

REVISTA DE
INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS

RIA

ISSN edición impresa 0325-8718
ISSN en línea 1669-2314
Vol. 39 N.º2, Agosto 2013
Buenos Aires, Argentina

**TRADICIÓN
QUE SIGNIFICA CALIDAD**
Productos diferenciados en origen

COBAYO INTA
Modelo de validación de vacunas

UNA VISIÓN INTEGRAL
DE LAS CIENCIAS SOCIALES
Reflexiones desde la sociología rural

SIEMBRA DIRECTA

Una herramienta clave para conservar el suelo

Ediciones

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria



Ministerio de
Agricultura, Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación



ISSN edición impresa 0325-8718
ISSN en línea 1669-2314

Institución Editora:
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Cuatrimestral

Vol. 39 / N.º 2 /
Agosto 2013, Buenos Aires, Argentina

Propiedad Intelectual
Propiedad Intelectual N° 5096363 – IMPRESO

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
Latindex (Folio 3346)
CABI Publishing
DOAJ (Directory of Open Access Journals)
Redalyc.org
Núcleo Básico

Artes Gráficas Papiros
4921-0982/84/86
www.papiros-sa.com.ar

MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL INTA

Presidente:
Ing. Agr. Carlos Casamiquela

Vicepresidente:
Ing. Agr. Francisco Anglesio

Consejeros Nacionales:
Méd. Vet. Daniel Gustavo Garello
MAGyP

Ing. Agr. Oscar Arellano
Facultades de Agronomía

Dr. Eduardo Eliseo Baroni
Facultades de Cs. Veterinarias

Ing. Agr. Horacio Abel Alippe
AACREA

Ing. Agr. Elbio Néstor Laucirica
CONINAGRO

D. Alejandro Lahitte
CRA

Dr. Aldo Paredes
FAA

Sr. Bruno Quintana
SRA

Director Nacional:
Ing. Agr. Eliseo Monti

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.
Ing. Agr. Guillermo Semproní

DNA Administración CPN
Lic. Rosendo Tarsetti

Coordinadores Nacionales:
CN de Transferencia y Extensión
Ing. Agr. Julio Catullo

CN de Investigación y Desarrollo
Dra. Norma Pensel

CN de Vinculación Tecnológica
Ing. Adolfo Luis Cerioni

COMITÉ EDITORIAL

Presidente:
Dr. Carlos Di Bella - INTA

Vocales:
Ing. Agr. Jorge Mariotti - INTA
Dr. Eduardo Baroni - UNL
Dr. Rafael Fernández - UNCuyo
Dr. Emilio Satorre - UBA
Dr. Carlos Scoppa - ANAV
Dr. Roberto J. Fernández Aldúncin - UBA

COMITÉ ASESOR

Ing. Agr. M.Sc. María Eugenia Beget - INTA
Med. Vet. M.Sc. Ana María Canal - UNL
Dra. Luciana Couso - UBA
Dra. Sandra García Lampasona - INTA
Dra. Betina Kruk - UBA
Ing. Agr. M.Sc. Alejandro Rago - INTA
Dr. Miguel Ángel Taboada - INTA
Lic. Gabriela Marina Iturrioz - INTA
Lic. Marta Zulema Galván - INTA

STAFF

Dirección:
Dra. Norma Pensel
Lic. Máximo Bontempo

Coordinación editorial:
Lic. Felicitas Terreno

Asistente editorial:
Giselle Miquet
Florencia Castilla

Producción Editorial:
Asesores técnicos y de contenido:
Dr. Ricardo Sager
Ing. Agr. Cristian Zuchini

Diseño y Edición:
Comunicación Visual, Gerencia de Comunicación
e Imagen Institucional

Fotografía:
Área Audiovisual, Gerencia de Comunicación
e Imagen Institucional

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



Ministerio de
Agricultura, Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación

El desafío de preservar el suelo

En nuestro país, el recurso suelo tiene relevancia estratégica no sólo por la extensión de la superficie de suelos aptos para el cultivo sino por su calidad intrínseca y la importancia de nuestra producción agropecuaria. El suelo, como todos los recursos naturales, constituye un bien social que hay que proteger. Por mandato constitucional debemos bregar porque todos los habitantes gocen del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y, por lo tanto, debemos preservarlo.

El suelo se define generalmente como la capa superior de la corteza terrestre, formada por partículas minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivos. Constituye la interfaz entre el aire y el agua y alberga la mayor parte de la biosfera. Como la formación del suelo es un proceso extremadamente lento, puede considerarse que es un recurso no renovable dado que si bien puede revertirse su degradación, es extremadamente lenta. Un uso sustentable del suelo, significa que si éste se utiliza deben estar garantizadas sus funciones potenciales: a) Producción de biomasa (alimentos, forrajes, fibras, energías renovables, masas forestales); b) Transformación y depuración (reactor físico, reactor químico, bio-reactor, filtrado y depuración); c) Función hidrológica a escala de parcela y de cuenca (infiltración, almacenamiento y transferencia de agua); d) Fijación de gases con efecto invernadero (secuestro de carbono atmosférico en forma de materia orgánica del suelo); e) Hábitat biológico (el suelo presenta una gran biodiversidad: animales, bacterias, hongos, actinomicetos) y f) Reserva genética (reserva de ADN en los organismos del suelo).

El proceso de agriculturización, que ocurre simultáneamente con profundos y rápidos cambios en la tecnología y la estructura de producción, ejerce presiones crecientes sobre los recursos naturales y, en particular, el suelo. Este proceso se caracteriza por estar basado en sistemas de producción propuestos como "altamente eficientes", desde el punto de vista económico, pero en su mayoría: 1) no contemplan los pasivos ambientales, 2) promueven indirectamente el monocultivo, 3) disminuyen la demanda de

mano de obra rural y 3) van acompañados de un avance no planificado de la frontera agrícola. La expansión de la producción agropecuaria y forestal hacia regiones ecológicamente cada vez más frágiles y la aplicación de itinerarios técnicos, a menudo demasiado estandarizados y considerados de aplicabilidad universal, generan grandes interrogantes sobre las posibles consecuencias en los sistemas adyacentes (suelos, agua, aire y biodiversidad) y la salud de la población.

Debido a la intensificación en la agricultura, se produce un desbalance progresivo en el suelo de sus funciones biológicas, químicas y físicas con disminución de la diversidad y actividades de las comunidades microbianas. Asimismo, al expandirse la frontera agropecuaria hacia zonas marginales áridas y semiáridas existe el riesgo de impulsar procesos de desertificación. La erosión eólica es un proceso de degradación del suelo poco estudiado, no sólo en la Argentina sino a nivel mundial. Aunque un 75% de la superficie del país presenta condiciones de susceptibilidad a este proceso, poco se sabe acerca de sus manifestaciones y sus magnitudes. En este sentido, se observa que la totalidad del territorio alcanzado por el desplazamiento de la frontera agrícola dispone de mapas de suelos sólo a escalas de poco detalle (1:500.000 y 1:1.000.000). Por lo tanto, las tierras son puestas en producción contando sólo con escasa información acerca de sus características y respuestas a los cambios de uso. La extracción de nutrientes por las cosechas y las pérdidas que producen los procesos erosivos y de lixiviación, hace necesario planificar una reposición estratégica para lograr manejos sustentables.

En los próximos 30 años los suelos de la Argentina se verán seriamente afectados por la demanda mundial de alimentos potenciada por el crecimiento de la población mundial y los cambios en el uso de la tierra. Nuestros suelos, que actualmente están en estado de degradación, se verán aún más amenazados por: erosión hídrica y eólica, disminución de la materia orgánica, pérdida de la biodiversidad, salinización y por ciclos de inundaciones y sequías más acentuadas. Estos cambios también afectarán otros sistemas, la hidrosfera, la atmósfera, la biosfera y, por supuesto, a la humanidad.

Actualidad en I+D

Editorial

114 El desafío de preservar el suelo

Un bien social que hay que proteger para no descuidar la hidrosfera, la atmósfera, la biósfera y promover el desarrollo humano.

Notas

118 La elegida para conservar el suelo

La siembra directa combinada con rotación de cultivos, fertilizantes y agricultura de precisión es una decisión agronómica que permite aumentar la producción y preservar los recursos.



124 Roedores, bovinos y matemáticas

El Cobayo INTA es un modelo estadístico desarrollado por el organismo para estudiar la calidad de las vacunas bovinas que será utilizado como control oficial por el SENASA.

129 La construcción colectiva de la calidad

El INTA acompaña el desarrollo de proyectos que buscan diferenciar y agregar valor en origen a los productos. Un recorrido por experiencias que marcan la diferencia.

134 “La mirada integradora de las ciencias es clave”

Osvaldo Barsky, especialista argentino en sociología agraria, destaca la articulación interdisciplinaria como estrategia para la construcción de políticas públicas.



137 Pastillas

Un breve resumen de las noticias más sobresalientes.

Trabajos

Artículos

138 Tierras para cultivos forestales

Lupi, A.M.; Angelini, M.; Ferrere, P.

149 Cartografía forestal

Mónaco, M.; Laclau, P.

162 Fertilización nitrogenada en forrajera

Fernández Grecco, R.

169 Resistencia a la roya marrón

Machado Assefh, C.R.; Collavino, N.G.; Daz, M.; Pocoví, M.I.; Mariotti, J.

176 Atizonamiento en orégano

Yossen, V.; Conles, M.; Cragolini C.



178 Impacto del trigo en el suelo

Duval, M.; Galantini, J.; Iglesias, J.; Krüger, H.

185 Análisis de imágenes digitales de arroz

Cleva, M.S.; Sampallo, G.M.; Gonzalez Thomas, A.O.; Acosta, C.A.

191 Parásitos en caprinos lecheros

Suarez, V.H.; Fondraz, M.; Vifabál, A.E.; Martínez, G.M.; Salatin, A.O.



198 Plagas en chontaduro

Ruiz B.A.; Martínez, M.; Medina, H.H.

207 Tierras de diatomeas como insecticida

Fusé, C.B.; Villaverde, M.L.; Padín, S.B.; De Giusto, M.; Juárez, M.P.



Un alivio para el suelo

La FAO estima que en los próximos años, más del 80 por ciento de las ganancias de productividad tendrán que provenir de la intensificación agrícola. Sin embargo, las prácticas que se utilicen para alcanzar ese objetivo deberán garantizar el uso responsable de los recursos. Para ello, una posible solución es aplicar siembra directa con rotación de cultivos, con un uso eficiente de herbicidas y fertilizantes y con prácticas innovadoras de agricultura de precisión. Una técnica que es adoptada en alrededor de 90 millones de hectáreas a escala mundial y que cubre el 70 por ciento de la producción agrícola en la Argentina.

(Actualidad en I+D p. 118)



Para certificar vacunas

A partir de una serie de investigaciones realizadas por el INTA, el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) se desarrolló un modelo matemático de dosis-respuesta para evaluar de forma obligatoria la calidad y eficiencia de los lotes de vacunas bovinas que se liberan al mercado.

Los investigadores concluyeron que el modelo "Cobayo INTA" reemplaza a la especie de destino para evaluar la potencia de las vacunas, ya que presenta una concordancia "casi perfecta" con el bovino para clasificar y predecir la calidad inmunogénica de las vacunas de Rinotraqueitis Infecciosa Bovina, Rotavirus Bovino grupo A y Parainfluenza bovina tipo 3.

(Actualidad en I+D p. 124)

El valor de los saberes locales

Cientos de productores, a lo largo y ancho del país, buscan diferenciarse e identificarse como proveedores de alimentos y productos de calidad certificada. El INTA acompaña el desarrollo de estos proyectos que buscan distinguir las producciones caracterizadas por el lugar de procedencia y el proceso que permitió elaborarlas.

Estos productos presentan características únicas, resultado de la combinación de recursos naturales locales (suelo, relieve y clima) con tradiciones culturales (conocimientos especializados que se transmiten por generaciones) en una zona determinada, que generan un vínculo entre el producto, el territorio y su gente. Un recorrido por experiencias que marcan la diferencia.

(Actualidad en I+D p. 129)

Un abordaje integral

El especialista argentino en sociología agraria, Osvaldo Barsky, considera que no es posible comprender el desarrollo agropecuario desde una sola dimensión, por lo que la articulación interdisciplinaria sería una estrategia fundamental para la construcción de políticas públicas.

Por esa razón, considera que el conocimiento histórico de los procesos es importante porque "las ideas, cuando se corporizan, se convierten en políticas y si los diagnósticos no son correctos, se puede terminar con políticas ineficaces". Por ello es importante contar con información, estadísticas confiables y un mundo académico sólido para garantizar un enfoque multidimensional de las ciencias agropecuarias.

(Actualidad en I+D p. 134)

Tierras para cultivos forestales

Frente a la preocupación por el impacto del cambio climático, el Protocolo de Kyoto (PK) contempla el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), que incluye la forestación y reforestación, en tierras degradadas o de baja productividad natural que sean calificadas como "elegibles". Este estudio determina la disponibilidad de tierras para uso forestal en los partidos bonaerenses de Guaminí y Daireaux. Existen 739.193 ha elegibles que pueden ser forestadas. De estas, 47.021 ha no compiten con el uso agrícola y podrían ser destinadas a la actividad forestal para diversificar la producción. La información es de utilidad para la planificación a escala regional.

(Actualidad en I+D p. 138)



Cartografía forestal para un buen manejo

La región pampeana se presenta como la de mayor superficie apta para especies forestales del país y aunque hay un número considerable de forestaciones, la actividad no está consolidada y se practica de manera discontinua y dispersa.

Conocer la composición, el estado y la distribución de los montes existentes permitiría contribuir al planeamiento de su manejo y ordenamiento. Este estudio tiene como objetivo presentar una cartografía a escala de reconocimiento de las distintas clases de montes que constituyen el patrimonio forestal del partido de Balcarce y caracterizar la oferta de plantaciones con destino industrial.

(Actualidad en I+D p. 149)

Fertilización nitrogenada en forrajera

Las pasturas de agropiro alargado son considerados cultivos con pobre producción de forraje, de escaso valor nutricional para la producción animal y que concentran su crecimiento durante fin de primavera hasta mediados del verano.

Este estudio evaluó el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la dinámica del crecimiento y la acumulación de forraje para lo cual se determinó que mediante una adecuada nutrición mineral es posible incrementar su forraje en ambas épocas. La respuesta durante la primavera podría utilizarse para incrementar la carga animal y/o para obtener subproductos que mejoren el negocio ganadero.

(Actualidad en I+D p. 162)

Impacto del trigo en el suelo

En el monocultivo de trigo, el sistema de labranza, la fertilización, el manejo de los residuos y el agua edáfica son aspectos fundamentales para el aumento de su productividad. Este trabajo tuvo como objetivo estudiar los cambios cuali y cuantitativos en sistemas con 22 años de producción sobre algunas propiedades de un suelo de la región semiárida bonaerense. Algunos de los resultados demostraron que el monocultivo sin fertilizantes produjo la mayor pérdida de las fracciones orgánicas y el pasaje de laboreo a siembra directa mejoró la condición orgánica del suelo sólo cuando se realizó junto con la aplicación de fertilizantes.

(Actualidad en I+D p. 178)

Parásitos en caprinos lecheros

Razas caprinas lecheras suelen tener infecciones con nematodos gastrointestinales (NGI) que representan graves problemas sanitarios y son una limitante productiva.

Para estudiar la epidemiología y los efectos de los NGI se realizaron ensayos sobre cabras en ordeño en predios bajo riego en el Valle de Lerma (Salta). Se determinó que *Haemonchus contortus* y *Trichostrongylus colubriformis* son los nematodos más perjudiciales para los caprinos. También se comprobó que el período de riesgo se presenta desde el inicio del verano hasta mediados de otoño y que el riego ofrece condiciones favorables para la supervivencia de las formas de vida libre.

(Actualidad en I+D p. 191)

Resistencia a la roya marrón

La roya marrón de la caña de azúcar es una enfermedad foliar causada por el hongo *Puccinia melanocephala*. Se trata de una enfermedad de importancia en la mayoría de las áreas productivas y, por esa razón, los programas de mejoramiento del cultivo tienen como objetivo la búsqueda de fuentes de resistencia de la planta al patógeno.

El objetivo de este trabajo fue comparar la actividad peroxidasa basal de dos cultivares con respuestas contrastantes, la evolución de la actividad peroxidasa después de la inoculación y su posible relación con la resistencia o la susceptibilidad de los cultivares a la roya.

(Actualidad en I+D p. 169)

Análisis de imágenes digitales de arroz

En los últimos años se incrementó la aplicación de las técnicas de procesamiento digital de imágenes (PDI) en la industria de los alimentos. Por esa razón, este trabajo presenta un método para determinar el volumen de una muestra de granos de arroz basada en el procesamiento digital de imágenes, caracterizada por su sencillez y mínimos requerimientos.

En este caso se determina el volumen del grano de arroz a partir de su largo y ancho que son de utilidad no sólo en la determinación de la calidad, sino también para el diseño de equipamiento para su procesamiento, transporte, ordenamiento, separación y almacenamiento.

(Actualidad en I+D p. 185)

Plagas en chontaduro (*Bactris gasipaes*)

El chontaduro es una especie vegetal de gran importancia tanto por su valor alimenticio como por constituir una fuente de ingresos en la cuenca amazónica, ya que puede explotarse para diversos fines, como la producción de fruto y de palmito. El cultivo fue atacado por una variada entomofauna que produjo graves mermas productivas tanto de frutos como de palmito. Este trabajo registra la presencia de insectos plaga que en términos económicos, son potencialmente perjudiciales para el cultivo como la *Palmelampus heinrichi*, *Metamasius hemipterus* y *Rhynchophorus palmarum* que, en la actualidad, se intentan erradicar.

(Actualidad en I+D p. 198)

Atizonamiento en orégano

El orégano (*Origanum vulgare* L.) es la especie más cultivada en la Argentina y sus variedades Criollo, Negrito y Mendocino son las de mayor producción. Sin embargo, las dos últimas dejaron de cultivarse porque experimentaron una pérdida de rendimiento y calidad en el producto final que pudo haber sido causada por la presencia de varios patógenos en los cultivos de la zona: *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp. y *Septoria* sp.

El objetivo de este trabajo fue determinar el agente causal del tizón en los cultivos de orégano, en el Valle de Traslasierra, Córdoba, para poder elaborar estrategias efectivas de manejo de la enfermedad.

(Actualidad en I+D p. 176)



Tierras de diatomeas como insecticida

En la Argentina aproximadamente el seis por ciento de la producción de granos se pierde en la etapa de post-cosecha, principalmente, por daños ocasionados por insectos. Por ello, las tierras de diatomeas (TDs) están registradas para su control en diversos países como insecticida de bajo riesgo para la salud humana y el ambiente. En este trabajo se analizó la capacidad insecticida de las TDs provenientes de yacimientos argentinos, mediante la determinación de sus parámetros físico-químicos y su comparación con bioensayos. Esta metodología es de utilidad para la evaluación económica de potenciales explotaciones de yacimientos de las TDs.

(Actualidad en I+D p. 207)

SIEMBRA DIRECTA

La elegida para conservar el suelo

Una decisión agronómica que combina rotación de cultivos, fertilizantes y agricultura de precisión para aumentar la producción y preservar los recursos naturales. Adoptada en forma masiva en la Argentina, es una de las claves para evitar pérdidas del suelo por erosión.

Por Florencia Castilla





Tapar el sol con una mano. Eso es pensar en incrementar la productividad agrícola sin tener en cuenta la presión que se genera sobre los recursos naturales. Los procesos erosivos que se producen por efecto de la naturaleza y la intensificación agrícola afectan una cuarta parte de las tierras mundiales, lo que representa un reto para la agricultura. Desde hace más de cuatro décadas, la siembra directa responde a ese desafío.

“En la próxima década debemos producir alimentos en 10 millones de hectáreas adicionales para poder abastecer a la población creciente. Si se tiene en cuenta que las tierras fértiles están todas cultivadas y se tiene que avanzar sobre áreas con mayores riesgos de degradación, la fertilización y la siembra directa son herramientas aptas para atenuar los crecientes problemas de contaminación y deterioro de suelos, aguas y atmósfera”, explica el director del Instituto de Suelos del INTA, Miguel Ángel Taboada.

Adaptada en más del 70 por ciento de la agricultura argentina, la siembra directa (SD) es una técnica basada en el cultivo de la tierra sin arado previo. Así, no se remueven los rastrojos de los cultivos anteriores para asegurar una cobertura permanente del suelo y mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del recurso.

Según estimaciones de la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (Aapresid), en esa vertiginosa carrera hacia otro tipo de agricultura se dejó atrás el sistema de arado milenario y se implementó esa técnica

en alrededor de **90 millones** de hectáreas a escala mundial, entre las cuales 45 millones se encuentran en América del Sur, la mitad en Argentina y la otra mitad distribuida entre Brasil, Paraguay y Uruguay.

Al evitar remover la tierra se garantiza una **menor oxidación de la materia orgánica** y una mayor estabilidad de los agregados del suelo; al conservar su bioporosidad, los canales generados por las lombrices y las **raíces** son **más estables** y permiten mayor ingreso de agua al perfil. Al mismo tiempo, la densa cobertura de rastrojos presente en la superficie protege al suelo del impacto de las gotas de lluvia, **reduce el escurrimiento del agua** y amplía el tiempo de permanencia sobre los residuos para una **mejor infiltración**.

