo de pasturas de alfalfa (Modelo Alfalfa) sujetas a diferentes condiciones ambientales y de manejo de la defoliación. Se trabajó con pasturas puras de alfalfa sin reposo invernal en la región central de Argentina (localidades de Manfredi, Rafaela, Susana, Marcos Juárez y Paraná). En la etapa de calibración se realizaron modificaciones para representar el crecimiento de pasturas de alfalfa que crecieron sin limitantes hídricas y nutricionales y de pasturas sometidas a distintas frecuencias de defoliación. Se modificó: 1) la relación entre temperatura media diaria del aire y la eficiencia de uso de la radiación solar global para crecimiento aéreo (parámetro α); 2) la ecuación que considera la importancia de las reservas en raíz utilizadas por las plantas durante el rebrote; y 3) el parámetro α para simular pasturas sujetas a defoliaciones de distinta frecuencia. En la etapa de validación, se observó que el Modelo Alfalfa representó adecuadamente variaciones en crecimiento asociadas tanto a variaciones en la disponibilidad de agua como a variaciones en el manejo de la defoliación. Se concluye que el Modelo Alfalfa es capaz de representar los cambios en el crecimiento causado por variaciones en los principales factores bióticos (defoliación) y abióticos (clima) del ambiente.

Palabras clave: Modelo Alfalfa, crecimiento aéreo, disponibilidad de agua, frecuencia de defoliación.

ABSTRACT

A model originally developed by McCall and Bishop-Hurley to predict the growth of temperate perennial grasses (Modelo McCall) was modified. The aim was to develop a model capable to describe the above-ground growth of alfalfa pastures (Modelo Alfalfa) subjected to several climate and defoliation conditions. We used winter-active alfalfa pastures growing at a central region of Argentina (cities of Manfredi, Rafaela, Susana, Marcos Juárez and Paraná). Modifications realized at calibration step were made to represent the growth of alfalfa pure stands growing under non limiting conditions (i.e. irrigated and fertilized pastures) and that of pastures subjected to different defoliation frequencies. We modified: 1) the relationship between mean air daily temperature and solar radiation use efficiency (parameter α); 2) the equation taking account the use

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Balcarce, Ruta 226 km 73,5 (7620). Correo electrónico: berone.german@inta.gob.ar

²Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Paraná, Ruta 11, km 12,5 (3101).

³Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Rafaela, Ruta 34, km 227 (2300).

⁴Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Pergamino, Av. Frondizi (Ruta 32) km 4,5 (2700).

⁵Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Manfredi, Ruta Nacional 9 km 636 (5988).

⁶Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, Ruta 226, km 73,5 (7620).

Recibido 15 de marzo de 2016 // Aceptado 09 de marzo de 2017 // Publicado online 27 de diciembre de 2017

root reserves during a regrowth; and 3) parameter α to simulate pastures subjected to contrasting defoliation frequencies. At the validation step, we observed that Modelo Alfalfa adequately describe changes in aerial growth associated to variations in both, water availability and defoliation management. It was concluded that the Modelo Alfalfa is capable of representing the variations in growth caused by variations of main biotic (defoliation) and non-biotic (climate) environmental factors.

Keywords: Modelo Alfalfa, aerial growth, water availability, defoliation frequency.

INTRODUCCIÓN

La alfalfa (*Medicago sativa*) sigue siendo la principal especie forrajera del país y la base de la producción de carne y leche en la región pampeana (Basigalup y Rossanigo, 2007). Contar con un modelo de crecimiento de alfalfa permitirá analizar su variabilidad productiva bajo distintas condiciones de crecimiento determinadas por variaciones climáticas estacionales e interanuales. Adicionalmente, es factible que un modelo de ese tipo sea integrado a modelos más amplios con el objeto de analizar la sustentabilidad de sistemas de producción de leche bajo diferentes escenarios de clima y precios.

En la actualidad desde un proyecto específico lechero de INTA se encuentra en desarrollo un modelo (Litwin y Engler, 2011) basado en planillas...planillas de cálculo (programa Excel de Microsoft) con el fin de generar una herramienta de modelización amigable y de uso sencillo que permita representar sistemas de producción de leche (SUSTENTAM). Hasta la fecha, SUSTENTAM utiliza como estimación de la producción de las pasturas el dato brindado por referentes locales. La posibilidad de incluir un submodelo de producción de pasturas permitiría incluir la variabilidad de la producción de estas y su impacto en los sistemas lecheros; este submodelo se realiza en articulación con un proyecto dedicado a la investigación en pasturas, también de INTA.

El objetivo del presente trabajo es presentar las modificaciones y los resultados de los ajustes efectuados para desarrollar un modelo de crecimiento de alfalfa (en adelante, Modelo Alfalfa). Se trabajó con un modelo de crecimiento (en adelante Modelo McCall) desarrollado en Nueva Zelanda para pasturas compuestas principalmente por gramíneas templadas perennes, base raigrás (McCall y Bishop-Hurley, 2003). El Modelo McCall fue diseñado para explicar la variación espacial (sitios) y temporal (años, estaciones) en el crecimiento de pasturas integradas por gramíneas templadas perennes. El modelo se puede programar con Excel por lo que podría ser fácilmente incorporado por distintos usuarios, así como por modelos que simulan sistemas de producción. Las ecuaciones del Modelo McCall son fácilmente modificables y existe abundante información para adaptarlas a alfalfa. La buena capacidad de predicción para raigrás perenne, tanto del modelo original (McCall y Bishop-Hurley, 2003) como de una versión modificada, (Romera *et al.*, 2009) y la simplicidad del funcio-

namiento hacen promisorio su uso en otras pasturas. Los datos de entrada que requiere el modelo son mínimos y fácilmente disponibles, en cuanto a pastura (biomasa seca verde por unidad de superficie al inicio del rebrote), clima (temperatura mínima y máxima diaria, precipitaciones y evapotranspiración potencial diaria y radiación global diaria) y suelo (capacidad de almacenaje de agua del suelo, así como el contenido inicial de agua del suelo).

MATERIALES Y MÉTODOS

Breve descripción del modelo original (Modelo McCall)

La descripción detallada del Modelo McCall se puede consultar en el trabajo original (McCall y Bishop-Hurley, 2003) por lo que aquí solo se presentarán brevemente los aspectos más relevantes para el desarrollo del Modelo Alfalfa. Las abreviaturas presentadas en el presente trabajo serán las mismas que las utilizadas en el trabajo original.

Básicamente, el modelo simula el nuevo crecimiento a partir de la radiación solar incidente (I , MJ/m²) interceptada por la cubierta vegetal. La proporción interceptada de la radiación solar incidente [$c(G)$] es función de una variable de estado de la pastura, la biomasa verde expresada en materia seca (G , kg/ha de materia seca aérea). Luego, I es convertida en biomasa seca aérea a través de la eficiencia de uso de la radiación solar global para crecimiento bruto aéreo (parámetro α , g/MJ).

El parámetro α es multiplicado por diversos factores que representan las principales influencias fenológicas y ambientales que modifican el crecimiento bruto de la pastura. Un factor estacional $c(G)$ asociado al estado vegetativo/reproductivo de la pastura (g_v), y factores que relacionan el patrón de crecimiento con la temperatura media diaria del aire (g_T) y con el estado hídrico del suelo (g_w). El parámetro α es también afectado por la fertilidad de suelo y la especie forrajera que predomina en una pastura en un sitio determinado. En este sentido, McCall y Bishop-Hurley (2003) plantean que para las pasturas y suelos de Nueva Zelanda el parámetro α fluctúa entre 0,45 y 0,89 g/MJ en función de la fertilidad edáfica y la composición botánica de la pastura. El modelo en su versión original no presenta ecuaciones que asocian variaciones en el parámetro α con variaciones en fertilidad de suelo (p.ej. niveles de materia orgánica, N,

P, entre otros). Los autores sugieren calibrar el modelo en cada sitio en el que se utilizará, haciendo fluctuar el parámetro α dentro de un rango de valores reconocidos en la literatura (McCall y Bishop-Hurley, 2003).

Además, hay otros parámetros mencionados por los autores para la calibración. Uno de ellos refiere al desarrollo fenológico y al valor relativo del parámetro α en pasturas vegetativas en relación con aquellas en estado reproductivo (v). Otro parámetro de relevancia es el (g_w), que modifica el crecimiento de acuerdo a la proporción de agua útil del suelo en la profundidad explorada por las raíces. El modelo original también contempla la ocurrencia de senescencia (σ), que es una proporción de la biomasa aérea verde que varía de acuerdo al estado fenológico, que es mayor cuando la pastura está reproductiva. Así también la tasa de senescencia aumenta cuando el contenido de agua del suelo cae por debajo del 20% del agua útil. Estos parámetros (v , g_w y σ) no fueron modificados para desarrollar el Modelo Alfalfa.

Cambios realizados para desarrollar el nuevo modelo

Tres aspectos fueron priorizados para el desarrollo del Modelo Alfalfa. Se modificó la eficiencia de uso de la radiación solar global para crecimiento bruto aéreo (llamada parámetro α en la versión original del modelo), y los valores del factor g_T que la modifican, es decir, la relación del parámetro con la temperatura. También se modificó la ecuación que considera la importancia relativa de las reservas de carbono (C) y nitrógeno (N) utilizadas por las plantas durante el rebrote. En tercer lugar, se buscó identificar un valor del parámetro α para simular pasturas sujetas a defoliaciones que contrastan en su frecuencia. Se priorizaron estos tres aspectos por su importancia para el crecimiento de especies forrajeras y a su vez debido a que son esencialmente diferentes entre alfalfa y gramíneas templadas perennes. Vale aclarar que, en este trabajo, se utilizó un enfoque empírico para representar, tanto el efecto que tiene la frecuencia de defoliación como el efecto que tienen las reservas de la planta (C y N) sobre el crecimiento aéreo.

El factor de crecimiento (g_T) en el McCall Model presenta temperaturas cardinales de 4 °C (mínima), 18 °C (óptima) y 35 °C (máxima). Esta relación es diferente en alfalfa. Para desarrollar el Modelo Alfalfa se consideró una temperatura mínima de 5 °C (Thiébeau *et al.*, 2011), una óptima de 25 °C y una máxima de 35 °C. Para establecer la óptima se tuvo en cuenta que: *i*) el rango óptimo de crecimiento reportado por Doorenbos y Pruitt (1977) está entre 25 y 30 °C, *ii*) la tasa de fotosíntesis fue máxima entre 25°C y 35°C (Al-Hamdani y Tood, 1990), y *iii*) la eficiencia de uso de la radiación muestra aumentos hasta los 26 °C (Collino *et al.*, 2005). Aunque la temperatura cardinal máxima podría ser superior a los 35 °C optamos por el momento en no modificar dicho valor.

El máximo valor de eficiencia de uso de la radiación fotosintéticamente activa reportado en nuestro país para alfalfa, a la temperatura óptima (25 °C), fue de alrededor de 2,5 g/MJ (Mattera *et al.*, 2013), por lo que al parámetro α

(eficiencia de uso de la radiación solar global) se le asignó un valor de 1,25 g/Mj.

En gramíneas, la influencia del contenido de reservas de C y N durante el rebrote es de escasa relevancia (Schnyder y de Visser, 1999). Para contemplar el efecto de las reservas el Modelo McCall asume una intercepción de la radiación del 20% [$c(G) = 20$] siempre que la intercepción de la radiación (calculada por el modelo en función de la biomasa aérea seca verde) sea menor o igual al 20%. De este modo cuando la intercepción es menor o igual al 20% tácitamente se simula un crecimiento a partir de reservas. La movilización de reservas de C y N es más importante en alfalfa respecto de gramíneas templadas perennes. Por lo tanto, bajo buenas condiciones para el crecimiento, luego de un corte que prácticamente no deja área foliar remanente, las plantas retoman un activo crecimiento a partir de dichas reservas (Avice *et al.*, 1996). Para aislar el efecto de las reservas de C y N, se utilizaron los datos de rebrotes bajo riego y se buscó el mejor ajuste utilizando valores de $c(G)$ entre un 20% y un 60%.

Tanto en la calibración como en la validación del Modelo Alfalfa los valores de biomasa seca aérea observados (ej. datos de campo) se contrastaron con el valor de crecimiento bruto modelado. La senescencia no fue considerada debido a que, en los experimentos utilizados, el intervalo de tiempo entre defoliaciones fue generalmente inferior a los 450 grados días acumulados (GDA, temperatura base = 5 °C) y por lo tanto la biomasa perdida por senescencia es prácticamente despreciable (Brown *et al.*, 2005; Derrick Moot, comunicación personal, 2014). Al respecto, mediciones efectuadas durante rebrotes prolongados muestran que la biomasa senescente es nula hasta los 350 GDA y alcanza valores del 7-10% del total del crecimiento acumulado recién a los 700 GDA del rebrote (Olivo, trabajo de tesis en desarrollo, 2016).

Tanto la severidad como la frecuencia de la defoliación impactan sobre el forraje cosechado (Davies, 1988); en alfalfa es particularmente relevante el efecto de la frecuencia (Smith y Nelson, 1967). El momento óptimo de defoliación teórico se daría cuando una cubierta vegetal alcanza las máximas tasas de crecimiento promedio (Parsons y Penning, 1988) que corresponden a una intercepción de la radiación solar aproximada del 90-95%. Por una parte, para las pasturas defoliadas en T-95, al parámetro α se le asignó un valor de 1,25 g/Mj. Debido a que incrementos en los niveles de sombreado producirían incrementos en la eficiencia de uso de la radiación (Mattera *et al.*, 2013), este valor se incrementó a 1,50 g/Mj para pasturas defoliadas menos frecuentemente (T-95+150). Por otra parte, pastoreos más frecuentes han reducido la eficiencia de uso en la radiación (Teixeira *et al.*, 2008), por lo que para modelar pasturas defoliadas muy frecuentemente (T-50) se redujo el parámetro α a 0,7 g/Mj.

Datos utilizados para calibrar y validar el modelo de alfalfa (Modelo Alfalfa)

En todos los casos analizados, las pasturas tenían una cobertura de plantas óptima (mayor al 90%), siempre se

consideró una biomasa inicial verde poscorte de 200 kg/ha de materia seca (altura de corte = 5 cm) y se utilizaron datos de cultivares con escaso reposo invernal (alfalfas grupo 9).

Los cambios propuestos para desarrollar el Modelo Alfalfa fueron calibrados con datos de rebrotes en los que se siguió la acumulación de biomasa seca aérea de pasturas de alfalfa que crecieron sin limitantes hídricas (bajo riego) ni nutricionales (N y P) obtenidos en los INTA Rafaela, INTA Manfredi e INTA Paraná. Estos experimentos fueron realizados sobre pasturas con óptima cobertura y con estricto control de plagas. En estos experimentos se realizaron cortes secuenciados con el objeto de evaluar la acumulación de biomasa aérea durante cada rebrote en distintas estaciones del año. En los momentos en los cuales las pasturas no eran evaluadas, seguían siendo defoliadas bajo sistemas rotativos para evitar acumulaciones excesivas de forraje.

Para calibrar el valor del parámetro α según la frecuencia de defoliación se utilizaron datos de pasturas conducidas bajo riego en INTA Paraná (Spada *et al.*, 2013) donde se evaluaron tres frecuencias de corte determinadas por el porcentaje de radiación incidente interceptada (%RI) y tiempo térmico acumulado (grados día acumulados, temperatura base = 5 °C): T-50: se defoliaba cada vez que el %RI llegaba al 50%; T-95: se defoliaba cada vez que el %RI llegaba al 95% y T-95+150: una vez que el %RI llegaba al 95 % de intercepción se dejaban acumular 150 grados día y entonces se defoliaba.

Para validar el Modelo Alfalfa se utilizaron tres grupos de datos de alfalfa que crecieron en condiciones de secano, con un stand de plantas óptimo. Estos datos fueron tomados en los mismos experimentos descriptos previamente (en los experimentos irrigados del proyecto AEF-2492, ver sección "Cambios realizados para desarrollar el modelo de alfalfa (Modelo Alfalfa). En líneas generales los suelos y clima en los que se realizaron los experimentos eran adecuados para el cultivo de alfalfa (ej. suelos: niveles de fósforo > 20 ppm, materia orgánica > 3%, pH cercanos a la neutralidad y sin limitantes para el crecimiento de las raíces; clima: templado húmedo-subhúmedo, 800-1000 mm anuales de lluvia, 22-25 °C de temperatura media diaria en verano, 12-14 °C, de temperatura media diaria en invierno). El primer grupo de datos correspondió a datos de acumulación de biomasa en secano con cortes secuenciados dentro de cada rebrote, obtenidos en INTA Rafaela (31°11' S; 61°30' O), INTA Manfredi (31°41' S; 63°46' O) e INTA Paraná (31°50' S; 60°31' O). El segundo correspondió al primer año de producción de seis siembras realizadas en condiciones de secano en la localidad de Susana, distante diez km de INTA Rafaela (Berone, 2010). Se incluyó este último grupo de datos proveniente de la red de ensayos llevado adelante por la Cámara de Semilleras de la Bolsa de Cereales por ser de interés al contar con siembras durante años consecutivos y encontrarse en las cercanías del sitio de Rafaela. A diferencia del primer grupo de datos, en este caso los cortes se realizan siguiendo criterios fenológicos (10% de floración o rebrote basal de 5 cm) sin realizar evaluaciones de biomasa intermedias durante un rebrote (es decir, entre corte y corte definidos por el 10% de

floración no hay una evaluación intermedia de la biomasa) por lo que solo se contó con el dato final de acumulación de biomasa aérea en cada corte realizado. El tercero correspondió a datos obtenidos en secano en INTA Marcos Juárez (32°36' S; 62°00' O) donde se evaluaron las mismas frecuencias de defoliación que se evaluaron en el experimento de Spada *et al.* (2013). Los datos de Marcos Juárez, también obtenidos en el marco del proyecto AEF-2492, se utilizaron para validar los cambios realizados en el parámetro α con el objeto de representar pasturas de alfalfa (con adecuado stand de plantas) sometidas a diferentes frecuencias de defoliación.

Análisis de la información

Para evaluar el ajuste entre los datos de cosechas y los generados por el modelo, se realizó primero una inspección visual de los datos con la relación entre los valores observados (eje y) y valores modelados (eje X) con la versión original y las versiones modificadas (Piñeiro *et al.*, 2008). Se analizó la diferencia (prueba t: 0,05) entre el valor medio observado (VMO) y modelado (VMM). Se analizó la pendiente, la ordenada al origen y el R² de la relación entre valores observados y modelados. Se realizaron análisis para las cosechas individuales y cuando se disponía de datos se realizaron análisis de biomasa acumulada por estación (primavera, verano, otoño e invierno) y por año.

RESULTADOS

Calibración de la relación entre el parámetro α y la temperatura y de las reservas

Se puede observar (figura 1a) que el Modelo McCall en su versión original subestimó significativamente la producción de alfalfa siendo: i) significativamente superior el valor medio observado (VMO) del valor medio modelado (VMM) y ii) la pendiente y la ordenada al origen de la relación entre valores observados y modelados ($X=Y$) fueron, respectivamente, significativamente inferior a uno y superior a cero (tabla 1). Modificar la relación entre temperatura y el parámetro α sin considerar la importancia de las reservas de C y N durante el rebrote (versión 1 de tabla 1) redujo dicha subestimación, pero se mantuvieron las diferencias significativas entre VMO y VMM y tanto la pendiente como la ordenada al origen de la relación $X=Y$ siguieron siendo significativamente diferentes de 1 y 0, respectivamente (figura 1b y tabla 1).

Al contemplar el efecto de las reservas se analizaron cuatro versiones (versiones 2 a la 5 de la tabla 1), donde se determinó que cuando la intercepción de la radiación modelada [$c(G)$] es inferior a un determinado valor, el modelo asume dicho valor. Los resultados obtenidos indican que la versión 4, que considera un valor umbral de $c(G)$ del 50% es la que mostró el mejor ajuste ya que la mayoría de los valores modelados se ubicaron dentro de un rango aceptable ($\pm 20\%$ del valor observado), desaparecieron las diferencias significativas entre VMO y VMM y la ordenada

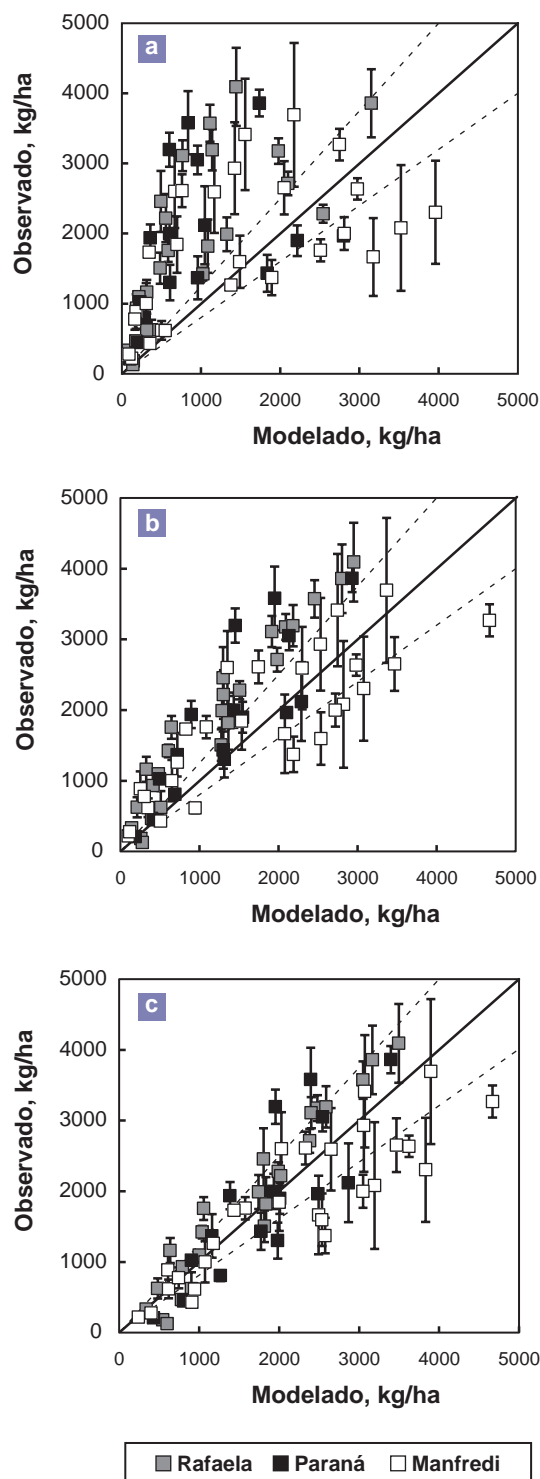


Figura 1. Calibración. Relación entre valores observados y modelados utilizando (a) la versión original del modelo desarrollado por McCall y Bishop-Hurley (2003); (b) la versión modificada con la nueva relación del parámetro α con la temperatura, pero dejando sin incluir las modificaciones para el uso de reservas de raíz y corona para el crecimiento; y (c) la versión modificada con la nueva relación del parámetro α con la temperatura e incluyendo las modificaciones para el uso de reservas de raíz y corona para el crecimiento. Las líneas punteadas denotan una desviación de \pm el 20% de la línea 1:1 donde $x=y$ (línea llena), mientras que las barras denotan ± 1 desvío estándar de los valores observados.

al origen y pendiente de la relación observados: modelados fueron igual a 0 y 1, respectivamente (figura 1c y tabla 1).

En función de los resultados obtenidos en esta etapa de calibración se determinó que la versión más adecuada del Modelo Alfalfa difiere de la versión original en dos aspectos: 1) las temperaturas cardinales serán 5 °C (mínima), 25 °C (óptima) y 35 °C (máxima) y 2) para contemplar la mayor importancia en la movilización de reservas de C y N en alfalfa respecto de gramíneas templadas perennes, se asume una intercepción de la radiación del 50 % [$c(G) = 50$] siempre que la intercepción de la radiación (calculada por el modelo en función de la biomasa seca verde disponible) sea menor o igual al 50%. Los ajustes para representar pasturas sometidas a distintas frecuencias de defoliación y validación se realizaron utilizando esta versión 4.

Ajustes en el parámetro α para modelar variaciones en la frecuencia de defoliación

En este trabajo se establecieron *a priori* ajustes en el parámetro α asociados a las variaciones en la frecuencia de defoliación. El objetivo es evaluar si a través de esta simple manera se pueden representar adecuadamente las variaciones en productividad que muestran pasturas sometidas a distintos regímenes de defoliación (Teixeira *et al.*, 2007).

Para realizar estos ajustes se utilizaron los datos de producción de alfalfa obtenidos en INTA Paraná. Analizando la información de las cosechas individuales puede observarse que solo las pasturas defoliadas a una frecuencia óptima (T-95) fueron relativamente bien representadas por el Modelo Alfalfa (tabla 2). Por su parte pasturas defoliadas a una frecuencia mayor (T-50) y menor (T-95+150), respecto de la óptima, no fueron modeladas adecuadamente (tabla 2).

Al incorporar todos los tratamientos en una sola regresión, las diferencias entre las distintas frecuencias de defoliación fueron adecuadamente representadas por el modelo (tabla 2, figura 2a). Por su parte, el modelo mejoró su performance cuando la información se analizó agrupada estacionalmente (tabla 2, figura 2b).

Validación

El modelo desarrollado simuló adecuadamente los rebrotes de secano (figura 3a, tabla 3) y no fue necesario realizar modificaciones al valor óptimo del parámetro α (1,25 g/MJ). Para modelar adecuadamente el grupo de datos de la localidad de Susana) fue necesario reducir el valor de dicho parámetro de 1,25 a 1,00 g/MJ, debido a que sobreestimaba el crecimiento. El ajuste no fue bueno cuando se analizaron las cosechas individuales, pero mejoró notablemente cuando se analizó a una escala temporal de estación (figuras 3b,c y tabla 3).

Finalmente, se validaron los cambios realizados en el valor del parámetro α para simular pasturas sometidas a frecuencias de defoliación contrastantes. El ajuste no fue bueno cuando se analizaron las cosechas individuales dentro de

	Versión Original (McCall-Model)	Versiones modificadas para desarrollar el Modelo-Alfalfa				
		1Versión 1	Versión 2	Versión 3	Versión 4	Versión 5
² n	67	67	67	67	67	67
VMO (kg/ha)	1847	1847	1847	1847	1847	1847
VMM (kg/ha)	1145	1470	1626	1763	1887	2034
T-Test	³ Sig.	Sig.	Sig.	No sig.	No sig.	Sig.
R ²	0,28	0,67	0,70	0,71	0,72	0,72
Ordenada al origen	1187 (⁴ ≠ 0)	592 (≠ 0)	426 (≠ 0)	296 (≠ 0)	203 (= 0)	131 (= 0)
Pendiente	0,58 (≠ 1)	0,85 (≠ 1)	0,87 (= 1)	0,88 (= 1)	0,87 (= 1)	0,84 (≠ 1)

Tabla 1. Calibración. Valor medio observado (VMO), valor medio modelado (VMM), significancia de test-t (T-Test) entre VMO y VMM, coeficiente de determinación (R²), ordenada al origen y pendiente del análisis entre datos observados y modelados utilizando la versión original (Modelo McCall) y versiones modificadas para desarrollar el Modelo Alfalfa.

¹Versión 1: solo se modificó la relación entre el parámetro α y la temperatura. Versión 2, 3 4 y 5: igual a versión 1, pero a su vez se contempló el uso de reservas de C y N durante el rebrote. Para ello se determinó que cuando la intercepción de la radiación modelada [c(G)] es inferior a un determinado valor, el modelo asume dicho valor (Versión 2: c(G) = 30%, versión 3: c(G) = 40%, versión 4: c(G) = 50%, versión 5: c(G) = 60%). ²Datos bajo riego y sin limitantes de nitrógeno obtenidos en INTA Manfredi, Paraná y Rafaela. ³Las siglas Sig. y No sig. denotan, respectivamente, la presencia y ausencia de diferencias significativas (p < 0,05) entre VMO y VMM. ⁴El símbolo ≠ denota que la ordenada al origen y la pendiente difieren (p < 0,05) de 0 y 1, respectivamente. El símbolo = denota que la ordenada al origen y la pendiente son iguales (p > 0,05) a 0 y 1, respectivamente.

Modelo-Alfalfa: calibración del modelo para frecuencia de defoliación

Estadísticos	Cosechas individuales				Estacional			
	T-50 ²	T-95	T-95+150	Todos juntos	T-50	T-95	T-95+150	Todos juntos
n ³	24	15	13	52	7	7	7	21
VMO (kg/ha)	1022	2911	3680	2232	3506	6238	6836	5526
VMM (kg/ha)	1102	2790	3661	2229	3778	5979	6800	5519
T-Test	No Sig. ⁴	No sig.	No sig.	No sig.	No sig.	No sig.	No sig.	No sig.
R ²	0,11	0,48	0,10	0,74	0,61	0,93	0,97	0,93
Ordenada al origen	685 (≠ 0) ⁵	708 (= 0)	2588 (≠ 0)	244 (= 0)	1179 (= 0)	463 (= 0)	- 84 (= 0)	45 (= 0)
Pendiente	0,31 (≠ 1)	0,79 (= 1)	0,30 (≠ 1)	0,89 (= 1)	0,62 (= 1)	0,97 (= 1)	1,02 (= 1)	0,99 (= 1)

Tabla 2. Calibración. Valor medio observado (VMO), valor medio modelado (VMM), significancia de test-t (T-Test) entre VMO y VMM, coeficiente de determinación (R²), ordenada al origen y pendiente del análisis entre datos observados y modelados utilizando la versión modificada (Modelo Alfalfa¹) de pasturas sujetas a diferentes frecuencias de defoliación. Se muestra el resultado del análisis para las cosechas individuales y los acumulados de manera estacional (primavera, verano, otoño e invierno).

¹Modelo-Alfalfa: hace referencia a la versión 4 (ver Tabla 1) en la cual las temperaturas cardinales son: 5 °C (mínima), 25 °C (óptima) y 35 °C (máxima); para contemplar el uso de reservas asume una intercepción de la radiación del 50% [c(G) = 50] siempre que la intercepción de la radiación (calculada por el modelo en función de la biomasa seca verde disponible) sea menor o igual al 50%. ²Tres frecuencias de defoliación: T-50= se defoliaba cada vez que el %RI llegaba al 50%; T-95= se defoliaba cada vez que el %RI llegaba al 95%; y T-95+150= una vez que el %RI llegaba al 95% de intercepción se dejaban acumular 150 GDA y entonces se defoliaba. Para modelar T-50, T-95 y T-95+150, el parámetro α en el Modelo- Alfalfa fue, respectivamente, 0,70 g/MJ, 1,25 g/MJ y 1,50 g/MJ. ³Datos bajo riego, obtenidos en INTA Paraná. ⁴Las siglas Sig. y No sig. denotan, respectivamente, la presencia y ausencia de diferencias significativas (p < 0,05) entre VMO y VMM. ⁵El símbolo ≠ denota que la ordenada al origen y la pendiente difieren (p < 0,05) de 0 y 1, respectivamente. El símbolo = denota que la ordenada al origen y la pendiente son iguales (p > 0,05) a 0 y 1, respectivamente.

cada tratamiento de defoliación (figura 4a, tabla 4). Al igual que en la etapa de calibración, el resultado mejoró cuando se realizó un análisis incorporando todos los tratamientos en una sola regresión (tabla 4). Si bien se observaron mejoras cuando se analizaron los datos acumulados estacionalmente, puede observarse que el Modelo Alfalfa tiende a subes-

timar la productividad en este sitio, particularmente en las pasturas defoliadas con menor frecuencia (figura 4b, tabla 4).

DISCUSIÓN

En palabras de McCall y Bishop-Hurley (2003), “un modelo, para ser útil, debería ser capaz de ayudar a lograr un objetivo

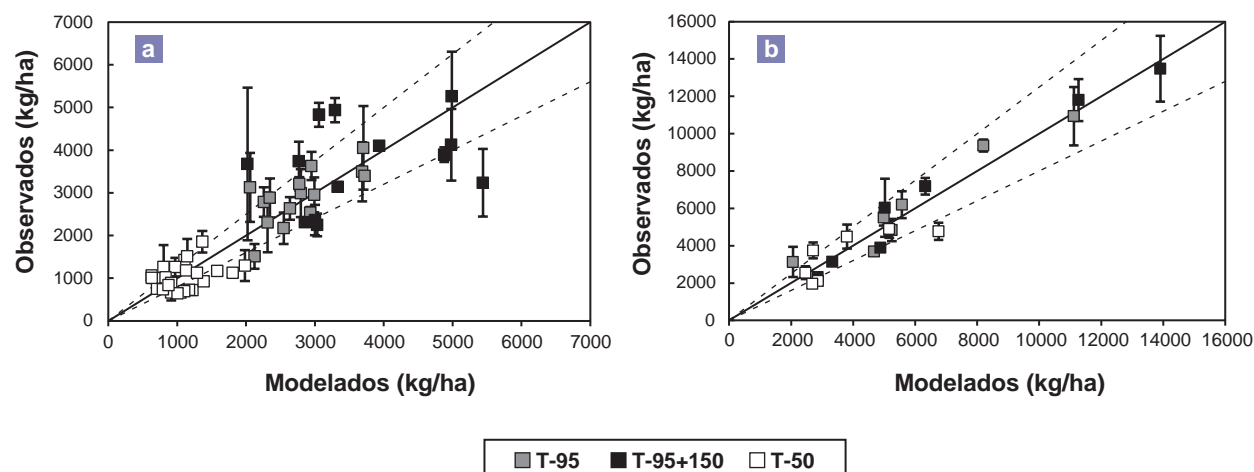


Figura 2. Calibración del parámetro α para modelar pasturas bajo diferentes frecuencias de defoliación. Relación entre valores observados (obtenidos bajo riego en INTA Paraná) y modelados utilizando versión 4 de tabla 1, donde para modelar T-50 (cuadros blancos), T-95 (cuadros grises) y T-95+150 (cuadros negros), el parámetro α en el Modelo Alfalfa fue, respectivamente, 0,70 g/MJ, 1,25 g/MJ y 1,50 g/MJ. (a) grupo de datos de cortes individuales. (b) grupo de datos de cortes agrupados por estación. Las líneas punteadas denotan una desviación de \pm el 20% de la línea 1:1 donde $x=y$ (línea llena), mientras que las barras denotan ± 1 desvío estándar de los valores observados.

Modelo-Alfalfa: evaluación del modelo en seco

Estadísticos	INTA Paraná, Rafaela y Manfredi (cosechas individuales)	Susana (cosechas individuales)	Susana (acumulado estacional)
n	67	45	18
VMO (kg/ha)	1318	1702	4255
VMM (kg/ha)	1137	1708	4270
T-Test	Sig. ²	No sig.	No sig.
R ²	0,80	0,52	0,84
Ordenada al origen	162 (= 0) ³	671 (\neq 0) ³	537 (= 0)
Pendiente	1,00 (= 1)	0,60 (\neq 1)	0,87 (= 1)

Tabla 3. Validación. Valor medio observado (VMO), valor medio modelado (VMM), significancia de test-t (T-Test) entre VMO y VMM, coeficiente de determinación (R²), ordenada al origen y pendiente del análisis entre datos observados y modelados utilizando la versión modificada (Modelo Alfalfa¹) de datos obtenidos en seco en los INTA Paraná, Rafaela, Manfredi. Se analizaron cosechas individuales mientras que para Susana se muestra el resultado del análisis para las cosechas individuales y los acumulados de manera estacional (primavera, verano, otoño e invierno).

¹Modelo-Alfalfa: hace referencia a la versión 4 (ver tabla 1) en la cual el valor del parámetro α a la temperatura cardinal óptima es de 1,25 g/MJ para INTA (Paraná, Manfredi y Rafaela) y de 1,0 g/MJ para Susana; las temperaturas cardinales son: 5 °C (mínima), 25 °C (óptima) y 35 °C (máxima); para contemplar el uso de reservas asume una interceptación de la radiación del 50% [$c(G) = 50$] siempre que la interceptación de la radiación (calculada por el modelo en función de la biomasa seca verde disponible) sea menor o igual al 50%. ²Las siglas Sig. y No sig. denotan, respectivamente, la presencia y ausencia de diferencias significativas ($p < 0,05$) entre VMO y VMM. ³El símbolo \neq denota que la ordenada al origen y la pendiente difieren ($p > 0,05$) de 0 y 1, respectivamente. El símbolo = denota que la ordenada al origen y la pendiente son iguales ($p > 0,05$) a 0 y 1, respectivamente.

establecido". El objeto del presente trabajo fue desarrollar un modelo capaz de representar el crecimiento de pasturas de alfalfa sujetas a diferentes condiciones ambientales y de manejo de la defoliación. En este sentido, las modificaciones realizadas al modelo originalmente desarrollado para representar pasturas de base raigrás perenne permitieron representar adecuadamente el crecimiento de pasturas de alfalfa ante variadas condiciones de clima, suelo y manejo de la defoliación.

El ajuste de parámetros ecofisiológicos del modelo de acuerdo a la alfalfa mejoró sustantivamente el resultado modelado en comparación con los valores observados bajo condiciones

sin limitantes hídricas ni nutricionales (tabla 1), es decir, condiciones potenciales de cada sitio. Sin embargo, las forrajeras, en concordancia con la mayoría de los cultivos anuales destinados a cosecha (p. ej. trigo, maíz), muestran variaciones en su capacidad de crecimiento asociadas a variaciones en la disponibilidad de agua y (macro) nutrientes (Sinclair y Rufty, 2012).

Respecto de las variaciones debidas a la disponibilidad de agua, el Modelo Alfalfa fue capaz de representarlas adecuadamente. Por un lado, fue capaz de modelar adecuadamente el crecimiento de pasturas tanto bajo riego, como en condiciones de seco. Por otro lado, las pasturas irri-

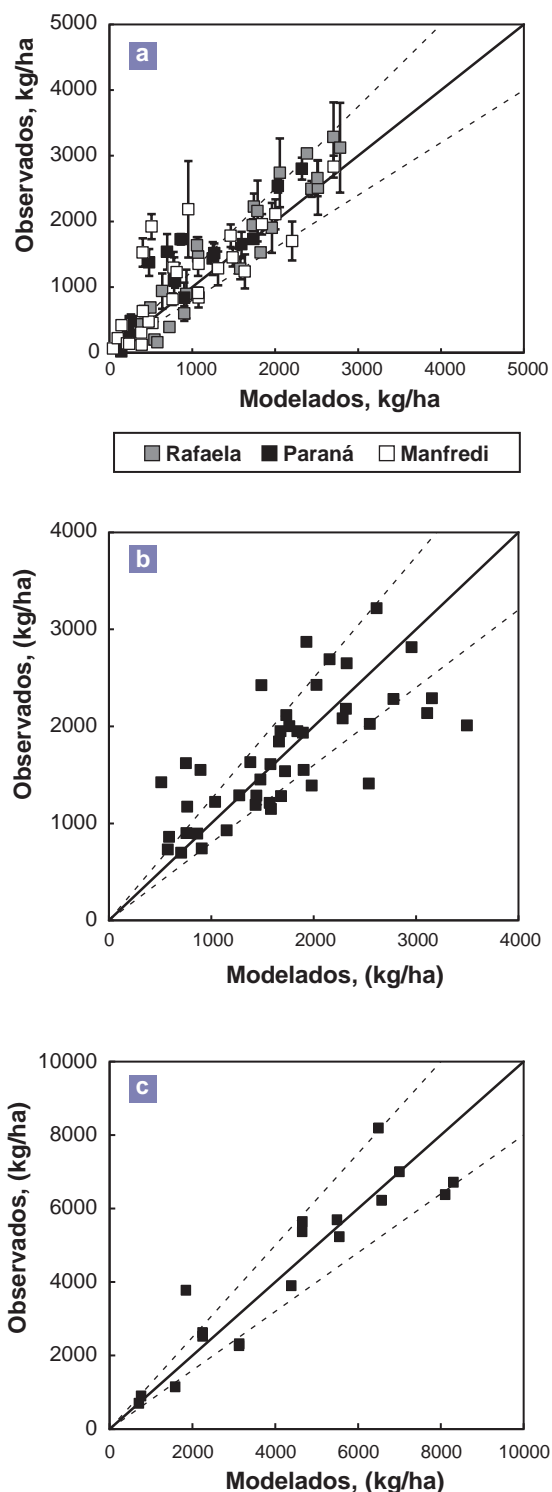


Figura 3. Validación. Relación entre valores observados y modelados utilizando la versión desarrollada para modelar el crecimiento de alfalfa (Modelo Alfalfa). (a) grupo de datos de secano obtenidos en Manfredi, Rafaela y Paraná. (b) grupo de datos de cortes individuales obtenidos en secano en Susana. (c) grupo de datos por estación obtenidos en Susana. Las líneas punteadas denotan una desviación de \pm el 20% de la línea 1:1 donde $x=y$ (línea llena), mientras que las barras denotan \pm 1 desvío estándar de los valores observados.

gadas (tabla 1) produjeron más forraje que las pasturas de secano (tabla 3) y dicha diferencia se reflejó en los datos modelados (comparar el VMO de tabla 1 versus el VMO de tabla 3 y luego comparar el VMM de versión 4 tabla 1 con el VMM de tabla 3).

Respecto a las variaciones en la disponibilidad de nutrientes, el Modelo McCall no cuenta con un submodelo de fertilidad edáfica y los autores sugieren modificar el parámetro α (eficiencia de conversión de la radiación solar) entre 0,45 y 0,90 g/MJ (McCall y Bishop-Hurley, 2003). Por una parte, para el caso de alfalfa en la Argentina nuestra opinión es que en general no suele estar muy limitada en cuanto a macronutrientes. Debido a su capacidad de fijar nitrógeno simbióticamente, suele crecer con adecuada disponibilidad de nitrógeno (Mattera *et al.*, 2012; Sardiña y Barraco, 2013a, b; Sevilla y Pasinato, 2013). Por otra parte, salvo excepciones, suele ser utilizada en suelos con adecuados niveles de fósforo. Sería de esperar entonces que, ante la sospecha de menores niveles de P en suelo, el Modelo Alfalfa puede ser utilizado simplemente disminuyendo el valor del parámetro α .

Al respecto, si bien las razones pueden no haber estado relacionadas a una baja disponibilidad de nutrientes, en el presente trabajo solo fue necesario reducir el valor del parámetro α (de 1,25 a 1,00 g/MJ) en uno solo de los ambientes evaluados (Susana, tabla 3) con el objeto de mejorar el ajuste realizado por el Modelo Alfalfa. En el caso de los otros ambientes, con pasturas defoliadas a una óptima frecuencia en relación con la producción, calidad y persistencia de las pasturas de alfalfa (Cangiano, 2007) (versión 4 de tabla 1, y tratamiento T-95 de tablas 2 y 4), el crecimiento de alfalfa fue representado adecuadamente utilizando el parámetro α con su valor óptimo (1,25 g/MJ).

Es de destacar el buen comportamiento del Modelo Alfalfa para representar, sobre todo a la escala estacional (ej. primavera, verano, otoño e invierno) las diferencias en productividad de pasturas sujetas a diferentes frecuencias de defoliación (tablas 2 y 4). Si bien la calibración general del modelo fue buena, la validación con el grupo de datos de Marcos Juárez presentó la tendencia a subestimar los valores productivos. Este resultado pudo deberse a que el sitio presenta napas cercanas a la superficie que pudieron haber realizado un aporte de agua no contemplado en el modelo.

En el futuro, sería de interés desarrollar funciones mecánicas que contemplen tanto el aporte de agua de la napa como el impacto de la frecuencia de defoliación sobre el parámetro α . A nuestro entender, el resto de los modelos actualmente utilizados para alfalfa no tienen submodelos que contemplen estos dos factores. Por su parte, el hecho de que la modelación del crecimiento aéreo ante cambios en la frecuencia de defoliación sea trabajada empíricamente (pero basado en literatura) no limita la utilidad que tiene el modelo para cumplir con el objetivo para el cual fue desarrollado. Por supuesto, esto no descarta la importancia que podría tener para el Modelo Alfalfa, el futuro desarrollo de una relación general que asocie variaciones en EUR con variaciones en frecuencia de defoliación.

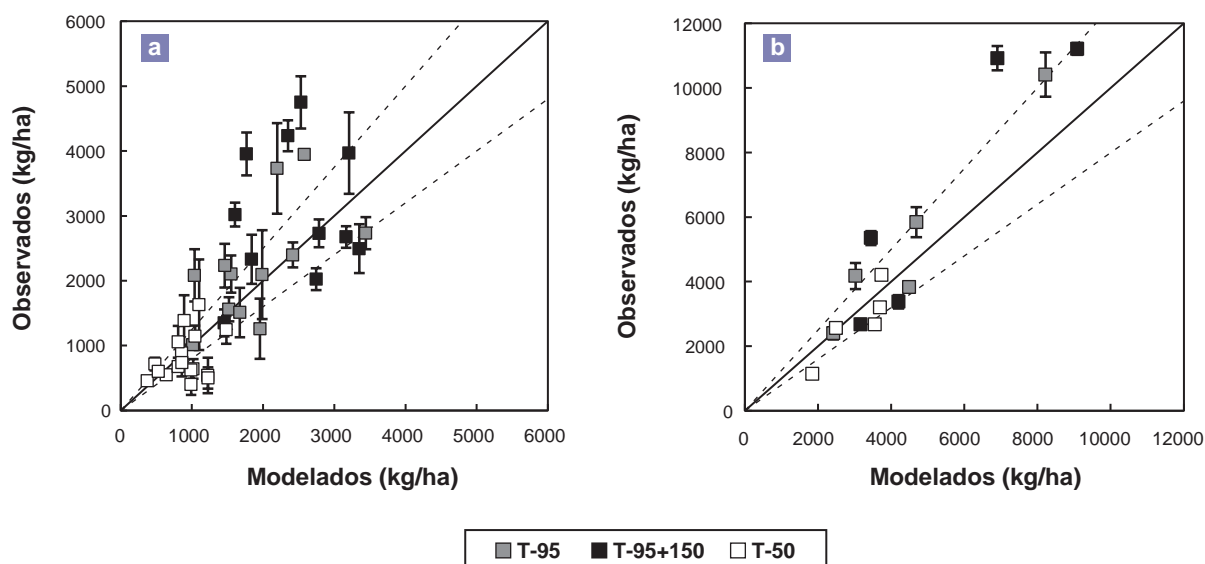


Figura 4. Validación de cambios realizados en parámetro α para modelar diferentes frecuencias de defoliación. Relación entre valores observados (obtenidos en secano en INTA Marcos Juárez) y modelados utilizando la versión 4 de tabla 1, donde para modelar T-50 (cuadros blancos), T-95 (cuadros grises) y T-95+150 (cuadros negros), el parámetro α en el Modelo Alfalfa fue, respectivamente, 0,70 g/MJ, 1,25 g/MJ y 1,50 g/MJ. (a) grupo de datos de cortes individuales. (b) grupo de datos de cortes agrupados por estación. Las líneas punteadas denotan una desviación de \pm el 20% de la línea 1:1 donde $x=y$ (línea llena), mientras que las barras denotan \pm 1 desvío estándar de los valores observados.