Consultada por la Revista RIA, la especialista en suelos del INTA Paraná, Carolina Sasal, asegura que “la SD apareció como **respuesta técnica** al problema de degradación de los suelos laboreados y erosionados de la región pampeana y su amplia difusión respondió, fundamentalmente, a razones económicas como la reducción en el uso de combustibles fósiles y a su simplicidad operativa”.

A pesar de que su aplicación mejoró las condiciones del suelo y permitió extender la frontera agrícola sobre tierras consideradas de baja aptitud agrícola, la solución no se agota allí. El presidente de la Asociación Argentina de Ciencias del Suelo, José Luis Panigatti, considera que “no hay que pensar que la siembra directa es la panacea, ya que debe complementarse con un



**“LA SUSTENTABILIDAD
DE SISTEMAS BAJO SD
DEPENDE
DE LA SECUENCIA
DE CULTIVOS IMPLEMENTADA”
(CAROLINA SASAL).**

adecuado **plan de rotaciones de cultivos**, fertilización apropiada y darle al suelo la mayor combinación de elementos que permitan conservarlo, ya que de otra manera no se recupera”.

Diversificar para conservar

Desde principios de la década del 90 hubo un avance sostenido de la producción agrícola nacional pero con un marcado **desbalance en la selección de cultivos**: se produjo el desplazamiento de pasturas hacia zonas marginales y se incrementó la superficie destinada al cultivo de soja transgénica que, asociada a la SD, logró trascender la región pampeana hacia áreas marginales con suelos limitados para la agricultura tradicional.

Para los especialistas del INTA, la tendencia al monocultivo no brinda los beneficios ecológicos y agronómicos que aportan las rotaciones, ya que “en el **monocultivo de soja**, hay baja cobertura de residuos en superficie, se reduce la cantidad de macroporos del suelo y su estabilidad. Eso favorece la formación de una estructura laminar que restringe el ingreso de agua al suelo y, en consecuencia, se registran pérdidas de agua por escurrimiento y del suelo por erosión”, explica Sasal.

De acuerdo con el director del Centro de Investigación de Recursos Naturales del INTA, Roberto Casas, la falta de cobertura anual del suelo con ese cultivo se debe a que “la soja aporta un rastrojo rico en nitrógeno que se descompone rápidamente y deja al suelo expuesto a la acción erosiva, lo que es preocupante porque se pierde, aproximadamente, un 0,1 por ciento de materia orgánica por cada centímetro de suelo degradado”.

En esa línea, Taboada, quien también es representante argentino en la Alianza Mundial del Suelo (ver recua-

dro: “Alianza...”), estima que el hecho de que la SD no sea adoptada de la misma forma en otros países podría deberse a que su práctica está asociada directamente con los efectos que produce el monocultivo de soja. Por eso, “es necesario diversificar los cultivos para poder defender este sistema, que es capaz de preservar nuestros suelos y que nos permite producir alimentos económicos y sustentables para una gran parte del mundo”, señala el especialista.

En este sentido, dado que los resultados de la SD y el impacto ambiental que se genera dependen de las secuencias de cultivos que se implementen, la **rotación de cultivos** es clave, ya que mejora el **balance de los nutrientes** y la materia orgánica en los suelos, el **aprovechamiento del agua** y tiene un efecto inhibitorio sobre diversos patógenos (plagas, malezas y enfermedades).

Para Casas, en la labranza conservacionista “las pérdidas de suelo por erosión son inferiores a 2 toneladas por hectárea y por año, muy por debajo del máximo tolerable, que ronda las 10 toneladas por hectárea”. Además, recomienda que la soja se alterne con cultivos de gramíneas (trigo, cebada, centeno o maíz) porque tienen un sistema radicular que genera mejor calidad de la estructura del suelo en superficie.

Al suelo lo que es del suelo

En la Argentina, los principales cultivos extraen unos **4 millones de toneladas de nutrientes** por año y sólo se reponen 1,4 millones por fertilización. Según Taboada, ese balance negativo afecta los rendimientos productivos ya que “por cada tonelada de soja que cosechamos extraemos siete kilos de nutrientes y, si el nitrógeno no se toma de la atmósfera o no lo produce el suelo por mineralización, hay que reponerlo con fertilizantes”.



**“DIVERSIFICAR LOS CULTIVOS
PERMITIRÁ PRESERVAR
NUESTROS SUELOS
Y PRODUCIR ALIMENTOS
SUSTENTABLES
PARA EL MUNDO”
(MIGUEL ÁNGEL TABOADA).**

ALIANZA MUNDIAL POR EL SUELO

El programa fue creado por la FAO con el objetivo de generar ámbitos de discusión y planificación de estrategias que permitan mejorar el estado de conservación de los suelos en el mundo y focalizar la acción en las zonas donde hay mayores riesgos de degradación que comprometan la fertilidad de los suelos.

La primera reunión plenaria que se realizó en junio de este año, contó con la presencia del director del Instituto de Suelos del INTA, Miguel Ángel Taboada, como representante del organismo en el Grupo Latino-América y Caribe (Grulac) en un panel de 27 expertos que participan en la aprobación de buenas normas de uso del recurso.

La asamblea prevé tratar, entre otros puntos, el reglamento, la conformación de un grupo técnico intergubernamental sobre los suelos, con representantes del sector científico y los futuros planes de acción que se centrarán en los siguientes puntos:

- Promoción del manejo sostenible del recurso para su protección, conservación y productividad sostenible.
- Fomento de la inversión, la cooperación técnica y las políticas sobre los suelos.
- Promoción de la investigación y mejoramiento de la cantidad y la calidad de los datos e información edafológica: recolección de datos (generación y su integración con otras disciplinas).
- Armonización de los métodos, medidas y los indicadores para el manejo sostenible y la protección del recurso suelo.



Con rotaciones adecuadas y una densa **cobertura superficial de residuos vegetales** se logran mayores rendimientos de los fertilizantes que son favorecidos por la cantidad del agua que circula por infiltración, una condición que le devuelve al suelo sus aptitudes naturales para **filtrar y regular los ciclos y los nutrientes**.

Para contrarrestar los efectos del control mecánico de malezas en sistemas de labranza, la SD combina el control químico realizado con herbicidas de translocación no residuales aplicados con tecnología de precisión que, si se complementan con un manejo integrado de plagas, permite minimizar la presencia de compuestos químicos en la superficie del suelo.

A su vez, Sasal, explica a RIA que estudios realizados en la estación experimental del INTA Paraná demuestran que “con secuencias de cultivos que incluyan gramíneas, donde la mayor parte del año el suelo está cubierto por cultivos con raíces vivas, hay una mejora en la amortiguación del impacto de los rodados de los implementos agrícolas y en la **conservación de**



la biodiversidad del suelo. También hay menores pérdidas de agua por escurrimiento y, consecuentemente, se reduce la pérdida de nutrientes y plaguicidas”.

En suelos donde hay pendientes pronunciadas y un elevado escurrimiento es necesario que “además de implementar prácticas para mejorar el ingreso de agua al suelo, se complemente la SD con prácticas de sistematización de tierras como la construcción de terrazas y otras medidas para conducir los excedentes hídricos”, indica la investigadora.

SD para ganar mercados

La Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas (FAO) estima que en los próximos años, más del 80 por ciento de las ganancias de productividad tendrán que provenir de la intensificación agrícola. Sin embargo, las prácticas que se utilicen para alcanzar ese objetivo deberán garantizar el uso responsable de los recursos, para lo cual la rotación de cultivos, el uso eficiente de herbi-

cidas y fertilizantes y las prácticas innovadoras de agricultura de precisión serían una buena elección.

Para lograrlo, Casas, considera que el accionar de las instituciones y las políticas en la gestión de recursos naturales es primordial y ejemplifica: “En algunas zonas de la región pampeana, la modalidad de contratos de arrendamiento por varios años exige buena rotación de cultivos, fertilización y la realización de curvas de nivel para un buen control de la erosión”. Por lo tanto, los especialistas subrayan la necesidad de promover la aplicación de la SD, combinada con buenas prácticas agrícolas, que permitan **estabilizar los sistemas de producción** para ser más competitivos sin generar repercusiones negativas en los agroecosistemas.

Más información:

Miguel Taboada
 taboada.miguel@inta.gob.ar
 Roberto Casas
 casas.roberto@inta.gob.ar
 María Carolina Sasal
 sasal.carolina@inta.gob.ar

**“SE PIERDE UN 0,1
 POR CIENTO DE MATERIA
 ORGÁNICA POR CADA
 CENTÍMETRO DE
 SUELO DEGRADADO”
 (ROBERTO CASAS).**



COBAYO INTA

Roedores, bovinos y matemáticas

Un modelo estadístico que desarrolló y validó el INTA para estudiar la calidad de las vacunas bovinas será utilizado como control oficial por el SENASA. Podría ser recomendado para su implementación en el resto de América.

Por Felicitas Terreno

Un mundo globalizado, con fronteras cada vez más difusas y mayores interacciones. El comercio de productos bovinos se ve amplificado aunque en ocasiones existen restricciones a la libre circulación del ganado en relación con el estatus sanitario de cada país y región. En este sentido, tener **ganado sano** es primordial y hoy la **Argentina** da un paso más en su camino hacia un **territorio libre de enfermedades**.

A partir de una serie de investigaciones realizadas por el INTA, el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) fiscaliza de forma **obligatoria** la calidad y eficiencia de los lotes de vacunas que se liberan al mercado.

COBAYOS VS. RATONES

El cobayo (*Cavia porcellus*) es un mamífero roedor originario de la región andina de América del Sur. Alcanza hasta un kilogramo de peso y suele vivir en áreas abiertas. Una cepa de ellos suele utilizarse para experimentación en laboratorios.

En lo que respecta al estudio de la calidad de las vacunas bovinas, el modelo “Cobayo INTA” cumple con el principio de las 3R (reducir, reemplazar, refinar) debido a que usa un número reducido de animales que son sometidos sólo a vacunación, por lo que no existe dolor ni sufrimiento.

“Se eligió un roedor de mayor tamaño que el ratón de experimentación porque se realizan extracciones de gran volumen de sangre para hacer los ensayos y controlar cinco virus al mismo tiempo. Así, no pelagra la vida de este animal”, explica Viviana Parreño del INTA Castelar.

“LA ARGENTINA YA ESTÁ
A LA VANGUARDIA DE ESTA
NUEVA METODOLOGÍA
DE CONTROL DE VACUNAS”
(VIVIANA PARREÑO).

“PRODUCEN RESULTADOS
CONFIABLES Y REPRODUCIBLES
QUE PERMITEN DESARROLLAR
PRUEBAS ESTANDARIZADAS”
(LAURA MARANGUNICH).

“Este control es **inédito**. Por ahora se aplica obligatoriamente a dos virus, el que genera la Rinotraqueítis Infecciosa Bovina (IBR) y Rotavirus Bovino grupo A (RVA), y durante este año se empleará para el virus de Parainfluenza bovina tipo 3 (PI-3). De acá en adelante agregaremos más antígenos hasta llegar a controlar los seis agentes incluidos en las vacunas (Coronavirus, virus de la Diarrea viral bovina y Respiratorio sincicial)”, destaca a la Revista RIA la responsable del Laboratorio de Virus Diarreicos del INTA Castelar, Viviana Parreño.

Lo especial de este modelo es que utiliza un **animal de laboratorio en lugar de la especie de destino** para

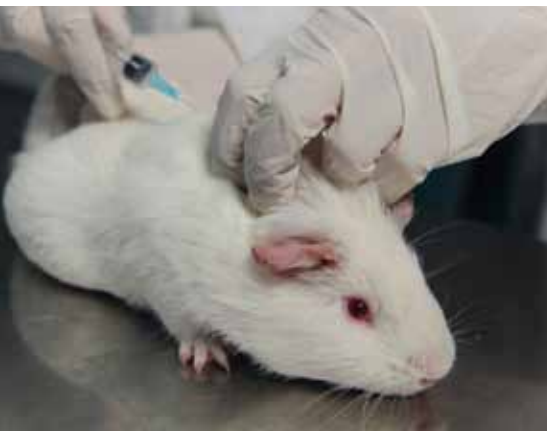
evaluar la potencia de las vacunas. Según explica la estadística que condujo el diseño de validación del modelo y el análisis cuantitativo de los resultados, Laura Marangunich, “la dificultad de contar con animales seronegativos para la mayoría de estos agentes virales y el elevado costo de las pruebas de inmunogenicidad en el hospedador natural plantearon la necesidad de contar con modelos alternativos”.

Así, los investigadores utilizaron cobayos (roedores originarios de América del Sur también llamados “conejillo de Indias” – ver recuadro: “**Cobayos vs. ratones**”) debido a que presentan un alto grado de homogeneidad y, en la mitad del tiempo que los bovinos,

“producen **resultados confiables y reproducibles** que permiten desarrollar pruebas estandarizadas para evaluar comparativamente la potencia de cada lote de vacuna”, resalta Marangunich, quien formó parte del INTA durante 32 años y, ahora jubilada, colabora intensamente con el grupo de investigación y se encuentra comprometida en la mejora de las condiciones sanitarias del país.

Vacunas potentes

Los estudios se basan en un **modelo matemático de dosis-respuesta** que se encuentra relacionado con la concentración de antígeno viral presente



en la vacuna y el nivel de anticuerpos inducido en los animales vacunados. Luego de tres años de estudio, concluyeron que el modelo “**Cobayo INTA**” presentó una concordancia “casi perfecta” con el del bovino para clasificar y predecir la calidad inmunogénica de las vacunas de IBR, RVA y PI-3. A su vez, para las dos primeras también logró determinar su grado de eficacia para proteger parcialmente contra la enfermedad en bovinos vacunados y experimentalmente infectados.

Para Marangunich, este protocolo “es suficiente para evaluar la calidad de las vacunas polivalentes **para todos los antígenos virales** que la compo-

nen, independientemente de tratarse de una vacuna génica, a virus inactivado o vivo atenuado”.

Por su parte, el jefe del Servicio de Virología del SENASA, Eduardo Maradei, comenta a esta publicación que desde su área recomendaron la utilización de la prueba de potencia puesto que observaron que se trataba de un “**modelo validado con respecto al bovino**” y que permitía “realizar los controles de eficacia de manera sencilla y a bajo costo”.

Si bien actualmente son de **validación obligatoria** las vacunas contra IBR y RVA y se encuentra en estudio el PI-3, el organismo de sanidad que-

da a la espera de que el INTA finalice la validación para el resto de las enfermedades bovinas de importancia (ver recuadro: “**Virus controlados**”). “Lo interesante de esto es que el INTA como instituto de investigación desarrolle métodos que el SENASA después pueda incorporar. Si comprobamos que realmente cumplen con los objetivos de control de cualquier otro tipo de vacuna y son validables, estamos dispuestos a analizarlos e incorporarlos como controles oficiales”, sostiene el coordinador.

De hecho, el modelo “Cobayo INTA” fue adoptado oficialmente como control de potencia de vacunas bovinas

SE UTILIZA UN ANIMAL DE LABORATORIO EN LUGAR DE LA ESPECIE DE DESTINO PARA EVALUAR LA POTENCIA DE LAS VACUNAS.

RESOLUCIÓN OFICIAL

En la resolución 598/2012 del Boletín Oficial del 4 de diciembre de 2012 se especifican una serie de procedimientos que regulan la elaboración, importación, exportación, tenencia, distribución y expendio de las vacunas virales inactivadas no vesiculares para bovinos de uso veterinario.

Allí, el artículo 16 advierte que “las vacunas destinadas a prevenir las enfermedades virales no vesiculares de los bovinos ya sean monovalentes o polivalentes, virales exclusivamente, o combinadas con antígenos bacterianos, deben cumplir las exigencias para el registro que se encuentran incluidas en esta reglamentación, las series sucesivas al registro serán muestreadas y se aprobarán con el análisis de inocuidad, esterilidad, físico-químico y potencia. El control oficial se realizará luego de recibidos los controles internos con resultado satisfactorio”.

A su vez, la utilización del modelo “Cobayo INTA” también se encuentra especificada partir del artículo 38 en el cual se anuncia que “los controles de potencia se realizarán en cobayos”, cuyo ensayo se basa en la inmunización de ese animal con dos dosis de vacuna en un intervalo de 21 días. A los 30, se tomará una muestra de suero para realizar los estudios correspondientes, que fueron desarrollados por el INTA y se detallan en el anexo técnico de la resolución.



“ES UN MODELO
VALIDADO CON RESPECTO
AL BOVINO QUE
PERMITIRÁ REALIZAR
LOS CONTROLES
DE EFICACIA DE MANERA
SENCILLA Y A BAJO COSTO”
(EDUARDO MARADEI).

no vesiculares a partir de la **resolución 598/2012** del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación publicado en el Boletín Oficial el 4 de diciembre de 2012 (ver recuadro: “Resolución oficial”).

Así, a partir de este documento, se establece que las vacunas que no cumplan con los niveles mínimos de respuesta inmunitaria **no podrán liberarse al mercado**, lo que obliga a las empresas a mejorar sus procesos de elaboración y al país optimizar sus campañas de control y la calidad de sus herramientas sanitarias.

En este sentido, Parreño informa que el INTA ofrece “cursos de **capa-**

citación destinados a las empresas para que pongan a punto sus técnicas de control” y espera que en un futuro próximo se puedan **auditar todas las vacunas que se lancen al mercado**, para lo cual sería necesario que el Instituto de Virología del INTA contara con las herramientas para convertirse en un laboratorio de referencia que provea paneles de sueros, vacunas y ensayos diagnósticos normatizados. “Solicitamos un subsidio al Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC) de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica para adquirir el equipamiento y contar con los recursos para finalizar las validaciones para

el resto de las enfermedades y poder **darle al SENASA la capacidad de control total sobre las vacunas virales** que se quieran comerciar”, explica la investigadora.

Las enfermedades respiratorias, reproductivas y neonatales a las que hace alusión la normativa son endémicas en la región y tienen gran impacto en la producción ganadera del país.

Por ejemplo, la rinotraqueítis (provocada por el herpesvirus bovino 1) es una enfermedad respiratoria, reproductiva y eventualmente neurológica que afecta al ganado doméstico y silvestre. Sin embargo existe la posibilidad de implementar campañas de control que mejoren el estatus sanitario de la región y aumenten la capacidad de comercialización de los productos pecuarios. Y en esto la Argentina va un paso adelante.

Guía CAMEVET

La metodología se presentó ante la Fundación **PROSAIA**, una ONG que busca garantizar la permanencia de los productos argentinos en los mercados mediante acciones que generen una mayor competitividad del sector. Luego, esa guía de recomendaciones se elevó al Comité de las Américas de Medicamentos Veterinarios (**CAMEVET**) que depende de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) y está compuesto por alrededor de **30 países** de América para facilitar la armonización de normas, registros y controles de medicamentos veterinarios entre los países miembros.

Según comenta Parreño, “la exposición de la investigadora Virginia Barros, que asistió en representación





VIRUS CONTROLADOS

Entre las vacunas a controlar de aquí en adelante por el SENASA mediante el modelo “Cobayo INTA”, se incluyen aquellas que contengan alguno de los siguientes antígenos virales:

- Herpes virus bovino tipo I (BoHV-1): se trata del agente causal de la Rinotraqueitis Infecciosa Bovina (IBR), una enfermedad que se caracteriza por síntomas clínicos en el árbol respiratorio superior (rinorrea purulenta y conjuntivitis) y, ocasionalmente, en el genital (vulvovaginitis pustular y balanopostitis).
- Herpes virus bovino tipo V (BoHV-5): es el agente causal de la meningoencefalitis, una condición de baja morbilidad y letalidad alta que afecta principalmente al ganado vacuno de hasta ocho meses de edad. Ocasiona temblores, bruxismo, postración y muerte.
- Virus de la Diarrea Viral Bovina (VDVB): se trata de una infección del ganado que puede provocar abortos, infertilidad e inmunosupresión. El bovino presenta úlceras en la boca y en el tubo digestivo y diarreas hemorrágicas.
- Rotavirus bovino grupo A (RVA): actualmente es el principal agente patógeno productor de diarreas en terneros menores de tres semanas de vida, en todo el mundo. La edad de máxima susceptibilidad se registra entre los 2 y 19 días de edad y se transmite principalmente por la vía fecal-oral.
- Virus Parainfluenza Bovina tipo 3 (PI-3): genera problemas respiratorios y se caracteriza por fiebre, lagrimeo, descarga nasal, depresión, dificultad respiratoria y tos. Cuenta con una alta morbilidad y baja mortalidad.
- Virus respiratorio sincicial bovino (VRSB): es la causa de una neumonía viral primariamente en ganado bajo los 6 meses de edad, en terneros de un año y ganado adulto.
- Coronavirus bovino (CoVb): está asociado a tres síndromes clínicos diferentes: síndrome diarreico neonatal del ternero, disentería de Invierno e infecciones respiratorias en vacas, incluida la Fiebre de Embarque.

del SENASA, fue tan positiva que se creó una **comisión especial** de países (compuesta por Estados Unidos, Brasil, Chile y Colombia) para tratar la guía sobre IBR. Hoy ese grupo de trabajo es coordinado por la Argentina ya que está a la vanguardia de esta nueva metodología de control de vacunas”. Si el texto fuera aceptado, se convertiría en una guía CAMEVET, o sea, una guía de recomendaciones aceptadas por la OIE.

“En 2012 participamos nuevamente del foro y presentamos la guía para PI-3 que será evaluada por la misma comisión que estudia la de IBR y esto es un plus porque nosotros queríamos que este modelo funcionara en nuestro país pero si se extiende más allá, mucho mejor”, afirma la coordinadora técnica del área de Investigación y Desarrollo de INCUINTA.

Sin embargo no es la única ocasión en la que un desarrollo de la Argentina se convierte en ejemplo de otros de la región. El Centro de Virología Animal (Cevan) del CONICET desarrolló una prueba de potencia indirecta a partir de un kit ELISA para el control de la vacuna anti-aftosa que fue validada por SENASA y adoptada como técnica oficial de control.

Para Maradei, “**el modelo ‘Cobayo INTA’ tiene un buen futuro** porque puede ser aplicado de manera sencilla y eficaz”, a la vez que destaca el trabajo conjunto del INTA y del SENASA, ya que el primero desarrolla e investiga nuevos modelos y el segundo los aplica como controles oficiales. “Es un camino que tenemos que intensificar ya que da frutos y garantías para todas las explotaciones ganaderas del país”, asegura.

Asimismo, Parreño, cree que este desarrollo tecnológico en el que trabajaron ambas instituciones logró que las **vacunas argentinas** tuvieran un **dato de potencia**. “Esto fue un quiebre en la sanidad animal del país y si podemos lograr que también sea una recomendación para toda América, entonces el modelo ‘Cobayo INTA’ habrá llegado más lejos que lo que habíamos soñado al desarrollarlo”.

Más información:

Viviana Parreño
 vparreno@cnia.inta.gov.ar
 Eduardo Maradei
 aftosa@senasa.gov.ar



IDENTIDAD CULTURAL

La construcción colectiva de la calidad

El INTA acompaña el desarrollo de proyectos que buscan diferenciar y agregar valor en origen a los productos. Desde el chivito patagónico o el salame de Colonia Caroya, pasando por el cordero mesopotámico, hasta el melón de Media Agua, un recorrido por experiencias que marcan la diferencia.

Por Cecilie Esperbent

Cientos de productores, a lo largo y ancho del país, se esfuerzan por diferenciarse e identificarse como proveedores de alimentos y productos de calidad certificada. El INTA acompaña el desarrollo de proyectos que buscan distinguir producciones marcadas por su lugar de procedencia y el proceso que permite elaborarlas.

Son productos con **características únicas**, resultado de la combinación de recursos naturales locales (suelo, relieve y clima) con **tradiciones culturales** (conocimientos especializados que se transmiten por generaciones) en

una zona determinada, que generan un vínculo entre el producto, el territorio y su gente.

En la Argentina, la Ley Nacional Nº 25.380 (y su modificatoria, la Ley 25.966) define a la **Indicación Geográfica** (IG) como “la designación que identifica un producto como originario del territorio de un país, de una región o localidad, cuando determinada calidad u otras características del producto son atribuibles fundamentalmente a su origen geográfico”. En cuanto a la **Denominación de Origen** (DO), establece que es el sello que sirve para

“distinguir un producto originario de una región, provincia, departamento, distrito, localidad o área del territorio nacional, cuyas cualidades o características se deban exclusiva o esencialmente al medio geográfico, comprendidos los factores naturales y humanos”.

Para el especialista del INTA en sistemas de gestión de la calidad para la valorización de productos agroalimentarios, Marcelo Champredonde, la articulación entre actividades sociales y productivas movilizadas a partir de la valoración de la **identidad local y la cultura**, implícitas en la denominación



**“ESTAS CERTIFICACIONES
PUEDEN CONVERTIRSE EN
HERRAMIENTAS PARA LA
PROMOCIÓN DEL
DESARROLLO TERRITORIAL”
(MARCELO CHAMPREDONDE).**

de origen, genera una sinergia en las actividades desarrolladas en la región que refuerzan las interacciones entre los espacios rurales y urbanos.

“Las DO pueden ser una herramienta y sirven para la valorización de los recursos locales, genéticos y materias primas específicas, saberes, herramientas e instalaciones particulares del territorio. Además, permiten reconocer el patrimonio y la (re)construcción de la identidad territorial”, señala Champredonde y agrega: “Aportan un nuevo horizonte a la sostenibilidad del sistema”.

El creciente interés por el uso e implementación de este tipo de herramientas se debe a las posibilidades que ofrecen para promover y preservar las especificidades territoriales expresadas en un producto y, sobre todo, que el consumidor pueda diferenciarlos.

“Sin dudas, estas certificaciones pueden convertirse en herramientas para la promoción del desarrollo territorial, ayudan a proteger la imagen, afianzar la identidad de los habitantes de un determinado espacio geográfico, a partir de la reivindicación de una cultura y el rescate de **saberes locales y ancestrales**, en algunos casos”, asegura el técnico del INTA.

La construcción tanto de una indicación geográfica como de una de-

nominación de origen, incentiva a los productores por la obtención de un reconocimiento social, por la promoción de una actividad con calidad certificada y por la posibilidad de un incremento de sus ingresos debido al agregado de valor en origen que implican. Para obtenerla, es necesario incorporar una serie de recursos técnicos y de gestión que abarcan desde un **protocolo** hasta la organización del territorio.

**Nexo entre el saber hacer
y la cultura**

Según la especialista en indicaciones geográficas del Programa de Gestión de Calidad y Diferenciación de Alimentos (Procal) del Ministerio de Agricultura de la Nación, Elena Schiavone, los alimentos con identidad territorial se convierten en el vínculo más fuerte entre los espacios rurales y la sociedad en general, ya que “conectan a los consumidores con un lugar o región, con la gente que los produce, con un pasado y con un futuro”.

Las IG son un signo distintivo, dentro de la propiedad intelectual, que sirve para diferenciar un producto frente a otros similares de su mismo tipo, y comunican el atributo derivado del origen geográfico. “El nombre de un lugar geográfico sirve para identificar un producto cuyas características diferen-



CALIDAD GARANTIZADA

La denominación “Lana Camarones” fue otorgada en 2005 por el gobierno de Chubut a productores organizados en la Asociación Civil Abierta Lana Camarones, conformada por 11 establecimientos ganaderos que producen más de 120.000 kilos de lanas finas y superfinas. Los productores certificaron sus lanas con esta DO, en una zona delimitada y bajo normas de producción protocolizadas. La incorporación de tecnologías de proceso sustentable y manejo racional permitió producir y a su vez preservar los recursos naturales.

Las zafras de lanas, se clasifican utilizando tecnologías de última generación, como el Analizador Óptico de Diámetro de Fibra (OFDA) a partir del que se obtienen lotes diferenciados: Ultra Fina de 15,6 micras, 16,1 micras y 16,77 micras de diámetro medio. Cada categoría reúne parámetros mínimos de calidad establecidos por el Protocolo de Producción de la DO en cuanto a rinde al peine, largo de mecha, resistencia a la tracción, contenido de material vegetal, color, brillo y fibras coloreadas o pigmentadas.

Los productos deben reunir requisitos mínimos de calidad de medición objetiva, que son analizados y certificados por el Laboratorio de Lanas del INTA en Rawson (Chubut), acreditado por la International Wool Textile Organisation.

ciales se deben a factores naturales y/o humanos y admite que una parte del proceso no transcurra en el mismo lugar. Un ejemplo claro es el salame de Colonia Caroya, en la provincia de Córdoba. La materia prima se adquiere fuera de la zona geográfica; su calidad diferencial está en la receta, en la elaboración característica de esa localidad cordobesa”, explica Schiavone.

En cambio, las DO responden a características que se deben exclusivamente al origen geográfico. “Aquí, todo el proceso, desde la materia prima hasta el producto final, se elabora en una misma zona geográfica. Un buen ejemplo es el **chivito criollo** del Norte neuquino”, sostiene la especialista.

En el país, ambas certificaciones (IG y DO) están reguladas por la Ley 25.380, que cubre todos los productos agrícolas y alimentarios. Garantizan al consumidor que el producto es genuino, proviene de la zona de la cual lleva el nombre y contiene las características vinculadas con el origen geográfico que fueron registradas.

En este sentido, la calidad vinculada al origen (tipicidad, historia del producto y su carácter distintivo asociado a factores naturales o humanos, como el suelo, el clima, los conocimientos locales o las tradiciones) tiene particular relevancia para el **desarrollo rural**.

Una mirada regional

Desde 2007, la Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas (FAO) y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) se enfocan en promover la generación y el intercambio de información sobre los procesos de calificación de las indicaciones geográficas en los países latinoamericanos.

Para el especialista en agronegocios y agroindustria rural del IICA con sede en la Argentina, Hernando Riveros, “obtener esta certificación denota calidad. Para ello, se valoran una serie de características definidas colectivamente por los productores y relacionadas con sus prácticas tradicionales, los recursos locales y el esfuerzo de la organización local”.

Si bien esta distinción representa un beneficio para los productores y los consumidores, “la denominación y el sello deberían ser vistos como medios que contribuyen al desarrollo local y no sólo como instrumentos que apoyan el posicionamiento de los productos en nichos de mercado”, destaca Riveros.

Según el proyecto “Calidad de los alimentos vinculada al origen y las tradiciones en América Latina y el Caribe”, de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), en el que también

“LA DENOMINACIÓN Y EL SELLO DEBERÍAN SER VISTOS COMO MEDIOS QUE CONTRIBUYEN AL DESARROLLO LOCAL” (HERNANDO RIVEROS).

**LAS IG Y DO
SON DOS VERSIONES
DE UN SELLO COLECTIVO
QUE CERTIFICA LA CALIDAD
PARTICULAR DERIVADA
DEL ORIGEN GEOGRÁFICO
DEL PROCESO
DE ELABORACIÓN.**

cooperó el IICA, en América Latina existen numerosos productos tradicionales con fuerte identidad territorial. El planteo incluye un proyecto de apoyo a iniciativas piloto en la Argentina, Brasil, Costa Rica, Chile, Ecuador y Perú para fortalecer la implementación de esta herramienta de protección de los alimentos con calidad específica vinculada a su origen.

En esta línea, Riveros rescata y valora el potencial de la aplicación de las IG: como facilitadoras de la diferenciación de los productos, como el Café de Colombia, los cafés centroamericanos y el pallar de Ica; como promotoras del desarrollo de productos de calidad en **territorios marginales**, como el chivito criollo del Norte de Neuquén; como revalorizadoras del territorio mediante el reconocimiento de organizaciones, de prácticas de cría, cultivo o transformación, del patrimonio cultural, el chivito argentino y el guaraná de Maués (Brasil).

Rescatar lo autóctono

El chivito criollo del Norte neuquino fue el primer alimento de la Argentina con protección de origen. Le siguió

EL MÁS DULCE ES DE SAN JUAN

En la localidad de Media Agua (San Juan) más de 100 agricultores familiares, por primera vez, se juntaron para definir las características particulares del melón que allí producen. La reconstrucción colectiva se definió en base a las características naturales y geográficas y de las personas que los cultivan.

Con este dato como base, la agencia de extensión Media Agua del INTA junto con el municipio local, organizaciones de productores, la Provincia de San Juan y el PROCAL acompañan el proyecto de indicación geográfica como una herramienta para el impulso del desarrollo territorial y el agregado de valor en origen.

Las condiciones de temperatura y tipo de suelo, sumado al saber cultivar de la comunidad le imprimen al fruto características únicas: un melón grande, aromático, muy dulce, de textura firme y muy jugoso. Los melones son cultivados en zonas de antiguas lagunas, de tierras franco arcillosas o limosas, en un clima desértico con grandes amplitudes térmicas. Las plantas son regadas con agua de deshielo de la cordillera de Los Andes.

Luego de más de dos años de trabajo y de múltiples talleres realizados con los productores de la región, el proyecto para la obtención de la identificación geográfica está en plena marcha. Hasta el momento cuentan con la definición del nombre, de las características físico-químicas que lo diferencian de otros y el protocolo de producción.

Lana Camarones, un proyecto que puso en valor la producción de lana fina y superfina proveniente de la localidad de Camarones, Chubut (ver recuadro: “**Calidad garantizada**”).

Ambos se destacan porque presentan características diferenciales comparados con otros similares hechos en otras zonas geográficas.

En la actualidad, en la zona Norte de la provincia de Neuquén, más de 1.500 familias de pequeños productores se dedican a la crianza extensiva de caprinos. La aprobación de la DO es la etapa final de un minucioso trabajo que realiza desde hace cinco años el Consejo Asesor de la DO integrado por productores y comercializadores de chivitos criollos, acompañados por el INTA, el Ministerio de Desarrollo Territorial y los municipios de la zona.

Al respecto, el jefe de la agencia del INTA en Chos Malal (Neuquén), Carlos Reising, sostiene que “los productores del norte neuquino asumen como compromiso el seguimiento de estrictos protocolos de calidad y usos tradicionales de esta producción caprina”.

La cría extensiva de los animales en los campos de cordillera, la diversidad

de ambientes que presentan las montañas de la región, la disponibilidad de abundantes manantiales, el clima agreste y el desplazamiento regular y cíclico entre las zonas de pastoreo, brindan un escenario único que modeló, junto con la atenta selección de los crianceros, a la raza caprina criolla neuquina, reconocida ahora a escala nacional con la DO del “Chivito Criollo del Norte Neuquino”.

En esta misma línea, el cordero mesopotámico también busca una certificación de calidad que lo diferencie en el mercado. Allí, más de 6.000 productores del Sur de Corrientes y Norte de Entre Ríos, trabajan junto al INTA para caracterizar la **agroecología de la zona**, de los sistemas productivos y de sus carnes. Para apoyar esta iniciativa se implementa un proyecto del Fondo de Cooperación Técnica del IICA de carácter regional, en el que participa también la EMBRAPA de Brasil.

De acuerdo con el jefe del INTA Curuzú Cuatiá (Corrientes), Luis Rivero, las conclusiones de los últimos talleres realizados entre productores y técnicos apuntan a “la indicación geográfica como una herramienta que los ayudará en la rentabilidad, continui-



**“LOS ALIMENTOS CON IDENTIDAD TERRITORIAL CONECTAN A LOS CONSUMIDORES CON UN LUGAR O REGIÓN, CON LA GENTE QUE LOS PRODUCE, CON UN PASADO Y CON UN FUTURO”
(ELENA SCHIAVONE).**

dad, contar siempre con mercados, mejora de los campos, mantener la tradición, promover el consumo, contar con frigoríficos, mejorar el poder de negociación en la comercialización y saber organizarse”.

El cordero típico de esa región, es de las razas Corriedale, Romney Marsh, Ideal y sus cruza. Es criado en sistemas extensivos a campo natural (con pasto) y es comercializado de los 5 a 6 meses cuando alcanza un peso menor a 25 kilogramos.

El valor del saber local

La construcción de estas certificaciones de calidad permitió la articulación de los actores de un territorio detrás de una iniciativa participativa y consensuada. Esta iniciativa integra instituciones políticas, educativas y de desarrollo, al tiempo que fortalece la identidad local.

“Para hablar de IG debemos poner el foco en que se trata de un producto que posee una calidad específica originada fundamentalmente por el territorio del cual proviene, que se identifica por los saberes locales”, señala Champredonde y ejemplifica: los

salames producidos en Colonia Caroya pueden ser identificados porque “tienen un conjunto de características sensoriales y de apariencia comunes, que los identifica y los diferencia de salames producidos en otras zonas”.

En 2008, como respuesta a la reputación y prestigio que adquirió el salame de Caroya en los mercados nacionales, el municipio y el INTA junto con los elaboradores locales iniciaron el proceso de construcción de una certificación que valide la diferenciación. Luego se sumaron otras instituciones como el INTI, la Universidad de Quilmes, el Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural (RIMISP) y la FAO. También colaboraron en este proceso el Procal y el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INRA) de Francia.

“El proceso de diferenciación se inició con un diagnóstico que permitió identificar los principales factores territoriales que le confieren tipicidad al producto”, explica el técnico del INTA y agrega: “Se destacaron la presencia de saberes empíricos reflejados en la elaboración del salame (conocimiento de la receta, la elección del tipo y calibre de la tripa y la selección de cortes

y separación de nervios de la carne de cerdo y vacunos) y en el proceso de maduración (estimar la humedad superficial del salame y la regulación de la humedad ambiente y la temperatura del sótano)”.

Estos caracteres son los más difíciles de aprender, debido a que comprenden desde las técnicas más antiguas de colocar brasas para secar o bolsas mojadas para humedecer el ambiente y la gestión de la ventilación natural, hasta la moderna implementación de climatizadores.

El rol del “consumidor conocedor” no es menor: el saber degustar no se limita a la apariencia y las características como sabor, consistencia, nivel de humedad, sino también a la implementación de prácticas como el corte de rodajas y la combinación con alimentos acompañantes como el pan casero y el vino local.

Más información:

Marcelo Champredonde,
champredonde.marcelo@inta.gob.ar
Elena Schiavone,
eschiaivone@hotmail.com
Hernando Riveros,
hernando.riveros@ijica.int

POLÍTICAS AGRARIAS

“La mirada integradora de las ciencias es clave”

En una entrevista exclusiva con la Revista RIA, el especialista argentino en sociología agraria, Osvaldo Barsky, destaca la articulación interdisciplinaria como estrategia fundamental para la construcción de políticas públicas.

Por Pablo María Sorondo

“En una institución como el INTA, el debate está inscripto en las relaciones entre las ciencias básicas y las aplicadas. Hay que saber aprovechar este momento para poner en marcha los desafíos tecnológicos más importantes”.

¿Qué tienen en común el célebre Carlos Gardel con la historia del desarrollo de las políticas agropecuarias en la Argentina? La respuesta es Osvaldo Barsky, quien además de haber escrito una de las más destacadas biografías del cantor junto a su hijo Julián, es autor de una larga serie de estudios agrarios focalizados en el país y América Latina.

Investigador principal del CONICET y actualmente miembro del área de Educación Superior de la Universidad de Belgrano (donde dirige la maestría de estudios sociales agrarios), Barsky no se define como sociólogo por más que su título de posgrado sea en **sociología rural**. Es partidario de los análisis interdisciplinarios y considera que no es posible comprender la dinámica del desarrollo agropecuario desde una sola dimensión. “La pro-

blemática agraria no se agota en una recorrida de por sí compleja a los elementos propios de la configuración agraria”, sostiene, debido a que “no se pueden entender los **procesos** si uno no ve su **desarrollo histórico** y cómo se van construyendo en el tiempo”.

Vivió nueve años en Ecuador y trabajó en Quito como director de investigaciones de FLACSO. Además, se desempeñó como coordinador académico del Fondo de Mejoramiento de la Calidad Educativa (FOMECE) y coordinador del Área de Acreditación de Posgrados de la CONEAU. Es profesor de posgrado en las universidades nacionales de Luján y La Plata y en FLACSO. Desde la editorial Teseo y el Área de Estudios Agrarios de la Universidad de Belgrano, coordina una colección sobre la historia del agro pampeano, que lleva seis tomos publicados y otros cuatro se encuentran ahora en edición.

De acuerdo con Barsky, “es fundamental la **integración** de las ciencias, incluso más allá de lo estrictamente tecnológico, en procesos reales alrededor de temáticas espe-

cíficas, con equipos verdaderamente **interdisciplinarios** que sirvan de base para generar **políticas agrarias adecuadas**”.

¿Cuáles son los aportes de los estudios sociales a las ciencias duras?

Un trabajo independiente desde las ciencias sociales puede dar una **visión integral** de las problemáticas y trabajar más finamente la interacción entre lo **privado** y lo **público**, mostrando los senderos de cómo, objetivamente, los procesos se empatan con las necesidades de los productores y los avances de la ciencia. También permite ver cómo las políticas públicas oscilan hacia uno u otro lado, a veces dándole más importancia a lo público con respecto a las instituciones privadas y, otras, subestimando su relevancia. Es algo cíclico y constituye un problema, porque impide que la continuidad de esa articulación la convierta en algo virtuoso y de largo plazo.

Precisamente, en ese espacio de encuentro de los organismos públicos

“CADA PAÍS DEBE HACER UN DISEÑO INSTITUCIONAL DE SU CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ACUERDO CON EL ESTADIO DE DESARROLLO EN QUE SE ENCUENTRA”.

“ES FUNDAMENTAL LA INTEGRACIÓN DE LAS CIENCIAS Y QUE SIRVAN DE BASE PARA GENERAR POLÍTICAS AGRARIAS ADECUADAS”.

con otras instituciones se inscribe la noción de gobernanza.

Sí, es un tema que se discute mucho ahora en América Latina: el concepto de **gobernanza** entendido como algo más que políticas de gobierno. Es la idea del acuerdo de los actores que tienen que ver con una problemática particular, que permite diseñar políticas que contemplen los intereses de ese conjunto y que gocen de **consenso**. Y esto tiene una enorme importancia, porque la realidad es dinámica. No se trata de entender fotos sino la película, donde los **actores** se están moviendo constantemente de una situación social a otra. Por lo tanto los encasillamientos, los clichés y las “murallas chinas” que se ponen entre una categoría y otra, por muchas décadas hicieron muy difícil entender estos procesos de **diferenciación social** y llevaron a visiones absolutamente **esquemáticas** de la estructura agraria latinoamericana.

¿Por ejemplo?