Modelo-Alfalfa: evaluación del modelo bajo distintas frecuencias de defoliación

Estadísticos	Cosechas individuales				Estacional			
	T-50 ²	T-95	T-95+150	Todos juntos	T-50	T-95	T-95+150	Todos juntos
n ³	17	12	11	40	5	5	5	15
VMO (kg/ha)	810	2222	3048	1849	2756	5332	6706	4931
VMM (kg/ha)	902	1903	2437	1624	3065	4569	5361	4332
T-Test	No Sig. ⁴	No sig.	No sig.	No sig.	No sig.	No sig.	No sig.	No sig.
R ²	0,12	0,36	0,02	0,57	0,75	0,92	0,85	0,89
Ordenada al origen	430 (= 0) ⁵	741 (= 0)	2485 (= 0)	102 (= 0)	- 737 (= 0)	- 687 (= 0)	- 1224 (= 0)	- 1407 (\neq 0)
Pendiente	0,42 (= 1)	0,78 (= 1)	0,23 (= 1)	1,08 (= 1)	1,14 (= 1)	1,32 (= 1)	1,48 (= 1)	1,46 (\neq 1)

Tabla 4. Validación. Valor medio observado (VMO), valor medio modelado (VMM), significancia de test-t (T-Test) entre VMO y VMM, coeficiente de determinación (R²), ordenada al origen y pendiente del análisis entre datos observados y modelados utilizando la versión modificada (Modelo Alfalfa¹) de pasturas sujetas a diferentes frecuencias de defoliación. Se muestra el resultado del análisis para las cosechas individuales y los acumulados de manera estacional (primavera, verano, otoño e invierno).

¹Modelo-Alfalfa: hace referencia a la versión 4 (ver tabla 1) en la cual las temperaturas cardinales son: 5 °C (mínima), 25 °C (óptima) y 35 °C (máxima); para contemplar el uso de reservas asume una intercepción de la radiación del 50% [c(G) = 50] siempre que la intercepción de la radiación (calculada por el modelo en función de la biomasa seca verde disponible) sea menor o igual al 50%. ²Tres frecuencias de defoliación: T-50= se defoliaba cada vez que el %RI llegaba al 50%; T-95= se defoliaba cada vez que el %RI llegaba al 95%; y T-95+150= una vez que el %RI llegaba al 95% de intercepción se dejaban acumular 150 GDA y entonces se defoliaba. Para modelar T-50, T-95 y T-95+150, el parámetro α en el Modelo-Alfalfa fue, respectivamente 0,70 g/MJ, 1,25 g/MJ y 1,50 g/MJ. ³Datos en secano, obtenidos en INTA Marcos Juárez. ⁴Las siglas Sig. y No sig. denotan, respectivamente, la presencia y ausencia de diferencias significativas ($p < 0,05$) entre VMO y VMM. ⁵El símbolo \neq denota que la ordenada al origen y la pendiente difieren ($p < 0,05$) de 0 y 1, respectivamente. El símbolo = denota que la ordenada al origen y la pendiente son iguales ($p > 0,05$) a 0 y 1, respectivamente.

Por una parte, como se demuestra en el presente trabajo, el Modelo Alfalfa refleja, al menos a la escala de estación, las diferencias productivas de pasturas defoliadas con dis-

tinta frecuencia. Entendemos que este es un aspecto y un aporte destacable. Por ejemplo, esto permitirá analizar a nivel de modelación de sistemas, el resultado de estrate-

gias contrastantes en lo que hace al manejo de pasturas de alfalfa en distintos sistemas, evitando (o complementando) experimentos muy costosos y de larga duración. Así, contar con esta herramienta permitirá evaluar en poco tiempo y a bajo costo (vía modelación) las respuestas de los sistemas de producción entre alternativas de manejo. Por otra parte, debido a que pasturas defoliadas con mayor frecuencia suelen ofrecer, respecto de pasturas defoliadas con menor frecuencia, menor cantidad de forraje, pero de mayor calidad (Cangiano, 2007), para realizar este análisis es necesario incorporar al Modelo Alfalfa un submodelo de calidad del forraje.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible gracias a los proyectos INTA de las Carteras 2006-2012 (AEFP-2492: Producción, calidad y persistencia productiva de pasturas con diferentes niveles de insumos y prácticas de manejo en ambientes templados y subtropicales), y 2013-2018 (PE-1126043: Sustentabilidad de los sistemas de producción de leche bovina y PE-1126073: Pasturas ecoeficientes y de bajo carbono en ganadería). Se agradecen los datos cedidos por Nicolás Bertrám (INTA Marcos Juárez). Aprovechamos para agradecer a uno de los revisores y al editor quienes con sus comentarios mejoraron sensiblemente la versión final del manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

AL-HAMDANI, S.; TODD, G.W. 1990. Effects of temperature regimens on photosynthesis, respiration and growth in alfalfa. *Proceedings Oklahoma Academic Science*. 70, 1-4.

AVICE, J.C.; OURRY, A.; LEMAIRE, G.; BOUCAD, J. 1996. Nitrogen and carbon flows estimated by ^{15}N and ^{13}C pulse-chase labeling during regrowth of alfalfa. *Plant Physiol*. 112, 281-290.

BASIGALUP, D.H.; ROSSANIGO, R. 2007. Panorama actual de la alfalfa en la Argentina. En: BASIGALUP, D.H. (Ed.). *El Cultivo de la Alfalfa en la Argentina*. Ediciones INTA, Buenos Aires, pp. 13-25.

BERONE, G.D. 2010. Relación entre temperatura, lluvia y tasa de crecimiento en pasturas de alfalfa de distintas edades. *Rev Arg Prod Anim*. 30 (1), 396-397.

BROWN, H.E.; MOOT, D.J. 2004. Quality and quantity of chicory, lucerne and red clover production under irrigation. *Proc New Zeal Grass Assoc*. 66, 257-264.

BROWN, H.E.; MOOT, D.J.; TEIXEIRA, E.I. 2005. The components of lucerne (*Medicago sativa*) leaf area index respond to temperature and photoperiod in a temperate environment. *Eur J Agron*. 23, 348-358.

CANGIANO, C.A. 2007. Crecimiento y manejo de la defoliación. En: BASIGALUP, D.H. (Ed.). *El Cultivo de la Alfalfa en la Argentina*. Ediciones INTA, Buenos Aires, pp. 247-276.

COLLINO, D.J.; DARDANELLI, J.L.; DE-LUCA, M.J.; RACCA, R.W. 2005. Temperature and water availability effects on radiation and water use efficiencies in alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Aust J Agr Res*. 45, 383-390.

DAVIES, A. 1988. The regrowth of the grass sward. En: JONES, M.B.; LAZENBY, A. (Ed.). *The Grass Crop: The Physiological Basis of Production*. Chapman and Hall, Londres. pp. 129-169.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. 1977. Crop water requirements. *FAO Irrigation and Drainage Paper* 33. FAO Roma.

LITWIN, G.M.; ENGLER, P.L. 2011. Simulación técnica, económica y ambiental de sistemas lecheros en Entre Ríos. *Rev. Arg. Prod. Anim*. 31 (1): 228.

MATTERA, J.; ROMERO, L.A.; CUATRIN, A.L.; SCOTTO LENZ, M.A.; LIGORIO GUERRA, E. 2012. Riego y fertilización en alfalfa. Producción de biomasa. *Rev Arg Prod Anim*. 32 (1), 362.

MATTERA, J.; ROMERO, L.A.; CUATRIN, A.L.; CORNAGLIA, P.S.; GRIMOLDI, A.A. 2013. Yield components, light interception and radiation use efficiency of lucerne (*Medicago sativa* L.) in response to row spacing. *Eur J Agron*. 45, 87-95.

MCCALL, D.G.; BISHOP-HURLEY, G.J. 2003. A pasture growth model for use in a whole-farm dairy production model. *Agr Syst*. 76, 1183-1205.

PARSONS, A.J.; PENNING, P.D. 1988. The effect of duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and the average rate of growth in a rotationally grazed sward. *Grass Forage Sci*. 43, 15-27.

PIÑEIRO, G.; PERELMAN, S.; GUERSCHMAN, J.P.; PARUELO, J.M. 2008. How to evaluate models: Observed vs. predicted or predicted vs. observed? *Ecol Model*. 216, 316-322.

ROMERA, A.J.; MCCALL, D.G.; LEE, J.M.; AGNUSDEI, M.G. 2009. Improving the McCall herbage growth model. *New Zeal J Agr Res*. 52, 477-494.

SARDIÑA, M.C.; BARRACO, M. 2013. Fertilización nitrogenada en pasturas establecidas de alfalfa. *Rev Arg Prod Anim*. 33 (1), 229.

SARDIÑA, M.C.; BARRACO, M. 2013. Fertilización nitrogenada y azufrada en alfalfa en producción. *Rev Arg Prod Anim*. 33 (1), 232.

SCHNYDER, H.; DeVISSER, R. 1999. Fluxes of Reserve-Derived and Currently Assimilated Carbon and Nitrogen in Perennial Ryegrass Recovering from Defoliation. The Regrowing Tiller and Its Component Functionally Distinct Zones. *Plant Physiol*. 119, 1423-1435.

SEVILLA, G.; PASINATO, A. 2013. Captura y eficiencia de uso de radiación en alfalfa con y sin nitrógeno agregado. *Rev Arg Prod Anim*. 33 (1), 278.

SINCLAIR, T.R.; RUFTY, T. 2012. Nitrogen and water resources commonly limit crop yields increases, not necessarily plant genetics. *Global Food Security* 1, 94-98.

SMITH, D.; NELSON, C.J. 1967. Growth of birdsfoot trefoil and alfalfa. I. Responses to height and frequency of cutting. *Crop Science* 7, 130-133.

SPADA, M.C.; DINUCCI, E.; VALENTINUZ, O.; BOSCH R. 2013. Frecuencia de corte en alfalfa en dos ambientes: acumulación de biomasa y persistencia. *Rev Arg Prod Anim*. 33 (1), 293.

TEIXEIRA, E.I.; MOOT, D.J.; MICKELBART, M.V. 2007. Seasonal patterns of root C and N reserves of lucerne crops (*Medicago sativa* L.) grown in a temperate climate were affected by defoliation regime. *Eur J Agron*. 26, 10-20.

TEIXEIRA, E.I.; MOOT, D.J.; BROWN, H.E. 2008. Defoliation frequency and season affected radiation use efficiency and dry matter partitioning to roots of lucerne (*Medicago sativa* L.) crops. *Eur J Agron*. 28, 103-111.

THIEBEAU, P.; BEAUDOIN, N.; JUSTES, E.; ALLIRAND, J.; LEMAIRE, G. 2011. Radiation use efficiency and shoot:root dry matter partitioning in seedling growths and regrowth crops of lucerne (*Medicago sativa* L.) after spring and autumn sowings. *Eur J Agron*. 35, 255-268.

Relaciones óptimas de uso de mano de obra en la producción de uva de mesa de San Juan para diferentes niveles de agregación de capital

ESPÍNDOLA, R.¹; MIRANDA, O.²; BATTISTELLA, M.³; GENNARI, A.⁴

RESUMEN

La falta de mano de obra en explotaciones conduce a investigar qué cantidad de este factor se emplea en relación con el capital que todo empresario invierte. Los objetivos del trabajo fueron medir el activo corriente y no corriente de las fincas productoras de uva de mesa, encontrar valores óptimos de uso de personal en relación con el activo y calcular la productividad media y marginal de la mano de obra para tres estratos. Para esto se deben describir los activos que se emplean en diferentes niveles o estratos productivos de uva de mesa, calcular valores de productividad media y marginal de la mano de obra para diferentes escalas y encontrar las variables que mayor influencia tienen sobre el beneficio económico de las empresas. Se utilizó una fórmula para el cálculo de tamaño de muestra ($n = 56$). Se construyeron tres estratos de estudio (1 = 5 ha; 2 = 5-25 ha y 3 = > 25 ha). Se realizaron entrevistas estructuradas con variables referidas a activos corrientes y no corrientes. Se calcularon estadísticas descriptivas, análisis de frecuencias, escalamiento óptimo y regresión lineal. Además, se calculó la productividad media y marginal para la mano de obra permanente y temporal. La desviación estándar del valor de la tierra es de \$ 4.217.370, con antigüedades máximas de plantación de 74 años. Existen 1,2 galpones por propiedad y desde 0,5 (estrato 1) hasta 3,4 (estrato 3) tractores por propiedad, con una antigüedad máxima de 35 años. El uso de personal permanente es 5,76 veces mayor en estrato 3 que en 1. Existe desde 1,3 a 7,5 personal permanente por propiedad. El estrato 3 consume 90% más de jornales que 1 y 2. En la muestra se contrata personal permanente cada 5 ha. Con más de 13 empleados permanentes se registra una caída en la productividad marginal. De 1 a 7 trabajadores permanentes la productividad media del trabajo decrece. Se concluye que mayores relaciones de capital se relacionan con mayor ingreso. Los bienes de uso generan mayor contribución al ingreso que el factor trabajo. Las propiedades de 5 a 25 ha son las más eficientes en cuanto a uso de personal. Las explotaciones pequeñas realizan un manejo comercial del producto. La productividad marginal de la mano tiene una tendencia decreciente.

Palabras clave: productividad, trabajo, bienes de uso.

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) San Juan, Agencia de Extensión Rural (AER) Caucete y Dpto. Agronomía, Universidad Nacional de San Juan (UNSJ) Rivadavia 340, 5442 Caucete, Argentina. Correo electrónico: espindola.rodrico@inta.gob.ar

²Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) San Juan y Dpto. Agronomía, Universidad Nacional de San Juan (UNSJ) Calle 11 y Vidart, 5417 Caucete, Argentina. Correo electrónico: miranda.omar@inta.gob.ar

³Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) San Juan y Dpto. Agronomía, Universidad Nacional de San Juan (UNSJ) Rivadavia 340, 5442 Caucete, Argentina. Correo electrónico: battistella.m@inta.gob.ar

⁴Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo). Almirante Brown 500, 5505 Chacras de Coria. Correo electrónico: agennari@fca.uncu.edu.ar

ABSTRACT

The lack of labor on farms leads to the investigation of the relationship between the workers employed, the workers needed and the capital investment. The objectives of this paper are measured the current and no current asset of table grape farms, find optimal values of use of personnel in relation to the asset used and calculate the average means and labor margin for three strata. To do this, the assets needed, in different production levels must be describe; also marginal and average productivity values of labor must be calculated for different production levels; the variables that mostly affect the profit of companies must be found. A formula to calculated the sample size was used ($n = 56$). Three study strata were used ($1 < 5$ ha; 2 5-25 ha; $3 > 25$ ha). Structured interviews were carried out variables about current and non current assets. Describe statistics, frequency analysis, optimal scaling and lineal regression were performed. The average and marginal productivity were calculated for permanent and temporary labor. Excel 2013 and Infostat V.14 were employed. The standard deviation of the value of the land is \$ 4.217.370 with plantations of 74 years. There are 1.2 sheds per farm and being 35 years old. Hiring permanent workers is 5.76 times higher in level 3 than in level 1. The permanent workers range is from 1.3 to 7.5 per farm. Level 3 pays 90 % more wage than level 1 and 2. In the sample 1 permanent worker is hired every 5 ha. The marginal productivity registers a fall with more than 13 permanent workers. The average productivity decrease from 1 to 7 permanent workers. In conclusion the grater the capital, the better the profit. Current assets mean generate higher revenue than labor. Farms from 5 – 25 ha are more efficient with respect to the use of workers. Small farms handle the product commercially. The marginal productivity of labor has a decreasing tendency.

Keywords: productivity, labor, current assets.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo económico es el principal objetivo de estudio de la mayoría de los países del mundo (Anand y Kanbur, 1993), se refiere a “la calidad física de vida, de una manera uniforme” (Banerjee y Newman, 1994; Barro, 1996). Además, se acepta que un requisito para lograr esto es tener un superávit de producción agrícola (Fernández de Castro y Tugores, 1992), ya que es un tópico central de la teoría económica el qué producir y cómo producir (Hirshleifer, 1976; Frank, 1992). La producción es un proceso de combinación y coordinación de inputs para crear un bien o servicio (Podmoguilnye, 2010) y su eficiencia está condicionada por la cantidad específica de inputs usados (Fernández de Castro y Tugores, 1992; Peichl y Sieglloch, 2012).

En un análisis de factores de producción se asume que todos, excepto el estudiado, son fijos y se observa la relación entre este factor variable y el producto (Hirshleifer, 1980; Eckstein y Syrquin, 1981). De esta forma, cuando se incrementa un factor determinado, también se incrementa el producto total hasta un máximo. Luego, a mayor cantidad de factor usado se produce una caída de del producto total. De esta forma, toda curva de producción total se perfecciona para una determinada combinación de factores y nivel tecnológico (Krugman y Well, 2009).

La relación entre producción total y uso de insumos, que decide todo agricultor, tiene ajustes empíricos (Colman y Young, 1989). El mismo agricultor que maneja una em-

presa agrícola debe optar por: a) una combinación óptima de factores para maximizar la producción a un costo dado o b) la minimización de los costos para cierta producción (Koutsoyannis, 1985).

Cuando el objetivo de la empresa es maximizar los beneficios, suponiendo costos de factores y precios de productos constantes, la consigna es optimizar la cantidad de producto (Frank, 1992). Por ende, se debe lograr una combinación óptima de factores al mínimo costo (Koutsoyannis, 1985). Dado que el producto marginal es el incremento en la producción por cada unidad adicional de factor (Eckdftein y Syrquin, 1981), cuando el producto marginal es nulo (Hirshleifer, 1980), no se produce un incremento en la producción ante nuevas unidades de factor lo que indicaría que el productor se aleja de la situación óptima.

Si se alcanza un máximo uso de factor trabajo (Schultz, 1976), la finca no podrá soportar mayores incrementos y la presencia de trabajo adicional causará una caída del producto medio¹ y el producto marginal será negativo (Monardes, 1979; Colman y Young, 1989).

No toda la mano de obra que se ocupa realiza efectivamente un trabajo; por ende, es relevante el consumo real

¹El “producto medio” es el número de unidades de producto obtenidas por cada unidad de factor empleada.

de mano de obra desde el punto de vista de la teoría de la producción (Monardez, 1979). Esto se relaciona con el problema del subempleo, que está definido como aquella parte de la fuerza de trabajo que está parcialmente ocupada respecto a un estándar de empleo pleno (Díaz, 2000). Myrdal (1968) concluyó que no se puede asegurar que el subempleo, en términos de ocio efectivo, implique una productividad marginal nula de la mano de obra.

El beneficio óptimo económico o rendimiento máximo es logrado en donde el valor del producto marginal del insumo es equivalente a su precio (Ray, 1998). Un crecimiento en la cantidad producida (en la etapa con productividad marginal positiva) generará incrementos cada vez más leves del empleo, en donde la disponibilidad de mano de obra abunde (Banco Mundial, 1996).

Así, el empleo de la mano de obra (a semejanza de otros recursos) está en función de su disponibilidad y demanda (Cerdeña, 2003). De este modo se relaciona la fuerza hombre en función de las horas de trabajo por día y los jornales anuales empleados (Ruiz Castro, 1998).

El problema que aborda este trabajo se relaciona con los altos costos de producción y la escasez relativa de mano de obra. La mano de obra representa más del 60% del costo de producción. No es posible reducir su uso en la producción de uva de mesa ya que no se puede mecanizar ninguna de sus labores. La gestión de personal y los procesos de control en las fincas son deficitarios, y no existe información sobre la cantidad óptima de mano de obra que se debe utilizar de acuerdo con el capital fijo y variable que se invierte.

El ciclo productivo de la uva de mesa se inicia en julio con la poda y la atada de los sarmientos. En primavera comienzan las prácticas de riego, laboreo de suelo, control de malezas, plagas y enfermedades. En septiembre y octubre se realiza el desbrote y se eliminan pámpanos dobles. Luego se realiza el deshoje y raleo de racimos de octubre a noviembre y desde noviembre hasta diciembre, el descole (Miranda, 2003; Battistella y Quaranta, 2010; Miranda y Novello, 2011).

La demanda de jornales se concentra en las actividades de cosecha (casi la mitad) (Battistella y Quaranta, 2010). En las variedades primicia, entre octubre y diciembre se concentra el 77% de las jornadas de trabajo anuales totales, entre 202 y 290 jornales por ha (Miranda, 2003; Espíndola *et al.*, 2012).

La hipótesis de este trabajo plantea que diferentes escalas económicas, según sus características estructurales en la producción de uva de mesa, optimizan el uso de mano de obra, según una relación específica entre capital y trabajo.

Los objetivos del estudio buscan valorar los activos corrientes y no corrientes² que se emplean en diferentes niveles o

²Activo corriente es aquel que se consume durante el ciclo de producción (ejemplo: fertilizante). El activo no corriente es el que se consume en más de un ciclo de producción (ejemplo: tractor).

estratos productivos de uva de mesa, calcular valores de productividad media y marginal de la mano de obra para diferentes escalas y encontrar las variables que mayor influencia tienen sobre el beneficio económico de las empresas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio incluyó una zona productora de uva de mesa, en la que se encuentran localizados los departamentos de 25 de Mayo, Albardón, Cauçete, Pocito, 9 de Julio, Zonda y Ullum.

Según el Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV) (2013), en la provincia de San Juan, existen 5.436 explotaciones con vides para diferentes destinos (mosto, pasas, vinos y uva de mesa para mercado externo e interno) y de estas, 335 poseen variedades de uva de mesa (Van den Bosch, 2008). Sobre esta última población, se realizó un muestreo estratificado según las propiedades existentes en la base generada para el área. Los estratos se dividieron, según un criterio basado en el estudio de Zonas Agroecológicas homogéneas Mendoza – San Juan (Van den Bosch, 2008), estadísticas del INV y Censo Nacional Agropecuario 2002³, en tres: hasta 5 ha (estrato 1; productor no capitalizado), hasta 25 ha (estrato 2; productor capitalizado) y más de 25 ha (estrato 3; empresario capitalista), cuyo porcentaje dentro de cada estrato es 18%, 43% y 39%, respectivamente (Sierra Bravo, 2005).

El cálculo de tamaño de muestra se realizará mediante la aplicación de la siguiente ecuación probabilística:

$$n = \frac{sd}{e} z$$

En donde n es el tamaño de la muestra, sd es la desviación estándar, e representa el error aceptado (10%) y z es el valor de la tabla de intervalos de confianza correspondiente al nivel establecido (90% = 1,645) (Sierra Bravo, 2005). El cálculo de sd se realizó a través de bases de datos del Relevamiento Agrícola del Departamento de Hidráulica (2007). De esta forma n = 56 (9 estrato 1; 22 estrato 2 y 20 estrato 3).

El cálculo de la productividad marginal de la mano de obra se realizó según el valor medio de la producción de un predio, mano de obra total utilizada (permanente y temporal) y el capital para diferentes niveles de agregación, considerando capital total del predio, capital en tierra, capital excluyendo tierra, capital de operaciones y otros ítems de capital (Monardez, 1979; Cerdeña, 2003; Peich y Sieglösch, 2012). La productividad marginal del trabajo se calculó bajo

³Dado que la distribución según porcentajes y tamaños de las propiedades vitivinícolas, para la región Cuyo, no responde a la distribución para propiedades con uva de mesa, se generó un criterio o línea de corte para diferenciar al pequeño productor (menos de 5 ha), el mediano productor (hasta 25 ha) y el grande (más de 25 ha), lo que permite un análisis comparativo por estrato y para la muestra global.

la media geométrica de las variables expresadas en términos monetarios (Fernández y Tugores, 1992).

Se midió 120 variables que se clasificaron de la siguiente forma: activos no corrientes (tierra, galpones, casas, tractores, pozo, reservorio, frigorífico, malla antigranizo, equipo de riego, entre otras), activo corriente (fertilizantes, agroquímicos), personal (transitorio, permanente y contratado) y producción de uva.

Se calcularon estadísticos descriptivos para los activos corrientes y no corrientes, el personal y la producción sobre la muestra total $n=56$ y por estrato (media, mínimo, máximo, desviación estándar). Además, se calcularon rangos por variable y se obtuvieron frecuencias por rango y porcentajes. Se clasificó a la variable valor de la producción según bienes de uso por estrato, calculando estimadores robustos, asimetría, amplitud intercuartil, curtosis, límite inferior y superior. Se realizó una prueba de escalamiento múltiple y multidimensional con análisis de Componentes Principales.

También se realizó un cálculo de la productividad media de la mano de obra por estrato según gasto en personal cada 30 t, producción media y producción marginal.

Para estimar el producto marginal de la mano de obra se tomó el salario según sus valores de mercado. Se calculó la proporción entre mano de obra permanente y temporal por explotación.

RESULTADOS

Estadísticos descriptivos por estrato: activos corrientes

En la muestra el valor de la tierra oscila entre \$ 300 mil y \$ 23,5 millones, con una desviación estándar de \$ 4,2 millones. La tierra en el estrato 1 tiene un valor medio 59% menor respecto al valor medio de la muestra y 79% menor que en el estrato 3.

La variable Superficie Riego por Goteo media es de 18 ha para la muestra; en estrato 2 es de 1,5 ha y, en estrato 3 de 44,3 ha. En el estrato 1 no se registran propiedades con riego por goteo. Respecto a la antigüedad de la plantación, el valor máximo en la muestra es de 74 años. El estrato 3 presenta el valor promedio de menor antigüedad (17,1 años); los estrato 1 (36,2%) y estrato 2 (30,4%) son más antiguos que estrato 3. En la muestra se observa hasta 10 casas en las explotaciones, con un máximo de 3 casas en estratos 2 y 1 (tabla 1).

El valor medio de la variable Galpones⁴ en estrato 1, 2 y 3 es de 0,6; 0,8 y 1,9; respectivamente. La media de la muestra es de 1,2 galpones y el máximo es de 5 galpones, con superficies que oscilan entre 36,1 m² y 359 m². Hay explotaciones sin galpones en todos los estratos. La antigüedad media de los galpones es de 19 años; 17,9 años y 18,3 años para estrato 1, 2 y 3, respectivamente.

		Valor tierra (\$)	Superficie Riego por Goteo (ha)	Valor Riego Goteo (\$)	Antigüedad Plantación (años)	Casas (cantidad)	Antigüedad Casas (años)	Valor Casas (\$)
Estrato 1	Media	1357000	0	0	23,3	1,7	33,2	134628
	Mínimo	300000	0	0	5	1	4	24000
	Máximo	4300000	0	0	74	3	74	307800
	Sd	1210344,8	0	0	21,3	0,8	25,5	111455,7
Estrato 2	Media	1337916,7	1,5	11616,7	22,3	0,9	20,1	70160
	Mínimo	700000	0	0	3	0	0	0
	Máximo	3100000	20	158000	40	3	59	267840
	Sd	604317,6	4,8	38620,5	12,5	0,8	16,1	74760,3
Estrato 3	Media	6463636,4	44,3	169804,5	17,1	2	23,3	147589,1
	Mínimo	1200000	0	0	5	0	0	0
	Máximo	23500000	224	880000	39,5	10	74	562800
	Sd	5374059,9	65,8	243945,8	9,8	2,2	16,3	154763,4
Muestra total	N	56	56	56	56	56	56	56
	Media	3355000	18,1	71687,5	20,4	1,5	23,7	112090,7
	Mínimo	300000	0	0	3	0	0	0
	Máximo	23500000	224	880000	74	10	74	562800
	Sd	4217370,1	46	172352,4	13,5	1,6	18,4	121978,8

Tabla 1. Media, mínimo, máximo y desviación típica para variables referidas a bienes de uso: casas, riego por goteo y tierra.

Fuente: elaboración propia.

⁴Número de galpones registrados por propiedad.

		Cantidad Personal Permanente	Antigüedad personal permanente	Personal Permanente (\$)	Cantidad Personal Transitorio Poda	Tiempo de Contratación Personal Poda	Personal Transitorio Poda (\$)
Estrato 1	Media	1,3	5,8	49455,6	3,5	28,5	10892
	Mínimo	0	0	0	0	0	0
	Máximo	4	15	138000	12	88	36960
	Sd	1,2	5	39400	3,3	28,8	10865
Estrato 2	Media	1,4	8,1	48187	4,6	33,8	20801
	Mínimo	0	0	0	0	0	0
	Máximo	7	47	251300	20	66	110880
	Sd	1,7	10,3	59851	5,1	24,2	24971
Estrato 3	Media	7,5	11,5	260936	52,5	43,2	495810
	Mínimo	2	4	68600	0	0	0
	Máximo	30	27,5	1044000	600	88	7392000
	Sd	6,5	6,4	225601	129,5	29,7	1562261
Muestra total	N	56	56	55	56	56	56
	Media	3,8	9	133494	23,2	36,5	205642
	Mínimo	0	0	0	0	0	0
	Máximo	30	47	1044000	600	88	7392000
	Sd	5,2	8,3	180490,7	83,5	27,4	993806,9

Tabla 2. Media, mínimo, máximo y desviación típica para variables referidas a activo corriente: personal permanente y personal transitorio en poda.

Fuente: elaboración propia.

La media de la variable Tractor es de 0,5 para estrato 1; 1,3 para estrato 2 y 3,4 para estrato 3, con un máximo de 15 tractores en la muestra. La antigüedad de los tractores es de 24,1 años; 35,1 años y 26,6 años para los estratos 1, 2 y 3. En las explotaciones de estrato 1 hay hasta una pulverizadora, en estrato 2 hasta dos pulverizadoras y en estrato 3 hasta nueve pulverizadoras, con 9,6; 11,9 y 12,5 años de antigüedad para cada estrato.

Estadísticos descriptivos: personal y producción

El valor medio de la variable Personal permanente⁵ es de 1,3 en estrato 1; 1,4 en estrato 2 y 7,5 en estrato 3. La ocupación de personal permanente es 5,76 veces mayor en estrato 3 respecto a estrato 1 y 5,35 veces mayor que en estrato 2 (tabla 2).

Respecto a jornales gastados en personal⁶ transitorio para labores en verde los valores promedio en estrato 1, 2 y 3 son de 5,5; 5,4 y 56. Estrato 3 registra un 90% adicional

en gasto de jornales en verde, respecto a estrato 1 y 2. En cosecha se registra, en promedio, 16,4 jornales en estrato 1; 18,9 jornales en estrato 2 y 117,6 jornales en estrato 3.

La producción máxima⁷ en estrato 1 es de 300.000 kg, 780.000 kg en estrato 2 y 6.000.000 kg en estrato 3. Los valores medios de esta variable son un 122% superior en el estrato 2 y 882% superior en estrato 3 respecto al estrato 1.

Productividad media y marginal de la mano de obra

En la muestra existe 0,2 personal permanente/ha, en promedio, lo que implica 1 persona permanente cada 5 ha. Para actividades de poda se contrata a 0,6 personal transitorio/ha equivalente a 6 personas contratadas cada 10 ha. En labores en verde se contrata a 0,7 personal transitorio/ha o 7 personas cada 10 ha y en cosecha a 23 personas transitorias/ha (figura 1).

En la muestra se registraron casos de 0 a 30 empleados permanentes por finca, con factores incrementales en personal permanente de 1 a 13, según el caso. La productividad marginal de la mano de obra permanente presenta una

⁵La variable Personal permanente y Valor de personal permanente está calculada por predio.

⁶Los valores de jornales en personal transitorio para labores en verde y en cosecha se registran por predio.

⁷La variable Producción máxima se calculó por predio.

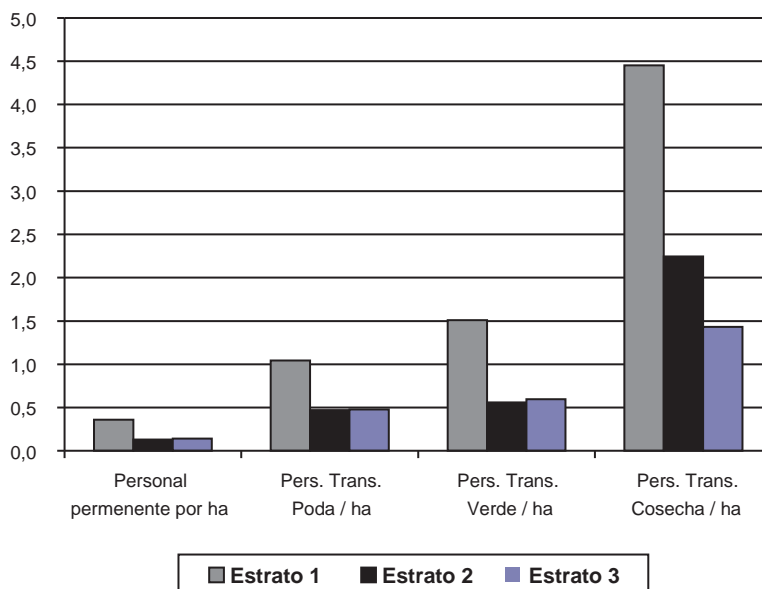


Figura 1. Personal permanente y transitorio contratado en poda, labores en verde y cosecha por ha.

Fuente: elaboración propia.

Personal permanente	Producción media kg	Variación de unidades	Variación en kg	Productividad Marginal kg	Productividad media kg/persona
0	134745	-	-	-	-
1	221484,321	1	86739,3	86739,3	221484,3
2	282000	1	60515,7	60515,7	141000
3	488852,25	1	206852,3	206852,3	162950,8
4	309875	1	-178977,3	-178977,3	77468,8
5	655000	1	345125	345125	131000
6	608333,333	1	-46666,7	-46666,7	101388,9
7	450500	1	-157833,3	-157833,3	64357,1
8	1353250	1	902750	902750	169156,3
10	676000	2	-677250	-338625	67600
12	1650000	2	974000	487000	137500
15	1300000	3	-350000	-116666,7	86666,7
17	4500000	2	3200000	1600000	264705,9
30	5500000	13	1000000	76923,1	183333,3

Tabla 3. Productividad media y marginal para la variable personal permanente.

Fuente: elaboración propia.

tendencia polinómica de segundo grado ascendente, hasta 3 empleados permanentes (tabla 3).

Se registra valores negativos de productividad marginal. El valor promedio de la productividad marginal es de 225.164 kg por cada nueva persona que se contrata. La productividad media de la mano de obra permanente

muestra una tendencia decreciente de 1 a 7 empleados permanentes y creciente hasta 13.

DISCUSIÓN

Fernandez de Castro y Tugores (1992) y Armand y Kanbur (1993) sostienen que los gobiernos intervienen

para impulsar el desarrollo a través de inversiones que mejoren las rentas. En efecto y según los datos de este estudio, toda estrategia gubernamental debe impulsar la correlación positiva existente entre variables referidas a activo no corriente (inversión) y activo corriente (insumos). Este trabajo muestra que, si se relaciona el valor de la producción respecto a rangos de valor de activo no corriente (tierra), se encuentra que se generan ingresos de \$ 398.655, en propiedades de menos de 5 ha, y de \$ 6.342.078, en propiedades de más de 25 ha. Cuando existen equipos de riego por goteo, también se registran los mayores ingresos (hasta \$ 15.169.600).

Koutsoyannis (1985) expresa que el agricultor es el que decide la combinación óptima de factores para maximizar la producción a un costo dado. De hecho, en esta investigación se observa una relación diferente en el uso de factores de producción para cada estrato. Si se hace referencia al activo corriente (jornales, fitosanitarios y fertilizantes), el estrato 3 registra un 90% más en gasto que los estratos 1 y 2. La relación de jornales gastados por finca en cosecha para estratos 1, 2 y 3 es de 16,4; 18,9 y 117,6; respectivamente. En cuanto a fertilizantes y fitosanitarios, por estrato, también existen diferentes relaciones de uso de insumos. Se observa que en los estratos 1 y 2 se hace mayor uso de fertilizantes, a menor tamaño de unidad productiva y con menor producción que estrato 3, por lo que se denota ineficiencia en el empleo de estos factores.

Según Frank (1992), la empresa debe aumentar la cantidad de producto para maximizar los beneficios, suponiendo que los costos se mantienen constantes. Esta expresión no se corrobora en este estudio, ya que se observa una correlación positiva entre las variables estudiadas de capital y la cuantía de la producción, ligado a un incremento en el costo por el mayor uso de factores (tierra, galpones, tractores, personal y agroquímicos).

Según Fernández de Castro y Tugores (1992) y Ray (1998), el crecimiento se asocia a una mayor producción y a un mayor ingreso. Las producciones por predio del estrato 1 (hasta 5 ha), varían desde \$ 204.502 hasta \$ 592.807; en el estrato 2 desde \$ 917.192 hasta \$ 1.929.617 y, el estrato 3 desde \$ 2.320.368 hasta \$ 10.363.788. De esta forma, se corrobora la acepción.

Es más común la existencia de fincas que destinen una parte de su producción al mercado, respecto a aquellas de subsistencia en donde todo lo producido es consumido (Colman y Young, 1989). En esta investigación, por el contrario, todas las propiedades, incluso las de menor superficie, destinan la totalidad de su producto a la venta.

Se indica que siempre que exista sinergia, se obtendrá un resultado mayor por cooperación o adición, al que se obtiene cuando se trabaja individualmente o en unidades pequeñas (The Economist, 2008). En este caso, el mayor efecto sinérgico en cuanto a personal permanente versus kilos cosechados, en promedio, está en el estrato 2, seguido del estrato 3. Se encuentra la misma proporción numérica al calcular la razón personal de cosecha/producción media por estrato.

Colman y Young (1989) determinan que la relación entre producción total y uso de insumos, que decide todo agricultor, tiene ajustes empíricos. De hecho, en los estratos 1 y 2, existen explotaciones que no poseen personal permanente y en el estrato 3 hasta 30. Las explotaciones de mayor tamaño hacen mayor uso del insumo mano de obra.

Por una parte, Colman y Young (1989) también indican que ante un incremento en la disponibilidad del factor trabajo, el producto marginal tenderá a cero. En este ensayo se corrobora que el producto marginal es decreciente a medida que se incrementa el uso del factor trabajo. Por otra parte, Eckdftein y Syrquin (1981) y Hirschleifer (1980) señalan que, nuevas unidades de factor trabajo no deben producir un incremento en el producto, ya que, si el input trabajo aumenta, el producto medio por persona tenderá a cero (Colman y Young, 1989). Se registra una productividad media y marginal creciente de 1 a 13 trabajadores. Luego de 4 trabajadores muestra una tendencia creciente con menor aceleración (pendiente negativa).

CONCLUSIÓN

Este trabajo logró obtener información descriptiva sobre la relación de los diferentes tipos de activos que se emplean durante la producción de uva de mesa en la provincia de San Juan en el periodo 2013-2014, que no estaba publicada, lo que significa un aporte valioso para el sector.

Existe una correlación positiva entre el valor de la producción y los activos que usa una empresa. Mayores ingresos se asocian a un mayor uso de tierra, plantaciones nuevas y uso de tecnología como equipos de riego por goteo. Se corrobora que a mayor inversión existe mayor ingreso. Los bienes de uso generan mayores contribuciones con el ingreso que el factor trabajo.

Las propiedades que se ubican en el rango de 5 a 25 hectáreas, son más eficientes respecto al uso de personal (kilos/persona y personas/hectárea), que propiedades de más de 25 ha y menos de 5 ha. Menor relación en kilos por persona, mayor antigüedad del personal y mayor cantidad total de personal por propiedad son factores que caracterizan a propiedades de menos de 5 ha y más de 25 ha. Las explotaciones pequeñas contratan el doble de personal para poda, labores en verde y cosecha, en relación con la superficie, que explotaciones medias y grandes.

En explotaciones grandes, mayor gasto de personal permite mayor ingreso; sin embargo, es a una tasa menor respecto a los ingresos que alcanzan las explotaciones de tamaños medios. Las empresas maximizan el beneficio con un uso de bienes que garantice un máximo ingreso con reducción en el uso de personal. Las explotaciones pequeñas se manejan fuera del rango de agricultura de subsistencia y realizan un manejo comercial de su producto.

El producto marginal del trabajo es positivo con una tendencia a ser decreciente a medida que aumenta la cantidad de trabajadores. Esto es, un nuevo trabajador aportará

menor producto que el anterior, siendo la productividad media de los trabajadores, decreciente.

Los incrementos de escala no permiten reducir costos, de modo significativo, en este rubro productivo.

BIBLIOGRAFÍA

- ANAND, S.; KANBUR, L. 1993. The Kuznets Process and the Inequality Development Relationship. *Journal of Development Economics* (40), 25–52.
- Banco Mundial. 1996. Reporte de desarrollo mundial: plan de comercio. Universidad de Oxford Press. Londres.
- BANERJEE, A.; NEWMAN, A. 1994. Poverty, Incentives and Development. *American Economic Review*, 84, 211–215.
- BARRO, R. 1996. Democracy and Growth. *Journal of Economic Growth* 1, 27.
- BATTISTELLA, M.; QUARANTA, G. 2010. Demanda de mano de obra en uva de mesa, provincia de San Juan. En: NEIMAN, G.; CICCUS, E. (Ed.). Estudio sobre la demanda de trabajo en el agro argentino. Buenos Aires. pp. 237–25.
- CERDA, R. 2003. Labor demand: Chile 1986–2001. *Cuadernos de economía*, 40 (121), 478–484.
- DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA DE SAN JUAN.(s. f.). Hidráulica San Juan Relevamiento agrícola. (Disponible: <http://www.hidraulica.sanjuan.gov.ar/datos%20y%20estadisticas/agricola.html> verificado: 01 de junio de 2013).
- ECKSTEIN, S.; SYRQUIN, M. 1981. Introducción al análisis económico (4 ed.). C. d. Laborales, Ed. Israel.
- ESPÍNDOLA, R.; PUGLIESE, F.; BATTISTELLA, M. 2012. Productividad de la mano de obra en la obtención de uva de mesa. *Estudios Rurales*, 2(3), 24. (Disponible: <http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/estudios-rurales/article/view/1405/1756> verificado: 01 de marzo de 2013).
- FERNÁNDEZ DE CASTRO, J.; TUGORES, J. 1992. Fundamentos de microeconomía. 2.ª edición. McGraw Hill. Madrid.
- FRANK, R. 1992. Los mercados de factores. Microeconomía y conducta. Madrid.
- HIRSHLEIFER, J. 1976. Price Theory and applications. Prentice Hall.
- INV. 2013. Estadísticas. (Disponible: http://www.inv.gov.ar/inv_contenidos/pdf/estadisticas/anuarios/2013/superficie/CapVII.pdf verificado: 01 de abril de 2013).
- KOUTSOYANNIS, A. 1985. Las herramientas básicas del análisis. En: Amorrortu (eds.). Microeconomía moderna. Buenos Aires. p. 98.
- KRUGMAN, P.; WELLS, R. 2009. Introducción a la Microeconomía. Editorial Reverté. España.
- MIRANDA, O. 2003. Estudios Agroalimentarios: uva de mesa. Documento N.º 6 del Estudio Fortalezas y debilidades del sector agroalimentario. IICA-CEPAL. Buenos Aires.
- MIRANDA, O.; NOVELLO, R. 2011. Documento de la Cadena Uva de Mesa. San Juan. INTA. (Disponible: http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_programa_nacional_frutales_cadena_de_la_uva_de_.pdf verificado: mayo de 2015).
- MONARDES, A. 1979. El empleo en la pequeña agricultura familiar: un estudio del Valle Central de Chile. Dpto. Economía. Universidad Nacional de Chile.
- MYRDAL, G. 1968. An inquiry into the poverty of nations. The Pelican Press. Londres.
- PEICHL, A.; SIEGLOCH, S. 2012. Accounting for labor demand effects in structural labor supply models. *Labour Economics* (19), 129–138.
- PODMOGUILNYE, M. 2010. Costeo Basado en Actividades. La Ley. Buenos Aires.
- RAY, E. 1998. Economía del desarrollo. Anthoni Bosch editor. Barcelona.
- RUIZ CASTRO, D. 1998. Costos de ajuste en la demanda de mano de obra colombiana. Desarrollo y Sociedad. Centro de Estudios Sobre Desarrollo Económico (CEDE). Facultad de Economía. Universidad de Los Andes.
- SCHULTZ, T. 1976. La crisis económica de la agricultura. Alianza Editorial. Madrid.
- SIERRA BRAVO, R. 2005. Técnicas de investigación social. (14 ed.). Editorial Thomson. Madrid.
- THE ECONOMIST. 2008. Economía Moderna, características, hechos y protagonistas. Cuatro Media Inc. Lima.
- VAN DEN BOSCH, M. 2008. Zonas agroecológicas homogéneas Mendoza – San Juan. Ediciones INTA. Buenos Aires.

Evaluación de métodos para el análisis estadístico de ensayos comparativos de rendimiento de girasol (*Helianthus annuus* L.)

MONTIEL, M.G.¹; PERELMAN, S.²; DE LA VEGA, A.J.³

RESUMEN

El rendimiento de aceite por unidad de superficie es el principal criterio de selección de la mayoría de los programas de mejoramiento de girasol. Los ensayos comparativos de rendimiento instalados en red en la región girasolera de la República Argentina contribuyen tanto a la toma de decisión de los productores y asesores como a la selección de genotipos superiores por parte de los fitomejoradores. El objetivo de este trabajo es cuantificar las diferencias en capacidad predictiva de diferentes diseños experimentales y métodos de análisis estadístico en la estimación de los efectos genotípicos para rendimiento de aceite (kg ha^{-1}) y su impacto en la selección de híbridos superiores. Se evaluaron 43 ensayos multiambientales de girasol (261 ensayos locales) en cinco campañas. Se comparó la eficiencia relativa del diseño más frecuente en programas de mejoramiento (Bloques Completos Aleatorizados) con otros dos modelos de diseño y análisis de ensayos: Láttice y Espacial. Se obtuvo un ranking de híbridos para cada modelo y con una presión de selección del 20% se evaluó el grado de superposición en la selección entre pares de modelos mediante un coeficiente de coincidencia. El modelo espacial fue el que mejor ajustó los rendimientos de aceite obtenidos a los esperados y también presentó un aumento en la eficiencia de selección de genotipos superiores en relación con el diseño en bloques a través de un mayor coeficiente de coincidencia con el modelo de mayor eficiencia relativa para cada combinación año-subregión (modelo "ideal"). Según estos resultados se podría mejorar fuertemente la precisión de las estimaciones provenientes de las redes oficiales de ensayos comparativos de rendimiento de cultivos sin aumentar la inversión de recursos en términos de número de parcelas y utilizando programas estadísticos ya disponibles.

Palabras clave: diseño experimental, eficiencia relativa, redes oficiales de ensayos, girasol, modelos lineales mixtos, análisis espacial.

ABSTRACT

The oil yield per unit area is the main criterion for selection of most sunflower breeding programs. Comparative performance testing by a network installed throughout the sunflower region of Argentina contributes to both the decision-making of farmers and their advisers, and to the selection of superior genotypes by plant

¹Dto. Métodos Cuantitativos y Sistemas de Información, Facultad de Agronomía, UBA.

Correo electrónico: mmontiel@agro.uba.ar

²Dto. Métodos Cuantitativos y Sistemas de Información, Facultad de Agronomía, UBA. Ifeva, UBA-CONICET. Correo electrónico: perelman@agro.uba.ar

³DuPont Pioneer, 41309 La Rinconada, Sevilla, España. Correo electrónico: abelardo.delavega@pioneer.com

Recibido 02 de enero de 2016 // Aceptado 10 de abril de 2017 // Publicado online 17 de enero de 2018

breeders. The aim of this study is to quantify the differences in predictive ability of different experimental designs and methods of statistical analysis in the estimation of the genotypic effects oil yield (kg ha^{-1}) and its impact on the selection of superior hybrids. Forty-three multi-environmental sunflower trials (261 local trials) were evaluated for five seasons. The relative efficiency of the most common breeding program design (Randomized Complete Blocks) was compared with two alternative models for design and analysis of trials. A ranking of hybrids was obtained for each model and, with a selection pressure of 20%, the degree of overlap was evaluated in the selection of peer models using a coefficient of coincidence. The spatial model was the best fit between actual and expected oil yields, and also showed an increase in the efficiency of selection of superior genotypes in relation to the block design through a higher coefficient of coincidence with the Ideal Model (that of highest relative efficiency). According to these results, the precision of estimates from official networks of comparative crop yield tests could be strongly improved using available statistical packages without increasing the need for investment of additional resources in terms of the number of plots.

Keywords: experimental design, relative efficiency, official trial networks, sunflower, mixed linear models, spatial analysis.

INTRODUCCIÓN

El girasol (*Helianthus annuus* L.) se cultiva en la Argentina en una región amplia y heterogénea, caracterizada por cambios fuertes y significativos en el comportamiento relativo de los cultivares cuando se evalúan en ambientes diferentes (ej., interacciones genotipo \times ambiente ($G \times A$)) (De la Vega y Chapman, 2010). Estas interacciones a menudo explican una porción de variación superior al efecto genotípico (De la Vega y Chapman, 2001) e implican cambios de ranking complicando el proceso de elección del mejor cultivar para cada sistema de producción. Con el objetivo de facilitar las decisiones, en la Argentina y en otros países se conducen rutinariamente redes públicas de ensayos comparativos de rendimiento (ECR) de diferentes cultivos. Para el caso del girasol, entre otros atributos de interés agronómico, se miden y se analizan el rendimiento de aceite (principal criterio de selección) y sus determinantes inmediatos, el rendimiento de grano y el porcentaje de aceite. La red conducida por INTA-ASAGIR es un ejemplo de este tipo de iniciativas.

Las interacciones $G \times A$ pueden ser predecibles o impredecibles, dependiendo de si el factor ambiental subyacente a estas se conoce con anterioridad a la siembra. El conocimiento actual de las interacciones $G \times A$ del girasol en Argentina sugiere que se podría minimizar el efecto de las interacciones predecibles subdividiendo el área de producción en tres megaambientes (norte, centro y sur), y seleccionando híbridos específicamente adaptados a cada uno (Chapman y De la Vega, 2002; De la Vega y Chapman, 2006; De la Vega y Chapman, 2010). Las interacciones impredecibles, en cambio, deberían tratarse: (1) estimando el número mínimo de años, localidades y repeticiones que permitan alcanzar una determinada repetibilidad (ej., heredabilidad en sentido amplio) en cada megaambiente y (2) mejorando la capacidad predictiva de los ECR. La primera de estas estrategias ha sido abordada por De la Vega y Chapman (2006). La segunda constituye el objetivo de este estudio.

Los ECR presentan variabilidad ambiental entre unidades experimentales igualmente tratadas (ej., error experimental; Petersen, 1994; Qiao *et al.*, 2000), la cual nunca puede ser completamente eliminada. Cuanto más precisa sea la modelización de la respuesta en cada ECR individual y más adecuado el modelo de análisis utilizado para estimar y describir los efectos de interacción $G \times A$, mayor será la correlación entre el valor predicho de un cultivar para un atributo en particular y su valor genético verdadero (Cullis *et al.*, 2000).

El diseño usado con más frecuencia en investigación agrícola es el de bloques completos aleatorizados (DBCA), que ofrece una oportunidad para incrementar la precisión en la medida que los bloques realmente reflejen la variabilidad espacial del lote en que se siembra el ensayo. Una alternativa para experimentos donde se evalúa un número grande de genotipos es el diseño en bloques incompletos o láttice (Yates, 1936; Petersen, 1994; Kempton y Fox, 1996), en el que el tamaño de los bloques que se consideran homogéneos para el análisis se reduce a pocas parcelas. Sin embargo, estos arreglos regulares de bloques no siempre aportan un control efectivo de la variación en ECR (Grondona *et al.*, 1996). Los modelos de análisis espacial, que fueron desarrollados para ajustar las correlaciones espaciales entre parcelas vecinas en una o dos dimensiones, han demostrado ser más eficientes que los análisis convencionales en una gran variedad de situaciones (Grondona *et al.*, 1996; Brownie y Gumpertz, 1997; Gilmour *et al.*, 1997; Qiao *et al.*, 2000), justificándose de esta manera su adopción para el análisis de redes de ECR en la mayoría de los cultivos. Los criterios que hasta ahora se utilizan con mayor frecuencia para la estimación de la eficiencia relativa de estos métodos incluyen: (1) la varianza promedio de la diferencia entre medias (AV) y (2) el error estándar promedio de la diferencia entre medias (SED) (Qiao *et al.*, 2000). Estos parámetros se estiman a través del análisis de modelos lineales mixtos utilizando máxima verosimilitud restringida (REML; Patterson y Thompson, 1971).

El objetivo general del presente estudio es cuantificar las diferencias en capacidad predictiva de diferentes métodos de diseño y análisis de ECR para girasol en Argentina. El trabajo está dirigido, en primer lugar, a las redes oficiales de ensayos de girasol, que cada año publican sus resultados para contribuir a que el productor elija con mayor certeza el híbrido para sembrar. En segundo lugar, se pretende contribuir al conocimiento aprovechable por los fitomejoradores para los cuales es imprescindible contar con las más avanzadas herramientas analíticas para maximizar la precisión del proceso de selección de genotipos superiores. En este sentido, nuestra aproximación es general y podría tenerse en cuenta para redes de ensayo con otros cultivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material experimental

Se utilizaron datos provenientes de 43 ECR multiambientales de girasol (16, 13 y 14 para las regiones centro, norte y sur, respectivamente) sembrados en un total de 261 ambientes (ej., combinaciones año-localidad) (121, 62 y 78 para las regiones centro, norte y sur, respectivamente) de las tres subregiones (megaambientes) girasoleras de Argentina a lo largo de cinco campañas (2004/05 a 2009/10). La zona de estudio incluye la porción este del Chaco argentino (región norte) y el noroeste, centro-oeste (región central) y sur (región sur) de la región pampeana argentina. Todos los ensayos fueron conducidos por Advanta Semillas S.A.I.C. como parte de su programa de mejoramiento genético de girasol y se encuentran declarados en el Instituto Nacional de Semillas, dependiente del MAGPyA de la República Argentina. El suelo, clima y tecnologías de estas regiones fueron descritos por Hall *et al.* (1992), Mercau *et al.* (2001), Chapman y De la Vega (2002) y De la Vega *et al.* (2007a).

Los ensayos fueron sembrados a una densidad de 47000 plantas ha⁻¹. Se utilizaron parcelas de tres o cuatro surcos de seis metros y un espaciamiento entre hileras de 0,70 m. La mayoría de los ensayos fueron establecidos en siembra directa. Todos los ensayos fueron conducidos en seco. Se evitaron deficiencias nutricionales mediante fertilizaciones. Las malezas e insectos fueron controladas químicamente, pero las enfermedades fúngicas no fueron controladas. Los ensayos que sufrieron algún tipo de daño por aves, insectos, granizo o vientos fueron descartados del estudio. Casi todos los ensayos se sembraron durante el periodo óptimo de siembra para el cultivo en cada región: ej., desde fines de julio hasta principios de septiembre en la región norte y desde finales de septiembre hasta principios de diciembre en las regiones central y sur (De la Vega y Chapman, 2010).

Todos los ensayos fueron establecidos como diseños de láttice cuadrado, con tres o cuatro repeticiones y 25 (5 × 5), 36 (6 × 6), o 49 (7 × 7) genotipos por ensayo. Los ensayos analizados corresponden a los niveles A y B (niveles 2 y 3 en las campañas 2004/05 a 2006/07), es decir, fueron híbridos precomerciales y experimentales del 3.º año de

evaluación, respectivamente. La variable respuesta utilizada en el análisis fue el rendimiento en aceite (kg ha⁻¹), calculado a partir de sus componentes inmediatos: rendimiento de grano (kg ha⁻¹) y concentración de aceite (%). El rendimiento de grano se calculó a partir de la cosecha manual de uno o dos surcos centrales de cada parcela. La concentración de aceite se determinó mediante resonancia magnética nuclear (NMR; Robertson y Morrison, 1979). Todos los resultados se presentan al 11% de humedad.

Metodología de análisis

Se analizó el rendimiento de aceite de cada ensayo individual de acuerdo a los tres métodos propuestos (DBCA, láttice y análisis espacial) para ajustar las correlaciones espaciales entre parcelas vecinas en dos dimensiones siguiendo un modelo AR1 × AR1 y (sin considerar las repeticiones) se obtuvieron los valores de eficiencia relativa (ER) de los modelos de láttice y AR1 × AR1 con respecto al tradicional DBCA medido a través del SED (ER_{SED}Láttice; ER_{SED}Espacial). A continuación, se realizaron tres análisis combinados de todas las localidades para cada ensayo dentro de cada campaña y subregión: (1) todos los ensayos individuales analizados según DBCA, (2) todos los ensayos con análisis espacial y (3) aplicando a cada ensayo individual el método de mayor ER, que en el marco de este estudio se denominó modelo preferido (MP, a la escala de ensayo individual), comparando el ranking de materiales obtenido por cada uno de los dos primeros con el del modelo ideal (que usa el MP para el conjunto total de los ensayos).

Para el análisis del rendimiento de aceite (kg ha⁻¹) en los 261 ambientes individuales se utilizaron los siguientes modelos estadísticos: diseño en bloques completos (DBCA), Láttice y Modelo Espacial (AR1 × AR1), usando el paquete REML de GenStat 12.1 (2009) y se estimaron la deviancia (LOG), AV, SED y el criterio de información Akaike (AIC). Estos modelos y los parámetros estimados están descritos por Montiel (2014). Para la elección del MP siguiendo el enfoque propuesto por Quiao *et al.* (2000), se buscaron los valores más bajos de AIC, AV y SED y el LOG más alto. Es decir, que en el análisis de ensayos individuales el MP para cada ensayo fue el de mayor eficiencia relativa (ER) por presentar los valores más bajos de AIC, AV y SED y el LOG más alto.

Para cada combinación año-subregión, se realizaron tres metaanálisis. En todos los casos, el efecto genotípico se asumió como aleatorio, la localidad como efecto fijo y las varianzas de las diferentes localidades como independientes (Gilmour *et al.*, 1997; De la Vega y Chapman, 2010). La variabilidad en la respuesta por localidad se modeló: (1) todas como DBCA, (2) todas como AR1 × AR1 y (3) cada localidad según el MP descrito anteriormente. En el tercer modelo, denominado ideal, la variabilidad de la respuesta en cada ensayo individual se modeló aplicando el MP en cada caso, con lo que se espera sea el metaanálisis de mayor ER.

Evaluación de las metodologías

Los análisis de láttice y espacial se evaluaron a través de su ER con respecto al modelo convencional (DBCA) y su impacto en la selección de los híbridos de mayor rendimiento en aceite.

La ER se estimó como:

$$ER_{(SED)} = 100 \times (SED_{DBCA} / SED_{AT})$$

donde: AT: modelo alternativo (láttice o espacial) al DBCA.

La intensidad de selección se fijó en el 0,19 o 0,20 superior (de mayor rendimiento) dependiendo del número de híbridos evaluados en cada ensayo. Para la comparación de la lista de genotipos superiores seleccionados por cada uno de los modelos alternativos con respecto al modelo ideal, se utilizó el coeficiente de Czekanowski (C), una medida de similitud entre resultados del proceso de selección (Snijders *et al.*, 1998; Everitt, 1993) estimada como:

$$C = \frac{2a}{2a + b + c} = \frac{a}{(a + c) + (a + c)} = \frac{a}{a + b} = \frac{a}{a + c}$$

Donde a es el número de genotipos seleccionados tanto por la alternativa como por el MP, b es el número de genotipos seleccionados solo por el modelo alternativo y c es el número de genotipos seleccionados solo por el modelo ideal.

RESULTADOS

En el 75% de los casos, el modelo de análisis de ensayo individual de mayor ER (modelo preferido; MP) fue el que incluyó los términos espaciales (AR1 x AR1), mientras que el 25% restante corresponde al análisis de láttice. En solo uno de los 261 ensayos individuales el modelo de mayor ER fue el de DBCA.

Para los 121 ensayos locales evaluados en la región central, el MP fue el análisis espacial en el 73% de los casos, el 26% correspondió al diseño láttice y el 1% al DBCA. En el caso de la región norte (n = 62), el análisis espacial ajustó mejor en el 81% de los casos y el de láttice en el 19% restante. Por último, en la región sur, en el 74% de los casos (n=78) el MP fue el análisis espacial y en el 26% restante fue láttice.

En promedio, la ER_(SED) de los modelos láttice, espacial e ideal fue siempre mayor respecto del DBCA en las tres regiones (tabla 1). Se observa que en cada una de las regiones la ER del análisis espacial en términos del SED fue siempre superior con respecto al modelo utilizado regularmente por las redes oficiales de ensayos.

Se observaron diferencias regionales en la distribución de frecuencias de las ER_(SED) del análisis espacial respecto del DBCA en cada ensayo individual (fig.1). Se observa que los tres megaambientes presentan la moda en la clase que contiene al 100%, observándose una mayor asimetría en la región norte, la cual no presenta valores menores

Región	ER _(SED) Láttice	ER _(SED) Espacial	ER _(SED) MP
Central	105,50 (4,52)	110,63 (8,42)	111,62 (8,04)
Norte	107,09 (4,67)	115,14 (6,37)	115,73 (6,35)
Sur	105,61 (3,21)	111,93 (4,43)	111,60 (5,21)

Tabla 1. Promedios de ER_(SED) de los modelos Láttice, Espacial y MP en las tres regiones estudiadas. Valores entre paréntesis muestran el desvío estándar de los datos.

Fuente: Elaboración propia (2014).

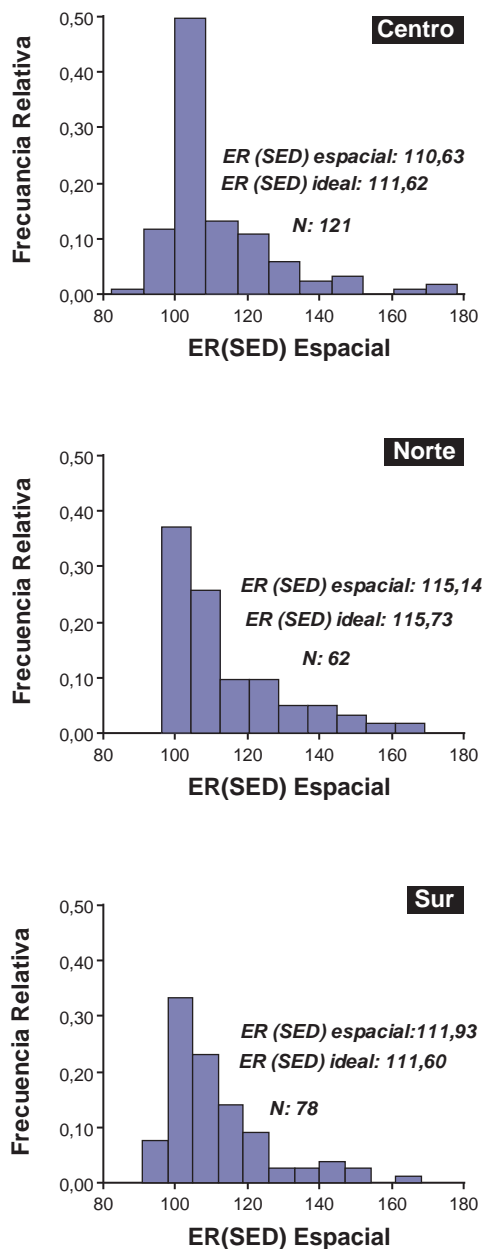


Figura 1. Distribución de frecuencias de la ER_(SED) del análisis espacial en las regiones central, norte y sur. N: número total de ensayos locales en cada región en todos los años. Para cada región se muestra el valor promedio de la ER_(SED) espacial y de la ER_(SED) ideal.

Fuente: elaboración propia (2014).

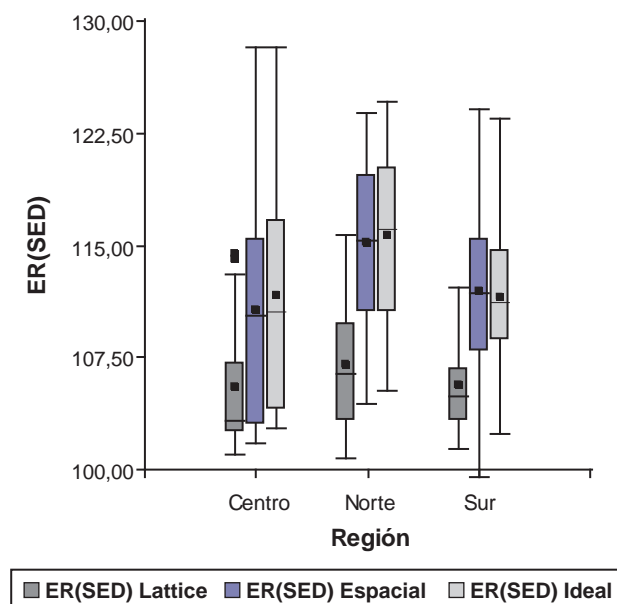


Figura 2. Gráfico Box-plot de la $ER_{(SED)}$ para los modelos Láttice, Espacial e Ideal en cada uno de los megaambientes (región centro, norte y sur).

Fuente: elaboración propia (2014).

al 100% de ER. En promedio, el análisis espacial para la región central fue menos eficiente que en otras regiones, aunque se observan valores extremos de ER muy altos al igual que para la región sur (fig. 1).

En los metaanálisis conducidos por región, la ER del modelo ideal con respecto al DBCA fue siempre mayor en la región norte (fig.2). La región norte mostró una mayor concentración de los valores alrededor de la mediana, con una clara mejora en la eficiencia predictiva de los rendimientos esperados, cuando se utilizó un modelo que contemple las diferencias entre parcelas vecinas.

El porcentaje medio de coincidencia en la selección de los mejores híbridos seleccionados por el modelo espacial y el DBCA con respecto al *MP* mediante el Coeficiente de Czekanowski (C) fue siempre mayor para el análisis espacial que para el DBCA en todas las regiones. En promedio y para las tres regiones en conjunto el coeficiente de coincidencia para el DBCA fue de 0,81 (se estarían rechazando en promedio 8 híbridos por ensayo de los que se hubieran seleccionado con un método de análisis que ajuste mejor los rendimientos esperados a los obtenidos); mientras que para el análisis espacial fueron en promedio 5 los híbridos rechazados cada dos ensayos (coeficiente de coincidencia promedio de 0,94), existiendo diferencias entre subregiones (centro: 0,84-0,95; norte 0,75-0,95; sur: 0,84-0,93).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El *MP* resultó mayormente aquel que incluyó información como el efecto de la repetición, fila, columna, y/o

bloque con muy pocas excepciones. Es decir que tanto la información del diseño del ensayo como los ajustes de las tendencias espaciales resultan relevantes en la elección del *MP* (Qiao *et al.*, 2000; Basford *et al.*, 1996; Grondona *et al.*, 1996; Federer; 1998). Los resultados de esos trabajos coinciden con los del presente estudio, donde la mayor $ER_{(SED)}$ promedio (ca. 113) de 261 ensayos locales coincidió con la adopción de un *MP*, donde el 75% de los casos correspondió al análisis espacial ($AR1 \times AR1$). A igual que lo abordado por Funda *et al.* (2007), la mayoría de estas tendencias espaciales no habrían sido modeladas adecuadamente por el DBCA, el cual siempre presentó menores $ER_{(SED)}$ en la predicción de rindes en comparación con el diseño láttice cuadrado (ca. 106) y espacial (ca. 112). El Criterio de Información Akaike (AIC) también mostró en nuestro trabajo resultados coincidentes con el resto de los criterios considerados y con los presentados por otros autores (Duarte y Vencovsky, 2005; Müller *et al.*, 2010).

La utilización de un *MP* de análisis combinado de ensayos en el que la variabilidad en las respuestas de cada ensayo individual se modela de acuerdo al método de mayor ER (DBCA, láttice o $AR1 \times AR1$) permitió aumentar la certeza de selección en cada una de las tres subregiones girasoleras de la Argentina. El DBCA fue el que presentó menor coincidencia en la selección de híbridos superiores en un ranking de materiales con respecto al modelo ideal, observándose diferencias entre subregiones al igual que para la $ER_{(SED)}$. Esto podría estar afectado por la intensidad de selección utilizada, por lo que los resultados obtenidos de haberse usado una intensidad menor, podrían diferir de los encontrados en este trabajo (Qiao *et al.*, 2000).

En este estudio se muestra una interacción G x A diferencial a lo largo de las distintas subregiones evaluadas. La subregión norte siempre presentó mayores ER del análisis espacial, lo que resalta la importancia de este tipo de análisis en regiones donde las tendencias espaciales no son bien conocidas a la hora de diseñar los ensayos o que presentan una mayor heterogeneidad espacial (Vollmann *et al.*, 2000).

Los resultados de este trabajo muestran que sería posible mejorar la capacidad predictiva actual de las redes oficiales de ensayos de girasol (y probablemente también de otros cultivos) sin aumentar la inversión de recursos en términos de número de parcelas y usando software disponible (Smith *et al.*, 2005; Federer y Crossa, 2005). Esto permitiría la evaluación de mayor cantidad de material genético de una manera eficiente, y a los usuarios de los resultados de estas redes les aportaría una mayor certeza en sus decisiones de elección de genotipos. El análisis espacial demostró ser una herramienta muy efectiva para mejorar la capacidad predictiva de los ECR con respecto a los modelos de análisis tradicionales en casi todas las condiciones ambientales evaluadas, siendo su ER mayor en situaciones de alta heterogeneidad ambiental.

AGRADECIMIENTOS

A Advanta Semillas por su valioso aporte. A Renato González y Aldo Martínez por su colaboración en este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- BASFORD, K.E.; WILLIAMS, E.R.; CULLIS, B.R.; GILMOUR, A. 1996. Experimental design and analysis for variety trials. United Kingdom: Oxford CAB International.
- BROWNIE, C.; GUMPERTZ, M. 1997. Validity of spatial analyses for large field trials. *J. Agric. Biol. Environ. Stat.* 2:1–23.
- CHAPMAN, S.C.; DE LA VEGA, A.J. 2002. Spatial and seasonal effects confounding interpretation of sunflower yields in Argentina. *Field Crop Res.* 73:107–120.
- CULLIS, B.R.; SMITH, A.; HUNT, C.; GILMOUR, A. 2000. An examination of the efficiency of Australian crop variety evaluation programmes. *J. Agric. Sci. Cambridge*, 135:213–222.
- DE LA VEGA, A.J.; CHAPMAN, S.C. 2001. Genotype by environment interaction and indirect selection for yield in sunflower: II. Three-mode principal component analysis of oil and biomass yield across environments in Argentina. *Field Crop Re.* 72:39–50.
- DE LA VEGA, A.J.; CHAPMAN, S.C. 2006. Defining sunflower selection strategies for highly heterogeneous target population of environments. *Crop Sci.* 46:136–144.
- DE LA VEGA, A.J.; CHAPMAN, S.C. 2010. Mega-environment differences affecting genetic progress for yield and relative value of component traits. *Crop Sci.* 50:574–583.
- DE LA VEGA, A.J.; DELACY, I.H.; CHAPMAN, S.C. 2007a. Progress over 20 years of sunflower breeding in central Argentina. *Field Crop Re.* 100:61–72.
- DUARTE, J.B.; VENCOVSKY, R. 2005. Spatial statistical analysis and selection of genotypes in plant breeding. *Pesq. agropec. Bras.*, vol. 40, n.º 2. 107–114.
- EVERITT, B.S. 1993. Cluster analysis. 3rd ed. Halsted Press, Nueva York.
- FEDERER, W.T. 1998. Recovery for interblock, intergradient, and intervariety information in incomplete block and Láticeice rect-angle design experiments. *Biometrics* 54:471–481.
- FEDERER, W.T.; CROSSA, J. 2005. Designing for and analysing results from field experiments. *Journal of Crop Improvement* 14:29–50.
- FUNDA, T.; LSTIBŮREK, M.; KLAPŠTĚ, J.; PERMEDLOVA, I.; KOBLIHA, J. 2007. Addressing spatial variability in provenance experiments exemplified in two trials with black spruce. *Journal of forest science* 53, 2007 (2): 47–56.
- GENSTAT 12.1. 2009. GenStat for Windows: Introduction. 12nd ed. VSN Int., Oxford, Reino Unido.
- GILMOUR, A.R.; CULLIS, B.R.; VERBYLA, A.P. 1997. Accounting for natural and extraneous variation in the analysis of field experiments. *J. Agric Biol Environ Stat.* 2:269–293.
- GRONDONA, M.R.; CROSSA, J.; FOX, P.N.; PFEIFFER, W.H. 1996. Analysis of variety yield trials using two-dimensional separable ARIMA processes. *Bometrics.* 52:763–770.
- HALL, A.J.; REBELLA, C.M.; GHERSA, C.M.; CULOT, J.P. 1992. Field-crop systems of the Pampas. En: PEARSON, C.J. (ed.) *Field crop ecosystems*. Elsevier, Amsterdam, pp. 413–450.
- KEMPTON, R.A.; FOX, P.N. 1996. *Statistical Methods for Plant Variety Evaluation*.
- MERCAU, J.L.; SADRAS, V.O.; SATORRE, E.H.; MESSINA, C.; BALBI, C.; URIBELARREA, M.; HALL, A.J. 2001. On-farm assessment of regional and seasonal variation in sunflower yield in Argentina. *Agric. Syst.* 37:83–103.
- MÜLLER, B.U.; KLEINKNECHT, K.; MÖHRING, J.; PIEPHO, H.P.; 2010. Comparison of spatial models for sugar beet and barley trials. *Crop Sci.* 50:794–802.
- MONTIEL, M.G. 2014. Evaluación de métodos para el análisis estadístico de ensayos comparativos de rendimiento. Trabajo de intensificación para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo otorgado por la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires.
- PATTERSON, H.D.; THOMPSON, R. 1971. Recovery of inter block information when block sizes are unequal. *Biometrika* 31:100–109.
- PETERSEN, R.G. 1994. *Agricultural Field Experiments: Design and Analysis*. Oregon State University. Corvallis, Oregon.
- QIAO, C.G.; BASFORD, K.E.; DELACY, I.H.; COOPER, M. 2000. Evaluation of experimental designs and spatial analyses in wheat breeding trials. *Theor Appl Genet.* 100:9–16.
- ROBERTSON, J.A.; MORRISON, W.H. 1979. Analysis of oil content of sunflower seed by wide-line NMR. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 56: 961–964.
- SMITH, A.B.; CULLIS, B.E.; THOMPSON, R. 2005. The analysis of crop cultivar breeding and evaluation trials: An overview of current mixed model approaches. *Journal of Agricultural Science*, 143 (6), 449–462.
- SNIJDERS, T.A.B.; KERSHAW, C.D.; ELLIS, R.P. 1998. An investigation of two-dimensional yield variability in breeders' small plot barley trials. *J. Agric. Sci.* 111:419–426.
- VOLLMANN, J.; WINKLER, J.; FRITZ, C.N.; GRAUSGRUBER, H.; RUCKENBAUER, P. 2000. Spatial field variations in soybean (*Glycine max* [L.] Merr.) performance trials affect agronomic characters and seed composition. *Eur J. Agron.* 12:13–22.
- YATES, F. 1936. A new method of arranging variety trials involving a large number of varieties. *J. Agric. Sci.* 23:108–145.

Mapeo de la agricultura urbana y periurbana en el área metropolitana Santa Rosa-Toay: aproximaciones metodológicas para la lectura territorial

ERMINI, P. V.¹; DELPRINO, M.R.²; GIOBELLINA, B.³

RESUMEN

Es abundante la evidencia científica acerca de los beneficios a la sociedad que conlleva la agricultura urbana y periurbana, aunque de manera contradictoria también se evidencian potenciales impactos negativos a la salud y el ambiente. Aun así, es notorio su escaso reconocimiento en las políticas de desarrollo urbano y en cuestiones asociadas a la política de seguridad alimentaria. La agricultura urbana y periurbana está definida principalmente por su localización y a la vez por la dependencia de recursos y actividades propias del ámbito urbano, este supuesto genera incertidumbre respecto a los límites que configura el funcionamiento de las ciudades y su dinámica con las prácticas agrícolas. Las localidades de Santa Rosa y Toay conforman dos ejidos municipales diferentes en términos jurisdiccionales, ubicados en el departamento Capital y Toay, respectivamente, en la provincia de La Pampa, Argentina. Sin embargo, el crecimiento de la urbanización permitió, ya a partir de comienzos de siglo, reconocerlas como una sola aglomeración, denominada Gran Santa Rosa. La ausencia de un reconocimiento político como área metropolitana dificultó una planificación, gestión del uso y ocupación del territorio en función de sus potencialidades y limitaciones.

El objetivo del trabajo consistió en el desarrollo y aplicación de una propuesta metodológica dirigida a generar información sobre el amplio espectro de actividades agrícolas urbanas y periurbanas que se manifiestan en el área metropolitana Santa Rosa-Toay. La metodología desarrollada permitió comprender procesos que integraron la perspectiva espacial con procedimientos participativos en la generación de la información. Los datos espaciales permiten efectuar un mapeo de la agricultura urbana y periurbana, su reconocimiento, y un análisis preliminar de sus dinámicas.

Palabras clave: desarrollo urbano, métodos cualitativos, agricultura familiar, SIG.

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA), Agencia de Extensión Rural, Anguil, La Pampa, Argentina. Correo electrónico: ermini.pablo@inta.gob.ar

²Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) San Pedro, Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: delprino.maria@inta.gob.ar

³Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Agencia de Extensión Rural (AER) Córdoba, Observatorio AUPA (Agricultura Urbana, Periurbana y Agroecología), Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño Industrial Universidad Nacional de Córdoba, (FAUD-UNC - INVIHAB- ARQ IIIC), Argentina. Correo electrónico: giobellina.beatriz@inta.gob.ar

Recibido 07 de julio de 2016 // Aceptado 23 de mayo de 2017 // Publicado online 10 de enero de 2018

ABSTRACT

There is enough scientific evidence about the benefits to society brought by the development of urban and peri-urban agriculture, even though they might have a negative impact on health and environmental. Currently urban and peri-urban agriculture are not recognized in urban development policies and policy issues associated with food security.

Urban and peri-urban agriculture are defined mainly by its location and at the same time by its reliance on resources and functions of cities. This idea generates uncertainty about where cities set its limits and their dynamics with agricultural practices.

Santa Rosa and Toay are two different municipal jurisdictional areas, located in the Capital department and Toay department, respectively, inside the province of La Pampa.

However, since the beginning of the century the growth of urbanization resulted in a single agglomeration. The absence of political recognition as a metropolitan area is a constraint to planning and management of land use based on their potential and limitations.

The objective of this work was to develop a methodology to generate information on the broad spectrum of urban and suburban agricultural activities set in the metropolitan area of Santa Rosa-Toay.

The developed methodology permitted to understand processes which integrated spatial data with participatory procedures in the generation of information. Spatial data allow mapping and recognizing the urban and peri-urban agriculture, and making a preliminary analysis of their dynamics.

Keywords: urban development, qualitative methods, family farming, GIS.

INTRODUCCIÓN

En el marco de las actividades iniciadas durante el año 2013 bajo la coordinación de la Subdirección de Economía Social de la Municipalidad de Santa Rosa, provincia de La Pampa, se conforma la mesa interinstitucional, espacio dedicado a facilitar la articulación entre las distintas instituciones del medio local. Allí se establece la necesidad de conocer en mayor detalle la situación por la que atraviesa el sector de interés, lo que en ese ámbito se denomina de diferentes maneras, pero en un mismo sentido: productores locales, productores familiares, pequeños productores, huerteros y agricultores familiares. Es destacable la coincidencia sobre las cuestiones vinculadas a las producciones que se encuentran dentro del área urbanizada, en sus bordes, o a relativa corta distancia de la ciudad. Constituye este el marco en el que se define la práctica de la agricultura urbana y periurbana como actividades que se presentan y expresan en un territorio concreto. Su evolución deviene en la necesidad de discutir sus conceptos, manifestaciones y modalidades. El mercado de suelos es un factor determinante para entender cómo funcionan los procesos de expansión; la incorporación de nuevas tierras a la ciudad y el desplazamiento de las actividades agrícolas (Barsky, 2005). Es en este contexto en que ocurren nuevas tendencias en el crecimiento urbano se relocalizan actividades y ocurren nuevos procesos productivos y sociales.

En los últimos años, la práctica de las actividades agrícolas y pecuarias en el área metropolitana Santa Rosa-Toay

generó un creciente interés en la comunidad por constituir un mercado de proximidad de alimentos seguros. Sin embargo, persiste un gran vaciamiento de información de las aportaciones que esta entrega en las dinámicas de las economías locales. El trabajo de base deja expuesto que la información básica para interpretar el estado de este tipo de producciones es escasa, incompleta, o bien está segmentada dentro de los registros de diferentes dependencias gubernamentales y no gubernamentales, situación que dificulta su acceso y su calidad. Esta situación coincide con otros estudios que abordan la agricultura urbana y periurbana con una perspectiva de fomento de microempresas (Vera y Zencovich, 2004), y que se debe básicamente a la forma en que operan este tipo de actividades en las ciudades, caracterizadas comúnmente como parte del circuito de las economías informales (Muñoz, 2013; Tokman, 1995).

En este contexto y desde el ámbito de decisión de la Agencia de Extensión Rural de la EEA INTA Anguil, se propone iniciar un proceso de mapeo basado en la construcción metodológica que desde el INTA ya se había implementado en el estudio de tipologías ambientales para agricultura urbana de esa ciudad (Ermini, 2012). Aunque el estudio anterior se enfoca particularmente en caracterizar unidades de producción de hortalizas, se toma el antecedente y se llevan adelante ajustes en la construcción metodológica, en el rediseño de los procedimientos de mapeo, y se apuesta a incorporar una perspectiva aún más amplia, que permita lograr una representación de estas agricultu-

ras con el aporte de diferentes miradas. De esta manera, se plantea el desafío de poder llevar adelante un mapeo que constituya un avance en los procesos de participación, que exponga la realidad sumando las perspectivas de otros actores, y a su vez, contribuir a la construcción metodológica que implica el análisis del complejo sistema alimentario local, sustentado en la importancia del análisis espacial (Kremer y DeLiberty, 2011).

Dentro de las principales razones para pensar y decidir la participación de diferentes actores en el proceso de mapeo, no solo está el condicionante de aceptar que “todos los mapas mienten” (Monmonier, 1991), sino que además, se plantea la limitación que la informalidad es una de las principales características de la agricultura urbana y periurbana, y este carácter se traduce en dificultades para disponer y construir a partir de registros dependientes de organismos técnicos y administrativos. La información disponible –Registro Nacional de la Agricultura Familiar (RENAF)– resulta incompleta en algunos casos y en otros es de difícil o nulo acceso. Hay que tener en cuenta que gran parte de las actividades de agricultura que se desarrollan dentro del área urbana y periurbana entran en contradicción o conflicto con las lógicas predominantes y la normativa vigente del desarrollo urbano (Rosa, 2011), por esa razón, quienes realizan la actividad no desean ser registrados.

Se considera decisiva entonces la incorporación durante el estudio de actores vinculados a la actividad, que conocen el medio y que han desarrollado una experiencia reconocida por las instituciones. Estos actores cumplen el rol de informantes clave (Valles, 1999) y su participación, a través de las entrevistas, es el disparador del proceso de localización de las unidades de producción⁴. A pesar de la naturalidad con la que se percibe la superposición de áreas pertenecientes a dos ejidos municipales diferentes –Santa Rosa y Toay–, todavía está ausente un reconocimiento político de la importancia de comprenderla como área metropolitana y lo que esto implica para la construcción de un territorio equilibrado. Los datos censales a partir de 1991 definen una situación diferente en relación con el crecimiento de las dos localidades como aglomerado, “en el área que en 1991 efectivamente abarcaba la aglomeración Santa Rosa-Toay había en cualquiera de las fechas anteriores dos aglomeraciones, claramente separadas cuyos nombres correctos eran Santa Rosa y Toay” (Vapñarsky, 1995, p. 231).

En los datos del censo 2001 y 2010 la aglomeración se denomina Gran Santa Rosa (Gobierno de La Pampa, 2013) por lo tanto, en la actualidad ya se encuentra reconocida el área metropolitana Santa Rosa-Toay. Pero falta todavía un reconocimiento que vaya más allá de un análisis técnico estadístico; está ausente un reconocimiento políti-

co. En la actualidad, la concepción del territorio como un área metropolitana en las decisiones de política pública de cada municipio está ausente. Estas se encuentran vinculadas a cada municipio y las ejercen dentro de sus límites jurisdiccionales, imposibilitando de este modo, cooperar en cuestiones que afectan al territorio en su conjunto.

Se aborda el fenómeno metropolitano a fin de cumplir con la acción de delimitar justificadamente un área de estudio, plantear el problema de ponerle un límite a la ciudad, cuestión que aquí se intenta aclarar desde la perspectiva que propone definir Santa Rosa y Toay en conjunto como área metropolitana⁵. Son pocos los documentos de trabajos que brindan una perspectiva metropolitana sobre la realidad de ciudades intermedias, por lo tanto, mucho de los aspectos clave se toman de trabajos realizados sobre los fenómenos metropolitanos más trascendentes en nuestro país. Sin lugar a dudas el caso de referencia es la región metropolitana de la ciudad de Buenos Aires, el tamaño de la población y la extensión de territorio que ocupa es un elemento que hace visible la cuestión metropolitana; sin embargo lo metropolitano puede darse en aglomerados de muy diversas dimensiones (Pírez, 2001). Estas precisiones respecto a la escala validan la exposición de fenómenos metropolitanos en ciudades intermedias como lo es Santa Rosa y localidades pequeñas como Toay.

El área metropolitana que conforma las localidades de Santa Rosa y Toay, contiene a más de un tercio de la población de toda la provincia. Santa Rosa concentra el 32% de la población de toda la provincia, y es el 36% de la población total si incluimos a la localidad de Toay (Gobierno de La Pampa, 2013). Aun con una muy baja población, si se compara con la ciudad de Santa Rosa, Toay representa una parte importante del crecimiento poblacional del conglomerado formado por ambos ejidos. Este crecimiento estrepitoso de la ciudad de Toay que puede verse claramente en el 44,3% de variación relativa de su población en el periodo 2001-2010, constituye un considerable desborde de crecimiento poblacional de la ciudad de Santa Rosa, ciudad que según datos censales tuvo una variación relativa de su población del 9% (tabla 1).

En la propuesta de mapeo se define el área metropolitana sobre dos criterios: la continuidad física que tiene la mancha urbana formando un continuo en el espacio y la integración funcional, determinada por los movimientos y actividades socioeconómicas de sus habitantes.

El objetivo del trabajo consistió en el desarrollo y aplicación de una propuesta metodológica dirigida a generar información sobre el amplio espectro de actividades agrícolas urbanas y periurbanas que se manifiestan en el área metropolitana Santa Rosa-Toay.

⁴Unidad de producción es la entidad constituida por un área o porción de suelo delimitada y reconocida por los actores involucrados como unidad física que permite llevar adelante actividades de agricultura

⁵ Metropolitana, en su origen griego significa ciudad madre, que luego se fueron dando a lugar diferentes denominaciones según la situación para delimitar: área, zona y región metropolitana. El área metropolitana puede definirse como “una unidad desde el punto de vista de los límites físicos, basada en la continuidad de sus componentes materiales” (Pírez, 1994, p. 58).

Localidad	Población		Variación absoluta	Variación relativa (%)
	2001	2010		
Santa Rosa	94349	102860	8520	9
Toay	8059	11626	3567	44,3

Tabla 1. Población total y variación intercensal absoluta y relativa para Santa Rosa y Toay. Años 2001-2010.

Fuente: elaboración propia sobre Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001 y Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. (Gobierno de La Pampa, 2013).

MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño de investigación comprendió un procedimiento de recolección de datos con una primera etapa de generación de información primaria a partir de entrevistas a actores del territorio, identificados como referentes de los temas propuestos (informantes clave), y basado en la información recolectada, una segunda etapa con trabajo de campo.

Se realizaron entrevistas a ocho informantes clave, fueron entrevistas de tipo semiestructuradas⁶ dirigidas principalmente a obtener las posiciones geográficas (localización) de unidades de producción. A la vez, estas entrevistas permitieron obtener una descripción general de las unidades localizadas, del contexto donde funcionan, e información complementaria.

El diálogo se desarrolló con acceso a un computador que permitió la visualización a la interface del Google Earth, operada por el entrevistador (figura 1).

Se evitó condicionar el proceso de localización de unidades a límites concretos, por lo que fue necesario prestar especial atención a aspectos relacionados con la escala durante la entrevista. Así el proceso fue orientado bajo la consigna de localizar unidades de producción que se encontraran en íntima relación con la ciudad.

Una vez localizadas las unidades de producción, se procedió a su identificación en el terreno a fin de validar y ampliar la información brindada por los informantes clave sobre cada uno de los casos.

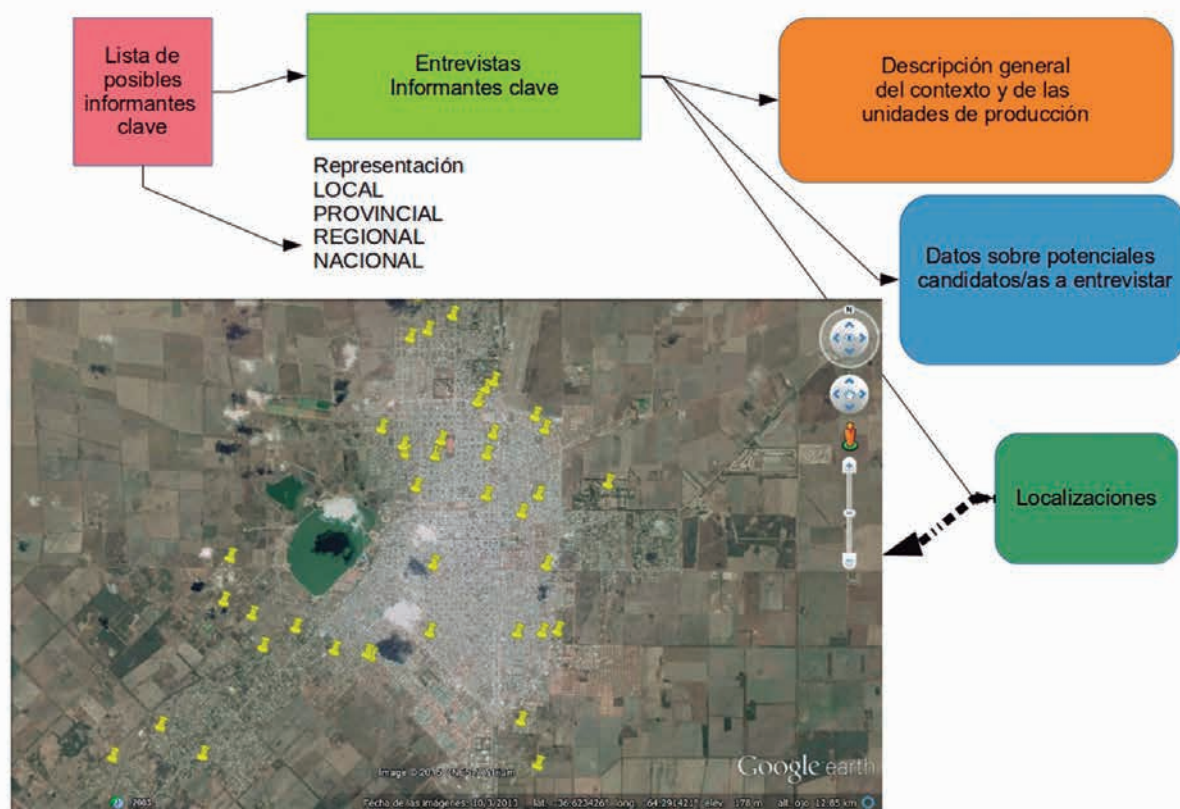


Figura 1. Esquema del procedimiento de localización de unidades de producción.

Fuente: elaboración propia.

⁶La entrevista semiestructurada se define como una situación social donde interactúan dos o más personas que intercambian información sobre temas de interés común, se entiende que existe una relación asimétrica entre entrevistador y entrevistado ya que es el primero quien define la situación y van direccionando la conversación hacia los temas que le interesan (Meo y Navarro, 2009).

A tal propósito, se visitaron los lugares posicionados en el mapa y se contactaron a los referentes de las unidades.

En el transcurso de la segunda etapa de investigación, se planteó el uso de dos tipos de entrevistas individuales, estructuradas⁷ (encuestas) y semiestructuradas, dirigidas a los referentes de las unidades de producción localizadas.

Las encuestas fueron realizadas en sesenta y siete unidades, se relevó información sobre los atributos que pusieron en evidencia los informantes clave en sus descripciones preliminares y variables que se manifestaban de importancia en antecedentes registrados en la bibliografía consultada. A pesar de que la encuesta es un instrumento estructurado se propuso una flexibilidad que permitiera reformulaciones de acuerdo a los emergentes durante el trabajo de campo. Así se establecieron o redefinieron categorías a medida que se realizaron los sucesivos encuentros y se tomó contacto con los casos.

A través de las encuestas se recolectó información de carácter cuantitativo; se realizó un análisis general de la población y una rápida caracterización dentro del universo.