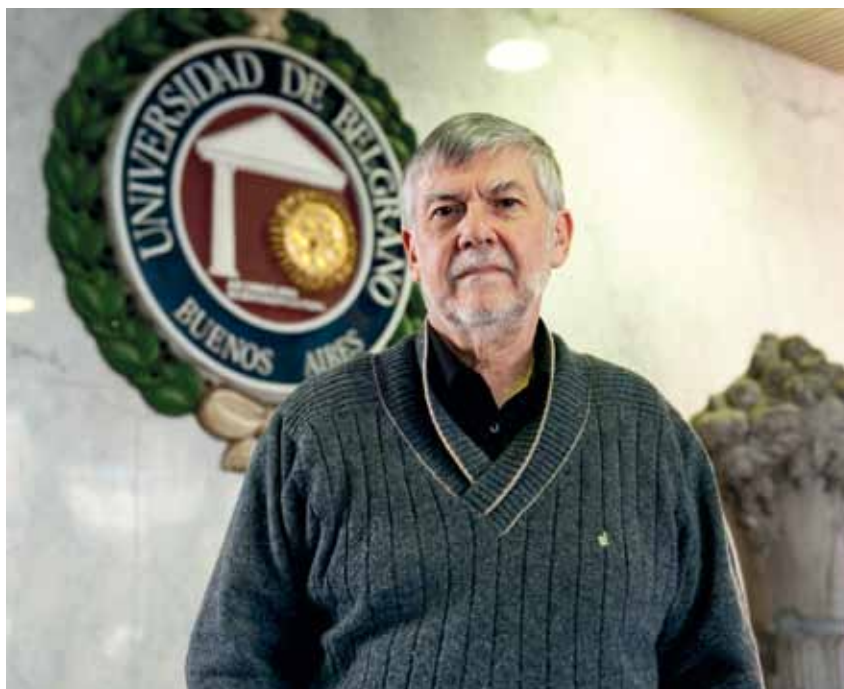
Si bien las **visiones tradicionales** del agro argentino han sido cambiadas, con un proceso de **ruptura** y revisión iniciado por Halperín Donghi, hay ideas que persisten a lo largo del tiempo y aún determinan una visión colectiva de qué es el agro. La gente encuentra en ellas las mismas cosas que ya tiene en su cabeza y entonces las confirma: que siempre hubo **terratientes** ricos y malos y siempre hubo **arrendatarios** pobres y buenos. Esas nociones tienen un grado de verosimilitud, pero de ningún modo reflejan la historia del agro argentino ni de lo que es hoy. Para quienes no han seguido la complejidad del agro, su diversidad, los extraordinarios cambios técnicos, qué significan los procesos de acumulación de capital en concreto, cuesta mucho salir de los discursos rígidos. Ese desconocimiento termina generando dificultades para la comprensión de los problemas agrarios. Por eso

**NO ES POSIBLE
COMPRENDER LA DINÁMICA
DEL DESARROLLO
AGROPECUARIO DESDE
UNA SOLA DIMENSIÓN.**



“La mirada integradora de las ciencias es clave”

**“LA ARGENTINA PUEDE
DESARROLLAR POLÍTICAS
ESTRATÉGICAS PARA
CONSOLIDAR LOS PROCESOS
DE AGREGADO DE VALOR
CON LOS PROCESOS
QUE PROMUEVEN LA
SOBERANÍA ALIMENTARIA”.**



cuando surgen conflictos aparecen las estigmatizaciones y verdaderas dicotomías, **fracturas de pensamiento**.

¿Por qué considera que el imaginario colectivo puede llegar a impactar en la comprensión de los problemas agrarios?

El conocimiento histórico de los procesos concretos tiene una enorme importancia porque las **ideas**, cuando se corporizan, se convierten en **políticas**. Y si los diagnósticos no son correctos, se puede terminar con políticas ineficaces. Hoy es imperioso tener buena información, **estadísticas confiables**, profesionales que trabajen desde diversas áreas y un **mundo académico sólido**. Esto implica un funcionamiento acorde de los organismos estatales, en colaboración con los privados que puedan hacer sus aportes, porque las visiones se complementan. Entonces, la mirada integradora de las ciencias sociales es clave.

¿Cómo llegan las ciencias sociales a interactuar con otras disciplinas científicas más modernas que se relacionan con el sector, como las biotecnologías?

Esto es una discusión muy pertinente para el INTA. Debe destinar un gran

esfuerzo a toda la **adaptabilidad** de la **tecnología** disponible, que se puede hacer con rapidez y tiene un efecto enorme. Cada país debe hacer un diseño institucional de su ciencia y tecnología de acuerdo con el estadio de desarrollo en que se encuentra. Cuando se habla de **valor agregado**, ¿de qué se habla si no de la aplicabilidad del desarrollo científico-tecnológico? Esto requiere poner los recursos ahí.

¿Estas discusiones son útiles para dirimir la asignación de recursos presupuestarios en el campo de las ciencias?

Por supuesto. En un organismo como el INTA, el debate está inscripto en las relaciones entre las ciencias básicas y las aplicadas. El Instituto, más allá de avatares, ha mantenido una estructura y una lógica de funcionamiento que ha logrado superar diversos peligros. Entonces hay que saber aprovechar este momento para poner en marcha los **desafíos tecnológicos** más importantes. Lo que se debe hacer es definir, en la lógica institucional, un plan de desarrollo científico-tecnológico para el agro argentino y, dentro de eso, el INTA se hace responsable de algunos desafíos y con determinados ejes. Esto es integralidad de diseño de política. Y la política institucional en

organismos como el INTA está estrictamente vinculada a esta lógica.

¿Son compatibles las estrategias que buscan consolidar procesos de industrialización y agregado de valor de manera intensiva con otras propuestas de desarrollo territorial que priorizan la equidad por sobre lo competitivo?

En nuestro país tenemos un privilegio increíble, que es la posibilidad de armonizar esas dos formas. La Argentina puede desarrollar estrategias políticas para consolidar los procesos de agregado de valor con los procesos que promueven la **soberanía alimentaria**, por ejemplo. En la medida en que se genera más riqueza, el agro, en este contexto internacional, sería uno de los grandes ganadores. Lo que hay que hacer es **impulsar a los productores**. Que siembren, produzcan y que a partir de eso se generan políticas y reglas transparentes.

Más información:

Osvaldo Barsky
osvaldo.barsky@gmail.com
Es Magister en Sociología Rural, consultor de distintos organismos internacionales (OEA, FAO, BID, Banco Mundial, FIDA, Unesco, RIMISP), investigador principal del CONICET y miembro del área de Estudios Agrarios de la Universidad de Belgrano.

Pastillas

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

Nanoporos nacionales

Por primera vez en el país se fabrican **nanoporos** para el sensado de ADN y proteínas que permiten una caracterización precisa y rápida de este tipo de macromoléculas.

Investigadores del INTA y del CONICET crearon, mediante dos técnicas diferentes aplicadas sobre una oblea de silicio, un pequeño orificio de unos **15 nanómetros** (nm) de diámetro para el traspaso de ADN que permitirá **secuenciar macromoléculas biológicas**. Este tipo de desarrollo nanotecnológico involucra distintas áreas de la ciencia y puede ser llevado adelante gracias al trabajo interdisciplinario de diferentes instituciones a las que se suman la UTN, la UNL y la UBA.

Alternativa para mejorar la leche

El INTA Rafaela desarrolló una alternativa para mejorar significativamente la eficiencia industrial de transformación de la leche en productos lácteos. Para elaborar la misma cantidad de queso bajo estándares de protocolo similares, es posible **mejorar un 15 por ciento la eficiencia industrial de la leche** al incorporar a la genética de las vacas Holando, las virtudes de las Jersey. Con el producto de la **cruza** entre ambas razas se puede obtener "un mejor precio, debido a las bonificaciones que aplican las empresas por el contenido de sólidos útiles, en especial el de proteína", señaló el investigador del INTA Rafaela, Eduardo Comerón.

Ciencia + Agro

El **INTA** creó un área de **comunicación científica** para acercar la ciencia a la sociedad y así mejorar su calidad de vida y productividad mediante la difusión de las últimas investigaciones en materia agropecuaria. Este acercamiento también se establece a partir de **otros productos** facilitados por las Tecnologías de Información y Comunicación (**TIC**) como secciones especiales dentro de los sitios web de INTA Informa y Revista RIA.

Asimismo, desde la Gerencia de Comunicación e Imagen Institucional del INTA se comenzaron a implementar campañas de difusión de contenidos científicos y técnicos desde las cuentas de **Facebook** y **Twitter**.

Estrés porcino

Investigadores del **INTA** evaluaron por primera vez en el país la incidencia del **gen RYR1** que es una mutación puntual en la cadena de **ADN** de los cerdos causante del **síndrome de estrés** porcino que eleva los índices de mortandad y provoca una pérdida de la calidad de la carne.

El investigador del INTA Marcos Juárez, Sebastián Marini, indicó que los datos extraídos sobre porcinos híbridos nacionales fueron comparados con los brasileros y se determinó que "aquí hay mucha incidencia de este gen y esto se debe a que los productores, cabañeros y empresas que venden reproductores desconocen su presencia y los efectos negativos que se trasladan a los frigoríficos y a las góndolas".



Hongos benéficos

Investigadores del INTA Bariloche identificaron que las plantas cultivadas en viveros tardan un año en desarrollar **micorrizas de forma natural**, luego de reducirse el aporte de nutrientes por fertirrigación que se aplica en los invernaderos. El estudio se realizó sobre plántulas de la especie forestal nativa **Nothofagus nervosa** (comúnmente llamada "raulí") una de las especies con **mayor valor productivo**. La investigación, en la que participan investigadores del CONICET y del Centro Regional Universitario Bariloche (CRUB), forma parte de estudios que tienen por objetivo identificar las **condiciones óptimas** de cultivo del raulí para su posterior implantación y adaptación en el campo.



Tierras elegibles para cultivos forestales según el protocolo de Kyoto en dos partidos de la provincia de Buenos Aires, Argentina

LUPI, A.M.¹; ANGELINI, M.¹; FERRERE, P.²

RESUMEN

Este artículo informa sobre la disponibilidad de tierras para proyectos forestales en el marco del Protocolo de Kyoto (PK), en los partidos de Guaminí y Daireaux, SO de la provincia de Buenos Aires, Argentina. La información es de utilidad para la planificación y el desarrollo de proyectos forestales en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) incluido en PK. Para la cuantificación se emplearon imágenes Landsat de los años 1988, 1989 y 2008 y CBERS-2B del año 2009, la base de datos e imágenes del Inventario Forestal Nacional y los registros de relevamientos de forestaciones realizadas a campo. Se compararon las coberturas de uso del suelo de las imágenes de los años 1989 y 2008. La superficie cubierta con bosque se clasificó como áreas no elegibles y la superficie restante como tierras elegibles que, a su vez, se diferenciaron en: 1) tierras elegibles sin restricciones por la presencia de suelos *Udipsament típico* y *Hapludol éntico* donde se obtienen crecimientos forestales promisorios y son áreas que no compiten con el uso agrícola y, 2) tierras elegibles con restricciones al uso forestal como consecuencia de la competencia por otros usos de la tierra o por limitaciones edáficas. Los resultados indican que los partidos de Guaminí y Daireaux poseen una superficie de tierras elegibles de 47.021 ha. La superficie elegible con restricciones es de 314.737 ha en Daireaux y 424.456 ha en Guaminí. Las tierras no elegibles alcanzan una superficie de 8.573 ha.

Palabras clave: elegibilidad de tierras, mecanismo de desarrollo limpio (MDL), forestación, Pampa arenosa.

ABSTRACT

*This article reports the amount of land available that can be used only for forestry projects under the Kyoto Protocol (KP), Daireaux and Guaminí districts, Buenos Aires Province, Argentina. The information is valuable to potential investors or public or private operators interested in promoting the development of forestry projects in the Clean Development Mechanism (CDM) PK. We used Landsat 1988, 1989, 2008 and CBERS-2B 2009, the database and images of national forest inventory, surveys of field tree plantations. We compared the coverage of land use on images of 1989 and 2008. Surfaces covered with forests were characterized as non-eligible areas. The remaining area was classified as eligible land. Eligible lands are divided into two subclasses: 1) Eligible land without restriction by the presence of soils *Udipsament típico* y *Hapludol éntico*, where growth forest are promising and are areas that do not compete with agricultural use, and 2) Eligible land with forest*

¹Instituto de Suelos, CIRN INTA Castelar. Las Cabañas y De Los Reseros s/n, CP 1712, Villa Udaondo Castelar/Hurlingham Provincia de Buenos Aires, Argentina. TEL/FAX +54 11 4621-1448/2096 +54 11 4481-1688. Correo electrónico: amlupi@cnia.inta.gov.ar

²Unidad de Extensión y Experimentación Adaptativa INTA 9 de Julio EEA Pergamino INTA Av. Bm. Mitre 857. 6500-Nueve de Julio. Provincia de Buenos Aires, Argentina. Tel 02317-431840.

Recibido el 11 de octubre de 2011// Aceptado el 17 de abril de 2013// Publicado online el 8 de mayo de 2013

use restrictions as a result of competition by other land uses or edaphic restrictions. The results indicate that Daireaux and Guaminí Districts have an eligible of 47,021 ha. The eligible areas with restrictions are 314.737 ha in Daireaux and 424.456 ha in Guaminí. The non-eligible area is 8.573 ha.

Key words: *land eligibility, clean development mechanism (CDM), afforestation, sand pampas Argentina.*

INTRODUCCIÓN

La creciente preocupación por el impacto de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GEI) sobre la atmósfera y el clima, ha llevado a la comunidad mundial a abordar este problema ambiental desde diferentes ángulos y mecanismos.

El Protocolo de Kyoto (PK) contempla el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), que permite a los países industrializados cumplir con sus metas de reducción de emisiones de GEI. Las actividades que se encuadren dentro de los proyectos MDL deben tender a lograr un crecimiento sostenible y contribuir al objetivo último de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (Neeff y Henders, 2007). Para el primer período de cumplimiento del PK (2008-2012) las actividades forestales elegibles bajo el MDL son forestación y reforestación, incluyendo la realización de éstas en tierras degradadas, entre otras situaciones (Argüello *et al.*, 2007).

Los bosques son importantes captadores de CO₂ atmosférico y, en particular, las especies de rápido crecimiento (Lacau, 2005). Las plantaciones forestales con especies exóticas representan una forma de incrementar, en el corto plazo, los sumideros de carbono en la tierra. De esta manera, la captura de carbono toma un valor económico y el MDL abre una oportunidad para llevar adelante proyectos forestales en los países en desarrollo mediante la asistencia financiera de los países desarrollados, equivalente al valor de mercado de los servicios de reducción de emisiones que ofrecen dichos proyectos (Chediak *et al.*, 2003).

Uno de los principios más restrictivos para proyectos de forestación/reforestación bajo el MDL es la elegibilidad de tierras. Esto significa que sólo pueden ser forestadas/reforestadas las llamadas tierras Kyoto, es decir, tierras que antes del 31 de diciembre de 1989 no tenían cobertura boscosa (Argüello *et al.*, 2006). Las tierras que perdieron sus bosques después de la fecha mencionada, o donde ha crecido un bosque después de esa fecha, no podrán ser usadas para la actividad forestal bajo el MDL (Defosse y Loguercio, 2000; Argüello *et al.*, 2006).

La provincia de Buenos Aires, Argentina, tiene condiciones y posibilidades para llevar adelante una cantidad significativa de proyectos englobados en el MDL forestal (FAO, 2004). La unidad geomorfológica de médanos continentales, que se encuentra en la subregión conocida como

Pampa Arenosa (INTA, 1989), podría ser una de las áreas destinadas a estos objetivos. La región cuenta con una superficie de 5.500.000 ha (Zamolinski *et al.*, 1994) y ambientes caracterizados por poseer bajos índices de productividad (Marini *et al.*, 2007). Las principales limitantes de los suelos son el bajo contenido de nutrientes y materia orgánica, el riesgo de erosión son el bajo contenido de nutrientes y materia orgánica, el riesgo de erosión eólica si están desprovistos de cobertura, y la baja capacidad de retención de agua (INTA, 1992). El sistema de clasificación americano aplicado a la evaluación de la capacidad de uso de las tierras USDA-LCC (United State Department of Agriculture-Land Capability Classification), indica que en estas áreas los suelos presentan limitaciones muy fuertes para la agricultura (Clase VI y clase VII), aunque con aptitud para el cultivo forestal en coincidencia con lo indicado por Alconada *et al.* (2009).

De acuerdo a los relevamientos dasométricos realizados en diferentes rodales forestales (Ferrere *et al.*, 2008; Lupi *et al.*, 2011), los sectores con médanos pueden ser áreas elegibles para emprender este tipo de proyectos lo cual traería aparejado una serie de beneficios, tales como: aprovechar recursos sub-explotados aumentando la intensidad de uso de la tierra, diversificar la producción en sitios que no compiten con otros usos, generar empleo, contribuir a la conservación de estos ambientes frágiles y recibir pagos por la emisión de Certificador de Reducción de Emisiones (CER) de gases de efecto invernadero.

En cuanto a la determinación de la elegibilidad de tierras en Argentina, existen dos antecedentes. El primero, es un proyecto piloto en la provincia de Neuquén a partir de la Corporación Inter-estadual Pulmarí, comunidades Mapuche (Currumil y Salazar) y propietarios privados. El segundo, en la provincia de Santiago del Estero, entre la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Argentina, la Fundación del Sur (FS), el Grupo Ambiental para el Desarrollo (GADE), el Gobierno de Santiago del Estero, el INTA, la Universidad Católica de Santiago del Estero, el Ministerio de Medio Ambiente y Territorio y la Universidad de Tuscia de Italia. Cabe aclarar que en estos proyectos las evaluaciones de elegibilidad se realizaron a nivel de áreas de implementación, esto significa que la definición se restringió a las áreas del proyecto sin contar con una dimensión territorial de las potencialidades.

En un proyecto MDL desarrollado en Chile, sobre reforestación en tierras degradadas y suelos con riesgos de desertificación de la región de Aysén; la evaluación de la

elegibilidad se plantea a escala regional y a escala predial. La evaluación a gran escala consistió en la creación de una base cartográfica con la información extraída mediante tele-observación (por ejemplo, imágenes de satélite). Luego se elaboraron mapas de clasificación de uso de las tierras con imágenes satelitales multitemporales Landsat del año 1984 y 2006. Finalmente, se compararon las clasificaciones (1984 y 2006) multi-temporales con el fin de detectar la evolución de cobertura del suelo. Estas zonas están representadas en los mapas como tierras elegibles y muestra la superficie disponible para el proyecto.

Si bien la determinación de la elegibilidad a escala predial es obligatoria para la presentación de proyectos, las evaluaciones a escala regional constituyen una herramienta importante para la toma de decisiones primarias o de planificación regional. La ausencia de estas evaluaciones podría resultar una limitante en la elaboración de proyectos MDL al momento de orientar las políticas ambientales de un país y del sector forestal en particular. Una de las posibles consecuencias sería el diseño de proyectos MDL en áreas donde será difícil demostrar la adicionalidad, otro de los requisitos del MDL forestal.

En este trabajo se plantea conocer la superficie potencial de tierras disponibles para la implementación de proyectos MDL forestales, en dos partidos de la provincia de Buenos Aires. De acuerdo a la información obtenida de la carta de suelos del INTA, para la provincia de Buenos Aires, los partidos de Guaminí y Daireaux, concentran la mayor superficie con suelos que integran la unidad geomorfológica de los médanos continentales. Para ello se propuso cuantificar y cartografiar la superficie de tierras elegibles de los partidos de Daireaux y Guaminí, en el sudoeste de Buenos Aires, Argentina.

MATERIALES Y METODOS

Localización y características del área de trabajo

El área de estudio se localiza en la provincia de Buenos Aires, República Argentina, dentro de la región pampeana austral, una de las de mayor relevancia productiva del país en términos agrícola e industrial. Los partidos de Guaminí y Daireaux se ubican el SO de la provincia (figura 1), entre los paralelos 36° 7,4' S y 37° 5,0' S y los meridianos 61° 15,7' W y 63° 4,2' W.

Los partidos de Guaminí y Daireaux se encuentran dentro de la subregión denominada Pampa arenosa, caracterizada por su clima semiárido, una temperatura media anual de 14 °C, un período libre de heladas inferior a 200 días, precipitaciones medias del orden de los 500–700 mm anuales y una evapotranspiración potencial de 750 mm anuales que arroja un balance hídrico clasificado como subhúmedo-seco (INTA, 1989).

Moscatelli (1991), Moscatelli e Ibañez (1999) y Puentes y Casas (2006), indicaron que la Pampa arenosa o sector medanoso de arenas finas de la provincia de Buenos Aires se localiza en la unidad geomorfológica denominada

llanura continental. Estos suelos tienen un desarrollo incipiente, formados a partir de la acción del viento SO-NO que transportó sedimentos arenosos desde la cordillera de los Andes y que se depositaron formando diferentes sectores dentro de la misma subregión. Los suelos predominantes son los *Haplustoles énticos* (Soil Survey Staff, 1999). Se trata de perfiles profundos, con horizontes poco diferenciados que pasan gradualmente desde el horizonte superficial A, medianamente provisto de materia orgánica a un horizonte transicional AC. Son suelos excesivamente drenados, en general fértiles. Los *Hapludoles énticos* (Soil Survey Staff, 1999), de morfología y características generales similares a los *Haplustoles*, se localizan en una situación más húmeda. En medias lomas y pendientes se encuentran los *Hapludoles típicos*, que son suelos profundos, bien drenados, de reacción neutra, con un horizonte B enriquecido de arcilla y más estructurado. El horizonte A tiene un porcentaje de materia orgánica mayor a los énticos y la estructura y textura de todo el perfil son adecuadas para el crecimiento radical.

En algunas planicies y bajos no anegables se encuentran los *Hapludoles thapto árgicos* (Soil Survey Staff, 1999), suelos desarrollados sobre dos materiales eólicos superpuestos. En su parte inferior presentan un horizonte B enriquecido en arcilla. En la parte superior se dispone un horizonte A como el de los *Hapludoles*.