Además, permitieron avanzar en el proceso de mapeo al sumar información básica a las localizaciones y descripciones generales realizadas por los informantes clave (figura 2). La actividad de verificación en terreno hizo posible desplegar procedimientos para ampliar las localizaciones por vías alternativas, se involucró al entrevistador en su rol durante el trabajo de campo y acción institucional, y a los agricultores en su conocimiento del área de influencia de su unidad y del sector en general. Las vías alternativas de localización fueron las siguientes:

- **Reconocimiento visual:** se tienen en cuenta aquellas unidades que pueden ser reconocidas visualmente, durante las salidas a terreno en las tareas de entrevistas a las unidades localizadas (Santandreu y Merzthal, 2007).
- **Bola de nieve o “Snow ball”:** mediante esta técnica los referentes de las unidades entrevistadas identifican a otras unidades de similares características y así continuamente (Valles, 1999).
- **Encuentros socio-técnicos:** se realizan localizaciones que se facilitan a través del encuentro con agricultores

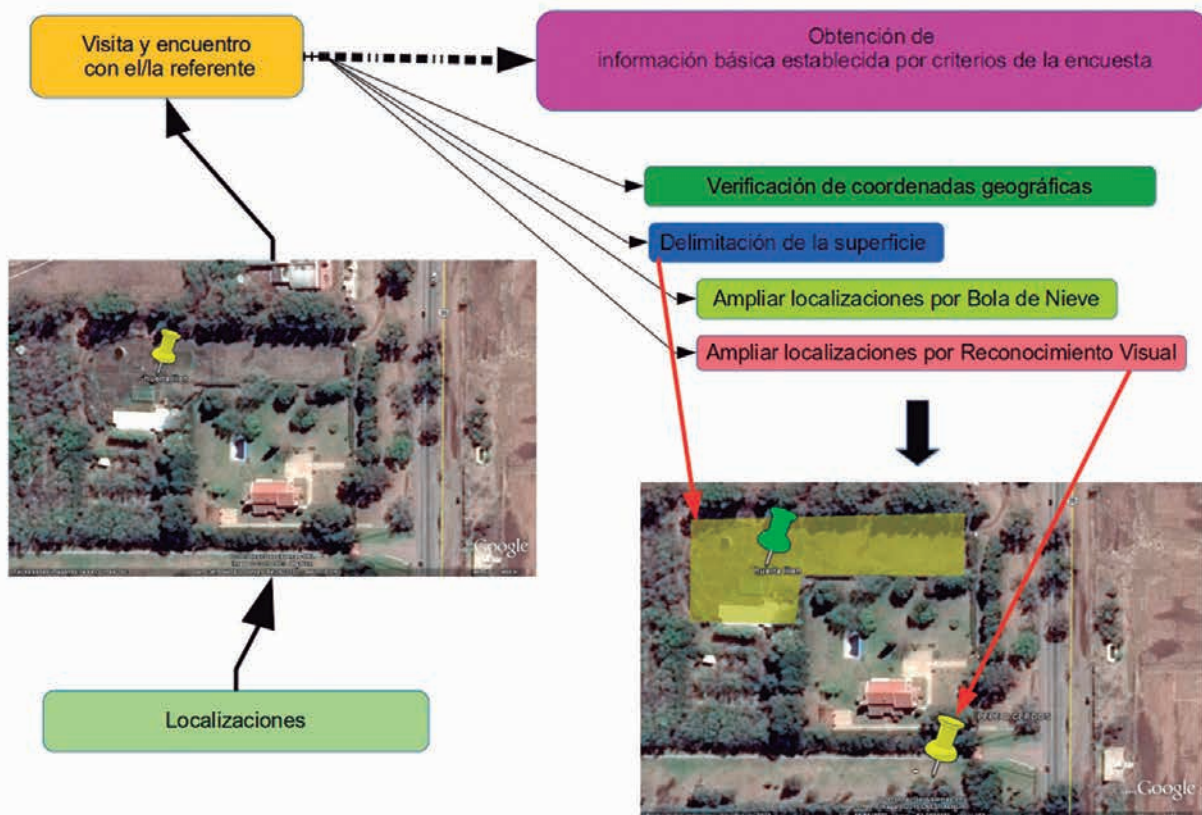


Figura 2. Esquema del proceso de reconocimiento en terreno de las localizaciones.

Fuente: elaboración propia.

⁷Las entrevistas estructuradas se definen como “una sucesión de preguntas estandarizadas y respuestas por parte de los encuestados. Se parte del supuesto de que todos los respondientes entienden las preguntas y tienen la información que requiere el investigador” (Meo y Navarro 2009, p. 5).

en el ámbito socio-técnico cotidiano. En general son encuentros que se dan por acercamiento del agricultor en busca de asesoramiento, financiamiento, o bien requiriendo información para la adquisición de insumos.

El uso del computador permitió construir una capa de información en formato KML, y la información obtenida en las encuestas fue cargada a un programa de base de datos. Combinando ambas fuentes, y a través de la utilización de un Sistema de Información Geográfica (SIG), se obtuvo una representación espacial de la información con la elaboración de mapas temáticos (Taylor y Lovell, 2012).

Para la recolección de información acerca de las unidades de producción, el instrumento central fue la entrevista cualitativa (semiestructurada) Se realizaron ocho entrevistas que fueron dirigidas a una muestra de los referentes de las unidades encuestados previamente. El muestreo se realizó por selección gradual, y se tuvo en cuenta criterios asociados a una selección de casos típicos y conjuntamente con un criterio de conveniencia (Flick, 2004). Dicha conveniencia está fundamentada en las dificultades que se plantean para poder realizar las entrevistas y sortear las barreras relacionadas con las particularidades de las pro-

ducciones de estas características. Aunque para muchos productores recibir la visita era de agrado, no deseaban ser entrevistados. En ciertos casos declararon no querer hablar y ser grabados, a pesar de manifestarse la confidencialidad de los datos. Se percibió cierto temor a una exposición de su situación de precariedad legal o informalidad.

De las entrevistas se obtuvieron archivos de audio, se desgrabaron y luego se realizó un análisis de datos cualitativos a través del método de codificación. También se recopiló la información que surgió de la situación de interacción con los entrevistados, y del contexto, que despertaron mucho interés para la investigación, a través de los memos y cuadernos de campo (Sautú *et al.*, 2005).

La aplicación de una metodología mixta (cuantitativa y cualitativa) tuvo el fin de ampliar la información que logra la encuesta, lograr diferenciar dentro de las generalidades, y profundizar sobre aspectos que eran percibidos de importancia por agricultores. Esta decisión se fundamenta en que la generalización se reemplaza por la profundización, y la representatividad no tiene que ver con la lógica cuantitativa, sino con lo representativo del caso/escenario (Meo y Navarro, 2009).

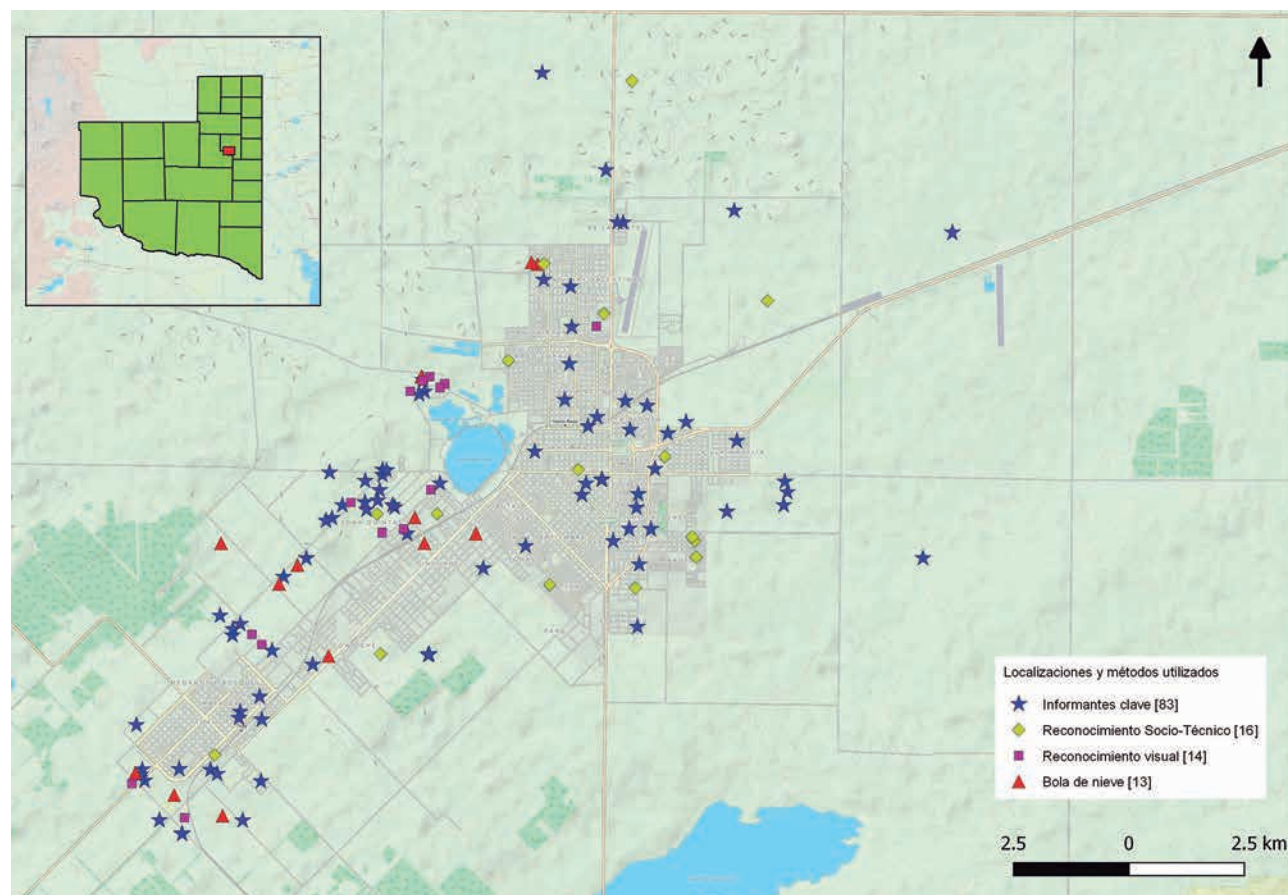


Figura 3. Mapa con las localizaciones efectuadas por los diversos métodos.

Fuente: elaboración propia sobre la utilización de software libre Quantum GIS (www.qgis.org) y acceso a las capas del proyecto Open Street Map (<https://www.openstreetmap.org/>).

De esta manera, una profundización sobre los mismos aspectos que comprendió la encuesta nutrió el análisis, y a través de la combinación de lo cuantitativo y lo cualitativo se representó más fielmente la multiplicidad de miradas.

RESULTADOS

Las entrevistas a los informantes clave, así como también los métodos de localización alternativos, dejaron una cantidad importante de unidades de producción ubicadas geográficamente. Las diversas vías de localización, parte sustancial del proceso metodológico, constituye en sí un dato y pueden representarse gráficamente (figura 3). De una forma similar la delimitación física de las unidades de producción, a través de la digitalización de las áreas, pudo ser representada como mapa, esto amplió las formas de representación gráfica y cruce con otras capas de información.

Se evidenció la naturalidad con que los informantes localizaron unidades que se encontraban dentro de un área relativamente próxima a la ciudad, y al ser interrogados cómo habían entendido esa íntima relación, la mayoría la asignó a su cercanía o proximidad respecto al área urbana. Aunque también referenciaron a las vías y estrategias de comercialización que se llevan a la práctica, se apuntó

aquellas que lo hacen en forma directa con los consumidores y otras que ubican su producción en pequeños comercios locales.

La información brindada por los informantes clave sobre las unidades, asignada como datos preliminares, y las encuestas generaron datos cuantitativos que permitieron clasificar y analizar las unidades a través de sus principales características (qué alimentos producen, de qué tecnologías disponen, quiénes participan de los procesos productivos, cómo los comercializan, de qué forma logran acceder a la tierra).

Las entrevistas semiestructuradas permitieron expandir las categorías que se constituían a través de las encuestas y aportaron información de carácter cualitativo sobre la evidente complejidad de los procesos que están presentes en el área de estudio.

Se lograron construir indicios que expusieron la condición de localización en el área metropolitana y en sus bordes. Los mapas permitieron constatar la predominancia de la residencia permanente en el lugar de producción. En general, es una situación que brinda muchas más oportunidades de acceder a una gama amplia de servicios en comparación con una ubicación rural.

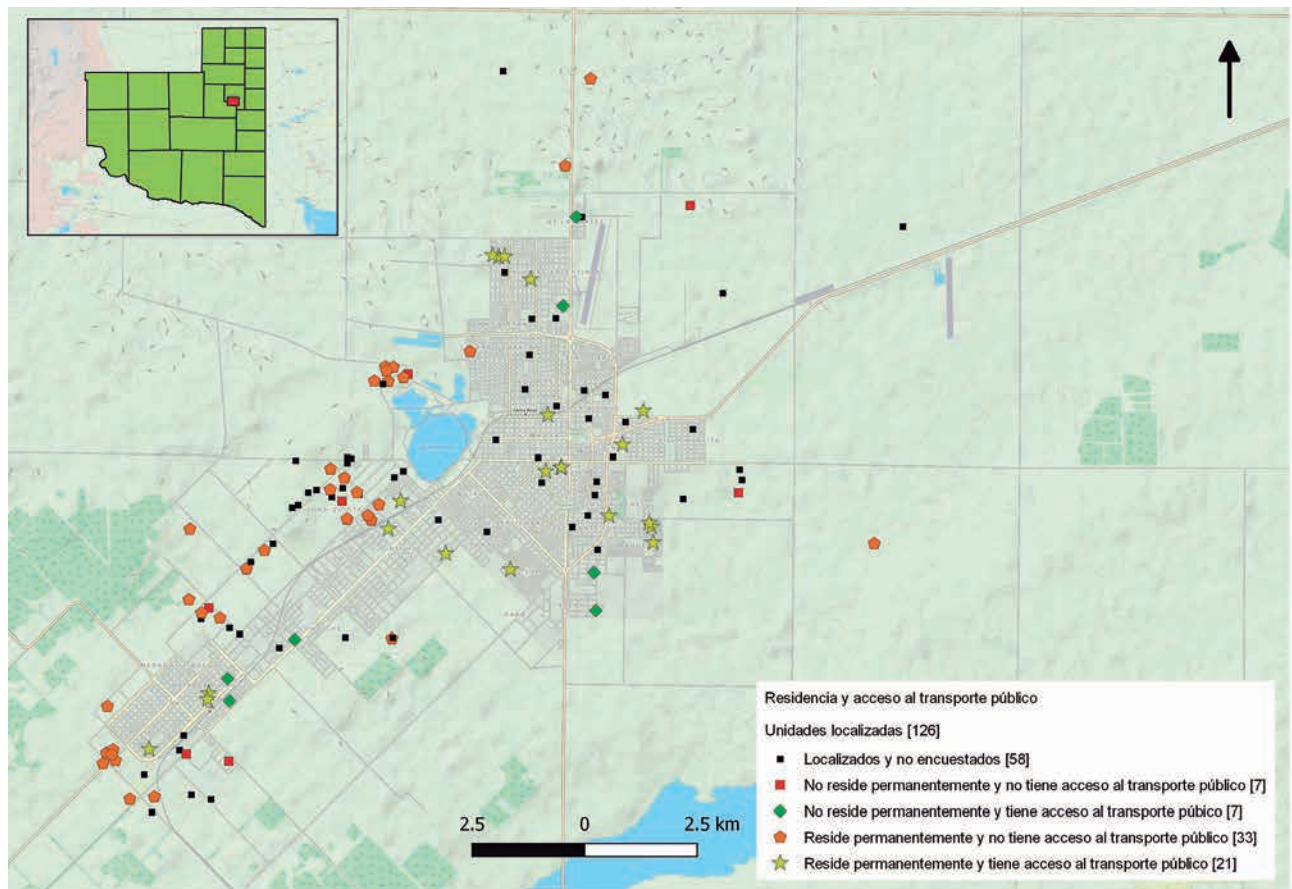


Figura 4. Mapa sobre la situación respecto a residencia y el acceso al transporte público.

Fuente: elaboración propia sobre la utilización de software libre Quantum GIS (www.qgis.org) y acceso a las capas del proyecto Open Street Map (<https://www.openstreetmap.org/>).

A partir de los audios obtenidos de las entrevistas, se capturó el testimonio de los agricultores sobre cómo impacta llevar adelante con normalidad las actividades cotidianas de las familias:

“Y de acá nos movemos a los distintos lugares, nuestros hijos...dos, estudian en Toay, otro en Santa Rosa. Así que tenemos contacto todos los días con la ciudad”. “En mi actividad la cercanía es importantísima. El costo de los viajes” (Agricultora).

En relación con la residencia se obtuvo un mapa con diferentes categorías que incluyen el acceso al servicio de transporte público (figura 4). A través de esta representación gráfica se visibilizó cómo opera la condición de cercanía –mayor importancia para los casos más periféricos–, principalmente brinda ventajas en el acceso a las actividades educativas, culturales, administrativas y de recreación que ofrece la ciudad.

Por una parte, a través de los datos de acceso al transporte público, los cuales son muy bajos para el área periférica

de la ciudad –sin tener en cuenta la calidad del servicio–, se evidenció la necesidad de las familias agricultoras y trabajadores de contar con movilidad particular, no solo para acceder a canales de comercialización, cuestión que los particulariza, sino también para alcanzar a satisfacer bienes y servicios para la reproducción de la vida en sociedad.

Por otra parte, se observó que ser parte de la ciudad genera múltiples inconvenientes que tienen relación al desarrollo urbano y limita las capacidades para mantener la actividad de los agricultores. Se percibió en particular una situación crítica en relación con el acceso al suelo productivo y donde el avance de la ciudad los desplaza. En su mayoría se mostraron bajo los efectos que tienen relación entre las estrategias del sector inmobiliario para acceder a un suelo de mayor renta, principalmente con loteo de suelo rural para uso residencial. En este sentido se expresó durante una entrevista:

“...yo al principio no tenía ese problema porque estaba en esos terrenos, pero cuando se empezó a agrandar la ciudad empecé a tener problemas con los terrenos que no eran míos y que eran en un lugar donde....digamos...”

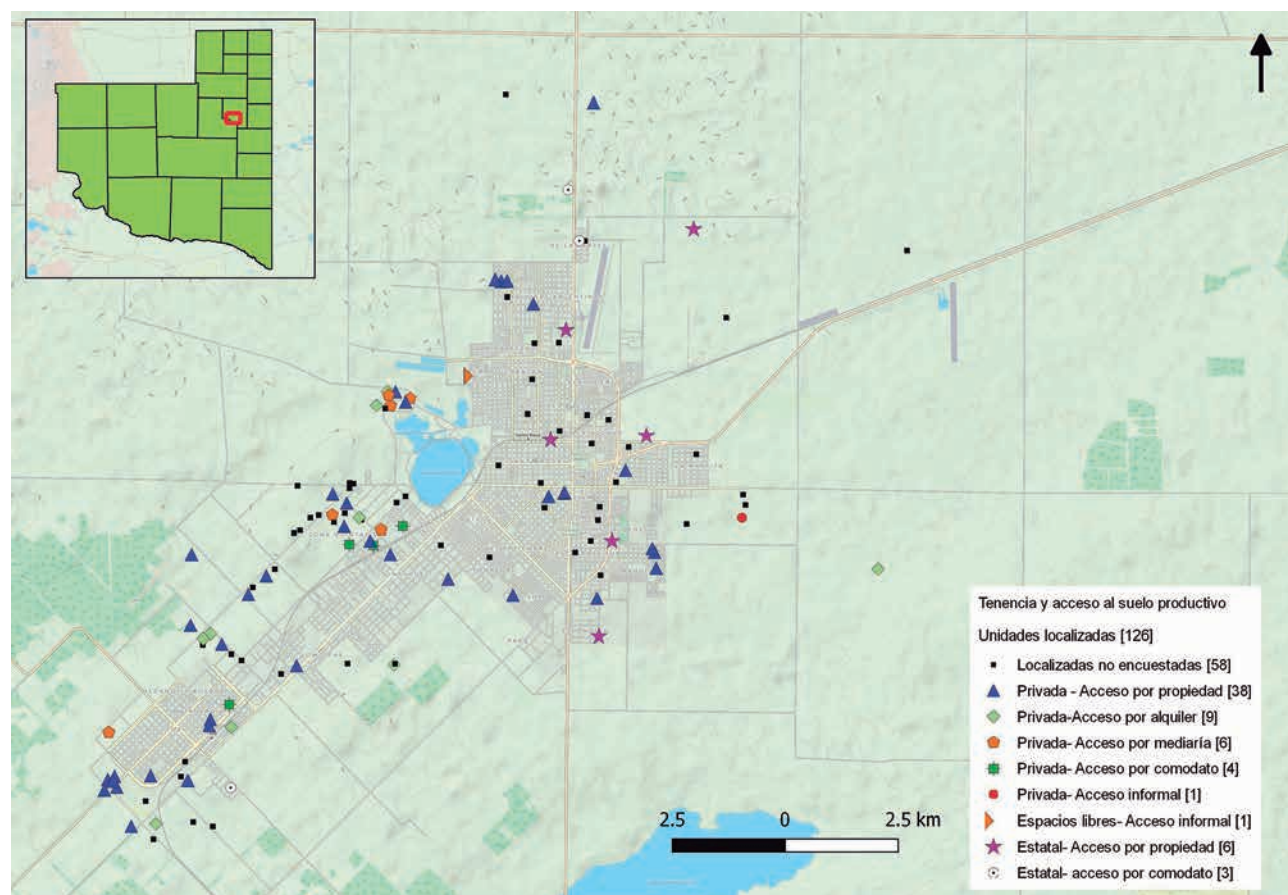


Figura 5. Mapa sobre las diversas estrategias encontradas para el acceso al suelo productivo.

Fuente: elaboración propia sobre la utilización de software libre Quantum GIS (www.qgis.org) y acceso a las capas del proyecto Open Street Map (<https://www.openstreetmap.org/>).

⁸Reconstrucción de una expresión basada en un memo de entrevista.

había...vivía la gente...pegado donde estaba yo, o sea que yo el problema que más le veo es el tema de la propiedad, o conseguir un lugar específico que uno alquile o se lo presten o lo que sea” (Agricultor).

El acceso al suelo de cercanía tiene limitaciones muy importantes. Quienes alquilan, o están en otra situación más precaria de acceso, declararon su inseguridad respecto al futuro de sus producciones y manifestaron no poder realizar inversiones básicas. Por lo tanto, la propiedad se percibió como la estrategia más confiable para un acceso y tenencia segura del suelo productivo.

Los datos consignados a través de las encuestas mostraron que gran parte de los agricultores localizados eran propietarios (figura 5). Aun así, algunos propietarios observaron que su actividad no tendría continuidad debido al ritmo de avance de la urbanización:

“Si todo sigue así no voy a poder seguir haciendo lo mío, cada vez se acercan más”⁸.

Las formas de agricultura de las áreas más densas de la ciudad se correspondieron con la utilización de pequeños espacios dentro de las residencias dedicados a una producción destinada al autoconsumo (figura 6). Es importante diferenciarlas de las unidades que se encontraron más

hacia los bordes, de mayor superficie y que en general adquieren una situación de fuerte inestabilidad.

Los agricultores problematizaron la vida urbana y su densidad social. La agricultura y actividades productivas son parte del cotidiano de la ciudad, y ser partes los caracteriza como una agricultura que posee atributos diferenciales sobre la que se desarrolla en ámbitos rurales. Los autos, las calles, las cloacas, el tránsito, la inseguridad urbana, son elementos que asumen un rol en el desempeño de estos agricultores. Así se expresó durante una entrevista:

“lo mejor es estar en un lugar más aislado, un poco más lejos de lo que es ciudad...pero bueno nosotros cuando empezamos, en el lugar que empezamos estábamos nosotros solos, todo alrededor era todo vacío...no había casa, no había nada, y ahora se empezó a poblar todo eso entonces ya es más problemático...digamos...por ejemplo teníamos que cruzar la calle para ir a buscar verdura de un lugar a otro y ya pasaban autos y estacionaban...y...eso es más problemático digamos...y entonces acá en este lugar es un poco más...un poco más aislado, a pesar de que hay casa cerca estamos un poco aislados de la calle, de la vereda, de los lugares donde transita gente” (Agricultor).

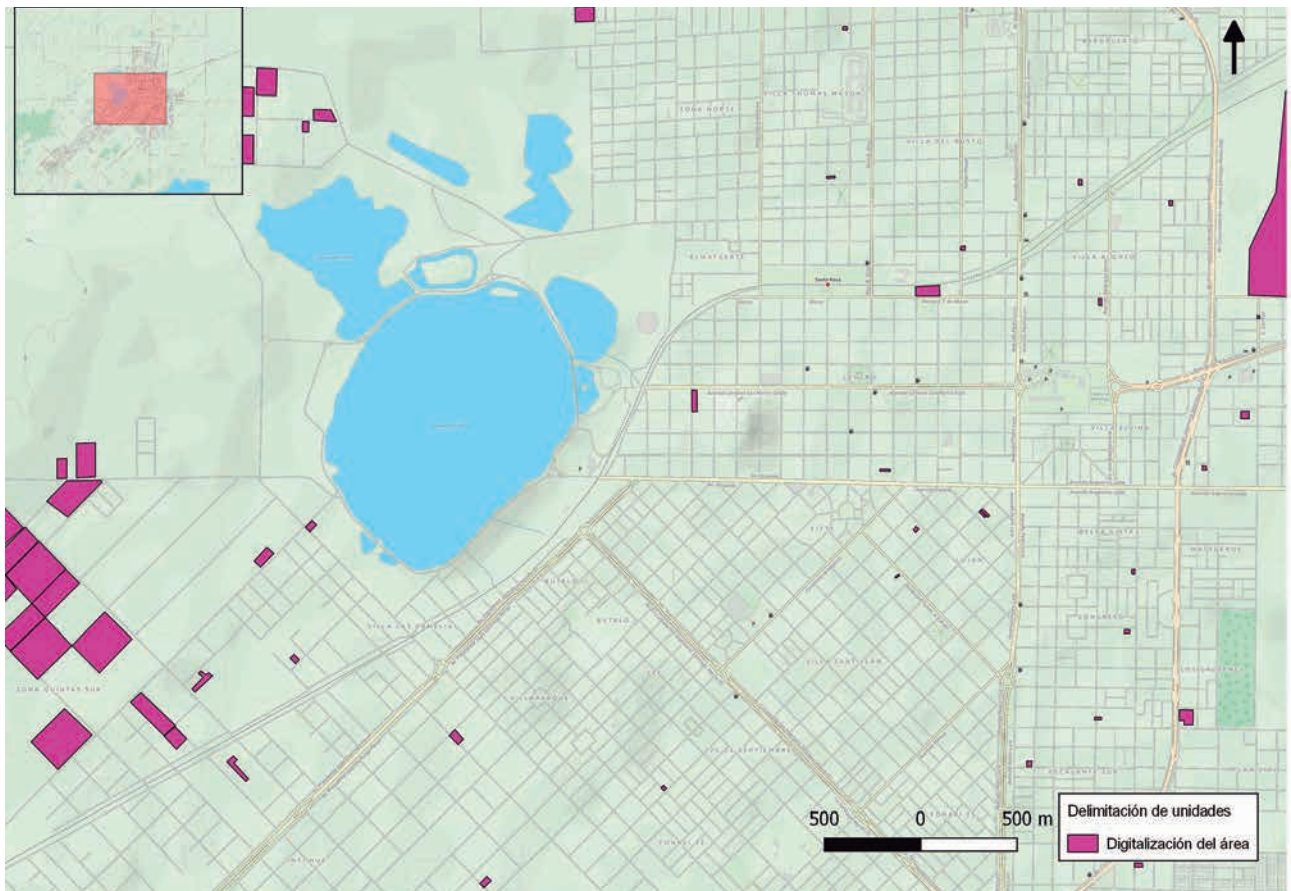


Figura 6. Mapa del área central metropolitana con delimitaciones sobre las unidades localizadas.

Fuente: elaboración propia sobre la utilización de software libre Quantum GIS (www.qgis.org) y acceso a las capas del proyecto Open Street Map (<https://www.openstreetmap.org/>).

Se manifestó una compleja trama de valoraciones negativas y positivas en permanente tensión. La cercanía permitió el acceso a mercados que de otra forma son casi imposibles por la escala o por el tipo de producto; al mismo tiempo coexistió la presión sobre las prácticas agrícolas para reemplazar el uso de ese suelo por uno residencial exclusivo, u otros usos urbanos. Sobre este aspecto durante una entrevista se expresó:

“No. Cuando nosotros vinimos acá no había nada. Y ahora nos va rodeando todo. Se va acercando la zona urbana. Yo siento esa presión; totalmente. El de acá al lado loteó toda su hectárea. Y hay gente que viene y cree que puede venir de la nada, y arrasar con todo. Me parece que no es así” (Agricultor).

Se detectó una importante presencia de prácticas de autoconsumo en las unidades relevadas. Algunas unidades estaban exclusivamente dedicadas al autoconsumo y otras integraban o asociaban estas prácticas dentro de un esquema dedicado a la producción con destino a la comercialización. Incluso en ciertas unidades menos diversificadas y de mayor escala se encontró el componente de autoconsumo (figura 7). Las estrategias de comercialización relevadas y sistematizadas correspondieron principalmente a formas asociadas

a las prácticas adoptadas tradicionalmente por las agriculturas familiares. Requieren de ciertas condiciones de acceso al cotidiano de la gente para poder continuarlas y fortalecerlas, la localización de las unidades de producción es un factor clave en el desarrollo de agriculturas donde se expresan elementos de una economía popular (Muñoz, 2013).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Por una parte, la interacción con el medio interinstitucional fue parte del proceso que permitió el diseño de una metodología acorde a la situación propuesta y fue acompañada por instancias de reflexión sobre los datos que se iban obteniendo en forma gradual, lo cual a su vez, permitió construir variantes dentro de las etapas metodológicas, y en sus diferentes momentos. Es clave el uso de metodologías mixtas que incorporen la riqueza que puede aportar al conjunto de datos el contacto con la realidad de ese lugar y el diálogo con los actores que desempeñan sus actividades productivas. En este sentido, el procedimiento propuesto de mapeo colocó en diálogo permanente dos tipos de lecturas: por una parte, la potencialidad de las nuevas tecnologías de la información (Google Earth, SIG) y por otra parte, la observación en terreno y las posibilidades de interacción

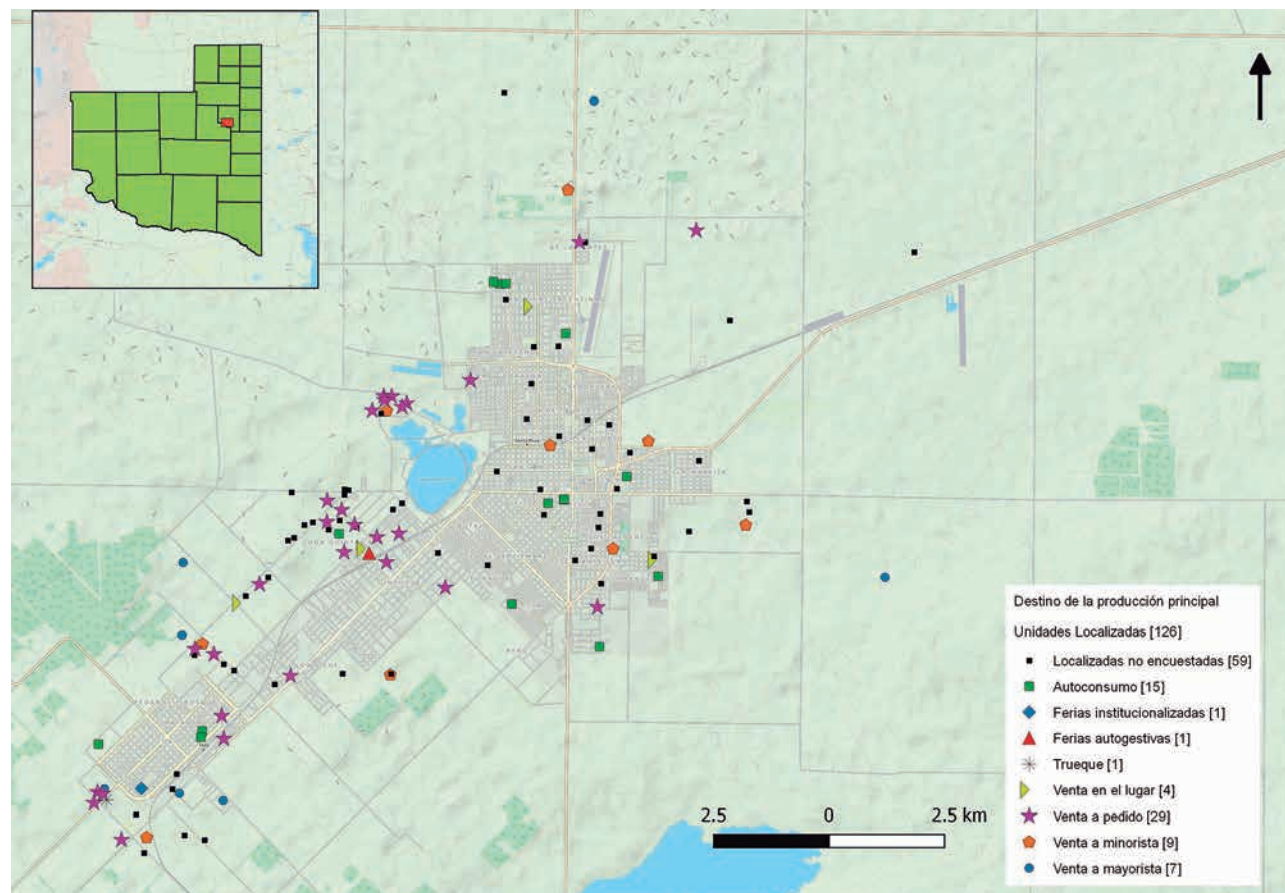


Figura 7. Mapa sobre los destinos de la producción.

Fuente: elaboración propia sobre la utilización de software libre Quantum GIS (www.qgis.org) y acceso a las capas del proyecto Open Street Map (<https://www.openstreetmap.org/>).

que se genera con los agricultores. De esta manera, surgió la advertencia sobre la debilidad que significa elaborar conclusiones basadas en los datos que no cuentan con una verificación en terreno y que carecen de otras voces, incluso de aquellas que representan las demandas sociales sobre los temas en cuestión. Los avances en develar la realidad de los principales actores de la agricultura urbana y periurbana permitieron profundizar sobre cuestiones que definen una situación de proximidad, y comprender en parte su papel en una red de relaciones entre las personas que compran, venden y proveen alimentos a la población. Estas personas, comercios, localidades, ciudades y región dependen unas de otras y esta interdependencia beneficia la calidad de vida de las comunidades. Así también es sugestivo poner en diálogo otra valoración de servicios menos valorados o reconocidos que genera la agricultura (servicios ecosistémicos no medibles). Se reconoció que existen diversas formas de agricultura que están integradas al medio urbano y representan importantes actividades para la reproducción de las familias. Además, se instalaron diferentes perspectivas en relación con los límites de la ciudad, de lo urbano y lo rural, de donde se diluyeron dicotomías y dejaron en claro que el desafío es poder comprender ciertas continuidades territoriales, más allá de los límites y escalas que fijan las tradiciones administrativas y políticas. El proceso de mapeo permitió explorar escalas y dimensiones de análisis del territorio diferentes a las que están normalizadas por el sector más tradicional de la producción y sus organizaciones, por lo tanto, se asume el aporte realizado a la mejora del sistema técnico institucional.

Por último, se pretende con este trabajo dejar abierta la posibilidad de abordar con particularidad cuestiones asociadas al análisis de la proximidad, así permitir dilucidar los principales componentes de las agriculturas que se encuentran más íntimamente imbricadas en los procesos de desarrollo urbano. La agricultura urbana y periurbana puede cumplir un rol estratégico en el fortalecimiento del sistema alimentario local y regional.

AGRADECIMIENTOS

El artículo es un avance de los resultados de investigaciones en el marco de estudios de posgrado. La actividad contó con el apoyo del proyecto INTA PNHFA 1106081 coordinado por la Dra. Mariel Mitidieri, quien continuamente permitió mantener un vital espacio dentro del INTA enfocado a las cuestiones más complejas de la agricultura urbana y periurbana.

Fue importante el aporte del proyecto INTA PN-SEPT-1129025 que alienta el desarrollo de metodologías apropiadas para abordar la complejidad de los territorios. También un agradecimiento a la Msc. Zinda Roberto de la EEA INTA Anguil por brindar su conocimiento de los SIG.

En especial el agradecimiento a los agricultores y agricultoras del área metropolitana Santa Rosa-Toay que abrieron sus puertas y se brindaron con generosidad.

BIBLIOGRAFÍA

- BARSKY, A. 2005. El periurbano productivo, un espacio en constante transformación. Introducción al estado del debate, con referencias al caso de Buenos Aires. *Scripta Nova*, 36 (194):1–15.
- ERMINI, P.V. 2012. Tipología ambiental de la agricultura urbana para la ciudad de Santa Rosa. INTA, Santa Rosa, La Pampa, Argentina. p. 63.
- FLICK, U. 2004. Introducción a la investigación cualitativa. Paidós, Madrid. p. 322.
- Gobierno de La Pampa. 2013. Síntesis con Datos Seleccionados Nacionales y Provinciales del CNPHYV 2010. (Disponible: http://www.estadistica.lapampa.gov.ar/images/Archivos/Sintesis_con_Cuadros_Nacional_y_Provincial_del_CNPHYV_2010.pdf verificado: 26 de mayo de 2016).
- KREMER, P.; DELIBERTY, T.L. 2011. Local food practices and growing potential: Mapping the case of Philadelphia. *Applied Geography*, 31 (4):1252–1261.
- MEO, A.I.; NAVARRO, A. 2009. La Voz de los Otros. El uso de la entrevista en la investigación social. Omicron System, Buenos Aires. p. 189.
- MONMONIER, M. 1991. How to Lie with Maps. University of Chicago Press. Chicago, EUA. p. 222.
- MUÑOZ, R. 2013. Economía urbana y economía social. Un reconocimiento pendiente. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, 15 (2):107–120.
- PÍREZ, P. 1994. Buenos Aires metropolitana: política y gestión de la ciudad. Centro editor de América Latina, Buenos Aires. p. 181.
- PÍREZ, P. 2001. Cuestión metropolitana y gobernabilidad urbana en la Argentina. En: VAZQUEZ BARQUERO, A.; MADORY, O. (Eds.). Transformaciones globales, instituciones y políticas de desarrollo local. *Homosapiens*, Rosario. pp. 257–286.
- ROSA, P.P.V. 2011. Políticas públicas em agricultura urbana e periurbana no Brasil. *Revista Geográfica de América Central*, 2 (47E): 1–17.
- SANTANDREU, A.; MERZTHAL, G., 2007. Identificación participativa y análisis de sistemas locales de agricultura urbana: serie guías metodológicas ¿Cómo hacerlo? IPES/RUAF, Lima, Perú. p. 80.
- SAUTÚ, R.; BONIOLO, P.; DALLE, P.; ELBERT, R. 2005 Manual de metodología: construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología. CLACSO, Buenos Aires. p.188.
- TAYLOR, J.R.; LOVELL, S.T. 2012. Mapping public and private spaces of urban agriculture in Chicago through the analysis of high-resolution aerial images in Google Earth. *Landscape and Urban Planning*, 108 (1): 57–70.
- TOKMAN, V.E. 1995. El sector informal en América Latina: dos décadas de análisis. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, México. p. 639.
- VALLES, M. 1999. Técnicas cualitativas de investigación social. Síntesis, Madrid. p. 430.
- VAPÑARSKY, C.A. 1995. Primacía y macrocefalia en la Argentina: la transformación del sistema de asentamiento humano desde 1950. *Desarrollo económico*, 35 (138): 227–254.
- VERA, B.; ZENCOVICH, J. 2004. Agricultura urbana en la ciudad de Valdivia, Chile: Una nueva alternativa micro empresarial. *Agro sur*, 32 (2): 70–79.

Parasitoides del bicho canasto, *Oiketicus platensis* (Lepidoptera: Psychidae) en el caldenal pampeano

BAUDINO, E.M.¹; MARTÍNEZ, J.J.²; FERNÁNDEZ, L.¹; GEIST, Y.H.¹; GALLARDO, H.E.¹; REIMER, A.¹

RESUMEN

Desde el 2006 se observa un incremento poblacional importante de *Oiketicus platensis* Berg en los bosques de caldén de la provincia de La Pampa. Los objetivos del presente trabajo fueron: 1) caracterizar la comunidad de parasitoides larvales, 2) determinar qué especies de parasitoides son más abundantes. El estudio se llevó a cabo en 3 sitios de la provincia pertenecientes a la región fitogeográfica del Espinal. El muestreo de larvas se extendió desde noviembre de 2012 hasta marzo de 2013. En total, 17 especies de parasitoides fueron identificadas. Se reconocieron 15 especies de avispas parasitoides pertenecientes a 9 familias: Eulophidae, Encyrtidae, Eurytomidae, Eupelmidae, Torymidae, Chalcididae, Ichneumonidae, Braconidae y Bethyliidae. Además, se identificaron 2 especies de moscas parasitoides pertenecientes a la familia Tachinidae. Los parasitoides aparecieron un mes después del nacimiento de las larvas. El porcentaje de parasitoidismo larval fue de 17,6%, con predominancia (81,6%) de moscas parasitoides.

Palabras clave: Bicho de cesto, Parasitoides, Diptera, Hymenoptera.

ABSTRACT

An important growth in the populations of *Oiketicus platensis* Berg is being observed since 2006 in native forests of *Prosopis caldenia* in La Pampa province. The aims of the present work are: 1) to survey bagworm moth larval parasitoids, and 2) to determine which species are most abundant in the study area. The study was carried out at three sites of La Pampa province located in the Espinal biogeographical province. Larvae were collected from November 2012 to March 2013. Seventeen parasitoid species were obtained. Fifteen species of parasitic wasps were identified belonging to the families Eulophidae, Encyrtidae, Eurytomidae, Eupelmidae, Torymidae, Chalcididae, Ichneumonidae, Braconidae and Bethyliidae. Additionally, two parasitoid fly species were identified belonging to the family Tachinidae. Parasitoids appear one month after the birth of the larvae. Larval parasitism reached 17,6%, with a clear dominance of dipteran parasitoids (81,6%).

Keywords: Bagworm moth, Parasitoids, Diptera, Hymenoptera.

¹Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa, Ruta 35, km 334, 6300, Santa Rosa La Pampa. Correo electrónico: baudino@agro.unlpam.edu.ar

²CONICET, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa, Uruguay 151, 6300, Santa Rosa, La Pampa. Correo electrónico: jjmartinez80@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El bicho canasto, *Oiketicus platensis* Berg, es un insecto que pertenece al orden Lepidoptera, familia Psychidae, subfamilia Oiketinae. Esta familia incluye alrededor de 1000 especies que tienen la particularidad de completar su ciclo de vida en el interior del canasto construido en el estado larval; de las diez subfamilias, nueve tienen especies con hembras ápteras (neoténicas) (Rhaids *et al.*, 2009). Los arbustos y árboles de numerosas especies vegetales soportan el ataque de especies de *Oiketicus*. En la República Argentina existen unas 20 especies del género ampliamente distribuidas en casi todo el territorio, pero la más conocida y abundante es *O. platensis* (Saini *et al.*, 1985).

Los árboles de los bosques nativos sirven de alimento a las larvas de varias especies de *Oiketicus* (Pastrana, 2004). La tabla 1 resume las asociaciones conocidas entre especies de *Oiketicus* y árboles o arbustos nativos en la Argentina.

Oiketicus platensis se encuentra distribuida en el continente americano al sur de los 20 grados de latitud sur; se la encuentra en Argentina, Bolivia, Paraguay y Uruguay (Bentancourt y Scatoni, 1999). En la Argentina está ampliamente distribuida en las provincias de Buenos Aires, La Pampa, Río Negro, Mendoza, Entre Ríos, Santa Fe, Salta y Tucumán (Pastrana, 2004). En La Pampa, Orrego Aravena (1983) la cita defoliando varias especies de árboles y ar-

Especie	Planta hospedadora	Lugar	Referencia	
<i>Oiketicus platensis</i>	<i>Acacia caven</i>	Buenos Aires	Rizzo, 1971	
	<i>Aloysia gratissima</i>	La Pampa	Risi <i>et al.</i> , 2013	
	<i>Condalia microphylla</i>	La Pampa	Risi <i>et al.</i> , 2013	
	<i>Jodina rhombifolia</i>	La Pampa	Risi <i>et al.</i> , 2013	
	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Buenos Aires	Rizzo, 1971	
	<i>Prosopis caldenia</i>	La Pampa	Risi <i>et al.</i> , 2013	
	<i>Salix humboldtiana</i>	Río Negro	Berg, 1875	
	<i>Schinus fasciculatus var. arenicola</i>	La Pampa	Risi <i>et al.</i> , 2013	
	<i>Oiketicus borsani</i>	<i>Prosopis sp.</i>	Mendoza	Pastrana, 2004
<i>Oiketicus elegans</i>	<i>Acacia albocorticata</i>		Köehler, 1931; 1939	
	<i>Acacia caven</i>		Orfila, 1940	
<i>Oiketicus geyeri</i>	<i>Acacia aroma</i>		Hayward, 1969	
	<i>Acacia caven</i>	Córdoba	Pastrana, 2004	
	<i>Cercidium praecox</i>	Catamarca	Cates y Rhoades, 1977	
	<i>Condalia microphylla</i>	La Pampa	Orrego Aravena, 1983	
	<i>Prosopis caldenia</i>	La Pampa	Orrego Aravena, 1983	
	<i>Prosopis flexuosa</i>	Catamarca	Cates y Rhoades, 1977	
	<i>Salix humboldtiana</i>	Buenos Aires	Rizzo, 1971	
	<i>Oiketicus ginocchionus</i>	<i>Larrea divaricata</i>	Mendoza	Mallea <i>et al.</i> , 1979
	<i>Oiketicus horni</i>	<i>Acacia sp.</i>	Salta	Köehler, 1938
<i>Prosopis sp.</i>		Salta	Köehler, 1938	
<i>Oiketicus lizeri</i>	<i>Acacia aroma</i>		Köehler, 1938	
	<i>Acacia caven</i>		Köehler, 1938	
	<i>Schinopsis sp.</i>		Köehler, 1938	
<i>Oiketicus oviformis</i>	<i>Prosopis sp.</i>	Córdoba	Orfila, 1940	
<i>Oiketicus westwoodi</i>	<i>Anadenanthera colubrina var. cebil</i>	Argentina	Köehler, 1931	
<i>Oiketicus sp.</i>	<i>Schinopsis lorentzii</i>	Chaco	Florentino y Diodato de Medina, 1991	
	<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	Chaco	Florentino y Diodato de Medina, 1991	
	<i>Prosopis nigra</i>	Chaco	Florentino y Diodato de Medina, 1991	

Tabla 1. Asociaciones conocidas entre especies de *Oiketicus* y árboles y arbustos nativos en la Argentina.

bustos exóticos, mientras que menciona a *Oiketicus geyeri* (bicho cigarro) sobre plantas nativas como caldén (*Prosopis caldenia*) y piquillín (*Condalia microphylla*), lo que nos indicaría que en ese momento, si bien había *O. platensis* en la zona, posiblemente no se estaba alimentando de plantas nativas.

Desde el año 2006 se observa un incremento importante de *Oiketicus platensis* en los bosques de caldén de la provincia de La Pampa. Las encuestas realizadas por la Dirección General de Estadísticas y Censos de la provincia incluyeron a esta especie a partir del año 2008, y dan cuenta de su presencia en diferentes sitios de La Pampa, con un aumento poblacional considerable. Esto ocasiona serios problemas en la vegetación, no solo para las especies propias del bosque de caldén, sino también para otras plantas cultivadas, como pasturas de alfalfa (*Medicago sativa* L.) aledañas a dichos bosques.

Oiketicus platensis es una especie sobre la que se desarrollan numerosas especies de parasitoides (De Santis y Esquivel, 1966; De Santis, 1967; Blanchard y De Santis, 1975; De Santis y Monetti, 2007). Al presente, en la provincia de La Pampa se conocen 6 especies de parasitoides pertenecientes a 5 géneros obtenidos a partir de individuos de bicho de cesto recolectados en la Reserva Provincial Parque Luro. Dichos parasitoides pertenecen a cinco familias de insectos del Orden Hymenoptera: *Tetrastichus* sp. (Eulophidae), *Chirotica bruchii* (Brèthes) (Ichneumonidae), *Conura* sp.1 (Chalcididae), *Conura* sp. 2 (Chalcididae), *Perrissocentrus* sp. (Torymidae) y *Chelonus* (Braconidae) (Risi et al., 2013).

Debido a la magnitud de los daños observados en temporadas recientes y teniendo en cuenta la extensión de los bosques, la complejidad del ambiente y la responsabilidad de conservar el ecosistema en lo posible de contaminantes químicos, el objetivo del presente trabajo fue describir la comunidad de parasitoides asociada al bicho canasto en ecosistemas naturales de La Pampa. La identificación de los parasitoides cuantitativamente más relevantes en su control es crucial para avanzar en futuros programas de control biológico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El trabajo de campo se realizó en tres localidades: Rucanelo (36°9' S, 64°51' O), Parque Luro (S 36°55' S, 64°16' O) y Bajo Verde (36°40' S, 65°9' O), todos incluidos en la Provincia Fitogeográfica del Espinal, Distrito del Caldenal. La localidad donde se realizó la mayor cantidad de muestreos y observaciones (Rucanelo) es un campo privado: "Don Armando" ubicado a 110 km de Santa Rosa y 15 km de Rucanelo, con una extensión de 1100 ha, de las cuales 500 están ocupadas por bosque de caldén, donde la actividad productiva principal es la cría extensiva de ganado vacuno. La superficie restante es destinada a la siembra de pastu-

ras. La Reserva Provincial Parque Luro está ubicada sobre la ruta Nacional N° 35 km 292, Dpto. Toay (a 35 km al sur de Santa Rosa, La Pampa); es un área protegida que conserva el bosque de caldén en 7600 ha, de las cuales 1600 están destinadas a la actividad turística y recreativa. Bajo Verde es una unidad productiva silvopastoril perteneciente a la UNLPam y cedida para su manejo a la Facultad de Agronomía de la UNLPam. Tiene una extensión de 1980 ha y es destinada actualmente a la actividad de cría extensiva de ganado vacuno.

Muestreo y cría en laboratorio

El muestreo se llevó a cabo semanalmente o cada 15 días. El esquema de muestreo consistió en la elección al azar de 5 sitios en cada localidad, 5 plantas por sitio, donde se recolectaron 20 canastos por planta, sumando un total de 6000 canastos, y se registró en planillas: fecha, sitio de recolección georreferenciado y especie de la planta huésped. El material recolectado se llevó para su estudio al laboratorio de Zoología Agrícola, Facultad de Agronomía, UNLPam. Se recolectaron solamente los canastos que por observación directa aparentaban estar habitados por larvas o pupas (en este caso están cerrados completamente). Los muestreos, 12 en total, se llevaron a cabo 2 en Parque Luro, 2 en Bajo Verde y 8 en Rucanelo, desde noviembre de 2012 hasta marzo de 2013. Los canastos recolectados se ubicaron en forma individual en recipientes plásticos numerados y rotulados, de 10,5 cm de alto y 7,5 cm de diámetro, cuya boca se tapó con papel film adherente y se los mantuvo en el interior de un laboratorio de cría (T: 20-25 °C, HR: ~60%, iluminación natural) para observar y registrar la salida de los machos adultos (los únicos que salen del canasto) o de los parasitoides. La revisión del material en la cámara se realizó cada dos días, y se registraron los cambios observados con la fecha correspondiente. En los casos en que las larvas mudaron a pupa y posteriormente a adulto, se registró la fecha de emergencia de los machos. Si las larvas estaban parasitadas, se registró la fecha de emergencia del parasitoide y se conservó el espécimen para su posterior identificación. Todos los parasitoides adultos emergidos se mantuvieron con el código original del canasto del cual emergió para preservar los datos de la planta huésped y del sitio. Los parasitoides fueron preservados en seco para su identificación. Los datos cuantitativos se tomaron a partir de los 4000 canastos muestreados en Rucanelo, ya que por cuestiones de logística fue la única localidad muestreada sin interrupciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Actividad larval y emergencia de adultos de *O. platensis*

Las primeras larvas recogidas en el campo correspondieron al muestreo realizado el 20 de noviembre de 2012; el largo de los canastos osciló entre 0,1 cm y 1,5 cm, aunque la mayoría midió 0,5 cm (\bar{X} : 0,6; DE: 0,7). La presencia de larvas en el campo se extendió desde mediados de

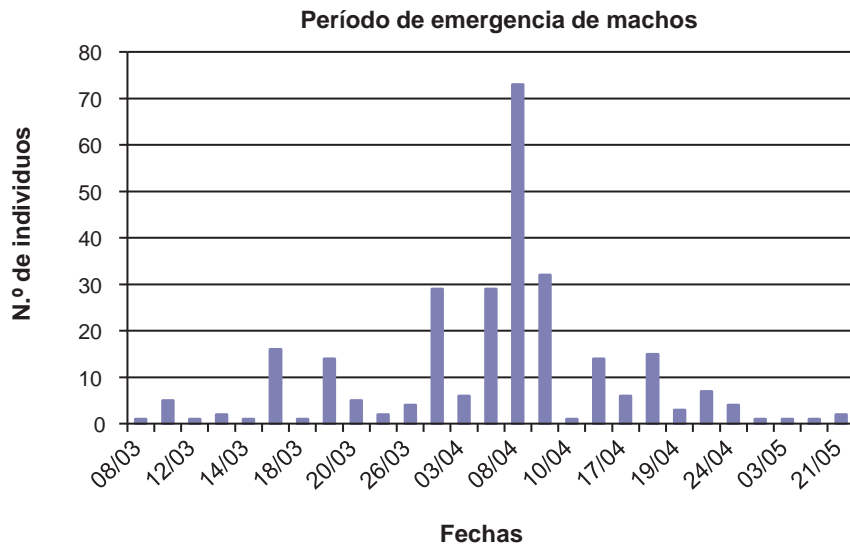


Figura 1. Machos adultos emergidos de larvas de *Oiketicus platensis* colectadas a campo (Rucanelo, prov. La Pampa, 2012-2013) y mantenidas en condiciones de laboratorio.

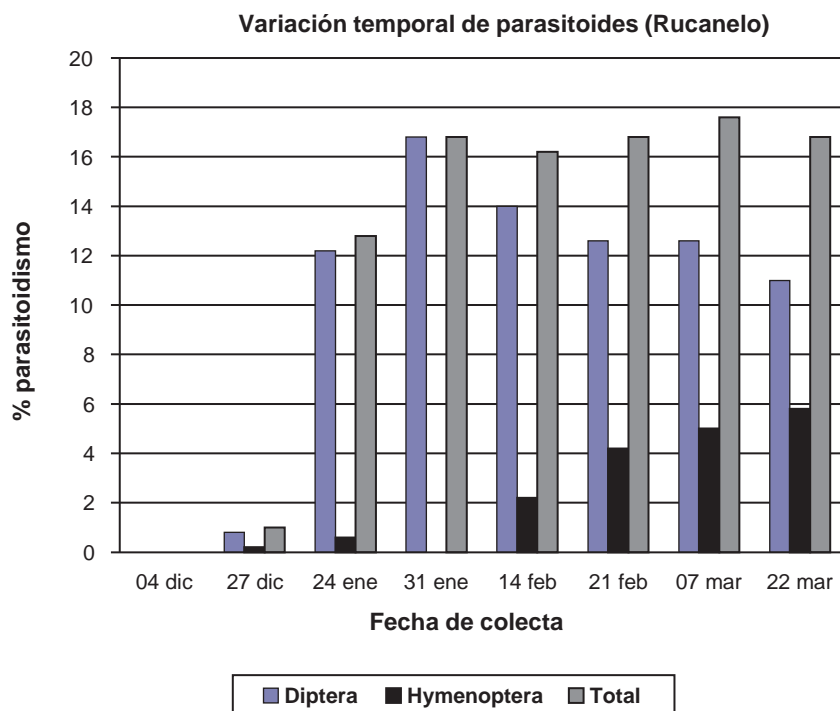


Figura 2. Porcentaje de larvas de *Oiketicus platensis* parasitadas por avispas y por moscas en cada fecha de muestreo (Rucanelo, prov. La Pampa, 2012–2013).

noviembre hasta fines de febrero; el largo de los canastos fue aumentando a lo largo de la temporada alcanzando un valor máximo de 6 cm en la zona de Rucanelo y 7 cm en Parque Luro. Los machos adultos emergieron de los ca-

nastos mantenidos en laboratorio, entre el 8 de marzo y el 3 de mayo, ocurriendo las mayores emergencias en el mes de abril (figura 1). Esto fue coincidente con las observaciones a campo. Si bien no se pudo comprobar la fecha

Especie	Orden / Familia	Abundancia	Localidad ¹	Estado del huesped	Solitario/gregario
<i>Patelloa oeceticola</i>	Diptera: Tachinidae	353	PL, Ruc	larva, pupa	solitario, gregario
<i>Chetogena caridei</i>	Diptera: Tachinidae	18	Ruc	larva	solitario
<i>Tetrastichus</i> sp.	Hymenoptera: Eulophidae	40	BV, PL, Ruc	larva, pupa	gregario
<i>Apsilophrys oeceticola</i>	Hymenoptera: Encyrtidae	19	BV, Ruc	sin datos	solitario, gregario
<i>Phylloxeroxenus caridei</i>	Hymenoptera: Eurytomidae	12	PL, Ruc	larva, pupa	solitario, gregario
<i>Eupelmus caridei</i>	Hymenoptera: Eupelmidae	8	BV, PL, Ruc	larva, pupa	solitario, gregario
<i>Perissocentrus argentinae</i>	Hymenoptera: Torymidae	1	Ruc	larva	gregario
<i>Brachymeria</i> cf. <i>koehleri</i>	Hymenoptera: Chalcididae	3	Ruc	larva (hiperparasitoide)	solitario
<i>Conura</i> spp.	Hymenoptera: Chalcididae	18	PL, Ruc	larva, pupa	solitario
<i>Chirotica bruchi</i>	Hymenoptera: Ichneumonidae	11	BV, PL, Ruc	larva, pupa	solitario
Ichneumonidae indet.	Hymenoptera: Ichneumonidae	31	BV, PL, Ruc	larva, pupa	solitario
<i>Bracon</i> cf. <i>lizerianum</i>	Hymenoptera: Braconidae	1	BV	sin datos	gregario
Microgastrinae indet.	Hymenoptera: Braconidae	4	BV, Ruc	sin datos	solitario
<i>Goniozus</i> sp.	Hymenoptera: Bethyilidae	3	PL, Ruc	larva	solitario

Tabla 2. Abundancia (Rucanelo, prov. La Pampa, 2012-2013), presencia en las localidades relevadas y aspectos biológicos de los parasitoides obtenidos

¹ Bajo Verde: BV; Parque Luro: PL; Rucanelo: Ruc.

exacta de la muda de las hembras porque no salen del canasto (Rhainds *et al.*, 2009), la corta vida adulta de esta especie permite suponer una sincronización en la emergencia de hembras y machos. En la especie relacionada *O. kirbyi*, se ha observado que las hembras, más longevas, mudan antes y se encuentran receptivas al momento de la emergencia de los machos (Gara *et al.*, 1990; Rhainds *et al.*, 1995; Stephens, 1962).

Parasitoides

El parasitoidismo total sobre los 4000 canastos de Rucanelo fue del 12,3%, alcanzando un valor máximo de 17,6% a fines de verano. Los parasitoides pertenecieron a los órdenes Hymenoptera y Diptera, con una clara dominancia de las moscas, que representaron un 81,6% del total de parasitoides emergidos. La presencia de dípteros comenzó a ser abundante a partir de enero, mientras que los himenópteros mostraron una tendencia creciente hacia el final del verano. La figura 2 muestra la variación temporal de parasitoides en la localidad de Rucanelo.

Se obtuvieron dos especies de moscas parasitoides pertenecientes a la familia Tachinidae: *Chetogena caridei* (Blanchard) y *Patelloa oeceticola* (Brèthes); y 15 especies de avispas parasitoides pertenecientes a 9 familias de Hymenoptera. La información referida a la abundancia, la presencia en las áreas relevadas y los aspectos biológicos fundamentales de las especies de parasitoides se resumen en la tabla 2.

CONCLUSIONES

El relevamiento de los parasitoides de *O. platensis* permitió reconocer una compleja comunidad de enemigos naturales compuesta por 17 especies entre dípteros e himenópteros. La especie que presentaría el mayor potencial como controlador del bicho canasto en La Pampa, basándonos en su abundancia, es el díptero taquinido *Patelloa oeceticola*. Este resultado difiere de lo encontrado en los trabajos fundacionales sobre el control biológico del bicho del cesto. Por ejemplo, Brèthes (1921) menciona a *Chetogena caridei* como la especie responsable de la mayor mortalidad de *O. platensis* en grandes extensiones del centro del país. No es posible establecer si esta diferencia se debe a que la prevalencia de una u otra especie de taquinido difiere entre áreas geográficas, o si se debe a una variación temporal en el elenco de parasitoides del bicho canasto al comparar datos actuales con los de principios del siglo xx. Observaciones informales recientes indican que la densidad poblacional de *O. platensis* en La Pampa está declinando, aunque se trata de un proceso heterogéneo y algunos productores aun manifiestan problemas con esta especie.

AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos expresar nuestro agradecimiento a Donald R. Davis (Department of Entomology, Smithsonian Institution, Washington D.C.) por la confirmación de la identidad de *O. platensis* y a María Cecilia Gramajo (INSUE, IFML) por la identificación de los dípteros de la familia Tachinidae.

También agradecemos a los revisores del trabajo por sus valiosos comentarios. El presente trabajo se llevó a cabo con financiamiento del Ministerio de la Producción, Gobierno de la Provincia de La Pampa (Res. 735/12 y 865/13), Facultad de Agronomía UNLPam y parcialmente con un subsidio de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 2012-0617).

BIBLIOGRAFÍA

- BENTANCOURT, C.M.; SCATONI, I.B. 1999. Guía de Insectos y Ácaros de importancia agrícola y forestal en el Uruguay. Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. p. 207.
- BERG, C. 1875. Lepidópteros patagónicos observados en el viaje de 1874. iv. Acta Acad. Nac. Cs. Exactas Univ. Cordoba. 1: 63–101.
- BLANCHARD, E.E.; DE SANTIS, L. 1975. Primera lista anotada de oestromuscarios entomófagos argentinos. Rev. Inv. Agr. serie 5, 12(1): 7–76.
- BRÈTHES, J. 1921. El Bicho de Cesto. Instituto Biológico de la Sociedad Rural Argentina. p. 13.
- CATES, R.G.; RHOADES, D.F. 1977. *Prosopis* leaves as a resource for insects. En: SIMPSON, B.B. (Ed.). Mesquite, its biology in two desert scrub ecosystems. Dowden. Hutchinson & Ross. Pennsylvania. pp. 61–83.
- DE SANTIS, L. 1967. Catálogo de los himenópteros argentinos de la serie Parasítica, incluyendo Bethyloidea. Provincia de Buenos Aires Gobernación, Comisión de Investigación Científica. La Plata. p. 337.
- DE SANTIS, L.; ESQUIVEL, L. 1966. Tercera lista de himenópteros parásitos y predadores de los insectos de la República Argentina. Rev. Mus. La Plata (Nueva Serie) Sec. Zool. 9: 47–215.
- DE SANTIS, L.; MONETTI, M.C. 2007. Lista de himenópteros parasitoides y depredadores de los insectos de Argentina: primer suplemento. En: Llorente-Bousquets, J.; Lanteri, A. (Ed.). Contribuciones taxonómicas en órdenes de insectos hiperdiversos. Las Prensas de Ciencias, UNAM, México D. F. México. pp. 91–139.
- FLORENTINO, D.C.; DIODATO DE MEDINA, L. 1991. Breve panorama de las plagas entomológicas forestales argentinas. Inst. Nac. Inv. Agr. Sist. y Rec. Forest. España 16: 181–190.
- KÖEHLER, P. 1931. Los Psychidae argentinos (Lepidoptera: Heterocera). Rev. Son. Ent. Arg. 3(16): 347–352.
- KÖEHLER, P. 1938. Neotropische Psychiden aus dem deutschen Entomologischen Institut. Arbeiten über morphologische und taxonomische Entomologie aus Berlin-Dahlem 5 (3): 246–248.
- KÖEHLER, P. 1939. Notas sobre Psychidae argentinos (Lep. Het). Physis 17 (49): 457–471.
- GARA, R.I.; SARANGO, A.; CANNON, P.G. 1990. Defoliation of an Ecuadorian mangrove forest by the bagworm *Oiketicus kirbyi* Guiling (Lepidoptera: Psychidae). J. Trop. For. Sci. 3:181–86
- HAYWARD, K.J. 1969. Datos para el estudio de la ontogenia de lepidópteros argentinos. Misc. Inst. M. Lillo. 31: 1–142.
- MALLEA, A.R.; MACOLA, G.S.; GARCÍA SÁEZ, J.G. 1979. *Oiketicus ginocchionus* Köehler (Lepidoptera: Psychidae), primera cita del macho de la especie. Intersectum 11 (1–3): 1–16.
- ORFILA, R.N. 1940. Algo sobre la vida del bicho canasto. Buenos Aires, La Prensa, Sección Tercera, 15 de diciembre de 1940.
- ORREGO ARAVENA, R. 1983. Insectos que perjudican a la flora leñosa de la provincia de La Pampa. En: Actas v Congreso Forestal Argentino, “Zonas árida y semiárida factor de integración del desarrollo forestal”. Santa Rosa. La Pampa. Trabajos técnicos 2, pp. 4.315–4.321.
- PASTRANA, J.A. 2004. Lepidópteros argentinos. Sus plantas hospedadoras y otros sustratos alimenticios. Sociedad Entomológica Argentina y South American Biological Control Laboratory USDA. p. 334.
- RHAINDS, M.; DAVIS, D.R.; PRICE, P.W. 2009. Bionomics of Bagworms (Lepidoptera: Psychidae). Ann. Rev. Ent. 54: 209–226.
- RHAINDS, M.; GRIES, G.; CHINCHILLA, C. 1995. Pupation site and emergence time influence the mating success of bagworm females, *Oiketicus kirbyi*. Entomol. Exp. Appl. 77:183–87.
- RISI, N.A.; LÓPEZ, M.; BAUDINO, E.M. 2013. Huéspedes nativos del bicho de cesto y parasitoides asociados en el caldenal. Rev. Fac. Agr. UNLPam 23 (1): 37–46.
- RIZZO, H.F. 1971. Catálogo de lepidópteros hallados en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires, Publicación interna 2: 1–35.
- SAINI, E.D.; SANTORO DE CROUZEL, I.; ENRIQUE DE BRIANO, A.; LASAIGÜES, V. 1985. Observaciones bioecológicas sobre el “Bicho de cesto” *Oiketicus platensis* Berg (Lep. Psychidae). Estudio morfológico en el estado larval. CIRPON Rev. Invest. 3(1-2): 15–38.
- STEPHENS, C.S. 1962. *Oiketicus kirbyi* (Lepidoptera: Psychidae) a pest of Bananas in Costa Rica. J. Econ. Ent. 55: 381–386.

Respuesta de hongos benéficos del suelo asociados a *Lotus tenuis* a la aplicación de glifosato

DRUILLE, M.¹; ACOSTA, A.¹; ACOSTA, G.¹; ROSSI, J.L.¹; GOLLUSCIO, R.A.¹; BAILLERES, M.²

RESUMEN

En los últimos años se está adoptando la práctica de promoción de *Lotus tenuis* a través de la aplicación de glifosato en pastizales de La Pampa Deprimida debido a su importante aporte en cantidad y calidad de forraje. Sin embargo, diversos estudios han demostrado que el uso de este herbicida puede ocasionar efectos no deseados en microorganismos benéficos del suelo. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de glifosato sobre los hongos micorrícicos arbusculares y hongos septados oscuros asociados a *L. tenuis*. En una pastura de *L. tenuis* se establecieron dos tratamientos: *Lotus tenuis* promovido y *Lotus tenuis* establecido. En el primer caso, la pastura se pulverizó en invierno (fines de agosto) con 3,5 l/ha de glifosato, mientras en el segundo tratamiento la pastura de *L. tenuis* no recibió la aplicación del herbicida. Los resultados demuestran que el número de esporas viables de hongos micorrícicos arbusculares fue un 52% menor, y el porcentaje de arbusculos en plantas de *L. tenuis* un 40% menor, en el tratamiento *Lotus tenuis* promovido en relación con el tratamiento *Lotus tenuis* establecido. La colonización radical por hongos septados oscuros no fue afectada por la aplicación de glifosato. La pérdida de funcionalidad de la simbiosis micorrícica podría en el mediano plazo afectar no solo la producción de biomasa de *L. tenuis*, sino también la diversidad y productividad de todas las especies presentes en la comunidad vegetal. La información generada en este trabajo será de utilidad para rediseñar prácticas de manejo que permitan la producción de alimento con un uso sustentable de los recursos.

Palabras clave: hongos micorrícicos arbusculares, hongos septados oscuros, herbicida promoción de *Lotus tenuis*.

ABSTRACT

In recent years, the *Lotus tenuis* promotion through glyphosate application has been adopted in Flooding Pampa grasslands, due to the important contribution in forage quantity and quality of this species. However, several studies have shown that the use of glyphosate can cause undesirable effects on beneficial soil microorganisms. The objective of this study was to evaluate the effect of glyphosate application on the arbuscular mycorrhizal fungi and dark septate endophytes associated to *L. tenuis*. Two treatments were applied in plots located in a *L. tenuis* pasture: promoted *Lotus tenuis* and established *Lotus tenuis*. In the first case, plots were sprayed in winter (late August) with 3.5 l/ha of glyphosate, while in the second treatment plots did not receive herbicide application. Our results demonstrated that the number of viable spores of arbuscular mycorrhizal fungi was 52% lower, and the percentage of arbuscules in *L. tenuis* plants was 40% lower in the Promoted *Lotus tenuis* treatment in relation to Established *Lotus tenuis* treatment. Root colonization by dark septate

¹Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. Departamento de Producción Animal. Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: druille@agro.uba.ar

²Chacra Experimental Integrada Chascomús. Ministerio de Agroindustria. INTA.

endophytes was not affected by glyphosate application. The loss of functionality of the mycorrhizal symbiosis might in the medium-term affect not only L. tenuis biomass production, but also the diversity and productivity of the complete plant community. The information generated in this study will be useful to redesign management practices that allow food production with a sustainable use of resources.

Keywords: Arbuscular mycorrhizal fungi, Dark septate endophytes, Herbicide, *Lotus tenuis* promotion.

INTRODUCCIÓN

La importancia de las especies del género *Lotus* como forrajeras radica en varios aspectos. Por un lado, poseen características nutricionales similares o superiores a las de alfalfa y trébol blanco (Escaray *et al.*, 2012), lo que permite lograr una elevada respuesta animal (Acosta *et al.*, 2012; Wen *et al.*, 2002). Por otro lado, generan un impacto positivo en el sistema debido al aporte de nitrógeno derivado de la fijación biológica, pudiendo no solo aumentar la disponibilidad de N en el suelo, sino también facilitar el crecimiento de gramíneas que coexisten en el tapiz (Castro *et al.*, 2009; Quinos *et al.*, 1998). En el caso particular del *L. tenuis*, naturalizada en pastizales de La Pampa Deprimida, su importancia también radica en la tolerancia que posee a condiciones de anegamiento, sequía y ambientes salinos-sódicos (García y Mendoza, 2014; Teakle *et al.*, 2010). La presencia de esta especie en el recurso garantiza forraje estival de calidad en ambientes donde otras leguminosas estivales no podrían prosperar.

Debido a las características mencionadas anteriormente, en los últimos años se está adoptando la práctica de promoción de *L. tenuis* a través de la aplicación de glifosato a fines de invierno (Bailleres y Sarena, 2011). Esta práctica reduce la competencia de otras especies vegetales en el momento de su implantación, permitiendo un aumento en la dominancia. Sin embargo, diversos estudios han demostrado que el uso de este herbicida puede afectar a microorganismos benéficos del suelo (Angelini *et al.*, 2013; Druille *et al.*, 2016; Reddy *et al.*, 2001; Santos y Flores, 1995). Este grupo de microorganismos incluye hongos micorrícicos arbusculares (HMA) y hongos septados oscuros (HSO), quienes colonizan las raíces vegetales beneficiando a las plantas a través de distintas vías. Los HMA aumentan la disponibilidad de nutrientes poco móviles como el fósforo (P), mejoran las condiciones hídricas de las plantas, y otorgan protección contra patógenos (Smith y Read, 2008). Por su parte, los HSO benefician a las plantas a través de la síntesis de fitohormonas, aumentos en la mineralización de compuestos orgánicos y protección contra patógenos (Newsham, 2010). Considerando los ambientes marginales destinados a la producción de *L. tenuis* (suelos pobres en nutrientes, alternancia de excesos y déficits hídricos) tanto los HMA como los HSO cumplirían un rol fundamental en su crecimiento.

El glifosato puede alterar a estos hongos a través de vías directas e indirectas (Druille *et al.*, 2013). En el primer caso, las estructuras fúngicas presentes en el suelo (esporas e hifas externas) podrían verse afectadas al entrar en contacto con el herbicida, ya que la enzima EPSPS (inhibida por el glifosato) no solo se encuentra en las plantas, sino también en los hongos (Padgett *et al.*, 1995). Debido a que las esporas e hifas externas son estructuras de propagación, una reducción de estas podría alterar la posterior colonización radical. La vía indirecta ocurriría si el menor flujo de carbohidratos hacia la raíz generado por el glifosato, perjudicara a los hongos que se encuentran colonizando la planta. Independientemente de las vías involucradas, una reducción en la funcionalidad de los HMA y HSO en el sistema podría conllevar a una disminución de la producción de *L. tenuis*, considerando su alta dependencia respecto a estos microorganismos (principalmente a los HMA) en ambientes marginales (Mendoza y Pagani, 1997; Wilson y Hartnett, 1998).

Existen evidencias de efectos negativos de la aplicación de glifosato sobre microorganismos benéficos del suelo, cuando es utilizado, por ejemplo, para promover *Lolium multiflorum* en pastizales de La Pampa Deprimida (Druille *et al.*, 2015; Druille *et al.*, 2016). Sin embargo, esta información no podría ser extrapolada a lo que ocurre durante las promociones de *L. tenuis*, debido a que el momento de la aplicación del herbicida en ambos casos es diferente (verano vs. invierno), impactando en distintos estadios del ciclo de vida de los microorganismos. Por lo tanto, es necesario estudiar el impacto particular de la promoción de *L. tenuis* sobre estos microorganismos si se desea realizar un uso sustentable del recurso forrajero. Hasta la actualidad, un solo estudio analizó el efecto de esta práctica de manejo sobre la comunidad bacteriana (Nieva *et al.*, 2016), faltando información acerca del impacto sobre la comunidad fúngica del suelo. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de glifosato sobre los hongos micorrícicos arbusculares (HMA) y los hongos septados oscuros (HSO) asociados a *Lotus tenuis*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio y diseño experimental

El ensayo se realizó en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires

(34° 37' S, 58° 50' W). El suelo fue clasificado como Argiudol típico, con 3,1% de MO, 3 ppm de P, pH de 5,5 y 0,3 dS/m de CE. La precipitación y la temperatura media anual son de 932 mm/año y 17,8 °C, respectivamente. Sobre una pastura de *L. tenuis* implantada en abril de 2013 se establecieron dos tratamientos: *Lotus tenuis* promovido (LP) y *Lotus tenuis* establecido (LE). En el primer caso, la pastura se pulverizó con 3,5 l/ha de glifosato a fines de agosto de 2014. Las plántulas se restablecieron a partir de semillas presentes en el banco del suelo. En el tratamiento LE no se aplicó herbicida (control), y se realizó un corte de limpieza a 8 cm del suelo. Las unidades experimentales fueron parcelas de 1,05 m x 2 m de superficie, y se realizaron cuatro repeticiones por tratamiento. Sesenta días posaplicación del glifosato se recolectaron plantas de *L. tenuis* y su suelo asociado.

Mediciones realizadas

- Separación de esporas de HMA y estimación de viabilidad

Las esporas se extrajeron a partir de 50 g de submuestras de suelo secado al aire para cada muestra. Se utilizó la técnica de tamizado húmedo y decantación (Gerdemann y Nicolson, 1963) seguido por centrifugación en gradiente de sacarosa (Walker *et al.*, 1982). Las esporas obtenidas se sumergieron en una solución de Bromuro de Tetrazolio (MTT) y se las incubó por 40 horas (An y Hendrix, 1988). La evaluación de viabilidad se realizó bajo microscopio estereoscópico contabilizando como viables aquellas esporas que presentaron tonalidades rosado-rojizas y como inviables a aquellas que permanecieron del color propio de la espora en la naturaleza o bien se tornaron negras durante la incubación en MTT.

- Colonización radical por HMA y HSO

Las raíces de *L. tenuis* se clarificaron en hidróxido de potasio (KOH) al 10% durante 15-20 minutos a 90 °C. Posteriormente se acidificaron en ácido clorhídrico (HCl) al 1% por 10 minutos a temperatura ambiente para luego ser teñidas con azul de tripano al 0,05% (Phillips y Hayman, 1970). Finalmente las raíces fueron lavadas y montadas en alcohol polivinílico para su observación con microscopio óptico (200x). Se determinó el porcentaje de colonización micorrícica total (hifas + vesículas + arbusculos), la colonización por vesículas y la colonización por arbusculos separadamente, y el porcentaje de hongos septados oscuros, de acuerdo a la metodología propuesta por Mc Gonigle *et al.* (1990).

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) para determinar el efecto del glifosato sobre el número total de esporas, porcentaje de viabilidad y número de esporas viables de HMA. Los atributos de la colonización (porcentaje de colonización radical total por HMA, porcentajes de arbusculos y de vesículas y porcentaje de colonización por HSO) se

analizaron mediante un análisis de la varianza multivariado (MANOVA) de tres vías. Cuando el MANOVA mostró resultados significativos, se utilizó el análisis univariado ANOVA para determinar cuál de las variables respuesta fueron las más afectadas por el tratamiento (Scheiner, 2001). Para los datos expresados en porcentaje se realizó una transformación angular ($y = \arcsen\sqrt{x}$) antes de llevar a cabo cada análisis estadístico, con el objetivo de obtener varianzas homogéneas. El nivel de significancia se fijó en $\alpha = 0,05$.

RESULTADOS

Número de esporas de hongos micorrícicos arbusculares (HMA)

La aplicación de glifosato no modificó el número de esporas totales de HMA ($p = 0,9159$); el promedio fue de 160

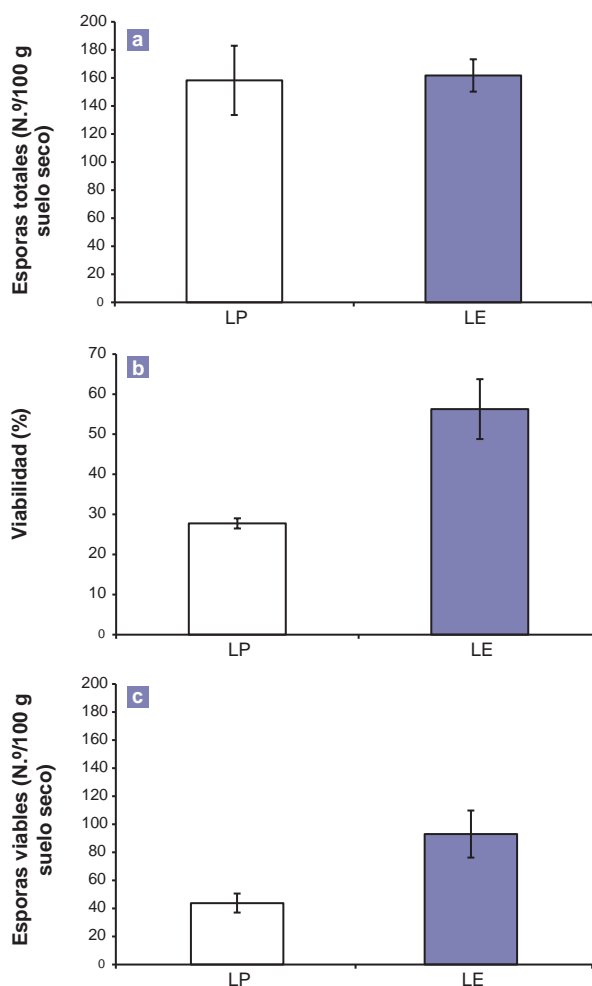


Figura 1. Número de esporas totales (A), porcentaje de viabilidad (B) y número de esporas viables (C) de HMA en el suelo asociado a *Lotus tenuis* promovido (LP) y *Lotus tenuis* establecido (LE). Las barras corresponden al error estándar. Los asteriscos indican diferencias significativas entre tratamientos.

Figura elaborada para la presente edición.

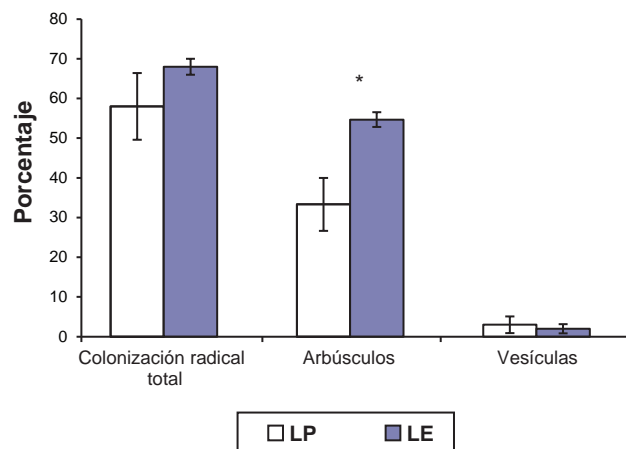


Figura 2. Porcentaje de colonización radical total, arbúsculos y vesículas de HMA en plantas de *Lotus tenuis* promovidas (LP) y *Lotus tenuis* establecidas (LE). Las barras corresponden al error estándar. Los asteriscos indican diferencias significativas entre tratamientos.

Figura elaborada para la presente edición.

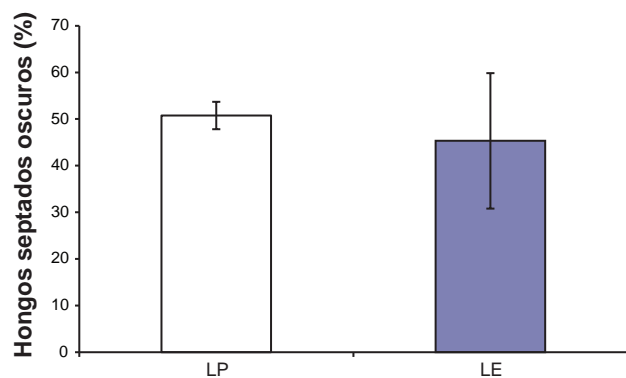


Figura 3. Porcentaje de colonización radical de HSO en plantas de *Lotus tenuis* promovidas (LP) y *Lotus tenuis* establecidas (LE). Las barras corresponden al error estándar.

Figura elaborada para la presente edición.

esporas/100 g de suelo seco (fig. 1A). Sin embargo, el porcentaje de viabilidad varió significativamente ($p = 0,0093$), es decir, un 50% menor en las esporas presentes en el tratamiento LP en relación con las esporas presentes en el tratamiento LE (fig. 1B). Como consecuencia, el número de esporas viables (que surge de la multiplicación de las dos variables anteriores) también se modificó entre tratamientos ($p = 0,0346$) (fig. 1C).

Colonización radical por HMA y HSO

La colonización radical total de HMA en plantas de *L. tenuis* no difirió significativamente entre tratamientos ($p =$

0,3246) (fig. 2). En relación con el porcentaje de arbúsculos, se detectó una reducción del 40% en el caso de plantas promovidas con el herbicida en relación con el porcentaje encontrado en plantas establecidas ($p = 0,0394$). Por último, el porcentaje de vesículas fue similar entre tratamientos ($p = 0,5708$).

No se detectaron diferencias significativas en el porcentaje de raíz colonizada por HSO entre las plantas de *L. tenuis* establecidas y las promovidas a través de glifosato ($p = 0,4633$), es decir, un promedio de 48% (fig. 3).

DISCUSIÓN

El número de esporas viables de HMA fue 52% menor en el tratamiento LP en relación con el tratamiento LE. El efecto del glifosato sobre la viabilidad de las esporas aparentemente no dependería del momento de la aplicación del herbicida dado que un efecto similar fue reportado con una aplicación al final del verano (Druille *et al.*, 2015). Esto sugiere que la acción del glifosato mencionada anteriormente se ejerce en distintos estadios del ciclo de vida de estos microorganismos. La respuesta encontrada se debería al efecto directo del herbicida sobre las esporas presentes en el suelo. Esto último implicaría que si bien el glifosato se inactiva rápidamente debido a la degradación microbiana y adsorción a partículas edáficas (Giesy *et al.*, 2000), el tiempo que permanece en la solución del suelo es suficiente como para generar efectos tóxicos en organismos no blanco. Es esperable que esta reducción en el número de esporas viables conlleve a una menor colonización radical teniendo en cuenta la importancia de estas estructuras como fuente de propágulo (Smith y Read, 2008).

Si bien la colonización radical total por HMA no varió entre tratamientos, el porcentaje de arbúsculos fue menor en el tratamiento LP. Esta respuesta coincide con lo reportado en trabajos previos realizados tanto en condiciones de invernáculo como a campo (Druille *et al.*, 2016; Druille *et al.*, 2013; Ronco *et al.*, 2008). Los resultados obtenidos con este diseño experimental no permiten determinar las causas del efecto observado. Se requiere de estudios futuros para poder determinar si esta reducción se debe a un efecto directo o indirecto del herbicida y/o a la contribución de la diferencia de edades de las plantas entre tratamientos (plantas de 60 días en el tratamiento LP vs. plantas adultas en el tratamiento LE). Probablemente, esta reducción implica una pérdida en la funcionalidad de la simbiosis, considerando que los arbúsculos son las estructuras donde se realiza el intercambio de nutrientes entre la planta y el hongo (Smith y Gianinazzi-Pearson, 1988). Sin embargo, esta práctica de manejo no estaría comprometiendo el almacenamiento temporal de reservas de los HMA dado que el porcentaje de vesículas en raíces de *L. tenuis* no fue afectado por la aplicación de glifosato.

En nuestro estudio, el porcentaje de colonización radical por HSO en plantas de *L. tenuis* no mostró diferencias significativas entre tratamientos. Esta respuesta difiere de

la encontrada por otros autores luego de aplicaciones reiteradas de glifosato para la promoción de *Lolium multiflorum* (Druille *et al.*, 2016), lo cual indica que el efecto del glifosato sobre la colonización radical por HSO depende de múltiples factores. Entre ellos, podrían mencionarse la identidad de la planta hospedante, el momento de aplicación del herbicida y el número de aplicaciones de glifosato.

La reiteración anual de esta práctica de manejo podría comprometer la producción y calidad futura del *L. tenuis*, considerando el importante rol de la simbiosis micorrícica en el establecimiento de plántulas y posterior crecimiento de las leguminosas (Van der Heijden, 2004; Wilson y Hartnett, 1997). Futuros estudios serán necesarios para entender los mecanismos involucrados, ya que las respuestas encontradas podrían deberse al principio activo del herbicida, a los productos de su degradación (ej. AMPA) o a cambios ocurridos en las propiedades biológicas y químicas del suelo. La información generada en este trabajo contribuye a la hora de rediseñar prácticas de manejo que permitan la producción de alimentos con un uso sustentable de los recursos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Proyecto UBACyT, AG 101 Programación Científica 2014-2017. Los autores agradecen los valiosos aportes realizados por un revisor anónimo.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, A.; MIGUENS PIRAN, N.; ACOSTA, G.; ROSSI, J.L.; BAILLERES, M.; GOLLUSCIO, R.; SCHOR, A. (2012). Respuesta animal bajo pastoreo de *Lotus tenuis* con y sin suplementación de grano de maíz. *Revista Argentina de Producción Animal*, 32(1), 266.
- AN, Z.Q.; HENDRIX, J.W. (1988). Determining viability of endogoneaceous spores with a vital stain. *Mycologia*, 80(2), 259–261.
- ANGELINI, J.; SILVINA, G.; TAURIAN, T.; IBÁÑEZ, F.; TONELLI, M.L.; VALETTI, L.; ANZUAY, M.S.; LUDUEÑA, L.; MUÑOZ, V.; FABRA, A. (2013). The effects of pesticides on bacterial nitrogen fixers in peanut-growing area. *Archives of Microbiology*, 195(10), 683–692.
- BAILLERES, M.; SARENA, D. (2011). Promoción estival de *Lotus tenuis*. (Disponible: <http://inta.gov.ar/documentos/puesta-a-punto-de-tecnica-de-promocion-estival-con-lotus-tenuis-chacra-experimental-integrada-chascomus-verificado>: mayo de 2017).
- CASTRO, R.E.; MOJICA, R.J.E.; PABÓN, J.L.M.; CARULLA, J.; CÁRDENAS, E. (2009). Nitrogen balance in grass and grass plus *Lotus uliginosus* pastures in the west region of the Bogotá savanna, Colombia. *Revista Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuarias*, 10(1), 91–101.
- DRUILLE, M.; CABELLO, M.N.; GARCÍA PARISI, P.A.; GOLLUSCIO, R.A.; OMACINI, M. (2015). Glyphosate vulnerability explains changes in root-symbionts propagules viability in pampean grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 202(0), 48–55.
- DRUILLE, M.; GARCÍA-PARISI, P.A.; GOLLUSCIO, R.A.; CAVAGNARO, F.P.; OMACINI, M. (2016). Repeated annual glyphosate applications may impair beneficial soil microorganisms in temperate grassland. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 230, 184–190.
- DRUILLE, M.; OMACINI, M.; GOLLUSCIO, R.A.; CABELLO, M.N. (2013). Arbuscular mycorrhizal fungi are directly and indirectly affected by glyphosate application. *Applied Soil Ecology*, 72, 143–149.
- ESCARAY, F.J.; MENENDEZ, A.B.; GÁRRIZ, A.; PIECKENSTAIN, F.L.; ESTRELLA, M.J.; CASTAGNO, L.N.; CARRASCO, P.; SANJUÁN, J.; RUIZ, O.A. (2012). Ecological and agronomic importance of the plant genus *Lotus*. Its application in grassland sustainability and the amelioration of constrained and contaminated soils. *Plant Science*, 182, 121–133.
- GARCÍA, I.; MENDOZA, R. (2014). *Lotus tenuis* seedlings subjected to drought or waterlogging in a saline sodic soil. *Environmental and Experimental Botany*, 98, 47–55.
- GERDEMANN, J.W.; NICOLSON, T.H. (1963). Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological Society*, 46(2), 235–244.
- GIESY, J.P.; DOBSON, S.; SOLOMON, K.R. (2000). Ecotoxicological risk assessment for Roundup® herbicide. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 167, 35–120.
- MCGONIGLE, T.P.; MILLER, M.H.; EVANS, D.G.; FAIRCHILD, G.L.; SWAN, J.A. (1990). A New Method which Gives an Objective Measure of Colonization of Roots by Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi. *New Phytologist*, 115(3), 495–501.
- MENDOZA, R.E.; PAGANI, E.A. (1997). Influence of phosphorus nutrition on mycorrhizal growth response and morphology of mycorrhizae in *Lotus tenuis*. *Journal of Plant Nutrition*, 20(6), 625–639.
- NEWSHAM, K.K. (2010). A meta-analysis of plant responses to dark septate root endophytes. *New Phytologist*, 190(3), 783–793.
- NIEVA, A.S.; BAILLERES, M.A.; CORRIALE, M.J.; LLAMES, M.E.; MENÉNDEZ, A. B.; RUIZ, O.A. (2016). Herbicide-mediated promotion of *Lotus tenuis* (Waldst. & Kit. ex Wild.) did not influence soil bacterial communities, in soils of the Flooding Pampa, Argentina. *Applied Soil Ecology*, 98, 83–91.
- PADGETTE, S.R.; KOLACZ, K.H.; DELANNAY, X.; RE, D.B.; LAVALLEE, B.J.; TINIUS, C.N.; RHODES, W.K. (1995). Development, identification, and characterization of a glyphosate-tolerant soybean line. *Crop Science*, 35, 1451–1461.
- PHILLIPS, J.M.; HAYMAN, D.S. (1970). Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society*, 55, 158–161.
- QUINOS, P.M.; INSAUSTI, P.; SORIANO, A. (1998). Facilitative effect of *Lotus tenuis* on *Paspalum dilatatum* in a lowland grassland of Argentina. *Oecologia*, 114(3), 427–431.
- REDDY, K.N.; HOAGLAND, R.E.; ZABLOTOWICZ, R.M. (2001). Effect of Glyphosate on Growth, Chlorophyll, and Nodulation in Glyphosate-Resistant and Susceptible Soybean (*Glycine max*) Varieties. *Journal of New Seeds*, 2(3), 37–52.
- RONCO, M.G.; RUSCITTI, M.F.; ARANGO, M.C.; BELTRANO, J. (2008). Glyphosate and mycorrhization induce changes in plant growth and in root morphology and architecture in pepper plants (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 83, 497–505.
- SANTOS, A.; FLORES, M. (1995). Effects of glyphosate on nitrogen fixation of free-living heterotrophic bacteria. *Letters in Applied Microbiology*, 20(6), 349–352.
- SCHEINER, S. (2001). MANOVA: multiple response variables and multispecies interactions. En SCHEINER, S.M.; GUREVITCH, J. (Ed.). *MANOVA: multiple response variables and multispecies interactions*. Oxford University Press. Nueva York. pp. 99–115.

SMITH, S.E.; GIANINAZZI-PEARSON, V. (1988). Physiological Interactions Between Symbionts in Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 39(1), 221–244.

SMITH, S.E.; READ, D.J. (2008). *Mycorrhizal Symbiosis*, 3rd edition. Academic Press. Londres.

TEAKLE, N.L.; AMTMANN, A.; REAL, D.; COLMER, T.D. (2010). *Lotus tenuis* tolerates combined salinity and waterlogging: maintaining O₂ transport to roots and expression of an NHX1-like gene contribute to regulation of Na⁺ transport. *Physiologia Plantarum*, 139(4), 358–374.

VAN DER HEIJDEN, M.G.A. (2004). Arbuscular mycorrhizal fungi as support systems for seedling establishment in grassland. *Ecology Letters*, 7(4), 293–303.

WALKER, C.; MIZE, C.W.; MCNABB JR, H.S. (1982). Populations of endogonaceous fungi at two locations in central Iowa. *Canadian Journal of Botany*, 60(12), 2518–2529.

WEN, L.; KALLENBACH, R.L.; WILLIAMS, J.E.; ROBERTS, C.A.; BEUSELINCK, P.R.; MCGRAW, R.L.; BENEDICT, H.R. (2002). Performance of steers grazing rhizomatous and nonrhizomatous birdsfoot trefoil in pure stands and in tall fescue mixtures. *Journal of Animal Science*, 80, 1970–1976.

WILSON, G.; HARTNETT, D. (1997). Effects of mycorrhizae on plant growth and dynamics in experimental tall grass prairie microcosms. *American Journal of Botany*, 84(4), 478.