Se pueden encontrar sectores con presencia de cordones arenosos y algunos medanos vivos en los que, en las posiciones cuspidales, se desarrollan los *Udipsament típico* (Soil Survey Staff, 1999).

Tomada la subregión en su conjunto, pueden enumerarse como factores limitantes de los suelos: 1) la excesiva permeabilidad, susceptibilidad a la erosión eólica y bajos contenidos de materia orgánica en los *Hapludoles*, *Haplustoles* y *Udipsamentes* y 2) la deficiencia de drenaje y presencia de alcalinidad y salinidad en áreas deprimidas.

La red de drenaje de esta región está poco definida y hay pequeñas cuencas arreicas en la que existen lagunas permanentes, con aureolas salinizadas. Se presentan leves líneas de escurrimiento paralelas a los cordones medanosos que funcionan como vías de drenaje, aunque no es suficiente para evacuar la región cuando las precipitaciones superan el valor promedio (INTA, 1989).

Gómez *et al.* (1991), clasificaron la región en estudio en la Zona III sub-zona 8. En ésta zona, el sistema productivo predominante es el mixto, siendo el 62% ganadero-agrícola, el 20% agrícola-ganadero y el 18% ganadero. La ganadería está representada por la cría de vacunos en algunos casos complementada con ovinos sobre pastizales naturales. En Marini *et al.* (2007), se indica que en áreas medanosas, si presentan pasturas, éstas se componen principalmente de pasto llorón (*Eragrostis curvula*) y, en los sectores inundables, de agropiro (*Agropirum elongatum*) y trébol (*Melilotus spp.*). Además, mencionaron que esta región ha evolucionado hacia una mayor proporción de agricultura durante la última década.

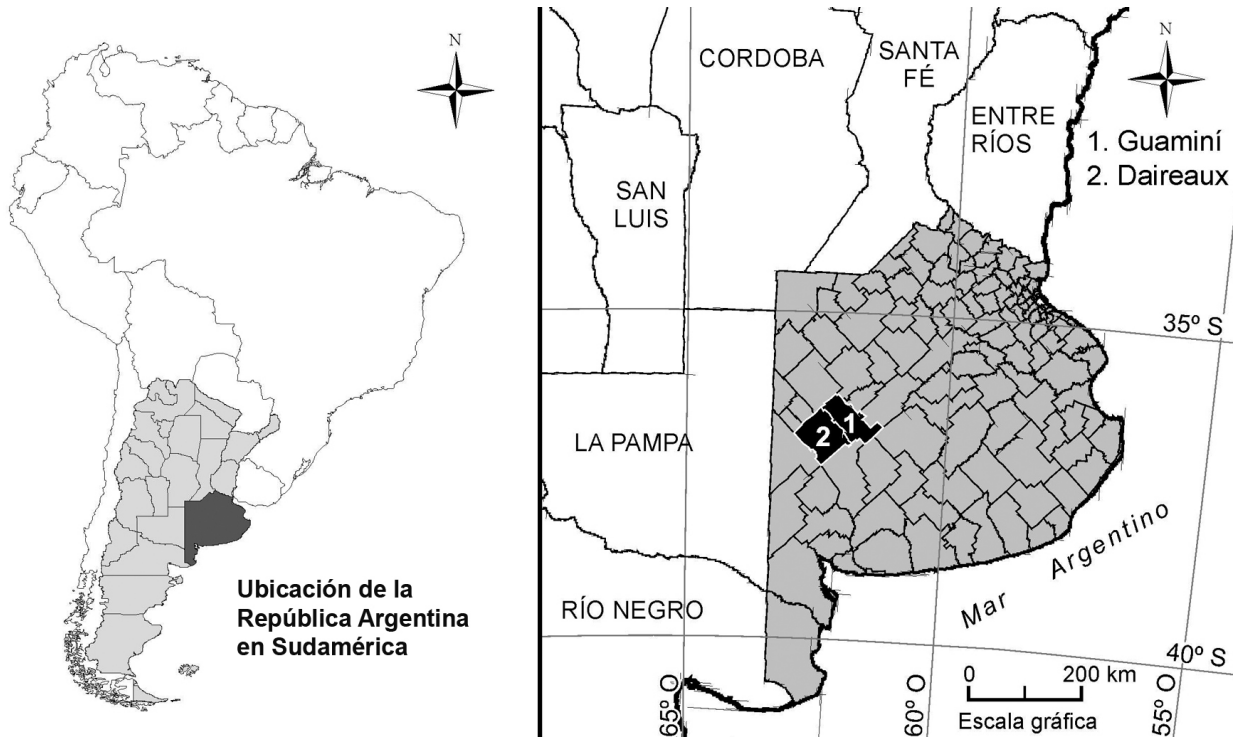


Figura 1. Localización de los partidos de Guaminí y Daireaux

Elegibilidad de tierras para proyectos MDL forestales según PK.

Definir la elegibilidad de un área significa demostrar la ausencia de bosques en los últimos 50 años para proyectos de forestación o, desde el 31 de diciembre de 1989, para proyectos de reforestación (SAyDS-JICA-CIEFAP, 2010).

En algunas situaciones la prueba del estado de la vegetación no es algo sencillo, debido a la limitada disponibilidad de datos históricos sobre la cobertura del suelo. Por esta razón, la junta ejecutiva aclaró que la prueba de la falta de bosque en 1990 podría realizarse a partir de: a) fotografías aéreas o imágenes de satélite; b) mapas y datos disponibles sobre uso y cobertura del suelo; c) inventarios de campo (permisos, planes de manejo, catastros u otros); d) si éstas opciones no están disponibles, es posible realizar un mapeo mediante una valoración rural participativa (Pearson, 2006).

De acuerdo a la definición comunicada por la Argentina a la Junta Ejecutiva del MDL se considera bosque a “una superficie mínima de tierra de 1 ha con una cobertura de copas (o densidad de árboles equivalente) del 22,5% y con árboles que pueden alcanzar una altura mínima de 3 m en la madurez *in situ*”.

Para la demostración de la elegibilidad se recurrió al uso de imágenes satelitales, a la revisión bibliográfica y la información de suelos del Plan Mapa de Suelos de la República Argentina, provincia de Buenos Aires (INTA, 1992).

A fin de excluir del análisis aquellas áreas con forestaciones durante los últimos 20 años, se realizó un relevamiento de las formaciones boscosas a partir de imágenes satelitales. Se trabajó con imágenes Landsat 5 de dos fechas: 31 de mayo de 1988 y 30 de noviembre de 2008 (Path/Row 227/85 y 227/86) obtenidas a través del catálogo online del Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (INPE, 2006). Como base cartográfica y apoyo geodésico, se utilizaron las imágenes Landsat 5 orto-rectificadas Path/Row 227/85 del 17 de febrero de 1988 y 227/86 del 17 de octubre de 1989, obtenidas del Global Land Cover Facilities (GLCF, 2009) y base cartográfica del Instituto Geográfico Nacional. Los pasos metodológicos fueron los siguientes:

- Compilado y georreferenciación de imágenes: se compilieron las imágenes orto-rectificadas Path/Row 227/85 del 17 de febrero de 1988 y 227/86 del 17 de octubre de 1989 para ser utilizadas como base de georreferenciación. También se compilieron las imágenes 227/85 y 227/86 del 31 de mayo de 1988 y 227/85 y 227/86 del 30 de noviembre de 2008 las cuales se georreferenciaron a partir de las orto-rectificadas. En todos los casos las bandas utilizadas fueron TM2, TM3, TM4 y TM5.
- Identificación de forestaciones: sobre la imagen se identificaron dos tipos de forestaciones: macizos y cortinas. La identificación se realizó mediante interpretación visual sobre una composición color de banda/filtro TM4/Rojo, TM5/Verde y TM3/Azul. La banda TM2 fue utilizada alternativamente para formar otras combinaciones (RGB TM4, 3, 2) a fin de mejorar la interpretación. La superficie

mínima de un monte identificable se estableció en una hectárea, establecida en la definición de bosques.

- Validación de la cobertura de montes: la validación del mapa de sectores que presentaron forestaciones no es posible realizarla de una forma directa, ya que no es comprobable la existencia de una forestación en el año 1988, si fue talada. Sin embargo, sí lo es para el año 2008 mediante la utilización de imágenes satelitales de alta resolución que permite reemplazar el trabajo de campo (Kloditz *et al.*, 1998; Bicheron *et al.*, 2008; Hiraes-Cota *et al.*, 2010). Dado que no existen imágenes de alta resolución para el año 1988 se procedió a validar la capacidad del intérprete de identificar bosques en el área de estudio mediante imágenes Landsat. Para ello, se tomaron dos imágenes CBERS 2b HRC Path/Row 166A/141-3 y 166A/141-4 de fecha 13 de agosto de 2009 que abarcan la región central del área en estudio. Estas imágenes son pancromáticas con una resolución espacial de 2,7 m, lo que permite identificar, dependiendo del caso, hasta la copa de los árboles. Sobre ellas se identificaron los bosques (macizo y cortinas) presentes en toda su extensión. El resultado se comparó con la interpretación realizada sobre las imágenes Landsat y se construyó una tabla de contingencia o matriz de error (tabla 1).

En la tabla 1 se observa que sobre un total de 633 bosques detectados por ambos métodos (Landsat y CBERS), 432 casos (68,3%) se detectaron sobre Landsat y se confirmaron sobre las imágenes CBERS (exactitud global), mientras que 155 (24,5%) fueron errores por omisión. En otras palabras, significa que aproximadamente un cuarto de los bosques existentes (26,4%) no fueron detectados en el análisis realizado con Landsat, lo que se debe exclusivamente a la resolución espacial y el tamaño/densidad de los bosques. Por otro lado, hubo 46 casos (7,3%) en los que se identificaron bosques sobre Landsat que no existían en CBERS (errores por omisión). Esto significa que hay una probabilidad del 90,4% de que exista un bosque identificado como tal, sobre una imagen Landsat. Asimismo, se encontró que muchos de estos errores se debieron a confusión con pequeñas lagunas con vegetación.

De esta forma se determinó cuál es el acierto del intérprete en detectar forestaciones sobre Landsat 5 para el área de estudio. Dado que no es posible realizar el mismo análisis sobre las imágenes Landsat del año 1988, pero que las condiciones en las que se realizó la interpretación visual se mantienen (tipo de datos satelitarios y tipos de bosques), se estima que el grado de acierto será similar al determinado anteriormente.

Clases y subclases de elegibilidad

Las tierras se clasificaron en clases y subclases según los suelos y el tipo de restricciones al uso forestal:

- Clase 1.- Elegibles sin restricciones: tierras sin bosques y con suelos clasificados como *Usdipsament típico*, *Ustipsament típico* y *Hapludol éntico* asociado. Son áreas con formaciones medanosas que presentan escasa cobertura vegetal o, en muchos casos, están desprovistos de la misma. Pueden evidenciar procesos de erosión eólica y en algunas situaciones ésta se encuentra controlada debido a la siembra de pasturas. Estos sectores no compiten con la agricultura por los bajos índices de productividad (Puentes y Casas, 2006) pero son aptos para la forestación con *Eucalyptus viminalis* (Nakama *et al.*, 2000, Alconada *et al.*, 2009) con crecimiento atractivos desde el punto de vista biológico (Ferrere *et al.*, 2008).
- Clase 2.- Elegibles con restricciones: tierras sin bosques con suelos que no se clasifican como *Usdipsament típico*, *Ustipsament típico* y *Hapludol éntico* asociado. Presentan dos subclases relacionadas con las restricciones a la implementación de proyectos forestales MDL:
 - Subclase 2.a.- Competencia por el uso del suelo: son tierras aptas para agricultura, ganadería y para la forestación con *E. viminalis*, pero se prioriza el tradicional uso mixto agro-ganadero.
 - Subclase 2.b.- Limitantes edáficas: son tierras no aptas para agricultura y moderada a marginalmente aptas para la forestación con *E. viminalis* por limitantes edáficas (Nakama *et al.*, 2000). Las limitantes pueden

		Bosques identificados en imágenes CBERS				
		Positivos	Negativos	Total	Exactitud global (%)	Error por omisión (%)
Bosques identificados en imágenes Landsat	Positivos	432	46	478	68,2	-
	Negativos	155	0	155	-	24,5
Total		587	46	633		
Bosques no detectados con Landsat (%)		26,4	-			
Error por omisión (%)		-	7,3			

Tabla 1. Matriz de error para la clasificación global.

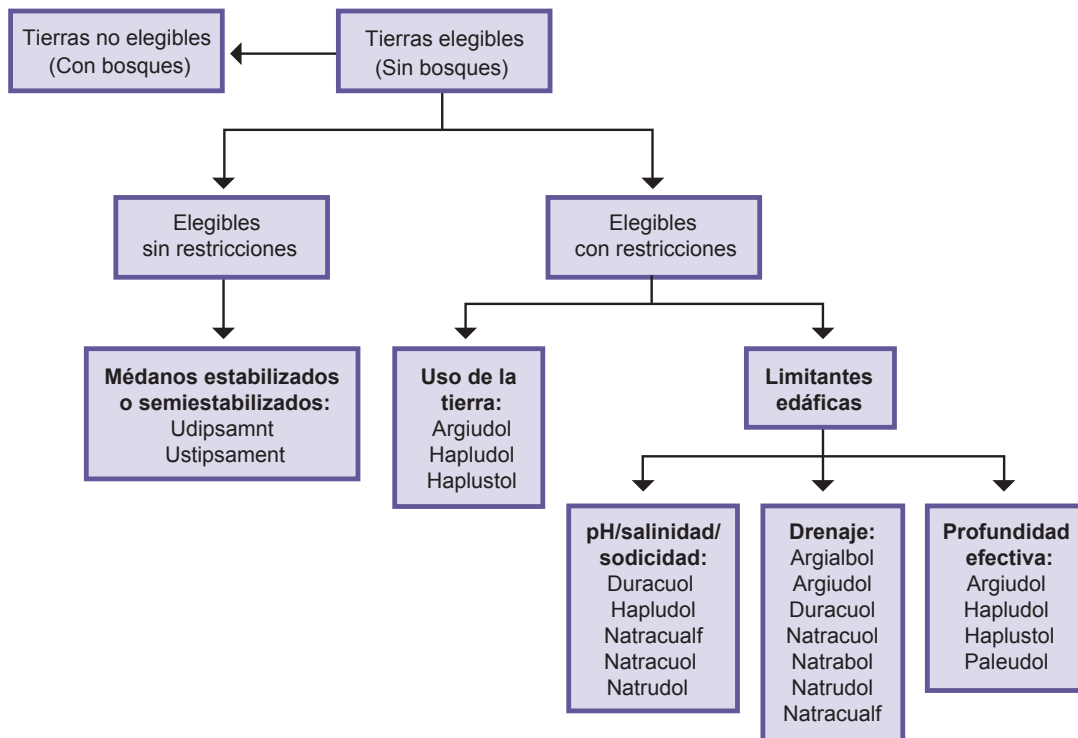


Figura 2. Secuencia de clasificación de tierras elegibles y no elegibles.

ser: drenaje (pobre a imperfecto), profundidad efectiva (suelos someros con menos de 75 cm de profundidad), sodicidad (pH > 8,0), salinidad (>4 dS cm⁻¹) y texturas muy finas (más finas que franco-arcillosas en los horizontes o capas subsuperficiales).

- Clase 3.- No elegibles: tierras cubiertas con bosques. Es importante destacar la posible existencia de áreas no elegibles no identificadas (rodales o cortinas de aproximadamente < 1 ha de superficie) en la imagen del año 1989, que fueron talados en una fecha posterior y, en consecuencia, no serían identificables en la imagen de 2008. Esta situación no sería relevante respecto de la superficie de la zona.

En la figura 2 se muestra el proceso de discriminación aplicado a la selección de tierras en función de la elegibilidad, tipo de suelo, uso de la tierra y limitantes edáficas.

En la cartografía digitalizada los partidos de Guamini y Daireaux a escala 1:50.000 (INTA, 1992) se cotejó la presencia de bosques y estas áreas se clasificaron como no elegibles (independientemente de la serie de suelo). A cada serie de suelo se le asignó una clase de elegibilidad (con o sin restricciones) y el resultado se incorporó a las Unidades Cartográficas (UC) del mapa de suelos.

A efectos de simplificar la representación cartográfica se definió presentar las UC de tierras elegibles sin restricciones. Éstas se formaron agrupando UC de suelo en función de la proporción relativa de *Udipsament típico*, *Ustipsament típico* y *Hapludol éntico* asociado. La proporción restante está ocupada también por tierras elegibles, aunque con restricciones.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Diferenciación de tierras elegibles

La comparación de las imágenes satelitales del año 1989 y 2008 permitieron establecer que una importante superficie de los partidos Guamini y Daireaux son elegibles para proyectos MDL de reforestación, ya que los bosques o la forestación no es el uso de la tierra más frecuente. Histórica y actualmente la mayor parte de la superficie de los partidos analizados se encuentra bajo actividad ganaderagrícola. Adicionalmente, la demostración de la ausencia de bosques parte de antecedentes donde se indica que las pampas argentinas constituyen el ecosistema de praderas más importante del país (Viglizzo *et al.*, 2005). Por otro lado, Hauman (1927) y la información del Inventario Forestal Nacional de Bosques Nativos (SAyDS, 2005), demuestran que la subregión denominada Pampa arenosa no presentó bosques como formación vegetal natural original.

Elegibilidad Series de suelo. Unidades cartográficas

En la tabla 2 se presentan las series de suelo representativas de la clase y la subclase de elegibilidad, las unidades taxonómicas de suelos de las series de suelos y su capacidad de uso.

La capacidad de uso se indica en números romanos del I al VII y un aumento implica un incremento de las limitaciones que presentan los suelos para el desarrollo de los cultivos. La subclase (con letras minúsculas) indica la limitación. Por

Clase/subclase de elegibilidad		Serie de suelo	Unidades taxonómicas	Capacidad de uso de las tierras (Clase y suclase)
Clase 1	Elegible sin restricciones	Del Valle, Veinticinco de Mayo, La Guanaca, Estancia San Bernardo	Udipsament típico, Ustipsament típico, Hapludol éntico	IVes-VI es-VII ws
Clase 2a	Elegible con restricciones por competencia en el uso de la tierra	Laprida, Piedritas, Bolivar, Las Martinetas, La Colina, Laguna Puan, Puan, La Tigra, Azul.	Argiudol típico, Hapludol éntico, Hapludol típico, Haplustol típico, Natrudol típico, Paleudol petro cálcico.	III s-II c- II ws
Clase 2b	Elegible con restricciones por limitantes edáficas (drenaje moderado a imperfecto)	Napaleufu, Estancia Aldecoa, Pillahuinco, La Escocia, Henderson, La Albina, Saladillo, Nueve de Julio, Las Margaritas, Estación La Nevada, Estación Quilco, General La Madrid.	Argialbol argiácuico, Argiudol ácuico, Argiudol lítico, Duracuol nátrico, Hapludol ácuico, Hapludol nátrico, Hapludol Thapto árgico, Hapludol Thapto nítrico, Natracualf lítico, Natracuol típico, Natralbol típico, Natrudol típico.	IIw- IIIws-IVws-Vw-VIws-VIIws
	Elegible con restricciones por limitantes edáficas (pH elevado y salinidad)	Salazar, Carlos Salas, Coronel Bunge, Miñana, La Paulina, Santa Rita, Drabble, Las Hermanas, Cruzada, Pirovano	Duracuol nátrico, Hapludol thapto nítrico, Natracualf mólico, Natracualf típico, Natracuol típico, Natrudol petrocálcico, Udipsament Thapto mólico.	Vles- VIws- VIIws
	Elegible con restricciones por limitantes edáficas (Escasa profundidad efectiva)	La Delicia, Cascada, Guamini, Rancho Grande, Epecuen, Alta Vista, La Loma	Argiudol lítico, Argiudol típico, Hapludol éntico, Hapludol lítico, Haplustol éntico, Haplustol lítico, Paleudol petrocálcico	III s-IVs - IVsc

Tabla 2. Serie de suelo por clase de elegibilidad de tierras.

ejemplo, la subclase “e” refiere la limitante por susceptibilidad a la erosión. La subclase “w”, refiere la limitante al exceso de agua (drenaje pobre, humedad excesiva, capa de agua alta y anegabilidad). La subclase “s”, incluye suelos que presentan escasa profundidad, baja capacidad de retención de humedad, salinidad o alcalinidad y bajo nivel de fertilidad difícil de corregir. La subclase “c”, indica limitación climática.

Para la representación cartográfica se establecieron seis unidades cartográficas de elegibilidad de tierras (UCET), en función de la participación de la unidad taxonómica *Udipsament típico*, *Ustipsament típico* y *Hapludol éntico* asociado en la UC de suelos (tabla 3).

La figura 3 es la representación cartográfica de las áreas elegibles y no elegibles para los partidos de Daireaux y Guaminí. El color rojo muestra las áreas no elegibles por la presencia de bosques. Los colores restantes representan las unidades cartográficas con diferentes proporciones de tierras elegibles sin restricciones para MDL (tabla 3), dentro de la unidad cartográfica.

En el mapa se aprecia que en ambos partidos hay una predominancia de la unidad cartográfica denominada “A” (áreas de color blanco), lo que indica una mayor superficie de tierras elegibles con restricciones. En el otro extremo se encuentran las unidades cartográfica “E” y “F” (áreas de color verde), las que representan sectores donde más del 60% de la superfi-

cie son tierras elegibles sin restricciones y la porción restante está ocupada por tierras elegibles con restricciones.

En el mapa también se observa que en el sector S-SE, debajo del sistema de lagunas interconectadas denominadas “encadenadas” no se encuentran UC con tierras elegibles sin restricciones debido a la ausencia de suelos clasificados como *Udipsament típico* y *Hapludol éntico*.

La tabla 4 muestra la distribución de superficie por partido, clase y subclase de elegibilidad. El análisis de esta tabla en conjunto con la cartografía permite observar que si bien existe una gran potencialidad para implantar bosques en los partidos de Daireaux y Guaminí, la mayor parte de los suelos presentan restricciones ya sea por el uso ganadero-agrícola predominante de los suelos o por las limitantes edáficas para el cultivo forestal.

El área potencial elegible (con y sin restricciones) es de 338.092 ha en el partido de Daireaux; con una superficie neta sin restricciones de 23.355 ha. Por su parte, el partido de Guaminí, con 448.122 ha elegibles (con y sin restricciones), cuenta con 23.666 ha sin restricciones. En términos relativos los valores de superficie potencial elegible significan que el 89% y el 93% de la superficie de los partidos de Daireaux y Guaminí respectivamente, son elegibles para proyectos MDL. Cuando el análisis se restringe a la superficie libre de restricciones, la proporción alcanza al 6% en Daireaux y 5% en Guaminí.

UC	Proporción de Udipsament típico, Ustipsament típico y Hapludol éntico en la UC de suelos
A	< 1% de tierras elegibles para MDL
B	1-20% de tierras elegibles para MDL
C	21-40% de tierras elegibles para MDL
D	41-60% de tierras elegibles para MDL
E	61-80% de tierras elegibles para MDL
F	> 81% de tierras elegibles para MDL
G	No elegibles

Tabla 3. Unidades cartográficas según clases de elegibilidad de tierras para MDL.

La subclase de tierras elegibles con restricciones es superior en el partido de Guaminí (109.000 ha), debido en primera instancia a una mayor superficie de tierras con restricciones por limitantes edáficas y luego por competencia en el uso de la tierra.

Por otro lado, la superficie de tierras elegibles con restricciones por competencia en el uso resulta similar en ambos partidos, representando el 44% de la superficie total en estudio. Esta subclase, con una extensión de 375.600 ha, se corresponde con suelos de buena aptitud para la actividad forestal, pero que se destinan histórica y exclusivamente a la actividad agro-ganadera (ver clase 2 a, tabla 2). Las limitaciones a la expansión de la actividad forestal en estos sectores se deben a la ausencia de una cultura forestal en los productores agro-ganaderos que se conjuga con el largo plazo de la actividad, la preferencia de los modelos

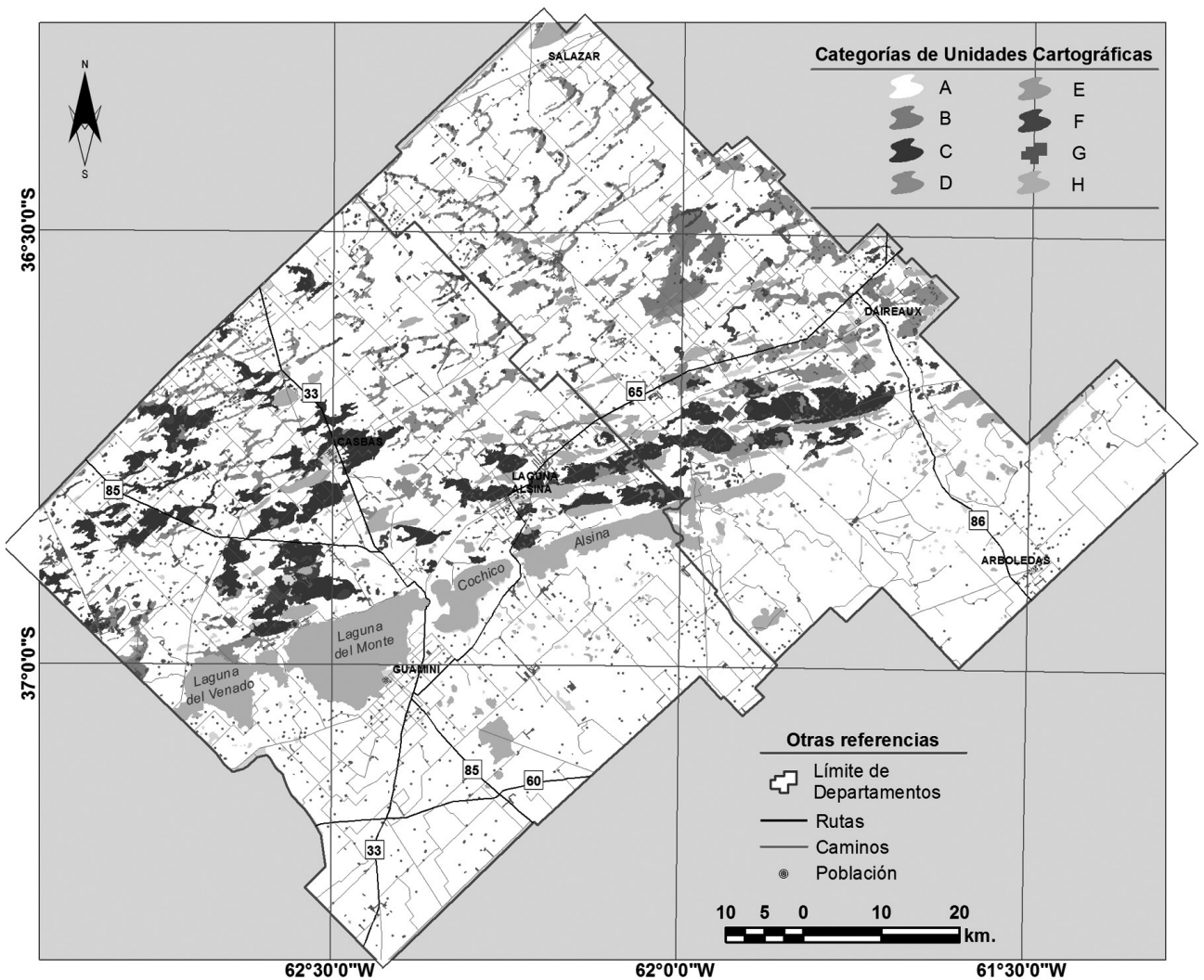


Figura 3. Tierras elegibles para proyectos forestales en los partidos de Daireaux y Guaminí.

Ref: A: <1% de tierras elegibles sin restricciones para MDL, B: 1-20% tierras elegibles sin restricciones para MDL, C: 21-40% tierras elegibles sin restricciones para MDL, D: 41-60% tierras elegibles sin restricciones para MDL, E: 61-80% tierras elegibles sin restricciones para MDL, F: 81-100% tierras elegibles sin restricciones para MDL, G: áreas no elegibles. H: Cuerpos de agua.

Partido	Superficie (ha)
Daireaux	
Tierras Elegibles sin restricciones	23.355
Tierras Elegibles con restricciones por competencia en el uso de la tierra	176.439
Tierras Elegibles con restricciones edáficas*	138.298
Lagunas y Miscelánea	35.229
Tierras No Elegibles	3.842
Total	377.163
Partido de Guaminí	
Tierras Elegibles sin restricciones	23.666
Tierras Elegibles con restricciones por competencia en el uso de la tierra	199.161
Tierras Elegibles con restricciones edáficas*	225.295
Lagunas y Miscelánea	26.880
Tierras No Elegibles	4.731
Total	479.733

Tabla 4. Superficie elegible para proyectos de forestación y reforestación.

productivos de corto plazo, la ausencia de una cadena forestal organizada y el escaso desarrollo del sector forestal a nivel local y regional.

En toda el área de estudio las tierras con restricciones edáficas ocupan una importante superficie de tierras elegibles (363.000 has - 42%), alcanzando valores similares a las tierras con uso agro-ganadero. En este sentido, el partido de Daireaux con 138.000 ha, cuenta con una superficie inferior en relación al de Guaminí (225.000 ha).

Las posibilidades reales de expansión de la actividad forestal en la región se concentraría en las tierras elegibles sin restricciones y en las que presentan restricciones por limitantes edáficas. En estas últimas difícilmente se generará un avance importante de la actividad agropecuaria. Para el desarrollo de la actividad forestal en áreas con limitantes edáficas se deberá evaluar el grado de la misma, la especie forestal que se adapte a estos ambientes (en base a sus requerimientos y limitaciones) y se deberá cuantificar si se logran crecimientos satisfactorios y rentables según destinos de producción. La superficie disponible alcanzaría 410.000 ha en ambos partidos (40% en Daireaux y 60% en Guaminí), y muestra el potencial importante en comparación a otras regiones forestales del país.

Las tierras no elegibles comprenden 8.573 ha en los dos partidos entre las cuales 4.731 ha se encuentran en Guaminí y 3.842 ha en Daireaux. Esta superficie representa el 0,9% de la superficie total del partido de Guaminí y el 1% del partido de Daireaux, lo que deja en evidencia que la actividad forestal no es el uso más frecuente del suelo y la

condición de elegibilidad de la tierra se ajustaría en los dos partidos. Las tierras no elegibles son formaciones de bosques que están destinadas a cortinas o reparo del ganado y que cumplen con la definición de bosques. Las especies que ocupan estos sitios son principalmente *E. viminalis* Labill., *E. camaldulensis* Dehnh., *Populus* spp. y otras especies exóticas como pinos, fresnos y plátanos.

Como se observa en la cartografía, la distribución fragmentada de las tierras elegibles sin restricciones permitiría planificar proyectos forestales MDL que involucran a múltiples propietarios. Estos proyectos son apreciados porque tienen un potencial alto de contribuir al desarrollo socioeconómico de zonas rurales (Salina y Hernandez, 2008).

En el informe de FAO (2004) sobre tendencias y perspectivas del sector forestal argentino al año 2020, se plantea la potencialidad de regiones de la Argentina para la implementación de proyectos MDL forestales y se proponen áreas para el establecimiento de plantaciones forestales, principalmente, en sectores sujetos a procesos de degradación (las cuales beneficiarían al medio ambiente local mediante la fijación de CO₂, protección del suelo contra la erosión hídrica y eólica, la regulación del flujo de agua y mejora en la fertilidad del suelo). La provincia de Buenos Aires y la pampa arenosa, en particular, presenta áreas con similares limitaciones y con la ventaja de cumplir con la condición de elegibilidad de manera natural. Esto posicionaría a la región en una ventaja competitiva en relación a otras regiones del país, sumando la posibilidad de insertar la actividad forestal en un medio agroganadero.

En base a la información generada en este trabajo en conjunto con las herramientas de estimación forestal (modelos de crecimiento forestal) presentadas por Ferrere *et al.* (2008) y las estimaciones sobre las potencialidades físicas de secuestro de CO₂ en el suelo (Lupi *et al.*, 2008); la región contaría con información preliminar y con herramientas básicas para establecer escenarios de oferta y demanda de proyectos ambientales en el MDL forestal.

CONCLUSIONES

Los partidos de Guaminí y Daireaux poseen un importante potencial de tierras disponibles para la implementación de proyectos forestales MDL.

La superficie de tierras elegibles sin restricciones en los dos partidos es de 47.021 ha que no compiten con otros usos de la tierra y resulta una superficie de importancia para el establecimiento de una cuenca forestal. La superficie de tierras elegible con restricciones es de 314.737 ha en Daireaux y 424.456 ha en Guaminí. La información generada es importante a los fines de planificación de uso de la tierra y para inversores que deseen formular proyectos de desarrollo forestal con fines productivos y ambientales en el marco del PK.

Las tierras no elegibles alcanzan una superficie de 8.573 ha en ambos partidos, demostrando que la actividad forestal no es el uso más frecuente del suelo.

AGRADECIMIENTOS

Al ingeniero Vicente Nakama, Gustavo Cruzate y al técnico Adelqui Alfieri, por el apoyo en el trabajo y las sugerencias al manuscrito. Al arquitecto Juan Carlos de la Fuente por su colaboración. Las actividades fueron financiadas por la cartera de proyectos nacionales del INTA, Programa Forestales y el convenio de vinculación tecnológica (CVT) entre el Instituto de Suelos INTA y la empresa San Jorge del Valle.

BIBLIOGRAFÍA

ACEBEY, P.CH.; ZAPATA, L.F. 2008. Identificación de tierras con aptitud forestal para proyectos de mecanismo de desarrollo limpio en el departamento de Chuquisaca, aplicada a un área piloto Proyecto de Grado 2008. Universidad Mayor De San Andrés, Facultad De Ciencias Geológicas, Ingeniería Geográfica. La Paz Bolivia. 150 p. Disponible en: http://www.cybertesis.umsa.bo:8080/umsa/2008/choquevilca_ap/html/index-frames.html

ALATORRE, L.C.; SÁNCHEZ-ANDRÉS, R.; CIRUJANO, S.; BEGUERÍA, S.; SÁNCHEZ-CARRILLO, S. 2011. Identification of Mangrove Areas by Remote Sensing: The ROC Curve Technique Applied to the Northwestern Mexico Coastal Zone Using Landsat Imagery. *Remote Sensing*. 3(8):1568–1583.

ALCONADA, M.; BUSSONI, A.; ROSA, R.; RIVERA, J.J. 2009. El bio-drenaje para el control del exceso hídrico en Pampa Arenosa, Buenos Aires, Argentina. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM* 68: pp. 50-72.

ARGUELLO, R. 2006. Potencial del Mecanismo de Desarrollo Limpio en plantaciones forestales de Panamá. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

ARGÜELLO, R.; LOCATELLI, B.; NAVARRO, G.; PIEDRA, M.; SALINAS, Z. 2007. Potencial del mecanismo de desarrollo limpio en las plantaciones forestales de Panamá. *Tierra Tropical*, 3 (1): 27-36.

BICHERON, P.; DEFOURNY, P.; BROCKMANN, C.; SCHOUTEN, L.; VANCUTSEM, C.; HUC, M.; BONTEMPS, S.; LEROY, M.; ACHARD, F.; HEROLD, M.; RANERA, F.; ARINO, O.; 2008. GLOBCOVER: Product Description and Validation Report. Medias France. 47 pg.

CHEDIAK, M.; MOREYRA, M.; GRECO, C. 2003. Captura de carbono y desarrollo forestal sustentable en la Patagonia Argentina: Sinergias y Desafíos. CENIT-CEPAL-UDESA. 118 p.

DEFOSSÉ, G.E.; LOGUERCIO, G.A. 2000. El aporte de los bosques para la mitigación del cambio climático global y el desarrollo sustentable de comunidades locales. Disponible en: http://www2.medioambiente.gov.ar/documentos/educacion/actividades/encuentro_ctera/comodoro_08.PDF. verificado el 21/9/2011.

FAO 2004. Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina al año 2020. Informe Nacional Argentina. G. BRAIER, N. ESPER, L. CORINALDESI (Eds) .78p. Disponible en: http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/PIAMFS/File/inf_nac_complem.pdf 15/7/2011.

FERRERE, P.; LUPI, A.M.; BOCA, R.T.; NAKAMA, V.; ALFIERI, A. 2008. Biomasa en plantaciones de *Eucalyptus viminalis* Labill de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Ciencia Florestal* 18 (3), 291-305.

GLCF, 2009. Copyright © 1997-2009 University of Maryland. Disponible en: <http://glcf.umiacs.umd.edu/index.shtml> verificado 9/2008.

HAUMAN, L. 1927. Les modifications de la flore Argentine. Extrait des Mémoires publiés par la classe de l'Académie royale de Belgique. Collection in-4°, Deuxième série, Tome IX, 99 p.

HIRALES-COTA, M.; ESPINOZA-AVALOS, J.; SCHMOOK, B.; RUIZ-LUNA, A.; RAMOS-REYES, R. 2010. Drivers of mangrove deforestation in Mahahual-Xcalak, Quintana Roo, South-east Mexico. *Ciencias Marinas [en línea]* 2010, Vol. 36 [citado 2012-06-12]. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=48013189004>. ISSN 0185-3880.

INPE. 2006. Copyright 2006 © INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponible en: <http://www.inpe.br> verificado 9/2008.

INTA. 1992. Cartas de Suelo de la República Argentina, escala 1:50.000. ISSN 0327-781X.

INTA 1989. Mapa de suelos de la provincia de Buenos Aires. Escala 1:50.000.

KLÖDITZ, C.; VAN BOXTEL, A.; CARFAGNA, E.; VAN DEURSEN, W. 1998. Estimating the accuracy of coarse scale classification using high scale information, Vol. 64. Bethesda, MD, ETATS-UNIS: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 1998.

LACLAU, P. 2005. Cambio climático y Forestación. *IDIA XXI* (8): 250-253.

LUPI, A.M.; FERRERE, P.; BOCA, T. 2011. Comparación de funciones de biomasa para arboles de *Eucalyptus viminalis* Lab. XXV Jornadas Forestales de Entre Ríos Concordia, Octubre de 2011.

LUPI, A.M.; ALFIERI, A.; NAKAMA, V.; FERRERE, P.; BOCA, T.; FERNANFEZ, N.; ANGELINI, M.; CRUZATE, G.; EVANS, A. 2008. Forestación de médanos en el oeste de Buenos Aires: Potencial de almacenamiento de carbono en el suelo. XXI CACS, Potrero de Funes, San Luis. 7p.

MARINI, M.F.; VERGARA, M.F.; KRÜGER, H. 2007. Determinación del uso de la tierra en el partido de Guaminí (Argentina)

mediante un estudio multitemporal con imágenes Landsat. *Revista de Teledetección*, 27, 80-88.

MOSCATELLI, G.; IBAÑEZ, J.J. 1999. Auto-organización espacio-temporal en procesos geomorfológicos y sus aplicaciones. Un ensayo de edafología virtual. *Actas 14º Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo*, Universidad de la Frontera, Pucón, Chile.

NAKAMA, V.; ALFIERI, A.; RODRÍGUEZ TRAVERSO, J.; ALEKSA, A.; MOSCHINI, R.C.; CONTI, H.A. 2000. Aptitud de las Tierras para *Eucalyptus* con fines para planeamiento regional en la provincia de Buenos Aires. *SAGPyA Forestal* 16, 2-11.

NEEF, T.; HENDERS, F. 2007. Guía sobre los mercados y la comercialización de proyectos MDL forestales. Serie técnica. Manual técnico. *CATIE*, 65, 44 p.

PEARSON, T.; WALKER, S.; BROWN, S. 2006. Guidebook for the Formulation of afforestation and Reforestation Projects under the Clean Development Mechanism ITTO Technical Series 25. 54 p.

PUNTES, M.I.; CASAS R. 2006. Limitaciones a la producción agropecuaria. Regionalización de los suelos de la Región Pampeana Bonaerense. En *Región Pampeana Bonaerense. Desarrollo sustentable con equidad. Tomo II. Segunda Parte. Ejes temáticos significativos*. 831-894 p. SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE (SAyDS)-JICA-CIEFAP. 2010. El desafío de demostrar la elegibilidad de las tierras. En: *Claves para el MDL forestal en Argentina*. Capítulo 4. 51-64 p.

SALINAS, Z.; HERNÁNDEZ, P. 2008. Guía para el diseño de proyectos MDL forestales y de bioenergía. Centro Agronómico Tro-

pical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Turrialba, Costa Rica, Serie técnica Manual técnico 8.171 p.

SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE (SAyDS). Dirección De Bosques. 2005. Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos. Informe Nacional. Proyecto Bosques Nativos y Áreas Protegidas, Préstamo BIRF 4085 – Cartografía y Superficie de bosque nativo de Argentina. 126 p. Disponible en: http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UMSEF/File/PINBN/informe_nacional_pinbn.pdf

SOIL SURVEY STAFF. 1994. Keys to soil taxonomy. 8th Edition, US Govt. Printing Office, Washington, DC, USA.

UNFCCC/CCNUCC. Reforestation on degraded, fragile soils and soils in danger of desertification in Coyhaique commune 98 p. Disponible en: <http://cdm.unfccc.int/filestorage/C/F/1/CF12YVGQ-I3LOP5HEM4TZ9RUADB8XN0/PDD.pdf?t=OG98bTQyd2VrfDDhpaaETHQ7bvwsSDQMsEhs>.

VIGLIZZO, E.F.; FRANK, F.C.; CARREÑO, L. 2005 Situación ambiental en las ecorregiones pampa y campos y malezales. En: BROWN, A., U. MARTINEZ ORTIZ, M. ACERBI Y J. CORCUERA. *La Situación Ambiental Argentina*. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires, 2006. 587p. Disponible en: <http://www.oab.org.ar/capitulos/cap01.pdf> verificado 28/8/2012. 261-273.

ZAMOLINSKI, A.; CASAS, R.; PITTALUGA, A. 1994. Manejo de los suelos salinos en el noroeste de la provincia de Buenos Aires. *Publicación Técnica N.º 15* - INTA, Agosto 1994. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/bn/ph/info/documentos/artic194.htm> verificado 15/8/2011.