WILSON, G.W.T.; HARTNETT, D.C. (1998). Interspecific variation in plant responses to mycorrhizal colonization in tallgrass prairie. *American Journal of Botany*, 85(12), 1732–1738.

Evaluación de la calidad del trigo candeal (*Triticum turgidum* L. subsp. *durum*) en los programas de mejoramiento de Argentina

MOLFESE, E.R.¹; ASTIZ, V.¹; SEGHEZZO, M.L.¹.

RESUMEN

El Laboratorio de Calidad Industrial de Granos de la Chacra Experimental Integrada Barrow es el único laboratorio en Argentina con equipamiento y metodologías adecuadas para la selección de trigo candeal (*Triticum turgidum* L. subsp. *durum*) de acuerdo con características tecnológicas apropiadas. Además, es precursor en establecer lineamientos que incorporan la utilización de un Índice de Calidad para ser aplicado en los programas de mejoramiento de este cultivo. La selección genética debe ser realizada considerando parámetros que sean representativos y satisfagan las necesidades de la industria. El aumento en la diversidad y complejidad de los análisis usados para caracterizar las aptitudes industriales condujo a elaborar un índice que reuniera las variables de calidad más significativas y facilitar la evaluación y comparación de variedades y líneas en los programas de mejoramiento. El uso de este fue limitado debido a su difícil cálculo y dependencia de valores absolutos. Para resolver esto, el índice se modificó utilizando una escala más racional, reconsiderando los atributos utilizados para su cálculo y considerando aquellos atributos ponderados por factores de acuerdo a su importancia relativa. Con esta modalidad de evaluación, se pueden calcular índices promedio para cultivos y ensayos que, al ser medidos en forma relativa y bajo una misma escala, pueden ser perfectamente comparados entre sí, lo que simplifica la evaluación de materiales inéditos contra variedades testigo en los programas de mejoramiento. El manejo de los factores de ponderación permite la orientación de la selección hacia objetivos de mejoramiento previamente fijados y consensuados. Su aplicación es necesaria y obligatoria, ya que su resultado se informa en los legajos que los obtentores presentan para la consideración de nuevos materiales para inscribir. El Índice demuestra ser un instrumento dinámico y flexible, capaz de adaptarse a cambios metodológicos y actualizaciones conceptuales. El objetivo de la presente revisión es comunicar la última modificación realizada al Índice de Calidad, manteniendo de esta manera actualizados a los actores involucrados en la creación de variedades comerciales de trigo candeal.

Palabras clave: trigo candeal, variedades, inscripción, calidad.

ABSTRACT

*The Laboratory of Industrial Quality of Grains of the Barrow Experimental Station of the National Institute of Agricultural Technology (INTA) is the only laboratory in Argentina with equipment and methodologies that are adequate for the selection of durum wheat (*Triticum turgidum* L. subsp. *durum*). Genetic selection should be carried out considering parameters that are representative and meet the needs of the industry. The increase*

¹Chacra Experimental Integrada Barrow C.C. 50. Tres Arroyos, Argentina.
Correo electrónico: molfese.eleanorosa@inta.gob.ar

in the diversity and complexity of the analyses used to characterize industrial features has led the Laboratory of Industrial Quality of Grains to develop a Quality Index that brings together the most significant quality variables and facilitates the assessment and comparison of varieties and lines in breeding programs. The use of this index was limited because its hard calculation and dependence of absolute values. To solve this, the index was modified using a more rational scale, reconsidering attributes used for its calculating and considering those attributes weighted by factors according to their relative importance. This index allows calculating average indices for cultivars and assays, which, when being measured in a relative manner and under the same scale, are perfectly comparable. In breeding programs, this simplifies the comparison of new materials with control varieties. The management of the weighting factors allows orienting the selection towards previously fixed and agreed objectives of crop improvement. The application of this Index is necessary and obligatory, since its result should be reported by breeders for the consideration of new materials to be recorded. The Index has proved to be a dynamic and flexible instrument, able to adapt to methodological changes and conceptual updates.

The aim of this review is to communicate the last modification made to this Quality Index and keep the actors involved in the creation of commercial varieties of durum wheat updated.

Keywords: durum wheat, varieties, registration, quality.

INTRODUCCIÓN

Producción y comercialización del cultivo en Argentina

El trigo candeal (*Triticum turgidum* L. subsp. *durum*) fue introducido en Argentina, en la provincia de Buenos Aires, por inmigrantes italianos en la década de 1920/30. En la campaña 1969/70, con más de 400.000 ha sembradas, nuestro país alcanzaba el tercer lugar en el mundo como exportador, al obtener una producción de 760.000 t que representaba entre el 6 y 8,5% del total nacional de trigo. El principal importador en ese momento era Italia, con exigencias específicas de calidad que se cumplían sin problemas.

En el período 1976 a 1978 sucedieron dos ataques consecutivos de *Fusarium spp* que disminuyeron drásticamente la producción. Además, se produjo el desplazamiento del trigo candeal por variedades de trigo pan (*Triticum aestivum* L.) de ciclo corto y con alto potencial de rendimiento. También ocurrió el reemplazo de cultivares tradicionales de buena calidad por otros de mayor productividad, pero que no conseguían cumplir con los requisitos de calidad exigidos por la exportación.

Según datos del Ministerio de Agroindustria, el promedio nacional de la superficie sembrada en los últimos cinco años fue de 60.422 ha y la producción rondó las 177.305 t/año, también promedio del último lustro, con variaciones interanuales importantes (datos Sistema Integrado de Información Agrícola, 2016).

El trigo candeal es un cultivo invernal, de ciclo intermedio-corto, que se siembra desde julio a mediados de agosto y se cosecha en diciembre. Es originario de regiones que poseen un régimen de precipitaciones medias a bajas (500 mm/año o menos), requiere inviernos suaves y húmedos, combinados con veranos secos y soleados, especialmente durante el período de llenado de granos (Jara Podestá, 2011).

El área de cultivo se extiende desde el sudeste hasta el sudoeste de la provincia de Buenos Aires y parte de La Pampa (subregiones trigueras IV y V sur (figura 1)), representando una opción interesante para los productores (Informe Institucional Trigo, 2016). Tradicionalmente en la provincia de Buenos Aires se distinguen tres zonas, sudeste, centro sur y oeste, que poseen diferentes características agroclimáticas (Jensen, 2001). Los partidos de Coronel Dorrego y Tres Arroyos (área centrosur) representan la mayor superficie ocupada con este cultivo respecto de las otras zonas (Forján y Manso, 2016).

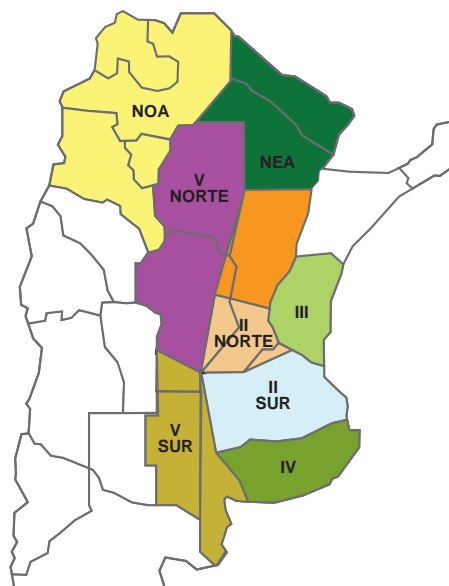


Figura 1. Subregiones trigueras.

La producción es habitualmente inferior a la de trigo pan y actualmente se dispone de ocho variedades comerciales aprobadas por el Comité de Cereales de Invierno de la CO-NASE (Comisión Nacional de Semillas).

Desde hace unos años, el cultivo de este trigo ha dejado de ser estrictamente regional con la incorporación de alguna superficie bajo riego en la provincia de San Luis, y también de una significativa cantidad de hectáreas en las provincias de Tucumán y Salta (subregión triguera NOA), debido a la instalación de un importante molino y fábrica de pastas, que utilizan al candeal como insumo para la elaboración de sus productos.

La siembra es realizada por los propios molinos en forma directa a través de contratos con productores. Estos acuerdos contemplan la posibilidad de que los interesados en utilizar la producción, puedan inspeccionar el lote y ajustar la calidad final conforme a los requerimientos de la industria semolera y fideera. Aunque existe una norma de comercialización que se aplica a todas las transacciones (Norma Senasa ^{XXII}, 1998), las principales industrias relacionadas al trigo candeal diseñan y aplican escalas propias de bonificaciones y rebajas para algunos parámetros de interés (porcentaje de vitreosidad, proteína y gluten).

Esta forma de trabajo, asegura la trazabilidad de los granos que se industrializan, conformando una alianza estratégica entre productores e industria, garantizando previsibilidad y estabilidad en el precio, al determinar reglas claras de comercialización para las partes involucradas.

Usos y consumo del trigo candeal

El grano de trigo candeal posee como características diferenciales su gran tamaño, dureza y color amarillo, que permiten utilizarlo para la preparación de diferentes productos.

De su molienda se obtiene sémola, que es la base para la elaboración de pastas "al dente" (pastas al estilo italiano). En algunos países (Italia, Francia y Grecia) se exige por ley la exclusiva utilización de sémolas de trigo candeal en la elaboración de estas.

Otro producto que se obtiene es el semolín, utilizado para elaborar ñoquis y ravioles, y harina de trigo candeal que es el ingrediente básico en la elaboración de panes típicos de las regiones mediterráneas, así como también de algunos postres.

Las pastas secas son productos transables que poseen un enorme potencial para agregar valor y abastecer mercados masivos en el exterior (Lezcano, 2016) y aquellas que son elaboradas con trigo candeal poseen una serie de ventajas que se pueden resumir en:

- Químicas y nutricionales (contiene mayor cantidad de proteína, menor índice glucémico, es un alimento apropiado para incorporar otros nutrientes).
- Optimiza los parámetros sensoriales de la pasta (textura, color, sabor, aroma).

- Fácil elaboración, solo requiere el agregado de agua y posee buen desempeño industrial.
- Fácil de almacenar.
- Mejora el comportamiento en el plato respecto de aquellas pastas elaboradas con harina de trigo pan, ya que la pegajosidad es menor por no liberar almidón.
- Poseen resistencia a la sobrecoCCIÓN.
- Comerciales y estratégicas (los productos diferenciados aumentan la rentabilidad).

En todo el mundo se producen anualmente aproximadamente 14 millones de toneladas de pasta seca, de las cuales un 25% corresponde a Italia y un 0,7% a la Argentina.

A nivel regional, nuestro país ostenta el segundo lugar como mayor fabricante de pasta en Latinoamérica, detrás de Brasil y superando a México.

La pasta es la categoría de alimento masivo más comprada por los argentinos, llegando a estar presente en el 99% de los hogares. Se consumen, en promedio, 9 kilos de pastas por persona por año, uno de los más altos de la región, aunque resulta menor con respecto a Italia, cuyo consumo llega a 25 kilos per cápita. (Datos UIFRA, 2016).

En otros sitios (norte de África y Cercano Oriente) se produce el consumo directo del grano entero o partido en comidas regionales en comidas regionales/étnicas como el cous-cous, el trigo burgol, frekeb y chapattis (Kezih *et al.*, 2014).

Evaluación de la calidad en programas de mejoramiento

La evaluación de la calidad tecnológica en los trigos destinados a la producción de pasta es vital para ofrecer a la industria nacional e internacional sémolas o trigos que cumplan con los requisitos que solicita el mercado.

En los programas de selección y mejoramiento que se llevan adelante en los institutos de investigación más avanzados del mundo, se utilizan diferentes características para calificar al trigo y realizar la selección por calidad. En cada caso, se elige una serie de parámetros de carácter comercial e industrial, que pueden variar dependiendo de la cantidad de grano y del equipamiento disponible.

La calidad es también el resultado de un trabajo multidisciplinario, donde las universidades y los laboratorios intervienen como soporte en varios proyectos de investigación, cubriendo aspectos asociados a la fisiología y genética de los cultivares (por ejemplo, selección asistida por marcadores moleculares para la mejora de la calidad y de la sanidad).

La selección por calidad industrial en generaciones tempranas es realizada utilizando pruebas simples, económicas, no destructivas, basadas en la genética (sedimentación, colorímetro etc.) que pueden llevar a un progreso sustancial en un programa de mejoramiento. Pruebas más costosas y que demandan mayor tiempo, son utilizadas para realizar la selección de genotipos de calidad supe-

rior cuyo destino será la fabricación de productos premium (Massi, 2015).

Algunos autores mencionan como definitorias las siguientes características: peso de mil granos, peso hectolítrico, calidad y contenido de gluten húmedo, color de la sémola, contenido y calidad de la proteína, vitreosidad o panza blanca, rendimiento de grano, punta negra y resistencia a enfermedades, test de sedimentación y alveograma entre otros.

En Canadá y Australia para registrar un cultivar es requisito fundamental que tenga un nivel de proteína de al menos 13% (base seca) en trigo o 12% en sémola, (Matus *et al.*, 2011; Nazco *et al.*, 2012; Clarke *et al.*, 2012; Chávez Villalba *et al.*, 2015).

El organismo responsable de establecer y mantener los estándares canadienses de calidad del grano (Canadian Grain Commission) también prioriza el resultado o rendimiento molinero, contenido y pérdida de pigmento, fuerza del gluten y los niveles de cadmio (Fu y Pozniak, 2015).

En Australia, Sissons (2008) indicaba que en un programa de mejoramiento, la selección por calidad se realiza considerando características que se basan en la fuerza de la masa ya que es primordial para asegurar que las pastas mantengan una textura firme cuando se cocinan. En 2016, Gururaj y Sissons aseguran además que la selección por calidad en su programa de mejoramiento está fuertemente orientada hacia el contenido de proteína y de pigmento amarillo.

En Francia, poseen un sistema donde, además, pueden realizar análisis complementarios, como fabricación y evaluación de pastas, determinando su calidad culinaria y la viscoelasticidad y características de la superficie (Comité Technique Permanent de la Selection des plantes cultivées- Règlement, 2014).

Uso de índices de calidad

Para realizar una evaluación expeditiva de la calidad en la selección de trigo candeal es necesario aplicar indicadores sensibles con cierto carácter predictivo y que sean de fácil determinación. Estos pueden integrarse bajo la forma de un índice que facilita la comparación de resultados. La formulación de estos índices responde a un concepto integral de la calidad y existen algunos ejemplos internacionales de su aplicación.

En 1996, en Italia, la fábrica de fideos Barilla publicó el cálculo de un Valor Varietal Resumido (Valore Sintetico Varietale) para uso interno de la empresa, utilizando parámetros comerciales e industriales de calidad, que aún siguen vigentes (Ronchi, 2016 com. pers.).

Silva *et al.* (2007) también utilizaron un índice de calidad por localidad y coeficientes para valorizar trigos en diferentes zonas de Chile.

En el programa de mejoramiento del IRTA, (Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentaria) ubicado en Lleida, España, utilizan para la selección un Índice General de

Calidad que incluye proteína, color, fuerza de gluten y peso hectolítrico. Este índice permite clasificar las variedades y puede ser aplicado en las operaciones comerciales (Anexo II Real Decreto 1615/2010 y su modificación del 2013).

Situación en Argentina

El Laboratorio de Calidad Industrial de Granos de la Chacra Experimental Integrada Barrow, desde el inicio de actividades en la década de 1960, es referente para la evaluación e inscripción de trigos candeales en el país, ya que posee técnicas y equipamiento únicos para realizarlo, asegurando la calidad y confiabilidad de los resultados a través de la aplicación de normas de calidad (IRAM 301:2005: ISO/IEC 17025:2005).

Está ubicado al sur de la provincia de Buenos Aires y los programas de mejoramiento que trabajan en la selección de trigo candeal envían sus líneas élite para ser evaluadas y contrastadas con testigos de buena calidad, para finalmente incorporar esos resultados a los legajos que serán presentados ante el Comité Nacional de Cereales, con el fin de lograr la aprobación de nuevas variedades comerciales.

Los cultivares deben satisfacer las necesidades de los productores agropecuarios, molineros, elaboradores de productos finales y, finalmente, las exigencias del consumidor de alimentos sanos y nutritivos (Seghezzeo, 2014).

En el proceso de mejoramiento, en generaciones tempranas se realizan test que utilizan pequeña cantidad de sémola pero, en líneas avanzadas, es necesario trabajar sobre aquellos atributos de calidad que son requeridos por la industria. Esto implica realizar una molienda y numerosas determinaciones, que pueden resultar engorrosas de analizar individualmente.

Antecedentes en la determinación del índice de calidad

Con el propósito de facilitar su interpretación, en este laboratorio en el año 1980 se trazaron los primeros lineamientos de un índice de calidad, que resumiera la calidad de un cultivar considerando la importancia relativa de las distintas variables que contribuyen a definirla. Para ello se seleccionaron diez parámetros (comerciales e industriales). Los valores absolutos de cada uno de ellos se multiplicaban por un factor apropiado para que todos tuvieran un peso similar en la suma algebraica cuyo resultado era el Número de Calidad Final.

Para definir la aptitud comercial del trigo fueron seleccionados el peso hectolítrico, el peso de mil granos y el tamaño de los granos. Los parámetros asociados a características industriales eran: ceniza, proteína, cantidad y calidad del gluten. La calidad del gluten se realizaba manualmente, según criterios italianos, y el color se determinaba visualmente.

Desde 1976 se realizaba el trazado de farinogramas de sémola, adaptación de una técnica canadiense (Deán y Seghezzeo, 1978; Irvine *et al.*, 1961). Este método se convertiría más tarde en una de las principales herramientas

de la selección en los planes de mejoramiento. Permite estimar de forma indirecta la calidad del gluten. Con esta prueba se mide el comportamiento de la masa de sémola y agua durante el amasado (Seghezzeo y Molfese, 1999; Sissons, 2016), ya que las pruebas reológicas son buenas predictoras de la calidad de la pasta.

La elaboración de pasta en forma experimental permitió desarrollar una prueba propia para la medición de la pegajosidad ("collositá") de la pasta cocida (Deán, 1980).

La evolución de las técnicas analíticas a través del tiempo permitió descartar aquellos test con mayor influencia de la subjetividad del analista reemplazándolos por métodos con mayor precisión y exactitud.

En año 1994, se realizaron algunas modificaciones importantes al índice para simplificar los cálculos, reconsiderando los atributos que se contemplaban en la evaluación, independizarse de los valores absolutos y utilizar una escala más racional (Seghezzeo y Molfese, 2014).

Se crearon escalas de cinco rangos para cada uno de los parámetros y se les adjudicó un determinado puntaje. El número de calidad para un cultivar o línea, en un ensayo determinado, entonces, pasó a calcularse así:

$$Q = \frac{\sum (A * F)}{\sum F}$$

Q= número de calidad.

A= atributo que se evalúa en el grano o sémola.

F= factor de ponderación, indica la importancia relativa otorgada al atributo.

Los atributos considerados en grano eran: peso de mil granos, vitreosidad y proteína.

Sobre la sémola: rendimiento semolero, calidad gluten, farinograma y evaluación de la pasta.

El porcentaje de gluten se eliminó del cálculo del Índice, ya que estudios realizados en diferentes ambientes han demostrado su alta correlación con el porcentaje de proteína: para un n de 192 muestras en un caso y uno de 240 en otro, se tuvo una correlación de $r = 0,84$ y $0,86$ respectivamente (Peña, 2000; Seghezzeo y Molfese, 1999). Esto fue ratificado en un trabajo presentado por Larsen *et al.* (2014), donde la correlación entre proteína y gluten para un set de 136 muestras argentinas fue de $r = 0,89$.

En 1997, se reemplazó el rendimiento semolero por la relación molinera, una propiedad importante para la molinería ya que relaciona la extracción semolera con el contenido de ceniza de esa sémola. A los industriales les interesa aumentar la extracción de la sémola sin comprometer la calidad final del producto (Gruber y Sarkar, 2012) buscando la combinación óptima de esos parámetros: máxima extracción con el menor contenido de ceniza.

El porcentaje de vitreosidad de los granos es también una característica valorada. La industria fideera prefiere los

granos vítreos debido a su correlación positiva con el porcentaje de proteína, el rendimiento de sémola y la calidad de cocción.

Los granos lavados son aquellos cuya vitreosidad se ve afectada por una lluvia previa a la cosecha y es un fenómeno frecuente en el sur de la provincia de Buenos Aires. Se produce un opacamiento en el brillo natural del pericarpio que impide visualizar la textura del endosperma o su verdadera vitreosidad (Sieber *et al.*, 2015). Sin embargo, no se consideran como no vítreos, ya que en un trabajo realizado por Seghezzeo *et al.* (1998) demostró que la calidad industrial de la sémola no disminuye, aún en condiciones de lavado severo, aunque sí lo hace el peso hectolítrico y el rendimiento molinero.

En 1999 se comenzó a evaluar la calidad del gluten por medio del índice de gluten (Cubadda *et al.*, 1992), reemplazando la antigua evaluación empírica del gluten.

La tendencia actual en el proceso de molienda apunta a una reducción del tamaño de las partículas para disminuir los tiempos de mezclado, mejorar la hidratación y obtener pastas sin puntos blancos. Como consecuencia del menor tamaño de las partículas, las sémolas son más claras lo que obliga a seleccionar variedades con mayor contenido de pigmento. Con ese fin, se incluyó la determinación del contenido de pigmento amarillo en todos los materiales del programa de mejoramiento por medio de un colorímetro triestímulo, ya que es un atributo muy apreciado por los industriales tanto en la sémola como en la pasta (Roncallo, *et al.*, 2007; Carrera *et al.*, 2007; Campos *et al.*, 2016).

Un trabajo realizado en 2011, que cuantificó el efecto del cultivar, el año y la localidad y sus interacciones sobre varios parámetros de calidad industrial, confirmó que el efecto del cultivar era numéricamente más alto que el atribuido al año y la localidad en 3 de las variables estudiadas en peso hectolítrico, color y gluten index (Seghezzeo *et al.*, 2011).

El objetivo de la presente revisión es comunicar la última modificación realizada al Índice de Calidad, herramienta definitoria que se utiliza para evaluar la calidad de las líneas élite que integran los programas de mejoramiento de trigo candeal en Argentina.

ÍNDICE DE CALIDAD MODIFICADO

El proceso de fabricación y secado de la pasta utilizado en el Laboratorio de Calidad Industrial de Granos de Barrow es muy diferente a lo que ocurre a nivel industrial. Se dispone de una prensa extrusora que opera en vacío y comprime la masa hasta llegar a la tráfila para la formación del espagueti. El secado se realiza en un secadero fijo a 30 °C durante 20 horas.

En cambio, la industria ha evolucionado aplicando nuevas tecnologías que optimizan el secado modificando la velocidad del aire, la temperatura y la humedad con el objetivo de eliminar el agua en forma rápida y eficiente (Cubadda *et al.*, 2007), para ello utilizan diagramas de secado donde se alternan ciclos de baja y alta temperatura logrando mejorar la calidad y disminuyendo el costo del producto terminado.

Además, efectuar pruebas reológicas (gluten index, alveograma, farinograma) presenta menor dificultad que realzar la pasta y evaluarla posteriormente. Otra limitante es el tamaño de la muestra, que normalmente en los planes de mejoramiento es escasa (Sissons, 2016).

Este escenario llevó a reconsiderar la fabricación y evaluación de la pasta, lo que finalmente ocurrió en 2015 cuando el Comité de Cereales de Invierno de la CONASE (Actas 222 y 223, 2015) autorizó la eliminación de ese atributo en el cálculo de Q.

El Índice de Calidad (Q) actualmente en uso contempla aspectos que están suficientemente comprobados y documentados como para formar parte de este. Unos están relacionados con la calidad del grano: peso de mil granos (PMG), porcentaje vitreosidad (V) y porcentaje de proteína (PROT), y otros consideran a la sémola: relación molinera (REL MOL), gluten index (GI), color de la sémola (COLOR) y Nivel de Energía farinográfico (NE).

Cada factor tiene un peso diferente y el valor máximo posible de obtener aplicando el nuevo Índice es de 5.0

Índice de Calidad (Q) = $((1 \times \text{PMG}) + (2 \times \text{V}) + (2 \times \text{PROT}) + (1 \times \text{REL MOL}) + (2 \times \text{GI}) + (3 \times \text{COLOR}) + (2 \times \text{NE}^*)) / 13$

El peso dado a los factores surge a partir de la importancia que la industria de la pasta otorga a estos atributos (Barilla, 1996; Mones Cazón, 1998; Jara Podestá, 2011).

Aplicación práctica del Índice de Calidad modificado

La mayor parte del trigo producido es usado para la fabricación de pastas de buena calidad y para obtener esto, el trigo debe tener algunas características, tales como un endosperma duro y vítreo (Lafiandra *et al.*, 2012) que, se sabe, correlaciona positivamente con la proteína. Granos más almidonosos tienden a ser de proteína más baja que los trigos vítreos, haciendo al fideo más seco y débil. En un estudio realizado en Canadá sobre la relación entre la vitreosidad de los granos y el contenido de proteína mostró que los espaguetis hechos con sémolas provenientes de trigos vítreos eran significativamente más firmes que aquellos hechos con sémolas de trigos con menor vitreosidad. Los trigos de menor proteína tuvieron un impacto adverso sobre la molienda y el procesamiento de la pasta (Fu *et al.*, 2016).

Las pastas cocinadas presentan propiedades especialmente relacionadas con el alto contenido de proteína de grano y con la calidad de su proteína: gluten index. Estos rasgos, junto con el color amarillo de la sémola, son muy importantes para la calidad de trigo candeal (Subira *et al.*, 2014).

Autores como Dexter (1980) y D'Egidio (1990) mencionaron que el contenido de proteína explicaba el 30-40% de la variabilidad en la calidad de cocción y un incremento en la proteína resulta en mayor tolerancia a la sobrecocción, aumentando la firmeza y disminuyendo la pegajosidad de la pasta.

El ancho de la banda farinográfica es un buen indicador de la calidad del gluten y se estima que el 70% de su varia-

ción corresponde al cultivar y no está tan influenciado por el contenido de proteína (Seghezzi y Molfese, 1999).

Los parámetros de calidad evaluados y la metodología utilizada sobre las muestras de trigo son:

- Sobre el grano:

Peso de mil granos (PMG): en gramos (g). Norma IRAM 15.853. Se utiliza una contadora de granos (Numigral, Tripette y Renaud, Francia).

Vitreosidad (V): método del diafanoscopio. Se expresan en porcentaje los granos vítreos y los no vítreos (moteados, panza blanca, manchados, enfermos).

Proteína (PROT): en porcentaje, base 13,5% humedad. Equipo Infratec 1226 Grain Analyzer (Método NIR).

Ceniza sémola (%): Norma IRAM 15.851.

Molienda: un kilo de muestra se acondiciona a 15,8% humedad durante 20 h. Se utiliza un molino experimental de laboratorio Bühler 202 D. Se informa el rendimiento de sémola limpia. (Granulometría entre 125-355 micrones).

Relación molinera (REL MOL): relación rendimiento molinero (%)/ceniza sémola.

- Sobre la sémola

Gluten Index (GI): Norma ICC N.º 155.

Color b* (COLOR): se mide el color mediante Minolta Chromameter CR 310. Método triestímulo, notación Hunter L (luminosidad), a (rojo) y b (amarillo).

Farinograma: se utiliza un Farinógrafo de Brabender de acuerdo a la adaptación de la técnica de Irvine, Bradley y Martin (Cereal Chemistry, 1961), con un porcentaje de absorción de agua constante (45%), tiempo de amasado fijo (8 minutos) y amasadora de 50 g. Se trazan curvas tal como muestra la figura 2.

Se calcula:

NE: nivel de energía: altura máxima/20 + superficie.

AFLO: aflojamiento (%): altura máxima – altura final/altura máxima.

Cuando los materiales evaluados poseen un aflojamiento (AFLO) mayor a 36% el NE se calcula según la fórmula:

$$\text{NE}^* = \text{NE} - (\text{AFLO} - 36)$$

De esta manera se integra en un solo atributo el NE y el AFLO a la vez, castigando aquellas muestras cuyo valor de aflojamiento supere el 36%, valor que se estableció como máximo tolerado. El decaimiento o aflojamiento de la curva está asociado con el debilitamiento de la masa durante el ensayo (Seghezzi y Molfese, 1999).

Las variables o atributos y los factores considerados en grano y sémola se muestran en la tabla 1.

La valoración de cada uno de los parámetros se realizó sobre la siguiente escala (tabla 2):

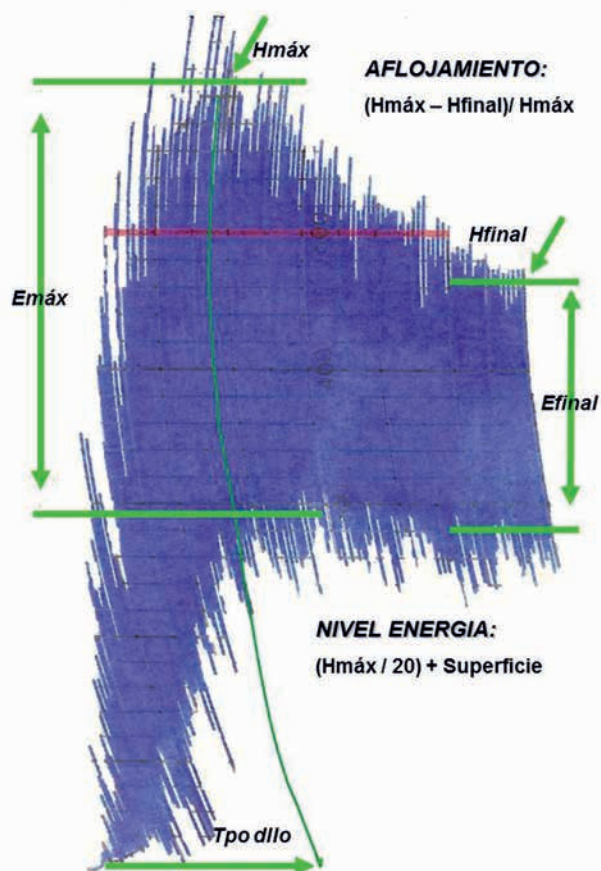


Figura 2: Figura farinográfica y parámetros evaluados: altura máxima (H máx.), altura mínima (H final), espesor máximo (E máx.), espesor final (E final), Tpo dllo: tiempo desarrollo (mín), Nivel Energía y Aflojamiento (%).

Los granos lavados reciben una calificación de 1 a 4, según su contenido de proteína, independientemente de los valores obtenidos en los otros parámetros (tabla 2). No se otorga el máximo puntaje considerando la disminución ya mencionada que ocurre en el peso hectolítrico y el rendimiento molinero, consecuencia de ese fenómeno.

La aplicación del índice da un número (Q) que se corresponde con la siguiente calificación: 5 muy buena, 4 buena, 3 satisfactoria, 2 menos satisfactoria y 1 no satisfactoria.

	Atributo	Referencia	Factor	
Grano	1	Peso de mil granos	PMG	1
	2	Vitreosidad	V	2
	3	% Proteína trigo	PROT	2
	4	Relación molinera	REL MOL	1
Sémola	5	Gluten Index	GI	2
	6	Color sémola	COLOR	3
	7	NE*- Farinograma	NE*	2
			ΣF = 13	

Tabla 1. Variables y factor considerado en cada caso para el cálculo del Índice de Calidad.

Aplicación en variedades comerciales

Con el objetivo de mostrar la utilidad de la aplicación de este Índice de Calidad para detectar diferencias entre genotipos se eligieron 6 variedades comerciales para realizar el análisis: Bonaerense INTA Cumenay, Bonaerense INTA Facón, Buck Topacio, Buck Esmeralda, Bonaerense INTA Cariló, Buck Platino y Buck Granate.

El período analizado fue desde la campaña 1998/99 a 2013/2014.

Las muestras provenían de distintas subregiones trigueras, diferentes criaderos y de ensayos controlados, donde el objetivo era maximizar rendimiento y calidad a través de la utilización de altas dosis de fertilizante nitrogenado (Bergh *et al.*, 1998; Loewy y Salomón, 2004; Larsen y Jensen, 2014).

En todas ellas se determinaron los parámetros que conforman el Q y se realizó su cálculo.

Se efectuó un análisis de la varianza (ANOVA) para el Índice de Calidad y para la comparación de medias se utilizó el Test de Tukey ($p > 0,05$). Se obtuvo una DMS de 0,25157 y un CV de 14%. Se observaron diferencias significativas entre variedades (tabla 3).

Bonaerense INTA Cumenay difirió de Buck Esmeralda debido a que esta última posee como característica dife-

Puntos	PMG	V	PROT	REL MOL	GI	COLOR	FARINO N.E.*
5	>60	>90	>13	>102	>80	>28	>50
4	55-60	80-90	12-13	94-102	61-80	25-28	45-50
3	50-55	60-80	11-12	86-94	41-60	22-25	40-45
2	45-50	40-60	10-11	78-86	21-40	20-22	30-40
1	≤45	≤40	≤10	≤78	≤20	≤20	≤30

Tabla 2. Escala de valoración de los atributos: PMG, V, PROT, REL MOL, GI, COLOR, NE* (NE corregido por Aflojamiento).

VARIEDAD	Medias	n		
BONAERENSE INTA CUMENAY	3,54	66	A	
BUCK TOPACIO	3,42	56	A	B
BONAERENSE INTA FACON	3,42	52	A	B
BUCK PLATINO	3,35	59	A	B
BUCK GRANATE	3,22	42		B
BUCK ESMERALDA	2,74	65		C

Tabla 3. Valores medios del Índice de Calidad de variedades comerciales de trigo candeal (n = cantidad de muestras). Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05).

rencial glútenes de menor calidad y sémolas más blancas. En cambio, Bonaerense INTA Cumenay es un referente de calidad utilizado como testigo en los planes de mejoramiento por sus cualidades reológicas (Nivel de Energía, calidad de gluten) y buena vitreosidad. También se vieron diferencias con Buck Granate que, aunque la fuerza del gluten es buena, no sobresale por el color de sus sémolas.

Buck Topacio y Bonaerense INTA Facón son variedades que se destacan por su alto contenido de pigmento amarillo y su calidad de gluten, mientras que Buck Platino destaca por la fuerza de su gluten, sin existir diferencias significativas en el Índice de Calidad.

La genética propia de cada variedad establece diferencias funcionales entre ellas y está demostrado que dichas diferencias relativas se mantienen, aún en diferentes ambientes (Jara, 2011; Masiero *et al.*, 2011).

En Argentina, el desarrollo genético ha permitido alcanzar estándares mundiales en lo que respecta a color, proteína y rendimiento (Molfese *et al.*, 2016), sin embargo se observa que existen diferencias entre variedades y el Índice se muestra como una herramienta eficaz para discriminar entre ellas.

CONCLUSIONES

El nuevo Índice de Calidad manifestó ser un indicador confiable, sensible y expeditivo, que permite realizar una correcta diferenciación varietal.

La aplicación de esta metodología para evaluar líneas elite en los programas de mejoramiento, elimina la subjetividad y concuerda con lo realizado en otros países con esta metodología.

Por un lado, la utilización del nuevo Índice de Calidad en los programas de mejoramiento de trigo candeal permite emplear menores tiempos en los análisis y disminuir sus costos. Por otro lado, es necesaria su aplicación ya que es obligatorio informar su resultado en los legajos que los obtentores deben presentar para la consideración de nuevos materiales para inscribir.

El Índice es una herramienta dinámica y flexible, que puede adaptarse a los cambios metodológicos y tecnológicos que ocurran en el futuro. El empleo de los factores de ponderación permitirá orientar la selección hacia objetivos de mejoramiento previamente fijados y consensuados.

BIBLIOGRAFÍA

- ANUARIO ARGENTINO DE PASTAS SECAS. 2016. De cara al mundo. UIFRA. Unión Industriales Fideeros de la República Argentina. p. 72.
- BERGH, R.; ZAMORA, M.; QUATTROCHIO, A.; BAEZ, A. 1998. Fertilización nitrogenada de trigo candeal en el centro surbonaerense: aplicaciones tardías. Actas IV Congreso Nacional de Trigo, Mar del Plata, 3–12.
- Boletín Oficial del Estado Español. 2013. Disposiciones generales. 3630 Real Decreto 190/2013 modificatorio de Real Decreto 1615/2010, Norma Calidad del trigo. Núm 82. Sec. I. p. 25.471.
- CAMPOS, K.; ROYO, C.; SCHULTHESS, A.; VILLEGAS, D.; MATUS, I.; AMMAR, K.; SCHWEMBER, A.R. 2016. Association of phytoene synthase Psy1-A1 and Psy1-B1 allelic variants with semolina yellowness in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. durum) Euphytica (2016) 207:109–117. DOI 10.1007/s10681-015-1541-x.
- CARRERA, A.; ECHENIQUE, V.; ZHANG, W.; HELGUERA, M.; MANTHEY, F.; SCHRAGER, A.; PICCA, A.; CERVIGNI, G.; DUBCOVSKY, J. 2007. A deletion at the Lpx-B1 locus is associated with low lipoxigenase activity and improved pasta color in durum wheat. J. Cereal Sci. 45: 67–77.
- CHÁVEZ VILLALBA, G.; CAMACHO CASAS, M.A.; FIGUEROA LÓPEZ, P.; FUENTES DÁVILA, G.; FÉLIX FUENTES, J.L.; VILLA ARAGÓN, B.A. 2015. Baroyeca Oro C 2013: nueva variedad de trigo duro para su cultivo en el noroeste de México. Rev. Mex. Cienc. Agríc., vol.6, n.º 2, pp.421–425.
- CLARKE, J.M.; DE AMBROGIO, E.; HARE, R.; ROUMET, P. 2012. Genetics and breeding of Durum Wheat. En: Durum Wheat: Chemistry and Technology- 2nd edition – Sissons, Abecassis, Marchylo, Carcea Editor, AACCC. Capítulo 2: 15–36.
- Comité Technique Permanent de la Selection des plantes cultivees- Protocole d'étude de la qualité du blé dur dans les essais officiels en France-Appréciation de la qualité technologique selon les critères technologiques, méthodes analytiques et grille de classement selon le règlement VATE du CTPS-2014.
- CONASE. Comité de Cereales de Cereales de Invierno. ACTA N.º 222 y 223. 2015.
- CUBADDA, R.; CARCEA, M.; PASQUI, L.A. 1992. Suitability of the Gluten Index method for assessing gluten strength in durum wheat semolina cereal Food World, 37:866-869.
- CUBADDA, R.; CARCEA, M.; MARCONI, E.; TRIVISONNO, M. 2007. Influence of gluten proteins and drying temperature on the cooking quality of durum wheat pasta. Cereal Chem. 84: 48-55.
- D'EGIDIO, M.G.; MARIANI, B.; NARDI, S.; NOVARO, P.; CUBBADA, R. 1990. Chemical and technological variables and their relationships: a predictive equation for pasta cooking quality. Cereal Chem. 67:275–281.

- DEÁN, M.E. 1980. Medición de "collositá" en pastas. Comunicación Laboratorio Calidad Industrial Barrow N.º 12.
- DEÁN, M.E.; SEGHEZZO, M.L. 1978. Técnica farinográfica para la comparación de trigos candeales. Comunicación Laboratorio Calidad Industrial Barrow N.º 9.
- DEXTER, J.; MATSUO, R.; KOSMOLAK, F.; LEISLE, D.; MAR-CHILO, B. 1980. The suitability of the SDS test for assessing gluten strength in durum wheat. *Can J. Plant Sci.* 60:25–29.
- GRUBER, W.; SARKAR, A. 2012. Durum Wheat milling: En SISSONS, M.J.; ABECASSIS, J.; MARCHYLO, B.; CARCEA, M. (ed.). *Durum Wheat: Chemistry and Technology*. 2.ª ed. – AACC. Capítulo 8 :139–159.
- FORJÁN, H.; MANSO, L. 2016. El área ocupada por los cultivos de cosecha fina en la región. (Disponible: <http://inta.gob.ar/documentos/el-area-ocupada-por-los-cultivos-de-cosecha-fina-en-la-region-0> verificado: 16 de enero de 2017).
- FU, B.X.; POZNIAK, C.J. 2015. Improving Canadian Durum wheat quality: objectives for genetic enhancement and science-based grade standards. Abstract International Conference from Seed to Pasta and Beyond. Milán, Italia.
- FU, B.X.; TAYLOR, D.; NAM, S. 2016. Breeding durum wheat for quality. From de Soil to the supermarket. 66th Australasian Grain Science Conference, Australia. 3.2–39.
- GURURAJ, K.; SISSON, M. 2016. Breeding durum wheat for quality. From de Soil to the supermarket. 66th Australasian Grain Science Conference, Australia.4.5–52.
- INASE, Dirección de Registro de variedades- Instituto Nacional de Semillas.
- IRAM 301:2005 (ISO/IEC 17025:2005). "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración" Norma ISO 17025.
- IRVINE G., BRADLEY J. and MARTIN G. 1961. A Farinograph technique for macaroni doughs. *Cereal Chem*, Vol 38 (2): pp.153–164.
- JARA PODESTÁ, A. 2011. Caracterización y mercados del trigo del trigo candeal-Dirección de Mercados Agroalimentarios. Newsletter N.º 59.
- JENSEN, C. 2001. Manual Técnico: Trigo candeal. Material Divulgación N.º 3. Capítulos: I Áreas de Cultivo: 13–14 y XI. Calidad comercial e industrial. pp. 83–88.
- KEZIH, R.; BEKHOUCHE, F.; MERAZKA, A. 2014. Some traditional Algerian products from durum wheat-African Journal of Food Science. Vol. 8(1), pp. 30–34.
- LAFIANDRA, D.; MASCI, S.; SISSONS, M.; DORNEZ, E.; DECOUR, J.; COURTIN, C.; CABONI, M.F. 2012. Kernel components of technological value. Capítulo 6. En: SISSONS, M.; ABECASSIS, J.; MARCHYLO, B.; CARCEA, M. (ed.). *Durum Wheat: Chemistry and Technology*. 2nd edition. pp. 85–124.
- LARSEN, A.; JENSEN, C. 2014. Evaluación de cultivares de trigo candeal Campaña Agrícola 2013/14. *Agrobarrow* N.º 54.
- LARSEN, A.; JENSEN, C.; SEGHEZZO, M.L. 2014 Rendimiento y calidad de trigo candeal (*Triticum turgidum ssp. durum*) en el sur bonaerense. *Proceedings XII Argentine Congress of Genetic*. Vol. 25. Issue 1. p. 186.
- LEZCANO, E. 2016. Pastas Alimenticias-Alimentos Argentinos N.º 70. pp.41–48.
- LOEWY, T.; SALOMÓN, N. 2004. Efecto de la fertilización complementaria sobre las variables de calidad en trigo. *Actas VI Congreso Nacional de Trigo, Bahía Blanca*. pp. 151–152.
- MASIERO, B.; FRASCHINA, J.; CUNIBERTI, M. 2011. Factors modifying the industrial quality index used to recommend wheat cultivars in Argentina. Abstract Book II Conferencia Latinoamericana de Cereales ICC 2011: Key for cereal chain innovation. Santiago, Chile. p. 116.
- MASSI, A. 2015. Durum wheat breeding: Tasks and new challenges. *Annali Accademia Nazionale di Agricoltura*. Año Académico 207, v Serie. pp. 78–82.
- MATUS, I.; MADARIAGA, R.; ALFARO, C.; JOBET, C. 2011. Lleuque-INIA, New high yield spring durum wheat variety for Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research* 71(2) April-June 2011. pp. 333–339.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. 2016. Sistema Integrado de Información Agropecuaria. Estimaciones Agrícolas 2016. (Disponible: <http://dev.siiia.gov.ar/series> verificado: octubre de 2016).
- MOLFESE, E.R.; ASTIZ, V.; LARSEN, A.; JENSEN, C.; SEGHEZZO, M.L. 2016. Evaluación de la calidad de variedades comerciales de trigo candeal (*Triticum turgidum ssp. durum*) de Argentina. VII Congreso Nacional de Trigo. Pergamino.
- MONES CAZÓN, L. 1998. Demandas de trigos y harinas de la industria argentina. INTA.
- NAZCO, R.; VILLEGAS, D.; AMMAR, K.; PEÑA, J.; MORAGUES, M.; CONXITA ROYO. 2012. Can Mediterranean durum wheat landraces contribute to improved grain quality attributes in modern cultivars? *Euphytica* (2012) 185, pp. 1–17.
- Norma SENASA XXI. 1988. Estándar oficial para la comercialización de trigo fideo- Resolución de la ex-Junta Nacional de Granos N° 31591. Normas IRAM de Argentina.
- Pastas Alimenticias. 2016. Informe Sectorial. UIFRA. p. 6.
- PEÑA, R.J. 2000. Durum wheat for pasta and bread-making. Comparison of methods used in breeding to determine gluten quality-related parameters. En: *Options Méditerranéennes. Serie A 40*. pp. 423–430.
- Premio Barilla dal grano alla pasta. 1996. Barilla, Italia.
- RONCALLO, P.; AKKIRAJU, P.; CARRERA, A.; HELGUERA, M.; CERVIGNI, G.; MIRANDA, R.; JENSEN, C.; ECHENIQUE, V. 2007. Factors affecting durum wheat grain color. *Actas I Conferencia Latinoamericana ICC*. Rosario. p. 45.
- SEGHEZZO, M.L. 2014. Calidad en trigo candeal. Ediciones INTA. p. 68.
- SEGHEZZO, M.L., MOLFESE, E.R.; BERGH, R.; JENSEN, C. 1998. El lavado en trigo candeal. *Actas IV Congreso Nacional de Trigo*. Mar del Plata. pp. 5–11.
- SEGHEZZO, M.L.; MOLFESE, E.R. 1999. Trigo candeal. Criterios para la evaluación de la calidad. *Miscelánea N.º 2*. INTA MAA. p. 12.
- SEGHEZZO, M.L.; MOLFESE, E.R.; ROSALES HEREDIA, S.; ABBATTE, P.E. 2011. Effect of cultivar, yera, location and its interactions on quality of durum wheat. II Latin American Cereal Conference (ICC 2011). BGC-P-8,119. Santiago de Chile.
- SEGHEZZO, M.L.; MOLFESE, E.R. 2014. Evolución del índice de evaluación de la calidad del trigo candeal. *Actas Seminario Internacional de Trigo-INIA-Uruguay*. p. 76.
- SIEBER, A.; WÜRSCHUM, T.; FRIEDRICH, C.; LONGIN, H. 2015. Vitreosity, its stability and relationship to protein content in durum wheat. *Journal of Cereal Science* 61 (2015). pp. 71–77.
- SILVA, P.; KOLOPP, J.; ACEVEDO, E. 2007. Trigo candeal: ¿dónde cultivar para tener una mejor calidad? En: ACEVEDO, E.; SILVA, P. (Eds.). *Trigo Candeal: Calidad, mercado y zonas de cultivo*. Serie Ciencias Agronómicas N.º 12. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. pp. 89–102.
- SISSONS, M.J. 2008. Role of Durum Wheat Composition on the Quality of Pasta and Bread. *FOOD* 2(2). pp. 75–90.
- SISSONS, M.J. 2016. GlutoPeak: A Breeding Tool for Screening Dough Properties of Durum Wheat Semolina. *Cereal Chemistry Journal First Look*. <http://dx.doi.org/10.1094/CHEM-03-16-0063-R>
- SUBIRA, J.; PEÑA, R.J.; ÁLVARO, F.; AMMAR, K.; RAMDANI, B.; ROYO, C. 2014. Breeding progress in the pasta-making quality of durum wheat cultivars released in Italy and Spain during the 20th Century 2014. *CSIRO PUBLISHING Crop & Pasture Science*, 2065. pp.16–26. <http://dx.doi.org/10.1071/CP13238>
- Trigo Argentino. Informe Institucional sobre su calidad. 2016. (Disponible: <http://www.trigoargentino.com.ar/> verificado: octubre de 2016).

Desarrollo de un dispositivo para monitoreo en la línea del proceso de coagulación de la leche

SBODIO, O.A.¹; MARTÍNEZ, E.D.A.²; TERCERO, E.J.¹; DIDIER, M.J.J.³; REVELLI, G.R.⁴

RESUMEN

Este trabajo describe el estudio de un dispositivo para monitorizar la coagulación enzimática o ácida de la leche. El instrumento está compuesto por un calefactor/sensor de platino, un sensor de temperatura por termoresistencia de platino, un electrodo de pH, una fuente de corriente continua constante, un sistema de adquisición de señales analógicas ligado a un programa de aplicación desarrollado que corre sobre un ordenador personal. El calefactor/sensor se construyó con un alambre de platino de 0,025 mm de diámetro, bobinado alrededor de una base cerámica cilíndrica y embebida en una termovaina protectora, lo cual permite monitorizar los cambios físicos de la leche. Las pruebas realizadas bajo condiciones de aire quieto y temperatura ambiente (25 °C), mostraron que el calefactor/sensor puede soportar una corriente continua de, por lo menos, 190 mA. Ensayos a diferentes valores de corriente continua permitieron seleccionar la corriente constante apropiada de 130 mA. Con esta corriente continua constante el experimento probó ser altamente reproducible y con una baja relación señal/ruido. El análisis de la transferencia de calor sobre la superficie de la vaina protectora del calefactor/sensor demostró que la temperatura superficial es menor a 50 °C, con lo cual no existe riesgo de desnaturalizar proteínas solubles. Los efectos de la temperatura, pH, concentración enzimática y el agregado de CaCl₂ sobre las respuestas tiempo de coagulación –CT–, T_{max} y firmeza “viscosidad” fueron similares a las obtenidas con otros métodos. El tamaño reducido del sensor lo hace no intrusivo, robusto, fácil de limpiar *in situ* o esterilizar por medio de vapor, para lo cual no necesita ser removido durante las operaciones de elaboración. Cumple con las normas sanitarias 3-A y EHEDG, lo cual permite que sea usado tanto en las líneas de producción de queso como de yogurt.

Palabras clave: instrumento, sensor, comportamiento, queso, yogurt.

ABSTRACT

In this investigation we studied a device for monitoring the enzymatic or acid coagulation of milk. The instrument consists of a platinum heater/sensor, a Platinum Resistance Temperature Detector (PRTD) temperature sensor, a pH electrode, a direct constant current source, a digital acquisition system that, with the developed software runs on a Personal Computer. The heater/sensor was build with a 0.025 mm diameter platinum wire coiled around a ceramic structure and immersed in a small protective thermowell, allowed monitoring the physical changes of milk. Under conditions of quiet air and room temperature (25°C), tests showed that this probe was able to withstand a DC current of at least 190 mA. Different tests performed with different values of

¹Instituto de Tecnología de Alimentos (ITA), Facultad de Ingeniería Química (UNL), Universidad Nacional del Litoral (UNL). 1° de Mayo 3250, 3000 Santa Fe, Argentina.

²CCT-CONICET Santa Fe, Ruta Nac. 168 S/N, Pje. El Pozo, 3000 Santa Fe, Argentina.

³INTEC (UNL-CONICET), Güemes 3450, 3000 Santa Fe, Argentina.

⁴Cooperativa Tambara y Agropecuaria Nueva Alpina Ltda., Ceres, Pcia. de Santa Fe, Argentina. Correo electrónico: lisa@cotana.com.ar

DC constant current allowed to select the appropriate current (130 mA). Using this DC constant current, this experiment proved to be highly reproducible, with low signal to noise ratio. Heat transfer analysis also showed temperatures of $<50^{\circ}\text{C}$ on the heater/sensor thermowell surface, with no risk of soluble protein denaturation. The effects of temperature, pH, enzyme concentration and CaCl_2 addition, on the responses CT, T_{max} and firmness, were similar to those obtained with other methods. The small size of this sensor make it a non-invasive, though robust enough device, easy to clean in place or to sterilize using steam in place, which does not need to be removed during cheesemaking operations. In addition, the instrument meets the sanitary requirements of the 3-A and EHEDG standard, which allows it to be used on cheese or yogurt production lines.

Keywords: instrument, sensor, behavior, cheese, yogurt.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas surgió un interés creciente en el desarrollo de técnicas, métodos, dispositivos e instrumentos capaces de monitorizar adecuadamente el proceso de coagulación enzimática de la leche. Estos desarrollos se han usado no solo para realizar controles continuos del proceso y estudiar la influencia de variables críticas como pH, temperatura, concentración de enzimas y el agregado de CaCl_2 , sino también para optimizar el tiempo de corte de la cuajada, evitar la pérdida de "finos", mejorar los rendimientos y homogeneizar la calidad del queso.

Bynum y Olson (1982) demostraron que el control de la firmeza de la cuajada y el tiempo de corte pueden mejorar la recuperación de caseína y de grasa. Posteriormente Ustunol y Hicks (1990) revelaron que el control del proceso de elaboración del queso puede contribuir a mejorar el rendimiento del producto final y su calidad.

Teniendo en cuenta los aspectos económicos, se han desarrollado y estudiado numerosos métodos para medir el tiempo de coagulación y la firmeza. A su vez, se realizaron cuantiosos trabajos presentando las ventajas y desventajas de los diferentes dispositivos e instrumentos, usados en el control del proceso de coagulación por quimosina; entre ellos pueden ser mencionados los de Tomasow y Voss (1977), Kowalchuk y Olson (1978), Hatfield (1981), Marshall *et al.* (1982), Mc Mahon y Brown (1982), Richardson *et al.* (1985), Hori (1985), Van Hooydonk y Van Den Berg (1988), Ustunol y Hicks (1990), Fox *et al.* (2000), O'Callaghan *et al.* (2000).

En Argentina, Sbodio *et al.* (2002) mostraron que el uso de un método objetivo y no destructivo (método del hilo caliente) en el control de la formación del coágulo, con la ayuda de la metodología de superficie de respuesta puede ser recomendado para optimizar la coagulación enzimática de la leche.

En los últimos años también ha habido avances en el control de la sinéresis de la cuajada, un paso esencial en la elaboración del queso. Varios autores, entre ellos Fagan *et al.* (2007a, 2007b) investigaron un novedoso sensor de luz de retrodispersión para monitorizar en forma continua la coagulación y la sinéresis, de manera de mejorar el control

del contenido de humedad de la cuajada. Esta tecnología mostró un buen potencial no solo para controlar la coagulación y la sinéresis, sino que además podría ser usada para controlar las pérdidas de grasa de la cuajada y su rendimiento, mejorando así el control del proceso durante la elaboración de queso (Fagan *et al.*, 2008). Taifi *et al.* (2006) usaron un método ultrasónico no intrusivo para caracterizar la sinéresis y la firmeza del gel de leche. Mateo *et al.* (2009) informaron sobre la validación de un sensor de sinéresis de la cuajada en un rango de la composición de la leche y de los parámetros del proceso.

Lucey (2002) y O'Callaghan *et al.* (2002) analizaron diferentes sistemas para monitorizar la firmeza de la cuajada durante la elaboración del queso y revisaron la bibliografía existente en relación con el desarrollo de un dispositivo adecuado para monitorizar el proceso de coagulación y predecir el tiempo apropiado de corte. En su análisis, demostraron que un dispositivo para hacer el seguimiento de la formación de cuajada en la elaboración comercial de queso necesita requisitos adicionales en comparación con aquellos que se usan en experimentos de laboratorio.

De hecho, deberían ser instalados en la tina quesera, no ser intrusivos para evitar su remoción durante las operaciones de corte y agitación, tener robustez, y es necesario que sean rápidos y seguros en la predicción del tiempo de corte para que los fabricantes puedan monitorizar la formación de la cuajada en la tina quesera. Además, al ser un dispositivo en línea, debe ser posible lavarlo *in situ*. El dispositivo para desarrollar debería tener alta sensibilidad en la respuesta y una baja relación señal/ruido.

Los instrumentos que se encontraron para trabajar en línea pueden agruparse como onda de compresión, torsión, hilo caliente o sonda óptica. Sin embargo, solo dos tipos de sondas (hilo caliente y reflectancia de fibra óptica) fueron usados en la fabricación comercial de queso (O'Callaghan *et al.*, 2002).

El objetivo de este desarrollo fue evaluar el potencial de un dispositivo para el control en línea de la coagulación de la leche de vaca, diseñado con un termoelemento de plati-

no como calefactor/sensor para monitorizar la coagulación, un termoelemento de platino para medir la temperatura del medio y un electrodo de pH sanitario.

MATERIALES Y MÉTODOS

Instalación experimental

Se diseñó un prototipo del sensor en la Universidad Nacional del Litoral (UNL), junto con INTEC-UNL-CONICET. La figura 1 muestra el diseño esquemático.

El sensor consiste de un termoelemento de platino doble de 100Ω (W. C. Heraeus 2Pt100 KN 3045), de 4,5 mm de diámetro y 30 mm de longitud, conectado en paralelo en una configuración de cuatro hilos con alambres de extensión de plata 1000, y una longitud de 30 cm cada uno.

La elección de este tipo de termoelemento radica en que ofrece una mejor distribución de la energía térmica para ser transmitida, debido a que el alambre enrollado helicoidalmente es distribuido a través de cuatro orificios realizados a 90° en la circunferencia de la estructura de cerámica, dos orificios para cada elemento que, a su vez, en la etapa de construcción deja cada devanado en contrafase, lo que conduce a una inductancia mínima.

Teniendo en cuenta la alta corriente de excitación del termoelemento, la configuración de cuatro hilos (figura 2) evita la caída de potencial en los cables de extensión, y en consecuencia, la medición errónea. Dos de los cables llevan la excitación de corriente continua (CC) al termoele-

mento, mientras que los otros dos cables permiten la medición de la diferencia de voltaje a través de un instrumento de muy alta impedancia, despreciando así la resistencia de los alambres de extensión.

El termoelemento que aparece en la figura 2 fue instalado en una vaina sanitaria modelo TW810-C-DF-SA-045-015-T20-ED-SF-N (Intempco Controls Ltd., Montreal, Canadá) hecha de acero inoxidable 316 L, con una punta reducida para un rápido tiempo de respuesta, aprobado por los estándares sanitarios 3-A (Sanitary Standards, Inc. 74-03 Sensor), (figura 3).

Estas características permiten tanto su limpieza *in situ* (CIP) y la esterilización *in situ* con vapor (SIP). Para rellenar el espacio entre el termoelemento y la vaina de forma de asegurar la mejor transferencia de calor, se fabricó una camisa de cobre electrolítico de la misma longitud que el termoelemento con seis surcos longitudinales de profundidad 0,2 mm sobre su circunferencia exterior, con un diámetro interno de 4,5 mm y un diámetro externo de 6,3 mm, ya que el acero inoxidable (SS 316 L), de la vaina tiene un coeficiente de expansión similar.

Los surcos facilitan el drenaje del compuesto térmico utilizado para rellenar los espacios entre los componentes cuando se inserta el calefactor/sensor. La camisa de cobre tiene un extremo en forma de bayoneta que permite la remoción y separación del termoelemento de la vaina. Para ello se diseñó y fabricó una herramienta especial.

El material conductor utilizado para rellenar el espacio entre el termoelemento y la camisa de cobre, y entre esta y

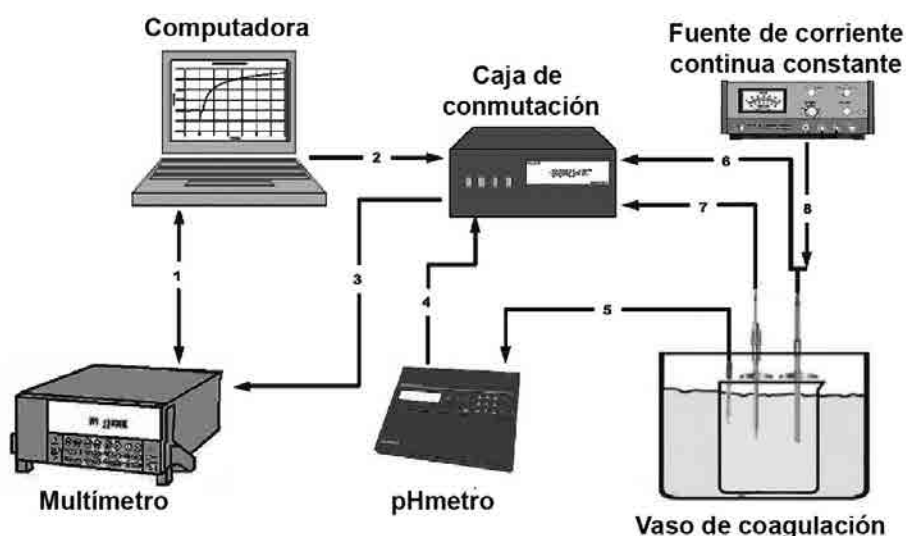


Figura 1. Diseño esquemático: 1. Control y adquisición de datos. 2. Control digital. 3. Señal analógica del conmutador. 4. Señal analógica de pH. 5. Señal del electrodo de pH. 6. Señal del sensor de coagulación. 7. Señal analógica del termómetro RTD. 8. Fuente de corriente continua (CC).

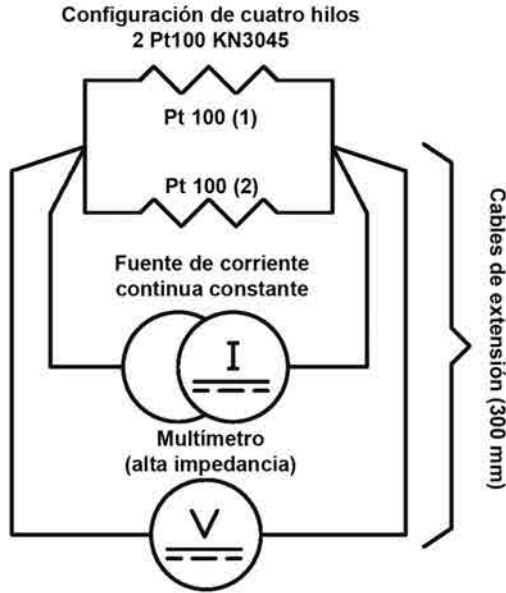


Figura 2. Configuración de cuatro hilos.

la vaina, es un compuesto térmico especial (Arctic Silver 5-Arctic Silver Incorporated - Visalia, CA, EE. UU.), con una conductividad térmica cercana a $-9 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$, muy cercana a la del acero inoxidable 316 L. Soporta una temperatura constante de $130 \text{ }^\circ\text{C}$ y picos mayores a los $180 \text{ }^\circ\text{C}$ durante un corto período sin perder sus propiedades o "sangrado". Se llamó entonces sensor de coagulación "CS" (*patente pendiente) al dispositivo desarrollado usando un PRTD como un calefactor/sensor.

El CS deberá estar ubicado a la mitad de la altura de la tina quesera, donde se perforan agujeros en la doble pared para colocar y soldar conexiones de acero inoxidable 316 L con bridas Tri-clamp, según cada uno de los sensores y cuyas dimensiones permitan que la parte sensible esté a nivel con el interior de la tina.

La temperatura del proceso se midió con un RTD (Pt100), $100 \text{ } \Omega$ a $0 \text{ }^\circ\text{C}$, $\alpha = 0,00385 \text{ } \Omega/\Omega \text{ }^\circ\text{C}$ de acuerdo con la norma DIN EN 60751, clase AA, tolerancia de $\pm 0,04\%$ ($\pm 0,1 \text{ }^\circ\text{C}$) en una configuración de cuatro hilos, enfundados en una vaina sanitaria de acero inoxidable 316 L, 115 mm de largo, diámetro de $\frac{1}{4}$ ", con una brida de 2" Tri-Clamp y una punta reducida de $\frac{1}{8}$ " para una alta velocidad de respuesta (3-4

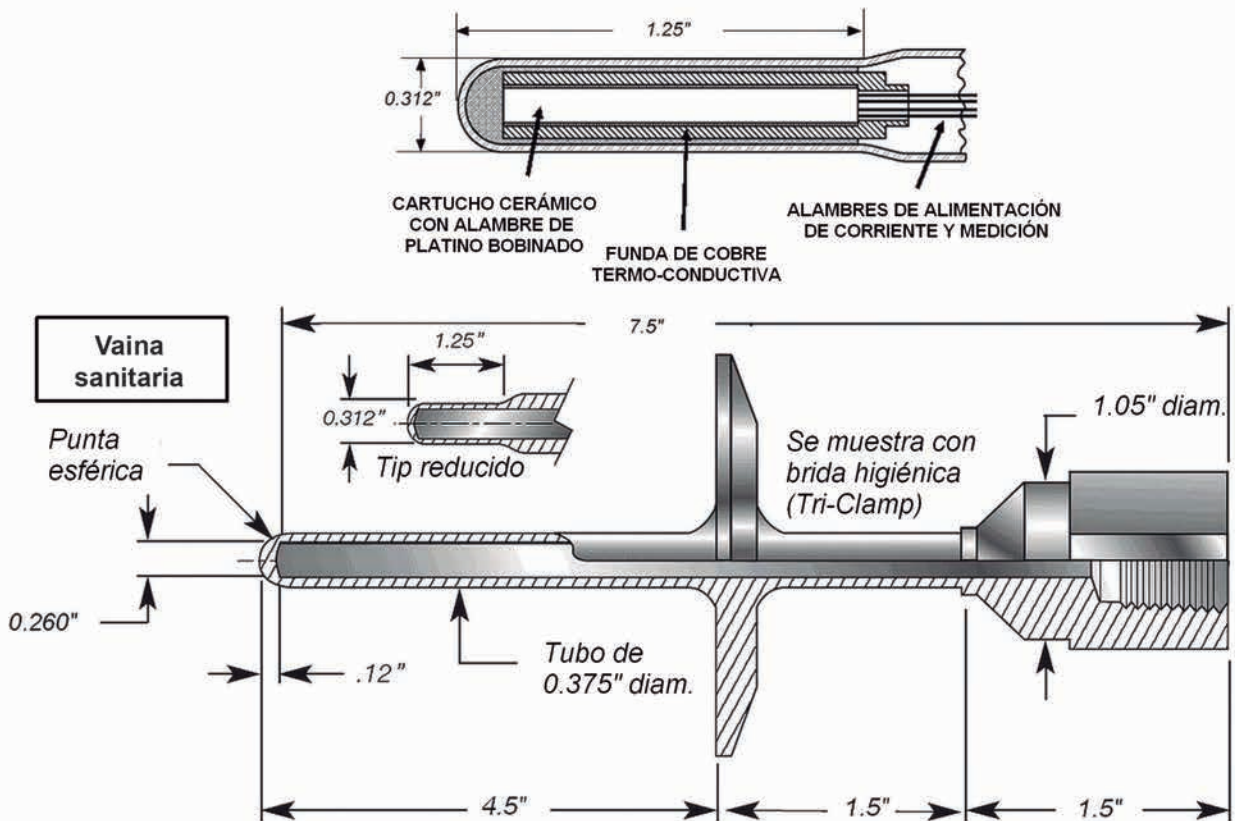


Figura 3. Detalles mecánicos del CS.

segundos), especialmente diseñada para el control de la pasteurización de la leche de acuerdo con los requisitos HTST, Ordenanza de Pasteurización de Leche de Grado A Revisión 2001, certificado por 3-A Sanitary Standards, Inc. (sensor 74-03) de Intempeco Controls Ltd., Montreal, Canadá (3-A Sanitary RTD – RS25-L-P-3-S4-DB-S-045-N10-0-T20-MC-B2-SF).

Se usó un pH-metro Orion Research EA 940 (Orion Research, Inc., Beverly, MA, EE. UU.), equipado con electrodo sanitario combinado, con sensor de temperatura incorporado marca Hamilton, modelo Easyferm Food VP 120 N° 243632 para controlar el pH. El potencial se midió contra el electrodo de referencia, y el sensor de temperatura integrado Pt100 para corrección del pH y electrólitos de relleno presurizados para evitar la difusión de la muestra en el sensor. El electrodo se construyó para estar en contacto con alimentos, para ser inocuo para los microorganismos fermentadores y cuenta con un certificado de aptitud de acuerdo con los estándares de las normas EHEDG (European Hygienic Engineering Design Group).

Estas propiedades hacen que su uso sea apto para la industria farmacéutica, alimentaria, cervecera y biotecnológica. El electrodo tiene un intervalo de pH de 0 a 14, sensibilidad 57 a 59 mV/pH a 25 °C, limpieza *in situ* (CIP), esterilización por vapor *in situ* (SIP), temperatura de trabajo de 0° a 135° C, rango de presión hasta 6 bar con conector Variopin y rosca de montaje PG 13,5. Este electrodo especial, preparado para soluciones proteína-grasas (sensores electroquímicos Hamilton Bonaduz AG, Bonaduz, Suiza) se calibró con tres soluciones buffer (pH: 4,01, 7,00 y 10,00) (Hamilton Bonaduz, Suiza).

El electrodo de pH está montado sobre un portaelectrodo construido en acero inoxidable 316L para montaje en línea (Unifit H, Endress+Hauser modelo CPA442-E1A2A11), con brida de 2" Tri-Clamp, rosca hembra para electrodo PG13,5, certificado por EHEDG y 3-A Sanitary Standards, Inc. (74-03), rango de temperatura de trabajo entre -15 y 140 °C, presión de trabajo de hasta 10 bar con un *o-ring* sellador de electrodos reemplazable de Viton, aprobado por la FDA, y guarda protectora de electrodo.

La corriente continua (CC) fue proporcionada por una fuente de corriente constante modelo 6177C DC (Hewlett Packard, Santa Clara, CA, EE.UU.), con rango de voltaje regulable de 0 a 50 V y tres rangos de corriente (0 a 5 mA, 0 a 50 mA y 0 a 500 mA), controlado por un potenciómetro Helipot de 10 vueltas.

Los voltajes de salida de las señales del CS, el sensor de temperatura y del electrodo de pH fueron seleccionados por una caja de conexiones (switch box) controlada a través de un programa de aplicación en una computadora personal (PC), que conmuta la entrada de un multímetro digital de 6 1/2 dígitos (Keithley modelo 2000, Test Instrumentation Group, Keithley Instruments, Inc. de Cleveland, Ohio, EE. UU.), conectado directamente a la PC. El conmutador electrónico, la adquisición de datos y el programa de aplicación de control en la PC fueron desarrollados por el equipo de investigación.

El sensor de coagulación, y las sondas de temperatura y pH se ensamblan sobre una placa de acero inoxidable, y pueden monitorizar simultáneamente el proceso de coagulación de la leche, ya sea por acción de la quimosina o acidificación, al registrar parámetros como "viscosidad", temperatura y evolución del pH.

Comportamiento del CS en el aire

Como el termoelemento, componente primario del sensor de coagulación, está hecho de un alambre fino (0,0254 mm) de platino (Sensor Magazine, 2003), fue crucial determinar su comportamiento frente a flujos de alta intensidad de corriente. Para eso se realizaron pruebas en el rango de 70-190 mA, en condiciones de aire quieto, a 25 °C y el CS en posición horizontal. Como el CS se construyó a partir de un PRTD doble de 100 Ω en paralelo y con configuraciones de cuatro hilos (dos para la alimentación de CC y dos para la medición) su valor nominal a 0 °C es 50 Ω .

Para determinar la temperatura del CS y compararla con las tablas ITS-90 (DIN 43 760), se usó el valor teórico de resistencia, que se obtuvo dividiendo la diferencia de potencial entre sus extremos por la corriente constante CC y multiplicando el factor por dos. La temperatura del termoelemento PRTD del CS, expuesto a aire quieto, alcanza valores de 100 °C con el pasaje de corrientes mayores a 170 mA. Sin embargo, no se observaron cambios físicos o alteraciones en las propiedades eléctricas en el PRTD.

Preparación experimental de la leche descremada

La leche descremada en polvo (WPNI) <1,4; proteína 35,1% (P/P); grasa 1,2% (P/P) y humedad 3,2% (P/P) obtenida de Milkaut S.A. (Franck, Argentina), reconstituida a 10,45% (P/P) en agua destilada (GT Lab., Rosario, Argentina), se usó para la coagulación ácida y, con el agregado de azida sódica (0,02%) como conservante, se utilizó para los ensayos de coagulación enzimática. Se obtuvo la disolución rápida del polvo agitando vigorosamente el recipiente de reconstitución durante 20 segundos. Después de la disolución del polvo, se añadió CaCl_2 . Se agitaron las muestras por dos horas con un agitador magnético y se dejó que se reconstituya durante la noche, completando así un total de 22 horas a temperatura ambiente. Este es el tiempo necesario para la reconstitución teniendo en cuenta las pruebas de firmeza del gel, según Martin (2008).

Selección y comportamiento de la corriente apropiada del CS

En experiencias anteriores se monitorizó la coagulación enzimática con alambres de platino desnudo de 0,1 mm de diámetro (sección transversal $7,85398 \times 10^{-9} \text{m}^2$) y una longitud de 110 mm, de acuerdo con Sbodio *et al.* (2002), pureza 99,95%, calidad comercial tipo Duro, la resistividad $\rho = 13,335 [\Omega/\text{m}]$ a 0 °C, con un coeficiente de temperatura $\text{TC} = 0,00375 [\Omega \Omega^{-1} \text{C}^{-1}]$ en el rango de 0-100 °C (Sigmund Cohn Corporation, Mont Vernon, NY, EE. UU.). Cuando es excitado con una corriente constante de 500 mA, el dispo-

sitivo podría monitorizar el proceso de coagulación promovida por renina.

Teniendo en cuenta las caídas de voltaje en siete pruebas (realizadas por duplicado) al comienzo de la coagulación (leche fluida), la resistencia total promedio del alambre de platino fue 1,955966 Ω y la potencia total transferida a la leche, 0,4889 Watt. Cuando el coágulo alcanza su firmeza máxima, la resistencia promedio del alambre de platino es 1,961796 Ω y la potencia total transferida al coágulo es de 0,4904 Watt.

La potencia transferida, por unidad de área, por el alambre al inicio de la coagulación (leche fluida) y al momento de máxima firmeza corresponde a 14.147,42 Watt/m² y 14.190,83 Watt/m², respectivamente. Con el valor de la resistividad del alambre calculamos su resistencia a 0 °C (1,466850 Ω), para la cual el coeficiente de temperatura entre 0 y 100 °C es 0,005501 $\Omega/^\circ\text{C}$. Este nivel de resistencia nos permite determinar 88,92 °C como la temperatura del alambre sumergido en la leche fluida, y 89,98 °C para el coágulo en su máxima firmeza, con una variación de 1,06 °C. Al final de cada experiencia, se vio una fina capa de proteínas aparentemente solubles precipitar sobre la superficie del alambre. Las temperaturas antes mencionadas, calculadas sobre la superficie del alambre tanto en la leche y coágulos superiores a 88 °C, pueden llevar a la desnaturalización de las proteínas solubles en la superficie del alambre, lo que podría modificar la respuesta de la señal.

Para evaluar el desempeño inicial del nuevo CS excitado con diferentes corrientes constantes se realizaron siete pruebas (por duplicado) de la coagulación enzimática por quimosina. Se utilizó leche descremada en polvo reconstituida como sustrato.

Al comienzo de cada prueba, las variables se ajustaron a las condiciones estándar que se utilizan por la industria quesera (pH 6,6, T 35 °C, 0,0015 R.U./ml de leche (Chymax 950 IMCU), sin adición de CaCl₂). Los niveles de corriente continua aplicados fueron 30, 70, 90, 115, 130, 160 y 190 mA, (figura 4). Estos perfiles de firmeza (en mV) versus tiempo, evidencia que cuando el CS es alimentado por corrientes superiores a 130 mA se obtienen CT más cortos que cuando se trabaja a 130 mA. Estos resultados también se podrían atribuir al desarrollo de altas temperaturas en la superficie del sensor, lo que induciría a la desnaturalización de la proteína soluble. Al adherirse al alambre desnudo de platino o a la punta del CS, estas proteínas desnaturalizadas interferirían y por lo tanto modificarían la señal. Las respuestas de señales a corrientes inferiores a 130 mA no mostraron una sensibilidad adecuada a la medición de la firmeza. Una corriente constante de 130 mA da un CT y una respuesta de firmeza con muy buena capacidad de repetición ("r"), expresada como DS (desviación estándar). En dos mediciones se obtuvieron valores de r=0,022 min y r=0,0056 voltio para CT y la máxima firmeza, respectivamente. La relación señal/ruido, calculada como el cociente entre el valor máximo de la señal (máxima firmeza de la cuajada) y el error estándar para la estimación de la línea recta de la señal cuando el sustrato se encuentra en el estado fluido o líquido, está en el intervalo de 250-500.

La evaluación subjetiva del tiempo de coagulación (CT) se llevó a cabo mediante la observación de la formación de pequeños flóculos sobre las paredes de un tubo de ensayo girado manualmente. El promedio de los tres ensayos replicados simultáneamente muestra que el CT es muy cercano al tiempo de coagulación medido por el sensor (<1 segundo).

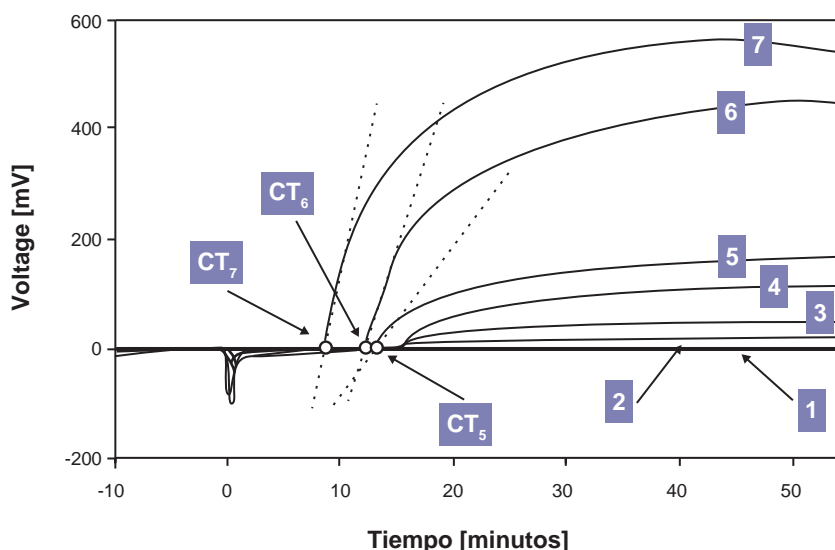


Figura 4. Perfiles de ensayos para monitorizar la detección de corriente continua óptima: firmeza de la cuajada vs. tiempo. CT₅, CT₆ y CT₇ muestran el tiempo de coagulación a 130, 160 y 190 mA, respectivamente. (1), (2), (3), (4), (5), (6) y (7) son perfiles característicos de alimentaciones a corrientes de 30, 70, 90, 115, 130, 160 y 190 mA, respectivamente.

Corrida	Corriente (A)	Voltaje (Volts)	Resistencia eléctrica calculada (Ω)	Resistencia equivalente (Ω)(*)	Temperatura equivalente del alambre PRTD ($^{\circ}\text{C}$) (*)	ΔT ($^{\circ}\text{C}$) (**)	Energía disipada (Watt)
1	0,030	1,7103	57,0094	114,0188	36,07	1,07	0,051
2	0,070	3,9969	57,0994	114,1989	36,54	1,54	0,279
3	0,090	5,1318	57,0199	114,0398	36,13	1,13	0,462
4	0,115	6,7084	58,3342	116,6683	42,92	7,92	0,772
5	0,130	7,5916	58,3966	116,7932	43,25	8,25	0,987
6	0,160	9,5055	59,4096	118,8192	48,51	13,51	1,521
7	0,190	11,4488	60,2568	120,5136	52,91	17,91	2,175

Tabla 1. Parámetros medidos al inicio de la coagulación.

(*) ITS-90 (DIN 43 760). (**) $\Delta T = T$ (Tabla ITS-90, DIN 43 760) – T leche (35°C).

A partir de estas observaciones se concluyó que la corriente de excitación de 130 mA fue el valor apropiado para los ensayos de coagulación. En esta condición, la temperatura desarrollada en el interior por el alambre del CS en el coágulo correspondió a $<51^{\circ}\text{C}$ (tabla 2). Esta temperatura evitaría la desnaturalización de las proteínas que podrían llegar a adherirse al sensor. Sin embargo, son necesarias más experiencias en el rango cercano a 130 mA para optimizar el valor de la corriente de excitación del CS.

Las tablas 1 y 2 muestran los parámetros medidos: corriente continua constante de excitación del CS, voltajes, resistencias, temperaturas según las tablas ITS-90 (DIN 43 760), diferencia de temperatura (ΔT) –equivalente menos la temperatura de la leche (35°C)– y la potencia disipada al comienzo de la coagulación y cuando el coágulo alcanza su máxima firmeza, respectivamente.

Ensayos de coagulación ácida y enzimática

Después de 22 horas de almacenamiento a temperatura ambiente, se colocaron dos litros de la leche preparada para

los ensayos, en un baño termostático (Haake F2-C, Karlsruhe, Alemania, con una precisión de $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$) a 30, 33, 35, 38 y 40°C para cada experimento. Después de la adición de CaCl_2 se ajustó el pH con ácido láctico concentrado al 85% (Mallinckrodt Chemical Work, Buenos Aires, Argentina) o con 0,1N NaOH (Cicarelli, Santa Fe, Argentina) a los diferentes niveles de pH propuestos para la experiencia. Al verificar que el sensor de coagulación alcanzó un nivel de disipación de calor estacionario, la enzima fue agregada (Chymax 950 IMCU, Chr. Hansen S.A.I.C., Quilmes, Argentina) y la leche se agitó durante 1 min. La adquisición de datos comenzó después de la adición de la quimosina.

El dispositivo permite realizar el perfil de voltaje en función del tiempo. El tiempo de coagulación (CT) se definió como la tangente al punto de inflexión en la grafica de la salida de voltaje versus tiempo, de acuerdo con Kopelman y Cogan (1975), donde t_{max} es el tiempo de la pendiente máxima del perfil de voltaje, V_{30} se definió como la "firmeza" obtenida 30 minutos después de la adición de la enzima y V_{max} fue la firmeza máxima alcanzada a los 60 minutos.

Corrida	Corriente (A)	Voltaje (Volts)	Resistencia eléctrica calculada (Ω)	Resistencia equivalente (Ω)(*)	Temperatura equivalente del alambre PRTD ($^{\circ}\text{C}$) (*)	ΔT ($^{\circ}\text{C}$) (**)	Energía disipada (Watt)
1	0,030	1,7122	57,0728	114,1457	36,40	1,40	0,051
2	0,070	4,0195	57,4209	114,8418	38,19	3,19	0,281
3	0,090	5,1822	57,5798	115,1597	39,02	4,03	0,466
4	0,115	6,8279	59,3728	118,7456	48,30	13,30	0,785
5	0,130	7,7645	59,7272	119,4543	50,20	15,20	1,009
6	0,160	9,8533	61,5834	123,1668	59,81	24,81	1,577
7	0,190	12,0091	63,2060	126,4120	68,24	33,24	2,282

Tabla 2. Parámetros medidos al momento de máxima firmeza del coágulo.

(*) ITS-90 (DIN 43 760). (**) $\Delta T = T$ (Tabla ITS-90, DIN 43 760) – T leche (35°C).

Para el seguimiento del proceso de coagulación ácida, característico de la elaboración de yogur, el sustrato reconstituido (leche descremada 10,45%, P/P), sin adición de conservantes, se inoculó con 7 ml de una preparación madre con 0,2 gramos de starter Lyofast SLH (Sacco srl, Cadorago, CO, Italia) y se incubó a 42 °C durante 5 horas. La concentración del inóculo fue 1 x 10⁵ CFU/ml.

Diseño experimental para evaluar el proceso de coagulación enzimática

Dado que, la temperatura, la concentración del cuajo, el pH y la concentración de cloruro de calcio son los factores más importantes que afectan a la coagulación enzimática de la leche (Hori, 1985; Tarodo de la Fuente *et al.*, 1999; Benguigui *et al.*, 1994; Sbodio *et al.*, 2002) se consideraron cinco niveles de estos factores para los experimentos.

Para la evaluación de la aptitud del sensor en condiciones de elaboración de queso, se realizaron 5 ensayos en los que se añadió quimosina en diversas concentraciones (0,002; 0,003; 0,004; 0,005 y 0,008 R.U./ml de leche) a la leche descremada reconstituida, fijando los otros parámetros a las condiciones estándar usadas en el industria del queso (T: 35 °C, pH: 6,60 y adición de CaCl₂ 1,8 mM); 5 ensayos a diferentes temperaturas (30, 33, 35, 38 y 40 °C), manteniendo la concentración de quimosina en 0,004 R.U./ml de leche, pH: 6,60 y adición de 1,8 mM de CaCl₂; 5 ensayos a diferentes niveles de pH (6,2; 6,4; 6,5; 6,6 y 6,8), manteniendo la concentración de quimosina en 0,004 R.U./ml de leche, temperatura 35 °C, y adición de 1,8 mM de CaCl₂; y finalmente 5 ensayos con adición de diferentes concentraciones de CaCl₂ (0; 0,9; 1,8; 3,6 y 5,4 mM), manteniendo la temperatura a 35 °C, concentración de quimosina 0,004 R.U./ml de leche, y pH ajustado a 6,60 después de la adición de CaCl₂, por duplicado.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados por regresión lineal simple utilizando Statgraphics Package versión 7.1 (1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de transferencia de calor

El análisis de transferencia de calor involucró cinco experiencias de coagulación enzimática a 34,8 °C, 34,5 °C y 35 °C, utilizando el mismo sustrato. Estas pruebas permitieron determinar los promedios de potencia disipada del sensor tanto en la leche fluida como en el coágulo. La tabla 3 muestra los valores promedio de ΔV (voltaje medido en el CS) para la leche en polvo reconstituida fluida y el coágulo, las temperatura de la leche y el coágulo, la resistencia del sensor, T del sensor de acuerdo con la tabla ITS-90 DIN 43760:1980, diferencia entre T de la tabla y las temperaturas de la leche y el coágulo desde una capa límite teórica (ΔT₁ + ΔT₂) y la potencia disipada del sensor.

Las potencias medias desarrolladas por el sensor para leche líquida y coágulo fueron 0,98376 Watt y 1,00246 Watt, respectivamente.

Para calcular la diferencia de temperatura (ΔT₁) desde la superficie del alambre PRTD a la superficie exterior de la vaina se consideró como una capa plana a cada una

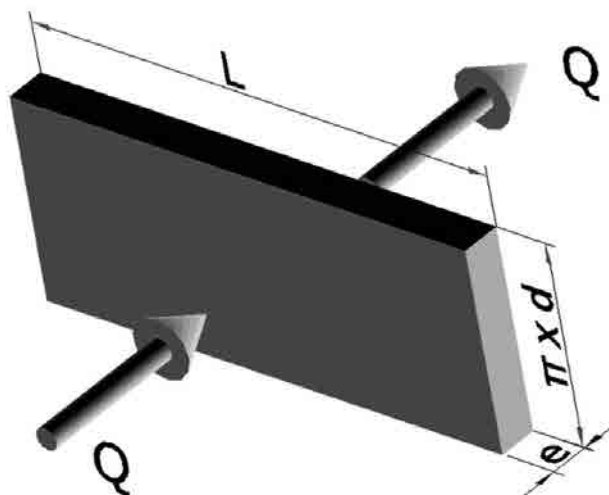


Figura 5. Modelo de capa plana considerado para cada material.

	Experiencia	ΔV Voltios	T _{milk} °C	R (Ω)	R _{50 x 2}	T _(Table) °C (*1)	ΔT ₁ +ΔT ₂ (°C)	P _{sensor} (Watt)
Leche fluida	Promedio	7,5675	34,8	58,210	116,422	42,28	7,48	0,9838
	Coefficiente de variación %	0,0997	0,787	0,0977	0,099	0,774	1,743	0,0977
Coágulo	Promedio	7,7112	34,8	59,317	118,634	48,03	13,23	1,0025
	Coefficiente de variación %	0,0878	0,787	0,0878	0,088	0,561	3,057	0,0877

Tabla 3. ΔV para leche líquida y coágulo, temperatura de la leche y del coágulo, temperatura del sensor de acuerdo con las tablas (*1), resistencia, ΔT₁ + ΔT₂ y P, potencia del sensor. (*1) PRTD IEC 751-1995 – Clase A e ITS 90 – DIN 43760.

ΔT₁: diferencia de temperatura entre el alambre de platino bobinado y la superficie externa del sensor.

ΔT₂: diferencia de temperatura entre la superficie externa del sensor y la superficie externa estimada denominada capa límite.

ΔV Volts: voltaje medido para leche fluida y valor de máxima firmeza del coágulo.

de las capas cilíndricas de materiales: polvo de cerámica, estructura de cerámica, compuesto térmico, cobre y acero inoxidable 316 L (figura 5).

La ecuación básica de la conducción de calor a través de una placa sólida en estado de equilibrio (Scott, 1974), para cada capa se puede expresar como:

$$\Delta T = \frac{Q \times \lambda}{\kappa \times \alpha} \quad (1)$$

Donde:

ΔT : diferencia de temperatura requerida para conducir el calor (°C).

Capa de material	λ : (m)	α : (m ²)	κ : W m ⁻¹ °C ⁻¹		ΔT (°C) Leche fluida	ΔT (°C) Coágulo
Polvo cerámico	0,00119	4,48 x 10 ⁻⁴	15	40 °C	0,03866	0,17752
Cerámica	0,00050	4,241 x 10 ⁻⁴	30	40 °C	0,17420	0,03939
1.ª capa Artic Silver 5 (Cerámica cobre)	0,00005	4,382 x 10 ⁻⁴	8,7	25 °C	0,01290	0,01315
Cobre	0,00095	6,032 x 10 ⁻⁴	400	40 °C	0,00387	0,00395
2.ª capa Artic Silver 5 (Acero inoxidable cobre)	0,00010	6,22 x 10 ⁻⁴	8,7	25 °C	0,01818	0,01852
Acero inoxidable	0,00066	6,22 x 10 ⁻⁴	14,6	20-100 °C	0,07149	0,07287
Suma (ΔT_i)					$\Sigma = 0,31931$	$\Sigma = 0,32541$

Tabla 4. λ , α , κ , ΔT para leche fluida y coágulo, correspondientes a las diferentes capas de los materiales del sensor.

La ecuación (1) y los datos de la tabla 4 llevan a los parámetros resumidos en la tabla 5.

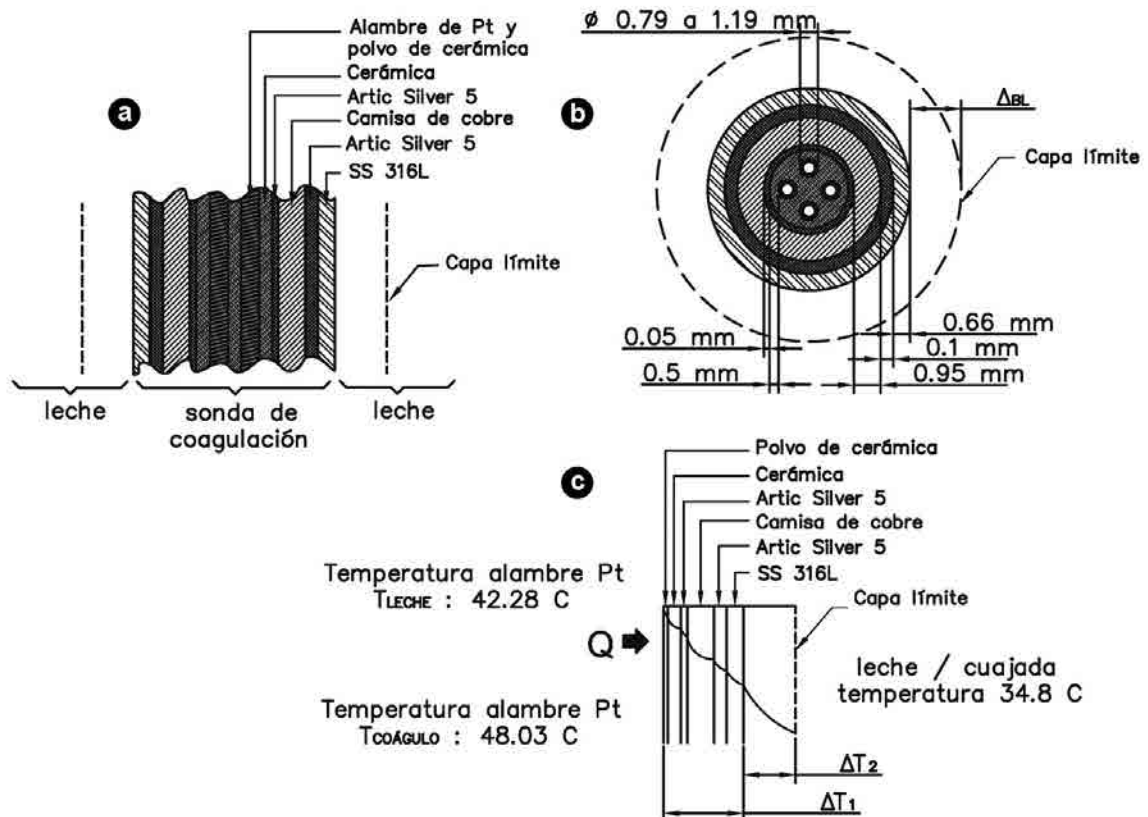


Figura 6. Vista de las secciones transversales del CS (a y b) y perfiles de temperatura (c).

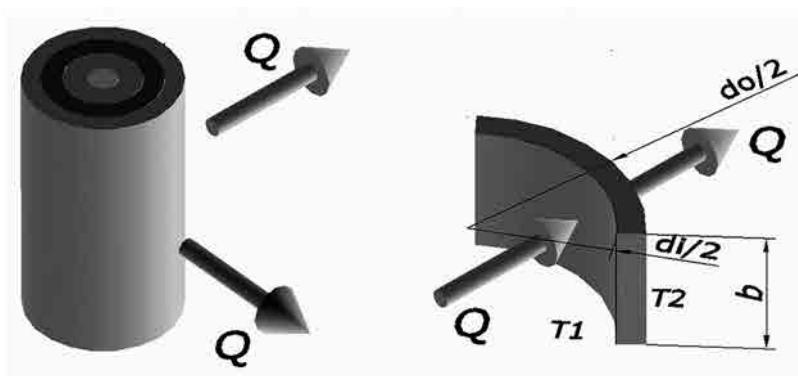


Figura 7. Sección del sensor de coagulación (izquierda). Modelo de geometría radial de transferencia de calor por conducción (derecha).

Q: calor para ser conducido (Watt).