Caracterización de la oferta de recursos forestales del partido de Balcarce, provincia de Buenos Aires

MÓNACO, M.¹; LACLAU P.²

RESUMEN

El sudeste de la provincia de Buenos Aires tiene un potencial forestal importante, aunque la actividad aún no está consolidada y se practica de manera discontinua, dispersa y con poco manejo. En este contexto se ubican los montes del partido de Balcarce, que en el 2002 contaba con 1.100 ha de plantaciones, con un 75% de especies de interés comercial. El conocimiento de la composición, estado y distribución de los montes existentes permitiría contribuir al planeamiento de su manejo y ordenación. Este trabajo tuvo dos objetivos: el primero fue elaborar cartografía temática, a escala de reconocimiento, de las distintas clases de montes que constituyen el patrimonio forestal local. El segundo, fue caracterizar la oferta de plantaciones con destino industrial en términos de superficie, composición y estructura. Se confeccionaron mapas de los montes presentes, clasificados como: macizo comercial, monte de reparo, cortina cortaviento, monte de protección y monte de poblaciones. Se identificaron visualmente con imágenes satelitales Digital Globe® y se digitalizó su localización con puntos o con vectores perimetrales. Como soporte cartográfico se utilizaron capas del Atlas Digital del partido de Balcarce. Las unidades se identificaron mediante técnicas de fotointerpretación y con información adicional georreferenciada se incorporaron polígonos de forestaciones recientes no identificables en las imágenes. Para la supervisión a campo se recorrieron rutas y caminos barriendo visualmente 5.400 ha (1,3% del partido), reconociendo los montes comerciales por género botánico, desarrollo y densidad relativa. El mapa forestal obtenido fue estructurado en un Sistema de Información Geográfica donde se identificaron 5.711 unidades forestales distribuidas en las cinco categorías. La superficie de los polígonos digitalizados de montes comerciales totalizó 3.017 ha de distintas subclases. Al relacionarse con otros mapas del partido, se observaron patrones de distribución de los montes, algunos asociados a cursos de agua, topografía, superficie de lotes o proximidad a centros urbanos o a la red vial. Las diferencias entre las unidades supervisadas y las digitalizadas no fueron significativas ($p < 0,05$). La supervisión de campo permitió desagregar la clase de macizos comerciales, en montes mixtos (29%, 254 ha) y puros (71%, 624 ha). Se destaca la utilidad del análisis visual de imágenes del software Google Earth® para la clasificación forestal con técnicas simples y con un grado de precisión aceptable para estudios regionales, y las fuentes de error de esta técnica. El uso del software, de baja complejidad y acceso libre, facilita la diseminación del mapa forestal para utilización directa de distintos actores. Además, el estudio contribuye a conocer cualitativamente el patrimonio forestal del partido de Balcarce, con una aproximación de la superficie de montes comerciales, información de utilidad para el diseño e implementación de políticas públicas.

Palabras clave: clases de montes, análisis visual, mapa forestal, macizos comerciales.

¹Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Calle 60 y 119. CP 1900. La Plata Tel/Fax: +54 (221) 423-6758.

Correo electrónico: martinmonaco@gmail.com

²INTA, EEA Balcarce, OIT Tandil, Gral. Rodríguez 370. CP 7000. Tandil. Tel. 02293 425311.

Correo electrónico: placlau@correo.inta.gov.ar

ABSTRACT

The forestry potential for the south-eastern region of Buenos Aires province is high, although the current forest lands are still unbound and characterize as sparse, fragmented and lacking of management. This is the context for plantations (commercial/ non commercial) of the Balcarce county, accounting for about 1.100 ha of standing tree patches in 2002, 75% of commercial species. For land use planning and forest management it is necessary to assess the composition, state and distribution of the present tree plantations. The objectives of this study were to (1) elaborate thematic maps of the different types of forest stands of Balcarce to a recognition scale and (2) characterize the commercial forest supply in terms of area, structure and composition. By visual analysis of Digital Globe® satellite imagery, forest units (classified as commercial stand, forest shelter, forest windbreak, protective forest and forest park) were identified and geographically positioned with dots or vectors (polygons). Thematic layers of the Atlas Digital del Partido de Balcarce were used as a cartographic support. The units were identified by means of interpretation techniques, using photographic features. Additional secondary information helped to include some recently afforested polygons (not identifiable in the images). For field supervision strip transects along highways and roads were transited, covering 5,400 ha (1.3% of the county), recognizing the botanic genus, developing stage and relative density of the tree stands of the commercial class. The resulting forest map was structured as a Geographic Information System, accounting for 5,711 forest units of the 5 categories. The area of the commercial forest polygons amounted 3,017 ha of different sub-classes. Distinctive distribution patterns were observed when correlating the forest map with some other map layers, some associated to water streams, topography, size of land parcels or proximity to roads or urban centres. There were not found significant differences ($p < 0.05$) between visually digitalized and observed units. The field supervision help to unbundle commercial forest class, into mixed (29%, 254 ha) and pure (71%, 624 ha) stands. Finally, the noting utility of visual analysis of Google Earth® imagery for remote forest surveys to provide accurate results to a regional scale with simple tools was emphasized. Also, error sources of the method were cited. The above mentioned software, free-accessible and easy to handle, contributes to the dissemination of the forest map for direct use by different stakeholders. The study also contributed to (qualitatively) know the forest assets of the Balcarce county and to provide an estimation of the current area of commercial forest, both achievements valuable for public policy design and implementation.

Key words: forest classes, visual analysis, forest map, commercial stands.

INTRODUCCIÓN

La región Pampeana se presenta como la de mayor superficie apta para especies forestales del país (4.135.000 ha, INTA 2002). La oferta industrial está constituida principalmente por maderas de los géneros *Salix* (51%), *Eucalyptus* (25,2%), *Populus* (23,5%) y *Pinus* (0,3%) (Brandán *et al.*, 2010). Dentro de la región, el sudeste de la provincia de Buenos Aires tiene un potencial interesante para el desarrollo forestal (Moschini *et al.*, 2000; MAA(2005). Aunque hay un número considerable de forestaciones, la actividad aún no se halla consolidada y se practica de manera discontinua, dispersa y con baja intensidad de manejo (Dillon 2000; Nakama *et al.*, 2004).

Hasta fines de los años 1980, se forestaba principalmente con pinos. En la década siguiente, cuando numerosas cortinas y montes de reparo de *Eucalyptus globulus* se cortaron con destino a exportación desde el puerto de Quequén, se implantaron plantaciones comerciales de esta especie, incrementando significativamente el área plantada (Etcheagaray 2000; Dillon 2000). Recientemente, en un radio de

100 km desde la ciudad de Quequén, se cuantificaron más de 6.000 ha de forestaciones de *E. globulus* (MAA 2011). Durante el período 2005-2010, el promedio de superficie plantada fue de 4,5 ha por productor forestal (DBF 2011a), lo que arroja una idea de la dispersión y pequeña escala productiva regional. En este contexto se ubica el partido de Balcarce, que hasta el 2002 contaba con 1.100 ha de montes implantados, de las cuales un 75% correspondía a especies de interés comercial (principalmente eucaliptos) (CITAB-BPBA, 2005). Entre 2002 y 2010 se forestaron 328 ha en el partido, bajo el régimen nacional de promoción forestal (DBF 2011b).

Aunque de tradición fuertemente agrícola, el partido de Balcarce tiene un importante potencial para el desarrollo de plantaciones comerciales, debido a sus condiciones agroecológicas, a su ubicación estratégica y a su articulación vial (Moschini *et al.*, 2000; Culot 2000). La facilidad de acceso por rutas hacia importantes centros de consumo (Tandil, Mar del Plata, otras ciudades del interior) y puertos internacionales (Quequén, Mar del Plata) permitirían acceder a mercados locales e internacionales con bajos costos

de transporte terrestre. Actualmente en el partido hay más de 40 comercios e industrias relacionados con la madera (DIG-MB 2010), dedicadas a carpintería de obra y muebles, a la venta de madera para la construcción y al acopio de leña para uso hogareño y de pequeñas industrias. Entre las industrias de elaboración primaria y secundaria se cuentan aserraderos, fabricas de parquet, de muebles y de carpintería rural.

Las plantaciones establecidas cumplen distintas funciones dentro de las unidades productivas, más allá de constituir una reserva maderable. Para el ordenamiento de la actividad en la zona, es preciso contar con información sistemática que contribuya al diseño de políticas para desarrollar su potencial forestal. En ese sentido, la información estadística y cartográfica disponible sólo brinda una aproximación parcial al conocimiento de los recursos forestales del partido, ya que no incluye a productores que han forestado sin utilizar los beneficios promocionales o que no participan del circuito industrial. Tampoco se dispone de datos productivos sobre existencias y crecimiento de las especies de valor comercial. El conocimiento de la composición, estado sanitario y la distribución de las forestaciones actuales, permitiría contribuir al planeamiento de su manejo y la ordenación con objetivos de producción sostenible.

Con el objetivo general de conocer la oferta de recursos forestales plantados en el partido de Balcarce en este trabajo se propone: 1) Elaborar una cartografía temática a escala de reconocimiento, de las distintas clases de montes forestales que constituyen el patrimonio forestal local, 2) Caracterizar la oferta de montes implantados con destino industrial en términos de superficie, composición y estructura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El partido de Balcarce se encuentra ubicado en el sudeste de la provincia de Buenos Aires y forma parte del distrito Austral de la provincia Fitogeográfica Pampeana (Cabrera 1976). Con una superficie total de 412.111 ha en el sector central del sistema de Tandilia, se caracteriza por la presencia de sierras y ondulaciones interserranas y pedemontanas, con afloramientos rocosos, pedemontes loésicos colinados y pendientes atenuadas que se integran paulatinamente al paisaje plano pampeano (INTA-RIAP 2011). Los suelos dominantes son poco o medianamente profundos, con presencia de un manto de carbonato de calcio (tosca) a menos de 1,5 m de profundidad (Argiudoles típicos y petrocálcicos), entremezclados con suelos profundos, fértiles y bien drenados, en los que la tosca no forma un manto continuo (Argiudoles típicos) (INTA-RIAP 2011). En menor medida, en las zonas serranas se encuentran suelos líticos poco profundos, con roca muy cerca de la superficie, moderadamente bien drenados (Hapludoles líticos e Inceptisoles). En los suelos del partido en general, se presentan limitaciones de profundidad por presencia de tosca o afloramientos rocosos y riesgos de erosión hídrica

por pendientes pronunciadas, sobre todo en las zonas más próximas a las sierras (INTA-RIAP 2011). El régimen hídrico es subhúmedo-húmedo, con una precipitación media anual de 900 mm, sin estacionalidad marcada, aunque la temporada estival es más lluviosa. En promedio presenta 90 días de lluvias por año, de tipo frontal, que suelen ser muy intensas y erosivas, sobre todo en el verano. El balance hídrico es casi equilibrado, con un déficit estival que es compensado por el excedente de invierno (Culot 2000). La temperatura media anual ronda los 14 °C, con una máxima media de 21 °C en enero y una mínima de 7,5 °C en julio. El período medio libre de heladas abarca desde principios de octubre a mediados de mayo (162 días). Los vientos predominantes circulan en dirección suroeste-nordeste, con una velocidad media de 17 km.h⁻¹. Predominan los frentes fríos y secos, aunque también ingresan frentes calurosos y húmedos desde el nordeste (Culot 2000).

La vegetación natural es la estepa de gramíneas con menos de un metro de altura, dos períodos de reposo (invernal y estival) y floración al inicio de la primavera (AEySR-INTA 2008). También se encuentran asociaciones saxícolas en los afloramientos rocosos (AEySR-INTA 2008). A excepción de lo que sucede en las laderas de sierras, que fue alterado parcialmente por la ganadería, este ecosistema ya no existe en el partido, debido a las profundas modificaciones por uso agropecuario y urbanización. El partido cuenta con fuentes hídricas superficiales y subterráneas de buena calidad para el riego y bebida animal (AEySR-INTA 2008).

Balcarce se constituye como zona de producción mixta agrícola-ganadera, con predominancia de agricultura de cereales, oleaginosas y papa donde también predomina la actividad ganadera basada en la producción de bovinos de carne y de leche.

Mapa forestal. Análisis e interpretación de imágenes

Para confeccionar los mapas de los diferentes tipos de montes del partido, se identificaron unidades forestales (áreas con árboles agrupados) a partir de las imágenes satelitales Digital Globe®, disponibles para aplicaciones online del software Google Earth® v. 6.1. Para ello se digitalizó su localización y forma con vectores (polígonos), únicamente en el caso de montes comerciales, o con marcas (puntos) en el caso de las clases restantes. Alrededor de 60 imágenes capturadas entre mayo del año 2000 y abril de 2010 conforman el mosaico de cobertura del partido. La capa digital correspondiente al límite del partido de Balcarce y otras de utilidad para el análisis (generadas a partir de información hidrográfica, de vías de comunicación, de relieve terrestre y de referencias catastrales) fueron elaboradas para la edición 2003 del Atlas Digital del Partido de Balcarce (Tomás *et al.*, 2005).

Para sistematizar la tarea de identificación, se digitalizaron previamente 21 fajas de aproximadamente 4,5 km de ancho con sentido norte-sur (figura 1). Dichas fajas se barrieron ajustando las vistas a una escala aproximada de 1:3650 (altura 1,0 km). Las unidades forestales se identi-

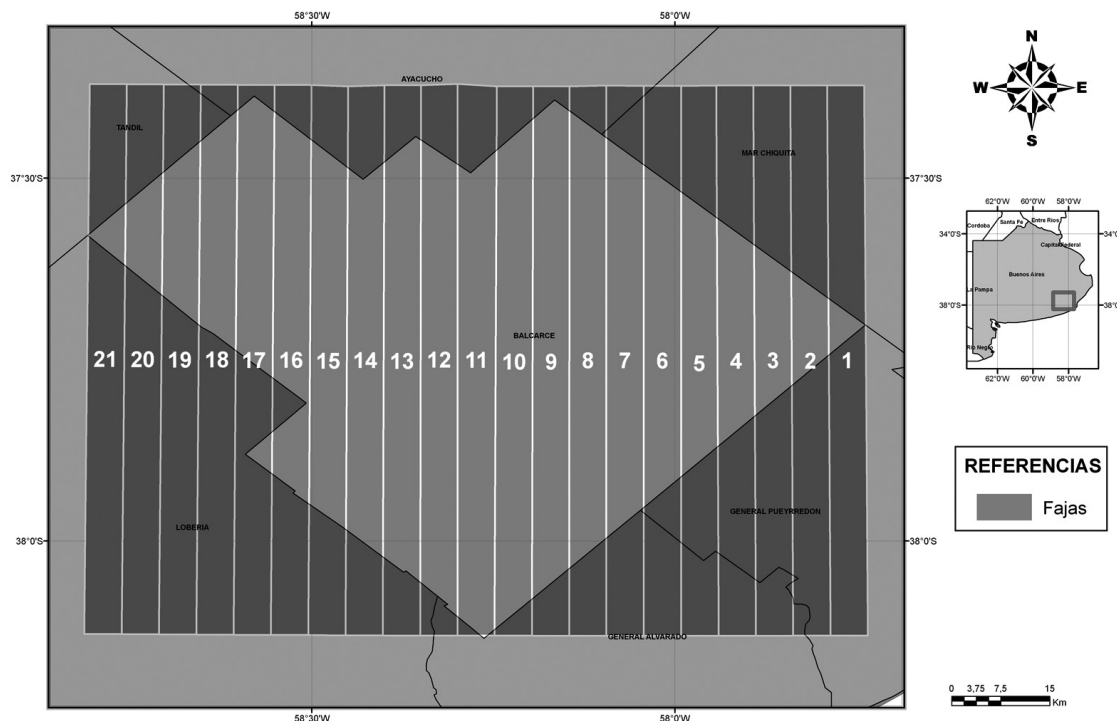


Figura 1. Delimitación del partido de Balcarce y fajas digitalizadas para el barrido visual de las imágenes Google Earth®

ficaron mediante técnicas de fotointerpretación (González Iturbe Ahumada 2004; Mohame 2005; Goosen 1968; Avery 1985; Sandoval y Trincado 2002). Los elementos fotográficos utilizados para distinguir los montes forestales de otros objetos fueron el tono, el color, las sombras proyectadas (combinaciones de tono y forma), la textura y forma de los objetos y su tamaño relativo (González Iturbe Ahumada 2004; Mohame 2005; Goosen 1968; Avery 1985; Sandoval y Trincado 2002). La alta definición de las imágenes, cuyo tamaño de píxel varía entre 0,46 y 2,6 m según el satélite utilizado en la captura, sea Quick Bird, WorldView 1 o WorldView 2 (DigitalGlobe 2011), facilitó el reconocimiento.

Los sitios forestados presentan en las imágenes tonalidades oscuras, mientras que las superficies suaves y abiertas, correspondientes a cultivos o pastizales, presentan tonos claros. Asimismo, la textura de las copas, las formas redondeadas de los árboles y las sombras proyectadas, son elementos relevantes en la identificación. Las sombras proyectadas fueron particularmente importantes cuando los tonos de algunas imágenes exhibieron bajos contrastes, ya que tienen valores muy bajos (oscuros) hacia los bordes de los montes o en los claros. Además, permiten inferir el tamaño y la forma, mediante la comparación de la sombra de los distintos objetos y la aproximación a la visión horizontal, a través de la cual, estamos acostumbrados a ver a los árboles. Sin embargo, en muchos casos, las sombras también ocultaron los bordes de los montes, dificultando la determinación de los límites, con la consecuente sobre o subestimación de las superficies forestadas. Di-

chos errores fueron considerados poco significativos para los objetivos de este estudio a una escala regional.

Mediante comparaciones con otros objetos de la imagen, se pudo inferir el tamaño relativo de los árboles para diferenciarlos de arbustos o matorrales. Por otro lado, a través la forma de la masa forestal, se pudo separar rápidamente a las cortinas de los montes de reparo y las plantaciones comerciales. Si bien las observaciones poseen un importante grado de subjetividad, inherente al observador, la definición de criterios de clasificación *a priori*, permite una apreciación más objetiva.

Clasificación de montes, localización y áreas

Las áreas forestadas fueron agrupadas en cinco clases de montes: 1) macizo comercial, 2) monte de reparo, 3) cortina cortaviento, 4) monte de protección y 5) monte de poblaciones. Los criterios de clasificación se establecieron a partir de un primer paso común, que fue la separación de la superficie cubierta por árboles de las que poseen otras coberturas, navegando cada faja y digitalizando marcas o polígonos de forestaciones. Independientemente de su clase, las coberturas forestales en el área de estudio se caracterizaron por presentar colores verdes, marrones, grises y pardo-rojizos en las imágenes (siempre en tonalidades generalmente oscuras y contrastantes con el entorno), texturas gruesas (granulosa), densas, formas regulares rectangulares o lineales y con sus elementos alineados o bien irregulares (figura 2).

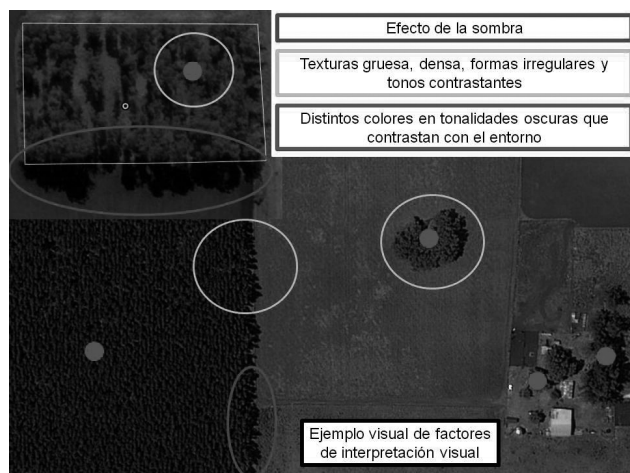


Figura 2. Ejemplos de aplicación de elementos visuales para la identificación de las unidades forestales en las imágenes

Cada unidad forestal observada fue asignada a la clase de monte forestal correspondiente (tabla 1). En la tabla 1 se describen las características visuales asociadas a cada categoría, el uso asumido y sus principales funciones. A la vez, las clases fueron desagregadas en tipos forestales, según la distribución y continuidad de copas, la relación ancho/largo, la ubicación fisiográfica o los objetos asociados (tabla 2).

En el caso de los macizos comerciales, delimitados por polígonos, se obtuvo la superficie de cada unidad. La proyección utilizada para dicha tarea, fue la proyección Transversa de Mercator. Como las imágenes del mosaico que abarca el partido son de fechas disímiles, sólo se refleja

un estado aproximado de las existencias forestales entre los años 2000 y 2010 (fechas extremas de las imágenes). Para la estimación de superficie total forestada con macizos comerciales, se incorporaron en las tablas de cálculo las plantaciones muy jóvenes (que no pueden identificarse en las imágenes satelitales) con datos provistos por la Dirección de Bosques y Forestación de la Provincia de Buenos Aires para el período 2007-2010 (DBF 2011b), de planes presentados a los sistemas de promoción vigentes. Por lo tanto, quedaron fuera de la superficie medida aquellas plantaciones que no utilizaron dichos sistemas, aunque presumiblemente el área no incluida es reducida, y que no constituye un error significativo. A partir de los datos adicionales de esas plantaciones no visibles en las imágenes, fue posible incorporar 88 ha de plantaciones más de forestaciones no visualizadas.

Adicionalmente, en reconocimientos de campo, y solamente para la categoría macizo comercial (de rodales de *Eucalyptus* spp), se recorrieron rutas y caminos secundarios, permitiendo agregar un mayor detalle para la clasificación de estas unidades en tipos forestales considerando su género, su desarrollo y la densidad actual (tabla 3). Previo a dicha clasificación, se visitaron forestaciones con el objetivo de definir umbrales de las variables a observar. Las forestaciones ralas se definieron como aquellas que poseen menos de 400 pl/ha aproximadamente, mientras que las que superaban esta densidad se definieron como densas. Las plantaciones con distanciamiento uniforme entre plantas fueron clasificadas como de distribución regular y las que presentaron zonas de discontinuidades o ausencia de árboles como irregulares. Además se caracterizó el desarrollo de las plantaciones a través de su altura dominante, clasi-

Criterios de clasificación visual (área, forma, presencia de construcciones) de las unidades forestales identificadas. Se indican además el destino social o productivo y los servicios provistos					
Clases	Destino	Función	Área	Forma	Construcciones
Macizo comercial	Foresto- industrial	Producción forestal	>=1 ha.	En general compacta y regular	Ausentes
Monte de reparo	Ganadero	Protección de producciones animales, provisión de leña, postes	< 1ha	En general compacta	Ausentes
Cortina cortaviento	Agrícola- ganadero	Protección de cultivos y ornamental	< 1 ha*	Varias veces más largo que ancho.	Indistinto
Hábitat					
Monte de protección**	Protección ambiental	Protección de sitios frágiles y susceptibles a la erosión. Refugio vida silvestre	Sin umbral	Variable	Ausentes
Monte de población	Hábitat	Protección y ornamentación de asentamientos urbanos y rurales. Provisión de leña	Sin umbral	Variable	Presentes

Tabla 1. Criterios de interpretación visual de imágenes para la clasificación de las unidades forestales del partido de Balcarce según distintas variables y atributos

*Existen cortinas que tienen más de una ha, aunque no superan las cuatro hileras de ancho

**Incluye formaciones arbóreas espontáneas en áreas riparias o en zonas serranas

Clase	Variable	Atributos	Descripción
Macizo comercial	Composición	Puro	Un solo género arbóreo
		Mixto	Más de un género arbóreo
	Distribución de copas*	Regular	A escala 1:3.650 hay menos de 5% de la unidad sin cobertura de copas**
		Irregular	A escala 1:3.650, hay más de 5% de la unidad sin cobertura de copas**
Monte de reparo	Composición	Puro	Un solo género arbóreo
		Mixto	Más de un género arbóreo
Cortina cortaviento	Ancho de la cortina	Ancha	Más de dos hileras de árboles
		Angosta	Menos de dos hileras de árboles
	Continuidad de copas	Continua	Separación entre copas < 10 m
		Discontinua	Separación entre copas >= 10 m
Monte de protección	Ubicación y forma	Arroyo/ laguna/ sierra	En suelos presumiblemente frágiles y susceptibles a la erosión. Formas irregulares
Monte de población	Construcciones asociadas	Casas/ galpones/ silos	En zonas urbanas, periurbanas, parajes, cascos de estancia, etc.

Tabla 2. Criterios de interpretación visual de imágenes para la clasificación de las unidades forestales del partido de Balcarce en distintas categorías de montes en tipos forestales

*Distribución horizontal de la proyección de las copas sobre el terreno

**La cobertura fue medida a través de una cuadrícula

cándose como monte alto (altura dominante mayor a 15 m), monte medio (entre 8 y 15 m) y monte bajo (menor a 8 m). Con estas apreciaciones utilizadas para el análisis visual de las imágenes, se realizaron luego los recorridos por rutas y caminos secundarios, a fin de clasificar de manera cualitativa las plantaciones de la categoría macizo comercial. Para evitar sesgos de apreciación subjetiva, todas las observaciones de terreno fueron realizadas por el mismo observador, acompañado de un asistente para el registro de datos.

Verificación de las unidades forestales

Para evaluar la calidad del mapa obtenido en laboratorio y su nivel de precisión en la identificación, las unidades cartografiadas fueron supervisadas con observaciones de

campo. Con este propósito se realizaron recorridos de observación en el campo a partir de trazados realizados sobre imágenes (franjas de 300 m de ancho hacia ambos lados de las rutas), que se corresponden con la ruta provincial 55 y la nacional 226, que fueron elegidas porque cubren distintas situaciones fisiográficas y de uso del suelo en su recorrido por el partido, incluyendo una gran cantidad de las unidades identificadas. El área barrida de esta manera fue de aproximadamente 5.400 ha.

Mediante esta supervisión se estableció la correspondencia entre unidades esperadas (identificadas en trabajo de laboratorio) y observadas (visibles en el terreno) para todas las clases de montes. La confiabilidad de los resultados fue evaluada a través de la prueba de bondad de ajuste de Chi cuadrado (χ^2).

Tipo forestal			Subtipo forestal	
Asociación	Género	Densidad	Distribución	Desarrollo
Puro	Eucalyptus spp, Pinus spp, Otros	Denso	Regular y bajo distanciamiento entre plantas	Monte alto, >15 m de altura
				Monte medio, 8-15 m de altura
Mixto	Más de un género	Ralo	Irregular y/o alto distanciamiento	Monte bajo, <8 m de altura

Tabla 3. Variables de clasificación de tipos forestales observados en el terreno para unidades de la clase de *Monte comercial*, identificadas por interpretación visual de imágenes

RESULTADOS

Mapa forestal

El mapa forestal obtenido, contiene todas las unidades forestales identificadas por interpretación visual del mosaico de imágenes de Google Earth® disponible al mes de noviembre de 2011. A su vez, éste fue estructurado en un sistema de información geográfica (SIG) que agrupa en distintas capas con sus correspondientes atributos a las unidades de cada clase forestal (figuras 3, 4, 5, 6 y 7). Dicha tarea se completó en 206 horas de trabajo de laboratorio, barriéndose visualmente las 412.111 ha del partido. En total se identificaron 5.711 unidades forestales distribuidas en las cinco categorías (tabla 4). En el caso de la clase macizo comercial, los cálculos de superficie de polígonos digitalizados arrojaron algo más de 3.000 ha de varias clases de montes (figura 8).

En relación a mapas físicos y políticos del partido, Tomás *et al.* (2005), lograron establecer algunos patrones de distribución de las unidades cartografiadas. Con excepción de los montes de protección (asociados mayormente a cursos de agua) la densidad espacial de las unidades forestales de las restantes clases resultó máxima en el cuadrante suroeste del partido y mínima en el noreste (figuras 4, 5, 6 y 7). En los sectores de relieve más bajo predominaron los montes de reparo, los montes de poblaciones y las cortinas cortaviento por sobre los macizos comerciales. Los montes de población se relacionaron con la superficie y número de

lotes catastrales (figura 9), a razón de uno, y hasta tres, por lote. En la periferia de centros urbanos, donde los lotes son de menor extensión, su densidad espacial fue mayor. Los macizos comerciales estuvieron distribuidos algo más uniformemente en el territorio (los de mayor extensión vinculados al eje de la ruta nacional N.º 226 -figura 7-) y asociados a grandes lotes catastrales (figura 9). También se observó una mayor densidad de montes de protección en las márgenes de arroyos y en los faldeos serranos (figura 10).

En el recorrido de campo se identificaron 150 unidades de un total de 165 localizadas sobre mapas de transectas de muestreo (2,9% del total de unidades cartografiadas en el partido), que cubrieron aproximadamente 5.400 ha (1,3% de la superficie total). Todas las unidades identificadas en el terreno se correspondieron con unidades identificadas en el mapa de muestreo. Los resultados de la prueba de bondad de ajuste *Chi* cuadrado para dicha supervisión se muestran en la tabla 5. El valor χ^2 calculado (1,9132) fue menor al χ^2 tabulado (9,4877), lo que indica que las diferencias no fueron significativas para un nivel de confianza del 95%.

En los recorridos en terreno para la identificación y caracterización de la clase *Macizos comerciales*, se supervisaron 144 unidades con una extensión aproximada de 880 ha, que representan el 29,2% de la superficie cartografiada para esta clase de monte. De ese área, el 29% (255,4 ha) fue identificado como monte mixto, con asocia-

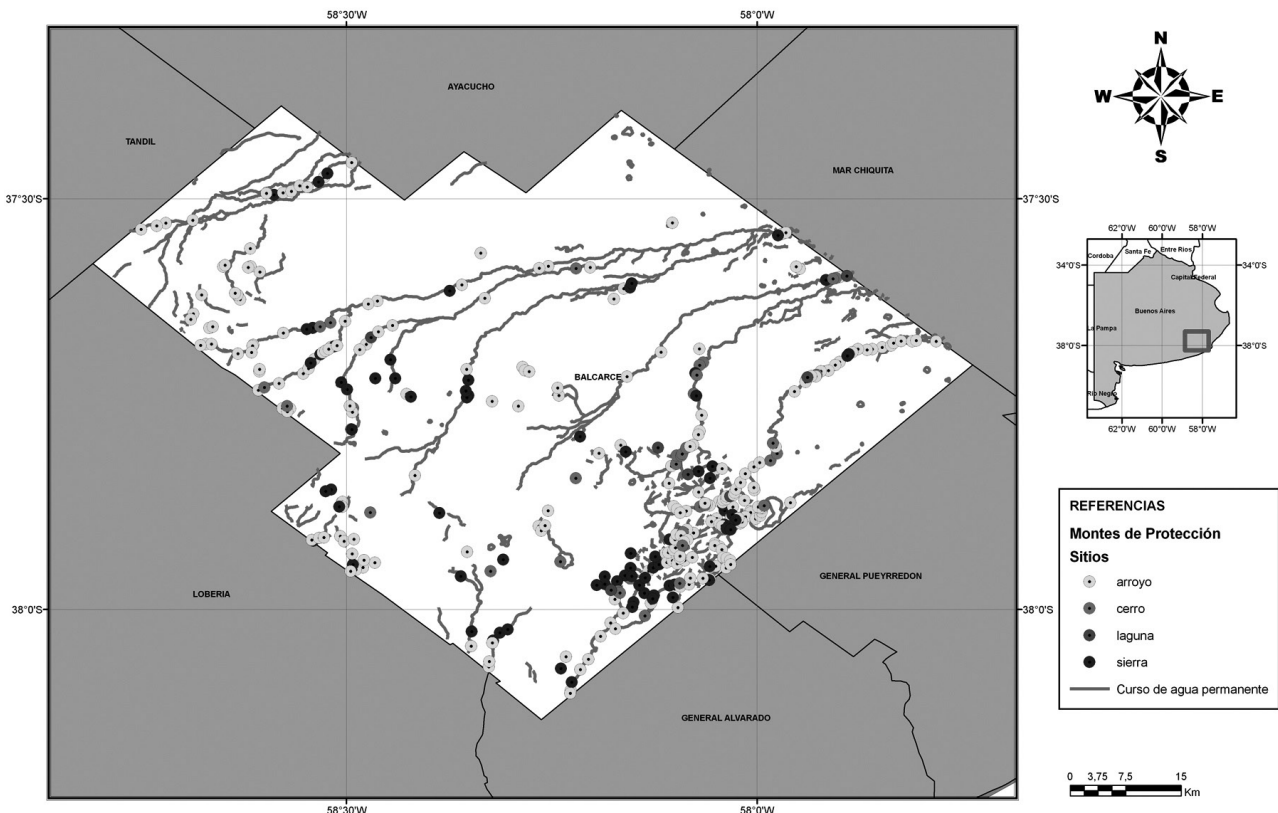


Figura 3. Mapa forestal del partido de Balcarce. Clase: Monte de protección.

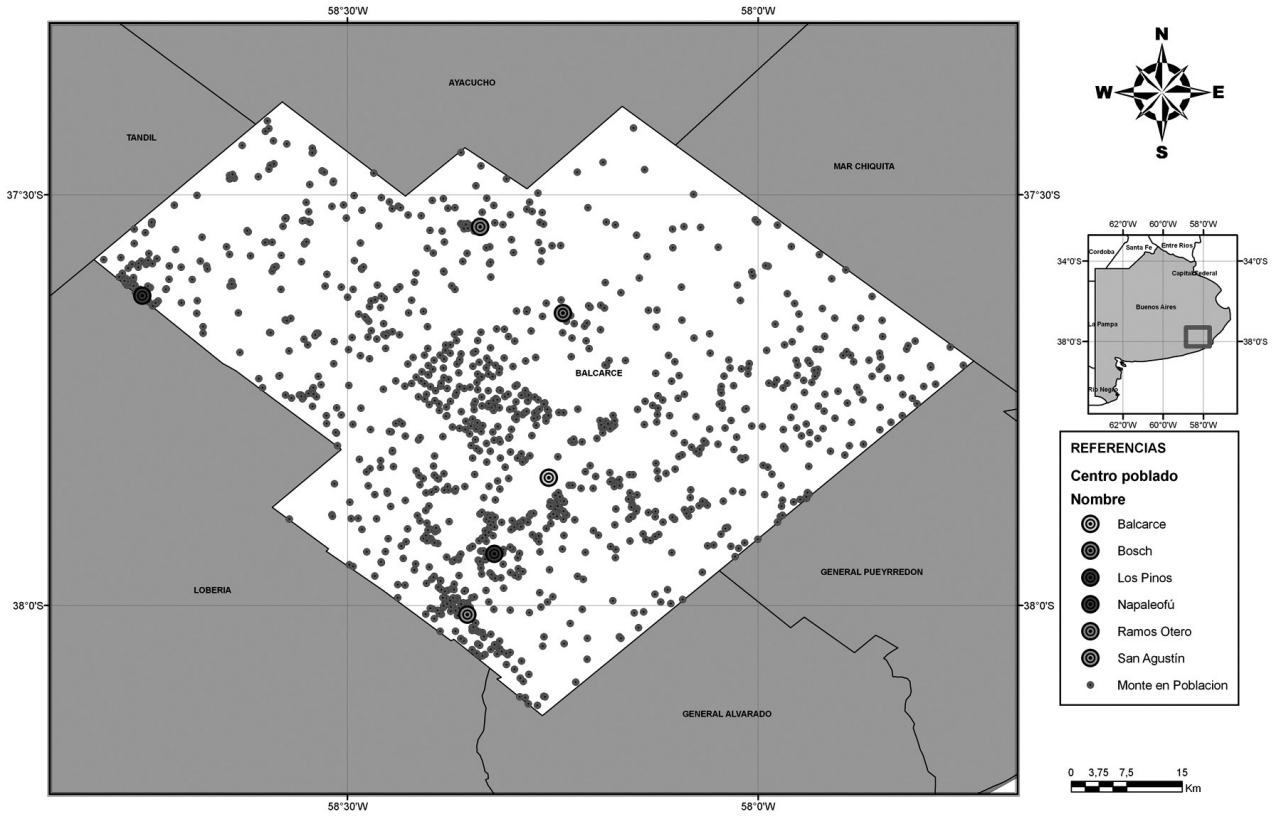


Figura 4. Mapa forestal del partido de Balcarce. Clase: Monte de población

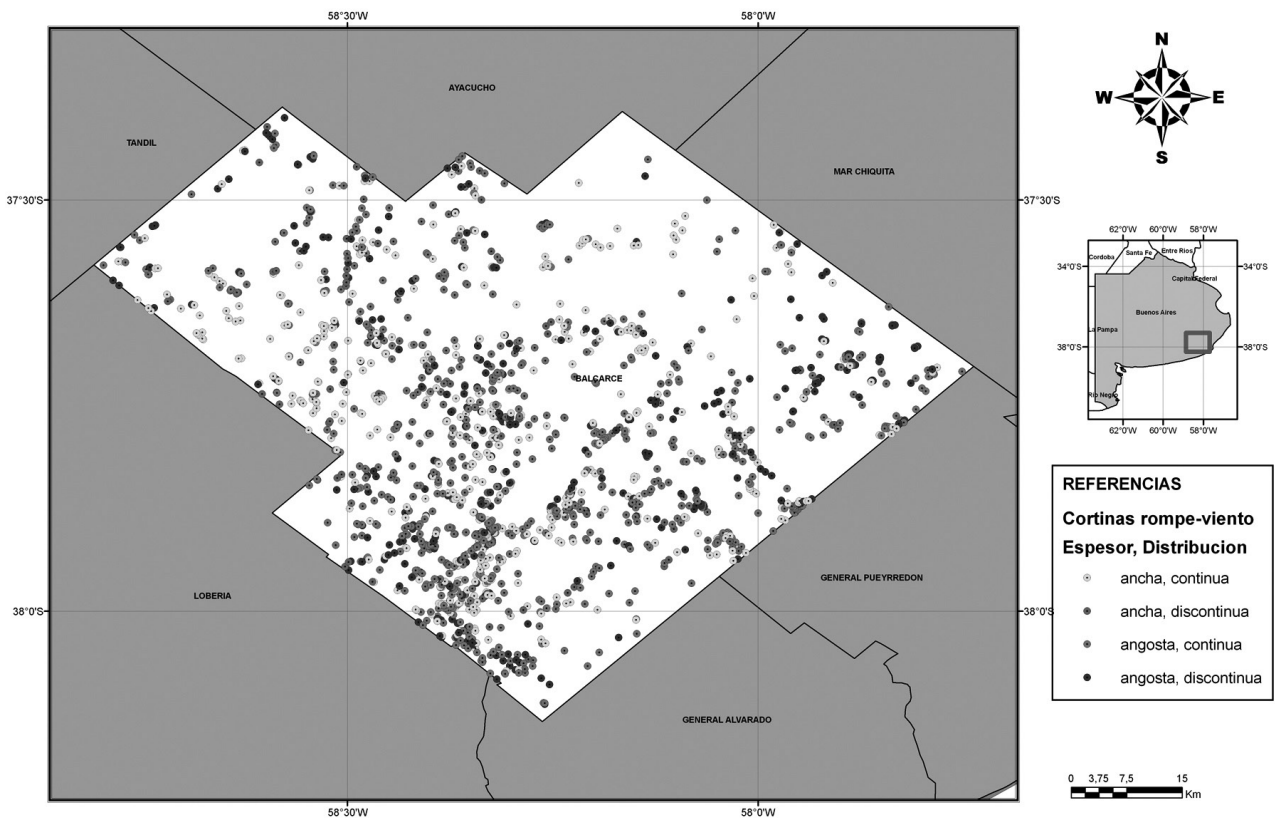


Figura 5. Mapa forestal del partido de Balcarce. Clase: Cortina cortaviento

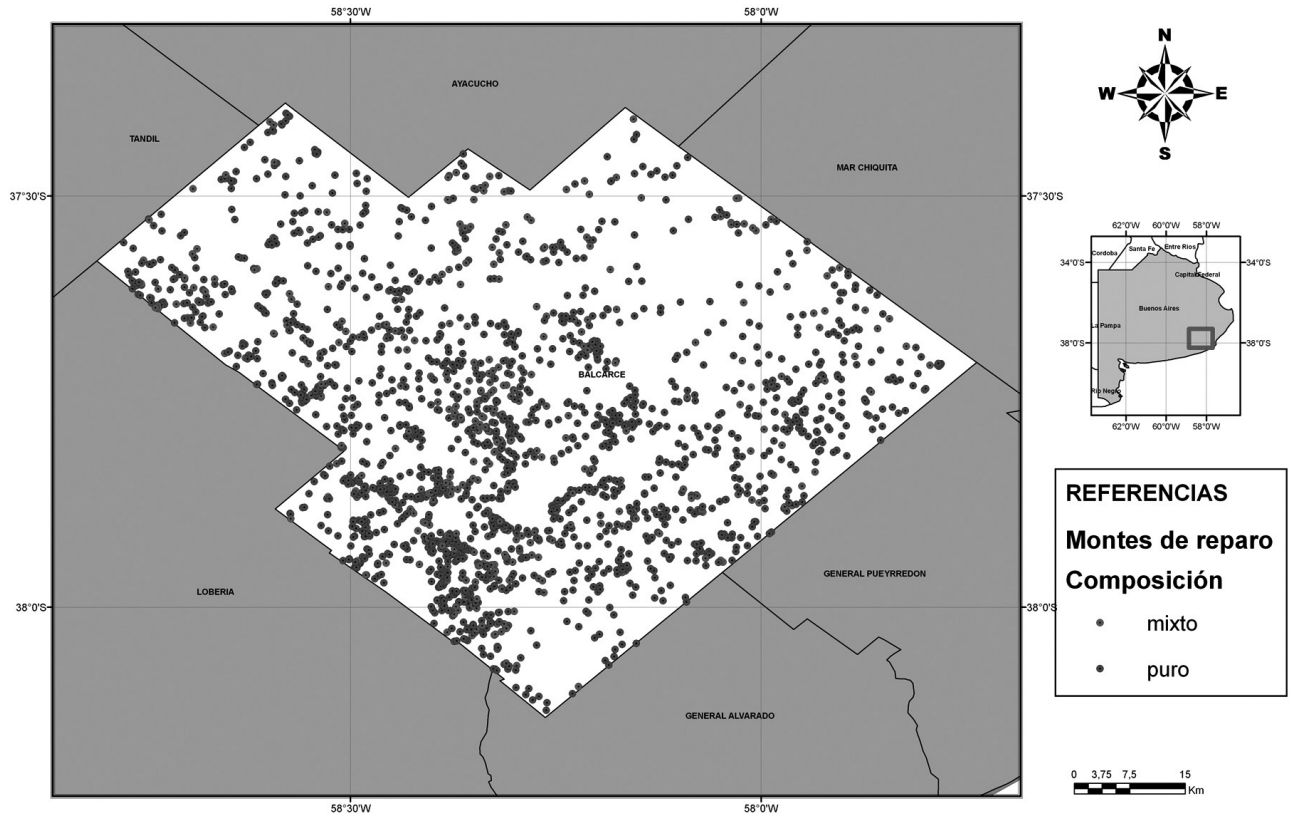


Figura 6. Mapa forestal del partido de Balcarce. Clase: Monte de Reparación