λ : longitud a través de la cual el calor debe ser conducido (m), para el caso de este modelo. $\lambda = e$ (espesor del tubo).

κ : conductividad térmica del material ($W\ m^{-1}\ ^\circ C^{-1}$)

α : sección transversal del material a través del cual se conduce el calor (m^2), para el caso de este modelo, $\alpha = \pi \times d \times l$, d: diámetro, l: longitud.

La tabla 4 muestra λ , α , κ , ΔT para leche fluida y coágulo, correspondientes a las diferentes capas de los materiales del sensor.

Las figuras 6a y 6b muestran los esquemas de las diferentes capas del sensor, y la figura 6c muestra las diferencias de temperatura entre el alambre y la superficie del sensor (ΔT_1), y entre la superficie del sensor y la denominada capa límite (ΔT_2).

Para calcular el perfil de temperatura de la superficie exterior de la vaina a la capa límite (teórica) de transferencia de calor en la leche y en el coágulo, se consideró al sensor como un cilindro que tiene que disipar el calor constante generado por el alambre PRTD al medio (leche/coágulo).

Este desarrollo se centra principalmente en el instante en el cual la leche empieza a coagularse y a adquirir el carácter de un fluido estructurado en transición a un sólido viscoelástico. Por lo tanto, a fines prácticos, se considera un modelo de transferencia de calor simplificado, en el que el calor se transfiere principalmente por conducción (figura 7). Con la ecuación (2), que corresponde al flujo de calor por conducción en una geometría radial en estado estacionario, se puede calcular el diámetro límite exterior (do). A partir de esta distancia, el perfil de temperatura de la leche

que rodea la punta del sensor alcanza un valor constante en una capa límite radial teórica. Esta capa radial se desliza durante la coagulación.

De la ecuación de transferencia (Scott, 1974).

$$\Delta T = \frac{Q}{2 \times \pi \times \kappa \times l} \times \ln\left(\frac{do}{di}\right) \quad (2)$$

Donde:

ΔT : diferencia de temperatura entre el alambre de platino y la superficie exterior del CS: 7,16 $^\circ C$ (leche fluida) y 12,91 $^\circ C$ (coágulo), respectivamente (tabla 5).

Q: calor transferido por conducción: 0,98376 Watt (leche fluida) y 1,00246 Watt (coágulo).

di: diámetro interno del modelo (diámetro externo de la vaina): $7,925 \times 10^{-3}$ m.

do: diámetro externo, para ser calculado, de la capa límite radial teórica que rodea la punta de la vaina, en mm.

l: longitud axial de la vaina: $3,21 \times 10^{-2}$ m.

κ : conductividad térmica: 0,573 $W\ m^{-1}\ ^\circ C^{-1}$ a 35 $^\circ C$ para leche fluida (Spells, 1961) y 0,530 $W\ m^{-1}\ ^\circ C^{-1}$ a 32 $^\circ C$ para el coágulo (Passos, 1999).

$\ln (do/di)$: logaritmo natural de la relación de diámetros.

Después de aplicar la ecuación anterior, se obtuvieron $do=18,4$ mm, $\Delta BL=5,2$ mm para la leche fluida y $do=31,4$ mm, $\Delta BL=11,6$ mm para el coágulo. Las variaciones en la disipación de energía y las variaciones de resistencia fueron 0,019 Watt y 1,107 Ω , respectivamente. La disipación de potencia de la vaina, con una superficie externa de 8,0 cm^2 , se puede expresar como 0,122 Watt/ cm^2 para la leche líquida al inicio de la coagulación y como 0,124 Watt/ cm^2 para el coágulo en su máxima firmeza, con una variación de 0,0024 Watt/ cm^2 .

El análisis de transferencia de calor del nuevo sensor muestra que el paso de una corriente continua de 130 mA disipa una potencia de mínimo impacto (0,122 Watt/ cm^2) y una temperatura de alambre de 42,28 $^\circ C$ en el estado

	$\Sigma \Delta T_1$ ($^\circ C$)	T_{PT}	T_{SE} ($^\circ C$)	ΔT_2 ($^\circ C$)
Leche fluida	0,319	42,28	41,96	7,16
Coágulo	0,326	48,03	47,71	12,91

Tabla 5. Temperatura en el extremo del terminal del alambre de platino (T_{PT}), temperatura de la superficie externa (T_{SE}) del sensor CS.

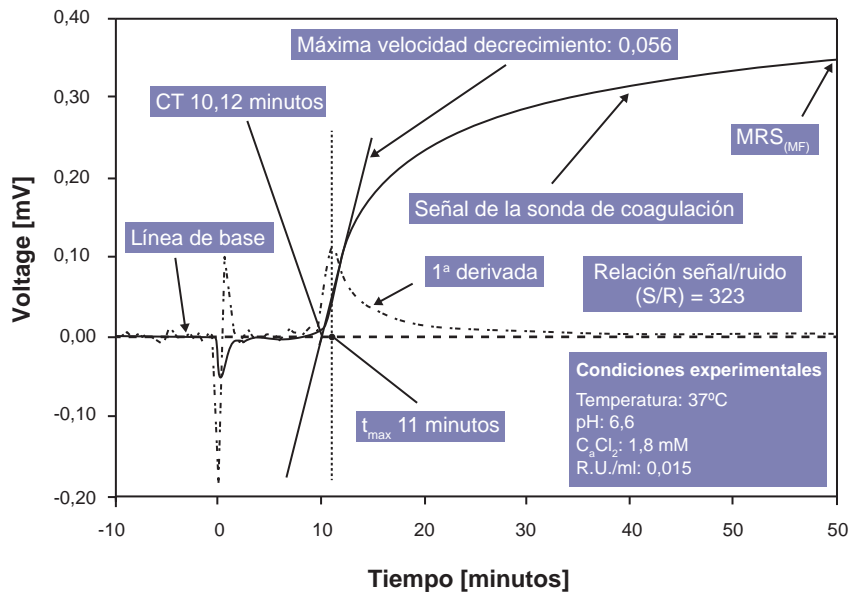


Figura 8. Ensayo de coagulación enzimática de la leche.

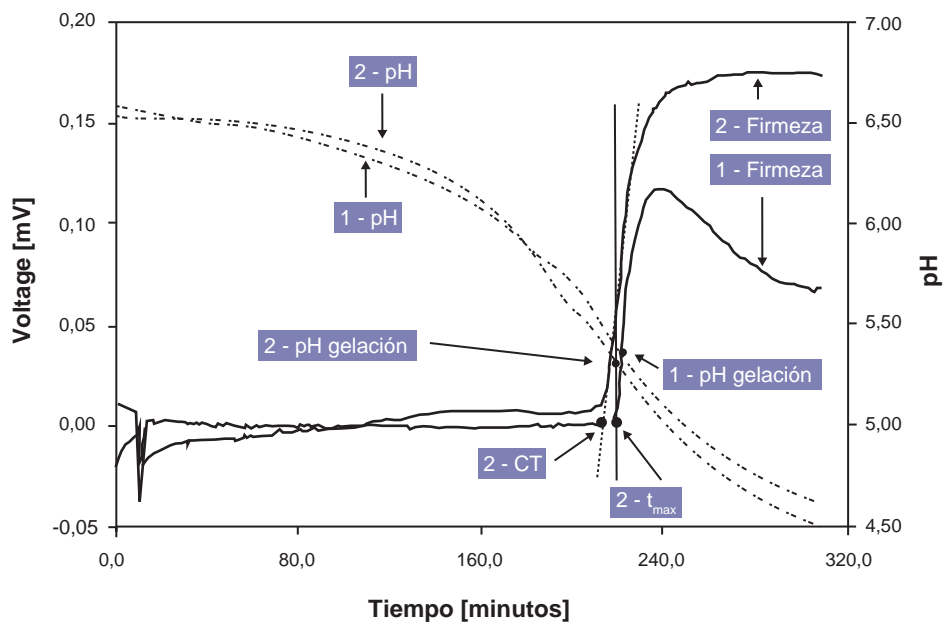


Figura 9. Perfiles de coagulación ácida de la leche. Firmeza y evolución del pH en función del tiempo.

líquido. La disminución del 10% en la conductividad térmica de la leche durante el proceso de transición de fluido a gel, de $0,573 \text{ W m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ (Spells, 1961) a $0,530 \text{ W m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ (Passos, 1999), respectivamente, produce un aumento de la disipación de potencia de solamente $0,0024 \text{ Watt/cm}^2$, que se atribuye al autocalentamiento y al aumento de $5,75 \text{ }^\circ\text{C}$ en la temperatura del alambre de platino. Este aumento de temperatura corresponde a una diferencia de la resistencia de $1,107 \Omega$, que es un parámetro clave en la sensibilidad del sensor.

Con este nuevo dispositivo, la temperatura en la superficie del sensor no es suficiente para causar la desnaturalización de las proteínas solubles que se podrían adherir a la superficie y que podrían interferir con la señal. Como la desnaturalización de las proteínas solubles de la leche se produce a $T > 70 \text{ }^\circ\text{C}$, sin otras interferencias las respuestas de este sensor son muy repetitivas. A la inversa, cuando usan valores mayores de CC, por ejemplo 190 mA, hay mayores temperaturas en la superficie del sensor (tablas

1 y 2), aunque son significativamente más bajas que las calculadas en el alambre de platino desnudo excitado con 500 mA (alrededor de 89-90 °C).

La figura 8 muestra el perfil típico del voltaje en función del tiempo para un ensayo de coagulación con quimosina (Chymax, 950 IMCU/ml, ChR Hansen Argentina SAIC) en las condiciones estándar que se usan en la industria quesera (pH: 6,6, T: 37 °C, 0,0015 R.U./ml de leche y agregado de 1,8 mM de CaCl_2), llevado a cabo utilizando leche fluida (leche cruda, grasa 3,5% (P/P); proteína verdadera 3,25% (P/P) y lactosa 4,8% (P/P), suministrada por la Cooperativa Tambara y Agropecuaria Nueva Alpina Ltda., (Ceres, Santa Fe, Argentina).

Este perfil corresponde a un promedio de tres repeticiones. De la misma figura se pueden observar el tiempo de coagulación (CT), tiempo de la pendiente máxima del perfil de voltaje (t_{max}), voltaje a los 30 min de la adición de enzimas (V_{30}) y el voltaje máximo (V_{max}) de la coagulación. Por el bajo nivel de ruido de la señal que muestra el perfil, se puede calcular la primera derivada con bastante facilidad.

La figura 9 muestra el perfil del voltaje en función del tiempo durante el proceso de coagulación ácida en condiciones estándar de elaboración de yogur, con leche descremada en polvo reconstituida (10,45% p/v), de acuerdo con lo expuesto en Materiales y Métodos. El Perfil (1) corresponde a leche reconstituida sin tratamiento térmico, mientras que el Perfil (2) representa el proceso con leche reconstituida sometida a calentamiento a 85 °C durante 30 minutos. El control simultáneo de la temperatura, el pH y la "viscosidad" con los tres sensores permite medir y registrar el tiempo de gelificación, el pH de la gelificación y la firmeza obtenida (voltaje) y pequeñas oscilaciones en la temperatura de alrededor de $\pm 0,1$ °C.

Por una parte, esta información podría ser usada por la industria para monitorizar y optimizar el tiempo de fermentación en la elaboración de cada tipo de yogurt. La subsiguiente reducción de la señal de viscosidad en el perfil (1) indicaría la presencia de micro sinéresis (desuerado). Por otra parte, son necesarias más experiencias para determinar la relación entre la expulsión espontánea de suero y la caída de la señal. Una limitación potencial de este punto podría ser la diferencia en la disipación de calor a través de una mezcla de suero y coágulo en comparación con la producida en un gel homogéneo. Finalmente, las respuestas de los sensores se ajustan adecuadamente a los procesos de coagulación ácidos y enzimáticos.

En la tabla 6 se presentan cuatro respuestas: CT, t_{max} , V_{30} y V_{max} para cinco niveles de pH (6,2; 6,4; 6,5; 6,6 y 6,8), cinco niveles de concentración de enzima (0,002; 0,003; 0,004; 0,005 y 0,008 R.U./ml de leche), cinco niveles de temperatura (30, 33, 35, 38 y 40 °C) y cinco niveles de CaCl_2 añadido (0; 0,9; 1,8; 3,6 y 5,4 mM). Cada valor es la media de dos repeticiones.

La figura 10a muestra la evolución del voltaje para diferentes pH y la concentración estándar de cuajo usado en la industria quesera (0,0025 R.U./ml de leche, temperatura 35 °C y añadido de CaCl_2 1,8 mM).

El análisis de varianza (ANOVA) y la regresión lineal que describe la relación entre CT y pH tuvo un nivel de significancia de $p < 0,05$ (p : 0,0392), lo cual indica que existe una relación estadísticamente representativa en un nivel de confianza del 95%.

La ecuación ajustada que relaciona CT y pH es $\text{CT} = -131,663 + 21,8086 \times \text{pH}$. El coeficiente de determinación R^2 (0,9227) muestra que el modelo ajustado constituye el 92,27% de la variabilidad del CT.

El modelo ajustado correspondiente a $t_{\text{max}} = -150,673 + 25,0114 \times \text{pH}$, con $p < 0,05$ (p : 0,0309) indica que existe una relación significativa a un nivel de confianza del 95%. El coeficiente de determinación R^2 representa el 93,91% de la variabilidad de t_{max} .

La tabla 6 muestra que el CT más bajo (4,2 min) y t_{max} (5,1 min) se obtienen a pH 6,2, mientras que el CT más alto (13,4 min) y t_{max} (15,6 min), se obtiene a pH 6,6. Las pendientes positivas para ambas respuestas indican que el aumento del pH también aumentan los valores del CT y t_{max} . Mientras se mantiene constante la temperatura, la concentración enzimática y la concentración de CaCl_2 añadido, el valor máximo de V_{30} y V_{max} se obtiene a pH de 6,2. El CS no detectó coagulación a pH de 6,8 (no hay datos sobre CT, t_{max} y V_{30}). La regresión simple de los indicadores V_{30} y V_{max} versus pH no dio como resultado una relación estadísticamente significativa.

Los cambios en el pH que muestran una relación significativa con el CT son detectados por el sensor y están de acuerdo con los resultados reportados por Storry y Ford (1982) e Imafidon y Farkye (1993). El pH de la leche sería el factor más importante que debe ser controlado estrictamente durante el proceso de elaboración de la cuajada (Hori, 1985). Van Hooydonk *et al.* (1986) encontraron que al disminuir el pH aumentan las acciones enzimáticas y de agregación, tal como se observó con el sensor CS.

La figura 10b muestra la notable influencia de la concentración enzimática en los perfiles de voltaje versus tiempo. La tabla 6 muestra los valores promedio de las cuatro respuestas (CT, t_{max} , V_{30} y V_{max}). Las respuestas CT y t_{max} disminuyen a medida que aumenta la concentración enzimática. Trazando CT frente a la inversa de la concentración enzimática (ml de leche/R.U.) muestra que se aplica la Ley de Holter, como se describe por la ecuación $\text{CT} = k \times 1/C$ (k : constante y C : concentración enzimática). La regresión lineal que describe la relación entre CT y t_{max} y concentración enzimática (ANOVA) muestra un nivel de significancia $p > 0,05$, lo que indica que no hay relación estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 95%.

Por este motivo se modificaron los resultados experimentales a través de la transformación matemática, adoptando $\log \text{CT}$ y $\log t_{\text{max}}$ en vez de CT y t_{max} , como los valores de mejor ajuste para ambas respuestas. La ecuación modelo ajustada es para $\log \text{CT} = 3,66741 - 222,11 \times \text{concentración de enzima}$. El valor de p : 0,0181 (ANOVA) muestra relaciones estadísticamente significativas para un nivel de confianza del 95%, donde el R^2 indica que el modelo da cuenta de 88,0982% de la variabilidad del log CT. Estas

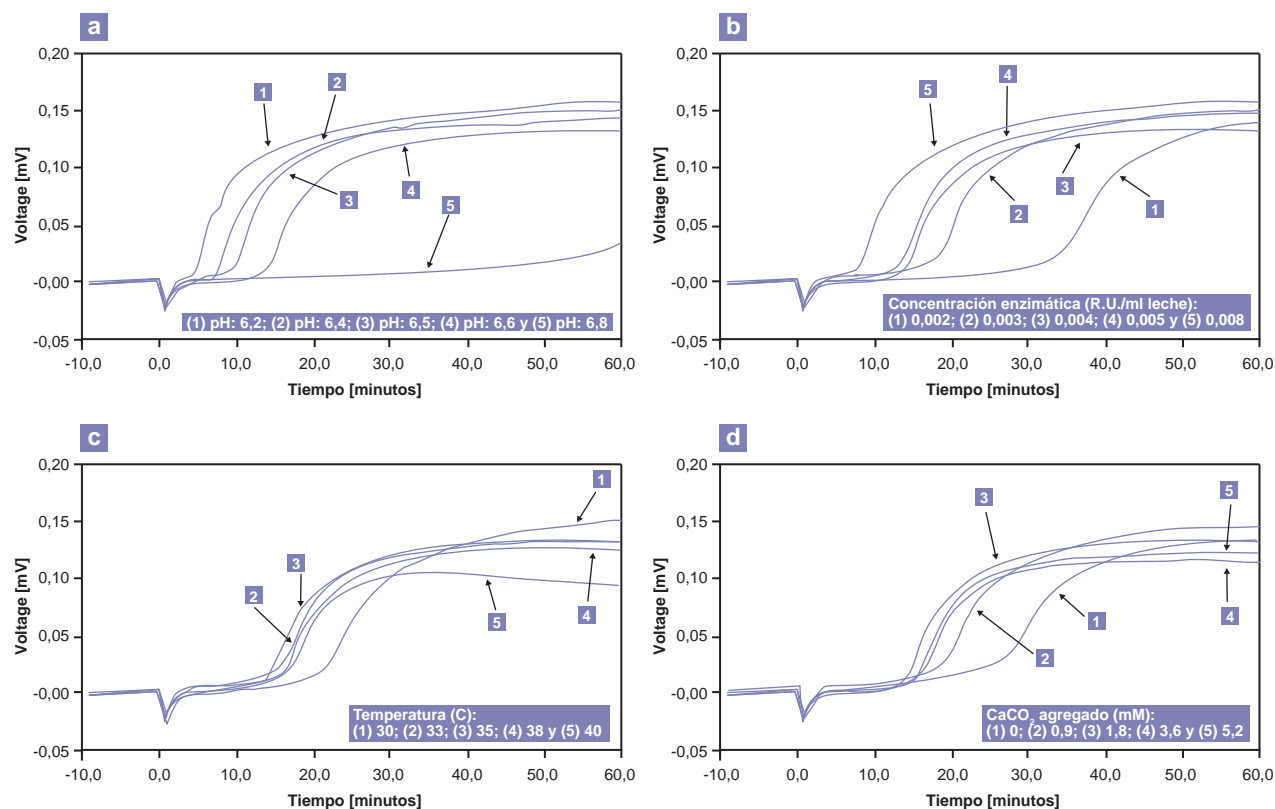


Figura 10. Perfiles comparativos de coagulación de la leche. a. Variación del pH. b. Variación de la concentración de la enzima. c. Variación de la temperatura y d. Variación del CaCl_2 agregado.

observaciones coinciden con Hori (1985), quien informó que la medición del voltaje mostró que el CT de la leche descremada disminuía exponencialmente con el aumento de la concentración de cuajo.

El modelo ajustado para $\log t_{\max} = 3,75558 - 204,929 \times$ concentración de la enzima, y el valor de $p: 0,0210$ demuestran que existe una relación estadísticamente significativa entre el $\log t_{\max}$ y la concentración de la enzima. El R^2 para el modelo ajustado da cuenta del 86,88% de la variabilidad del $\log t_{\max}$, aunque los niveles de V_{30} y V_{\max} de la tabla 6 y su evolución en la figura 10b muestran que a medida que aumenta la concentración enzimática, también aumentan ambas respuestas. ANOVA, sin embargo, muestra que los niveles de significancia son $p > 0,05$, lo que indica que no hay relación estadísticamente diferente entre la concentración enzimática y V_{30} y la concentración enzimática y V_{\max} .

Por un lado, el análisis de regresión lineal de CT, t_{\max} y V_{30} a diferentes temperaturas (30, 33, 35, 38 y 40 °C) presentados en la tabla 6 muestra que, en las condiciones establecidas para el conjunto de variables (concentración enzimática, pH y adición de CaCl_2), los valores de p en la tabla ANOVA son $> 0,05$, lo que lleva a la conclusión de que no existe una relación estadísticamente significativa entre las respuestas CT, t_{\max} y V_{30} y la variable temperatura, con un nivel de confianza del 95% o superior.

Por otro lado, el modelo de ecuación ajustada que describe la relación entre V_{\max} y temperatura ($V_{\max} = 0,266493 - 0,00390077 \times$ Temperatura), da un valor de $p (0,0192)$, que significa una relación estadísticamente significativa a un nivel de confianza del 95%. El R^2 estadístico indica que el modelo ajustado representa 87,6378% de la variabilidad en la V_{\max} . Los indicadores de viscosidad más altos y más bajos (voltaje) son obtenidos a 30 °C y 40 °C, respectivamente, donde el incremento porcentual de V_{\max} entre el valor a 30 °C y aquel a 40 °C es del 30,5%.

La figura 10c muestra que a 30 °C el voltaje aumenta indefinidamente durante los 60 min de la ensayo, mientras que a 33 y 35 °C el voltaje alcanza un máximo y luego se mantiene constante. En cuanto a su comportamiento a 40 °C, el voltaje alcanza un máximo y luego cae, posiblemente debido a la ocurrencia de microsinéresis.

Se ha informado que la temperatura afecta tanto la fase primaria (hidrólisis) como la fase secundaria (agregación), aunque el efecto sobre la hidrólisis enzimática es sustancialmente inferior. Ramet y Weber (1980), Storry y Ford (1982) y Van Hooydonk y Van Den Berg (1988) mostraron que la fuerza del coágulo se redujo notablemente por el aumento de la temperatura, de acuerdo con los resultados obtenidos en nuestra experiencia. Recientemente, Sbdio *et al.* (2013) usando un dispositivo similar, un diseño com-

Variables	CT (min)	t _{max} (min)	V ₃₀ (mV)	V _{max} (mV)
pH				
6,2	4,2 ± 0,020	5,1 ± 0,016	144,4 ± 3,5	157,3 ± 5,9
6,4	7,1 ± 0,025	8,5 ± 0,025	132,0 ± 3,2	143,9 ± 5,5
6,5	9,1 ± 0,022	10,9 ± 0,020	134,1 ± 3,1	150,5 ± 6,0
6,6	13,4 ± 0,021	15,6 ± 0,027	118,8 ± 4,2	132,8 ± 5,2
6,8	--	--	--	33,5 ± 5,4
C.E. (R.U./ml leche)				
0,002	32,8 ± 0,023	36,7 ± 0,022	127,0 ± 3,8	137,2 ± 5,0
0,003	17,1 ± 0,022	19,9 ± 0,028	119,1 ± 3,6	149,0 ± 6,1
0,004	13,4 ± 0,022	15,6 ± 0,019	118,9 ± 3,1	132,8 ± 5,4
0,005	12,7 ± 0,019	15,2 ± 0,023	126,4 ± 3,0	146,1 ± 5,9
0,008	7,3 ± 0,024	9,1 ± 0,018	138,2 ± 4,0	155,9 ± 5,6
Temperatura (°C)				
30	19,9 ± 0,018	23,8 ± 0,022	109,4 ± 3,9	150,1 ± 5,5
33	14,3 ± 0,025	17,4 ± 0,021	120,8 ± 3,6	132,6 ± 4,9
35	13,4 ± 0,019	15,6 ± 0,026	118,8 ± 3,5	132,8 ± 6,3
38	15,1 ± 0,020	17,6 ± 0,017	112,7 ± 3,5	126,1 ± 5,1
40	15,5 ± 0,028	18,4 ± 0,024	101,8 ± 3,0	104,3 ± 6,2
CaCl₂ (mM)				
0	24,4 ± 0,022	29,0 ± 0,015	80,6 ± 4,1	133,5 ± 5,8
0,9	17,0 ± 0,026	20,6 ± 0,018	117,6 ± 3,9	145,4 ± 4,8
1,8	13,4 ± 0,021	15,6 ± 0,023	118,8 ± 3,2	132,8 ± 6,2
3,6	13,4 ± 0,017	15,6 ± 0,024	106,8 ± 3,0	114,6 ± 4,7
5,4	14,6 ± 0,024	16,6 ± 0,030	110,5 ± 3,3	121,1 ± 6,5

Tabla 6. Efecto del pH, concentración de enzima, temperatura y adición de CaCl₂ al CT, t_{max}, V₃₀ y V_{max} de la leche descremada en polvo reconstituida durante la coagulación enzimática.

C.E: concentración de enzimas.

puesto rotacional y metodología de superficie de respuesta, mostró que es posible estudiar los efectos de las variables críticas en la coagulación por acción de la quimosina en leche en polvo reconstituida.

Los modelos de segundo orden obtenidos usando análisis de regresión lineal predijeron eficazmente los efectos de la temperatura, concentración de enzima y pH en la CT, t_{max} y V₃₀. El estudio de toda la coagulación enzimática de la leche y con el mismo sensor mostró que la temperatura es el principal factor que afecta el desarrollo de la firmeza.

En cuanto al efecto de las diferentes concentraciones de CaCl₂ añadido (0; 0,9; 1,8; 3,6 y 5,4 mM) con condiciones fijas de pH (6,6), temperatura (35 °C) y concentración enzimática (0,004 R.U./ml de leche), las cuatro respuestas (CT, t_{max}, V₃₀ y V_{max}) se muestran en la tabla 6. Los análisis de regresión lineal correspondientes a las cuatro respuestas muestran relaciones estadísticamente no significativas cuando se varía la adición de CaCl₂.

Sin embargo, es interesante hacer notar que el tiempo necesario para alcanzar el voltaje máximo está significati-

vamente relacionado (p: 0,0262) con la concentración de CaCl₂. La regresión lineal es Tiempo de V_{max} = 60,5021-0,016531 x CaCl₂, que muestra que a medida que aumenta la concentración de CaCl₂, el tiempo que se tarda en alcanzar V_{max}, disminuye. La figura 10d muestra la evolución del voltaje para diferentes concentraciones de CaCl₂. La comparación entre estas evoluciones muestra que los mayores CT y t_{max}, y el más bajo V₃₀, se observan sin adición de CaCl₂.

Sin embargo, el nivel más alto de V_{max} se logra con la adición de 0,9 mM de CaCl₂, y los más bajos cuando se usan concentraciones más altas (3,6 y 5,4 mM de CaCl₂). Los resultados obtenidos con el nuevo dispositivo están de acuerdo con los resultados reportados por Okigbo *et al.* (1985) que mostró que la adición de CaCl₂ en la coagulación por quimosina es innecesaria si se pueden ajustar adecuadamente otros factores (pH, temperatura y concentración de quimosina). A la inversa, Taifi *et al.* (2006) muestran que el aumento de la concentración de CaCl₂ produce un aumento en la firmeza del gel de leche y también acelera la aparición de sinéresis.

El dispositivo desarrollado y patentado por Hori utiliza el mismo principio, sin embargo, así como se presenta no es

utilizable para una tina de elaboración de queso. En cuanto al desarrollado y patentado por el INRA, este consistía en un analizador térmico diferencial.

Cabe mencionar que en su fase final, este dispositivo ha sido diseñado y desarrollado para aplicaciones industriales.

Sin embargo, la diferencia entre el dispositivo desarrollado y patentado por el INRA según FR2626371 (A1) y FR2626371 (B1) también publicado como: WO8906794 (A1) NZ227709 (A) JPH03503449 (A) FI91330 (B) FI91330 (C) EP0389568 (A1) EP0389568 (B1) DK175990 (a) CA1297178 (C) AU2940489 (a) patente de Estados Unidos US5064294 (a) es que el dispositivo se basa en una medición térmica diferencial, similar a un calorímetro diferencial, que tiene dos sondas construidas con alambre de platino, uno para medir la temperatura del medio y el otro lejos del primero, calefaccionado por una corriente constante, para medir la disipación térmica en soluciones de gelatina y de la leche cuajada en frío a 10 °C, con el fin de seguir la evolución de la coagulación de la leche a medida que se calienta hasta 30 °C.

En nuestro caso, una única sonda construida con alambre de platino, se calienta con una corriente constante para medir la disipación térmica con una temperatura de leche dentro de un rango experimental de 30 °C a 40 °C, a la que se añade el cuajo para la coagulación enzimática. Así, la disipación de calor por unidad de área en nuestro caso es 1220W/m² frente a 1600W/m² del dispositivo del INRA, con un aumento significativo en la sensibilidad.

En conclusión, la medición de la coagulación enzimática a través de nuestro dispositivo muestra que el sensor es sensible a los cambios de las variables críticas que caracterizan el proceso. El efecto del pH, la concentración de enzima, la temperatura y CaCl₂ en las respuestas CT, t_{max} , V_{30} y V_{max} fueron consistentes con los resultados obtenidos por otras metodologías. Las señales emitidas por el sensor producen bajo nivel de ruido y las respuestas de CT y V_{max} dan muy buena repetibilidad. Cuando se alimenta al sensor con 130 mA, el análisis de transferencia de calor muestra que el desarrollo de la temperatura en la superficie es cercano a los 49-50 °C, sin riesgo de desnaturalización de las proteínas solubles.

Teniendo en cuenta sus dimensiones, el dispositivo es no intrusivo, lo que significa que no interfiere con el corte del gel y las operaciones de agitación. Tiene suficiente robustez y puede ser limpiado (CIP) y esterilizado con vapor (SIP) *in situ*. El sensor de temperatura CS y RTD cumplen con los requisitos sanitarios (normativa sanitaria 3A, Inc. 74-03). El electrodo de pH y el soporte del electrodo de pH también cumplen con los estándares EHEDG (European Hygienic Engineering Design Group). En consecuencia, se puede inferir que el dispositivo puede ser apto para el uso en línea de la elaboración del queso.

Hay que mencionar también el uso de este dispositivo en el proceso de desarrollo de yogures "set-type", que nos ha permitido estudiar la influencia de las variables temperatura y de concentración de diferentes aditivos de suero sobre el tiempo de gelificación y consistencia. El modelo obtenido nos permite predecir con precisión el tiempo de gelificación en un cierto rango de variables (datos no publicados).

AGRADECIMIENTOS

Los autores reconocen el apoyo financiero para este trabajo al INTEC-UNL-CONICET. Agradecemos al Dr. Mario Chiovetta su valiosa ayuda. Agradecemos también a Milkaut S.A. y a la Cooperativa Tambara y Agropecuaria Nueva Alpina Ltda. por proveer las muestras de leche.

BIBLIOGRAFÍA

- BENGUIGUI, L.; EMERY, J.; DURAND, D.; BUSNEL, J.P. 1994. Ultrasonic study of milk clotting. *Lait* (74), 197–206.
- BYNUM, D.G.; OLSON, N.F. 1982. Influence of curd firmness at cutting on cheddar cheese yield and recovery of milk constituents. *J Dairy Sci* (65), 2281–2290.
- FAGAN, C.C.; LEEDY, M.; CASTILLO, M.; PAYNE, F.A.; O'DONNELL, C.P.; O'CALLAGHAN, D.J. 2007a. Development of a light scatter sensor technology for on-line monitoring of milk coagulation and whey separation. *J Food Eng* 83(1), 61–67.
- FAGAN, C.C.; CASTILLO, M.; PAYNE, F.A.; O'DONNELL, C.P.; LEEDY, M.; O'CALLAGHAN, D.J. 2007b. Novel online sensor technology for continuous monitoring of milk coagulation and whey separation in cheesemaking. *J Agric Food Chem* (55), 8836–8844.
- FAGAN, C.C.; CASTILLO, M.; O'DONNELL, C.P.; O'CALLAGHAN, D.J.; PAYNE, F.A. 2008. On-line prediction of cheese making indices using backscatter of near infrared light. *International Dairy Journal* (18), 120–128.
- FOX, P.F.; GUINEE, T.P.; COGAN, T.M.; MC SWEENEY, P.L.H. 2000. *Fundamentals of Cheese Science*. Aspen Publishers, Gaithersburg, MD.
- HATFIELD, D.S. 1981. A new instrument to measure cheese curd rigidity, and preliminary trials in cheesemaking. *J of Society of Dairy Technology* (34), 139–142.
- HORI, T. 1985. Objective Measurements of the Process of Curd Formation during Rennet Treatment of Milks by the Hot Wire Method. *J Food Sci* (50), 911–917.
- IMAFIDON, G.I.; FARKYE, N.Y. 1993. Rennet coagulability of high-heat treated milk influenced by time of pH adjustment. *J Food Sci* 58 (6), 1300–1302.
- KOPELMAN, I.J.; COGAN, U. 1975. Determination of clotting powder of milk clotting enzymes. *J Dairy Sci* (59), 196–199.
- KOWALCHYK, A.W.; OLSON, N.F. 1978. Firmness of enzymatically-formed milk gels measured by resistance to oscillatory deformation. *J Dairy Sci* (61), 1375–1379.
- LUCEY, J.A. 2002. Formation and Physical properties of milk protein gels. *J Dairy Sci* (85), 281–294.
- MARSHALL, R.J.; HATFIELD, D.S.; GREEN, M.L. 1982. Assessment of two instruments for continuous measurement of the curd-firming of renneted milk. *J Dairy Research* (49), 127–135.
- MARTIN, G.J.O.; WILLIAMS, R.P.W.; CHOONG, C.; LEE, B.; DUNSTAN, D.E. 2008. Comparison of rennet gelation using raw and reconstituted skim milk. *International Dairy Journal* (18), 1077–1080.
- MATEO, M.J.; O'CALLAGHAN, D.J.O.; EVERARD, C.D.; CASTILLO, M.; PAYNE, F.A.; O'DONNELL, C.P. 2009. Validation of curd-syneresis sensor over a range of milk composition and process parameters. *J Dairy Sci* (92), 5386–5395.
- MC MAHON, D.J.; BROWN, R.J. 1982. Evaluation of Formagraph for comparing rennet solutions. *J Dairy Sci* (65), 1639–1642.
- NOEL, Y.; BELLON, J.L.; HENRY, J.-M.; CERF, O.; PAIN, J.P.; ANTONINI, G. Process and device for investigating and controlling

- changes of state of a liquid or gelatinized medium by differential thermal analysis. INRA Patents FR2626371 (B1); WO8906794 (A1); US5064294 (A); NZ227709 (A); JPH03503449 (A); F191330 (B); F191330 (C); EP0389568 (A1); EP0389568 (B1); DK175990 (A); CA1297178 (C); AU2940489 (A).
- O'CALLAGHAN, D.J.; O'DONNELL, C.P.; PAYNE, F.A. 2000. On-line sensing techniques for coagulum setting in renneted milks. *J Food Eng* (43), 155–165.
- O'CALLAGHAN, D.J.; O'DONNELL, P.O.; PAYNE, F.F. 2002. Review of systems for monitoring curd setting during cheesemaking. *J Dairy Technology* (55), 65–74.
- OKIGBO, L.M.; RICHARDSON, G.H.; ERNSTROM, C.A. 1985. Interactions of calcium, pH, temperature and chymosin during milk coagulation. *J Dairy Sci* (68), 3135–3142.
- PASSOS, E.F.; MONTEIRO, P.S.; OLIVEIRA, R.C.; MARTINS, J.G.O.; ALVES, H.G.; BRANDÃO, S.C.C. 1999. Predicting the cutting time of coagulating milk for cheese production using a heated thermistor. *J Food Sci* 64(5), 879–882.
- RAMET, J.P.; WEBER, F. 1980. Influence of environmental factors on the enzymatic coagulation of reconstituted milk. *Lait* (60), 1–13.
- RICHARDSON, G.H.; OKIGBO, L.M.; THORPE, J.D. 1985. Instrument for measuring milk coagulation in cheese vats. *J Dairy Sci* (68), 32–36.
- SBODIO, O.A.; TERCERO, E.J.; COUTAZ, R.; MARTÍNEZ, E. 2002. Optimizing processing conditions for milk coagulation using the hot wire method and response surface methodology. *J Food Sci* 67(3), 1097–1102.
- SBODIO, O.A.; TERCERO, E.J.; MARTINEZ, E.D.; DIDIER, M.J.J.; REVELLI, G.R. 2013. Caracterización de la coagulación enzimática de leche en polvo entera. *Revista Argentina de Producción Animal* 33(2), 117–128.
- SCOTT, A.W. 1974. *Cooling of Electronic Equipment*. A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons, Inc.
- SENSOR MAGAZINE. 2003. 52.
- SPELLS, K.E. 1961. The Thermal Conductivities of Some Biological Fluids. *Physics in Medicine and Biology*. 5(2), 139–153.
- STATGRAPHICS PLUS version 7.1. 1994. Users guide reference. Statistical Graphics Corp., Manguistics Inc., México, DF 63–73.
- STORRY, J.E.; FORD, G.D. 1982. Some factors affecting the post clotting development of coagulum strength in renneted milk. *J Dairy Research* (49), 469–477.
- TAIFI, N.; BAKKALI, F.; FAIZ, B.; MOUDDEN, A.; MAZE, G.; DÉCULTOT, D. 2006. Characterization of the syneresis and the firmness of the milk gel using an ultrasonic technique. *Meas Sci Tech* (17), 281–287.
- TOMASOW, J.; VOSS, E. 1977. Methods for the determination of firmness of milk coagulum. *IDF Bulletin N° 99*. International Dairy Federation. Bruselas.
- TARODO DE LA FUENTE, B.; CUQU, J.L.; LABLÉE, J. 1999. Le lait-coagulation et synérèse. *Ind Aliment Agric* (116), 19–26.
- USTUNOL, Z.; HICKS, C.L. 1990. Effect of a coagulation monitoring device on experimental cheese yield. *J Dairy Sci* (73), 1–7.
- VAN HOOYDONK, A.C.M.; BOERRIGTER, I.J.; HAGEDOORN, H.G. 1986. pH-induced physico-chemical changes of casein micelles in milk and their effect on renneting. 2. Effect of pH on renneting of milk. *Netherlands Milk Dairy J* (40), 297–313.
- VAN HOOYDONK, A.C.M.; VAN DEN BERG, G. 1988. Control and determination of the curd-setting during cheesemaking. *IDF Bulletin N° 225*. International Dairy Federation. Bruselas.

Sorpresa Rosa INTA: variedad de lapacho para uso ornamental en maceta

GABRIELA FACCIUTO¹, MARIANA PEREZ DE LA TORRE¹

El Instituto de Floricultura de CNIA-INTA (Argentina) desarrolló la primera variedad de *Handroanthus heptaphyllus* (ex *Tabebuia heptaphylla*) "Sorpresa Rosa INTA", apta para uso ornamental en maceta. Su nombre enfatiza el corto período desde la propagación hasta floración que presenta la variedad. *Handroanthus heptaphyllus* es una especie arbórea que en condiciones naturales florece después de 4-6 años de cultivo. La novedad de "Sorpresa Rosa INTA" radica en que la floración se produce entre los seis y nueve meses de cultivo desde que es injertada.

"Sorpresa Rosa INTA" muestra una altura de planta de 50 cm a la floración (considerando el injerto a 10 cm). Florece en otoño-invierno. La floración es profusa y produce 5-12 inflorescencias por planta. Las inflorescencias se componen de 20 a 46 flores ligeramente perfumadas. El color de la flor es rojo púrpura (RHS 70 B) con garganta amarilla (RHS 9 A) (tabla 1). La arquitectura de la planta es adecuada para su cultivo en maceta ya que la forma es compacta, es decir muy ramificada y con entrenudos cortos, con un hábito de crecimiento vertical y una copa redondeada (fig. 1). Es interesante mencionar que luego de la temporada de floración, el follaje continúa proporcionando interés ornamental.

La propagación se realiza preferentemente en primavera a través de injerto de púa terminal. Se aconseja el uso de púas uninodales desfoliadas.

Los descriptores morfológicos se presentan en la tabla 1. Como "Sorpresa Rosa INTA" es la primera variedad de *Handroanthus*, no hay otras variedades disponibles para comparar. Debido a esto, algunos estados del descriptor se expresan también en números.

Esta variedad está registrada en el Registro Nacional de la Propiedad de Cultivares (Argentina) N° 2615. El material

está disponible en el Instituto de Floricultura y puede ser transferido a través de una licencia.



Figura 1. Plantas de "Sorpresa Rosa INTA" (*Handroanthus heptaphyllus*) a los 9 meses de cultivo desde la propagación por injerto.

¹Instituto de Floricultura. CNIA-INTA. De Los Reseros y Las Cabañas s/n (1686) Hurlingham, provincia de Buenos Aires Argentina. Correo electrónico: facciuto.gabriela@inta.gob.ar

Descriptor		Estado	“Sorpresa Rosa INTA”
Planta	Forma	1- arborea 2- arbustiva	2- arbustiva
	Hábito de crecimiento	1- vertical 2- semivertical 3- horizontal 4- semihorizontal	1- vertical
	Copa	1- redonda 2- piramidal 3- elíptica 4- rectangular 5- piramidal invertida	1- redonda
	Altura a primera floración	1- enano (<30 cm) 2- semienano (30~60 cm) 3- bajo (60~100 cm) 4- medio (100~200 cm) 5- alto (>200 cm)	2- semienano
Hojas	Limbo	1-entero 2- lobado	2- lobado
	Folíolos (N.º)	1- 1 2- 2~5 3- 6~7 4- >7	3- 6~7
	Forma de los folíolos	1- ovada 2- lanceolada 3- elíptica	3- elíptica
	Margen de los folíolos	1- entero 2- levemente aserrado 3- aserrado	2- levemente aserrado
	Longitud folíolo central	1- corto (< 5 cm) 2- medio (5~10 cm) 3- largo (10~15 cm) 4- muy largo (>15 cm)	2- medio
	Ancho folíolo central	1- angosto 2- medio 3- largo	2- medio
	Forma ápice folíolo central	1- redondeado 2- levemente acuminado 3- acuminado 4- muy acuminado	3- acuminado
	Coloración antociánica en las hojas jóvenes	1- ausente 2- débil 3- medio 4- fuerte	1- ausente
	Tricomas	1- escasos 2- medio 3- abundante	1- escasos
	Color adaxial	1- verde claro 2- verde 3- verde oscuro	2- verde
	Color abaxial	1- blanco verdoso 2- verde claro 3- verde 4- verde oscuro	2- verde claro
	Brillo en cara adaxial	1- ausente 2- escaso 3- medio 4- fuerte	1- ausente
	Largo del pecíolo	1- corto (>4 cm) 2- medio (4~8 cm) 3- largo (> 8 cm)	3- largo
Inflorescencia	Flores por inflorescencia	1- muy pocas (1~10) 2- pocas (11~20) 3- medio (21~30) 4- muchas (>30)	4- muchas
	Forma	1- elíptica 2- redonda 3- cónica	1- elíptica
Caliz	Tricomas	1- ausente 2- escaso 3- medio 4- abundante	
	Color sin tricomas	1- verde 2- verde-rojizo 3- rojo	3- rojo
	Ápice de los lóbulos	1- truncado 2- obtuso 3- agudo	2- obtuso
Corola	Largo del tubo	1- corto (< 4 cm) 2- medio (4~6 cm) 3- largo (6~8 cm) 4- muy largo (> 8 cm)	2- medio
	Ancho del tubo	1- angosto 2- medio 3- largo	2- medio
	Diámetro a (axial)	1- muy angosto (<2 cm) 2- angosto (2~3 cm) 3- medio (3-4 cm) 4- largo (4-5 cm) 5- muy largo (>5cm)	4- largo
	Diámetro b (trasversal)	1- muy angosto (<2 cm) 2- angosto (2~3 cm) 3- medio (3-4 cm) 4- largo (4-5 cm) 5- muy largo (>5cm)	4- largo
	Aroma	1- ausente 2- ligeramente aromática 3- fuertemente aromática	2- ligeramente aromática
	Margen	1- liso 2- levemente ondulado 3- ondulado 4- muy ondulado	3- ondulado
	Color dorso tubo	Color de referencia RHS	70 B
	Color lóbulos superiores	Color de referencia RHS	70 B
	Color lobules inferiores	Color de referencia RHS	70 B
	Color garganta	Color de referencia RHS	09 A
Pistilo	Largo en comparación a los estambres	1- corto 2- igual 3- largo	3- largo
Ciclo	Persistencia de las hojas	1- caducifolia 2- semicaducifolia 3- perennifolia	3- perennifolia
	Tiempo floración	1- muy temprano (primer año de cultivo) 2- temprano (segundo año) 3- medio (tercer año) 4- tardío (cuarto año) 5- muy tardío (más de 5 años)	1- muy temprano
	Capacidad de refluorescencia	1- ausente 2- débil 3- media 4- fuerte	3-media

Tabla 1. Descriptores para “Sorpresa Rosa INTA” (*Handroanthus heptaphyllus*).

Producción de biomasa, cobertura y calidad forrajera de *Chloris gayana* y *Panicum coloratum* en un suelo alcalino sódico de la Depresión del Salado
Pesqueira, J.; Ofondo, J.; García, M.D.

Evaluación de FAMACHA® en el control de nematodos gastrointestinales en cabras de San Luis (Argentina)
Rossanigo, C.; Page, W.

Efecto de rotaciones agrícolas con cebolla sobre las propiedades químicas del suelo y producción de policultivos avena-vicia y resiembra natural de *Vicia villosa* Roth. en el Sur de Buenos Aires
Renzi, J.P.; Vanzolini, J.I.; Agamennoni, R.; Cantamutto, M.

Calibración y validación de un modelo de crecimiento para alfalfa (*Medicago sativa* L.)
Berone, G.D.; Dinucci, E.; Fernandez, H.; Gastaldi, L.; Mattera, J.; Spada, M.

Relaciones óptimas de uso de mano de obra, en la producción de uva de mesa de San Juan, para diferentes niveles de agregación de capital
Espindola, R.; Miranda, O.; Battistella, M.; Gennari, A.

Evaluación de métodos para el análisis estadístico de ensayos comparativos de rendimiento de girasol (*Helianthus annuus* L.)
Montiel, M.G.; Perelman, S.; De La Vega, A.J.

Mapeo de la agricultura urbana y periurbana en el área metropolitana ante Rosa-Toay: aproximaciones metodológicas para la lectura territorial
Ermini, P. V.; Delprino, M.R.; Giobellina, B.

Parasitoides del bicho canasto, *Oiketicus platensis* (Lepidoptera: Psychidae) en el caldenal pampeano
Baudino, E.M.; Martínez, J.J.; Fernández, L.; Geist, Y.H.; Gallardo, H.E.; Reimer, A.

Respuesta de hongos benéficos del suelo asociados a *Lotus tenuis* a la aplicación de glifosato
Druille, M.; Acosta, A.; Acosta, G.; Rossi, J.L.; Golluscio, R.A.; Bailleres, M.

Evaluación de la calidad del trigo candeal (*Triticum turgidum* subsp. *durum* L.) en los programas de mejoramiento de Argentina
Molfese, E.R.; Astiz, V.; Seghezze, M.L.

Desarrollo de un dispositivo para monitoreo en la línea del proceso de coagulación de la leche
Sbodio, O.A.; Martínez, E.D.A.; Tercero, E.J.; Didier, M.J.J.; Revelli, G.R.



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación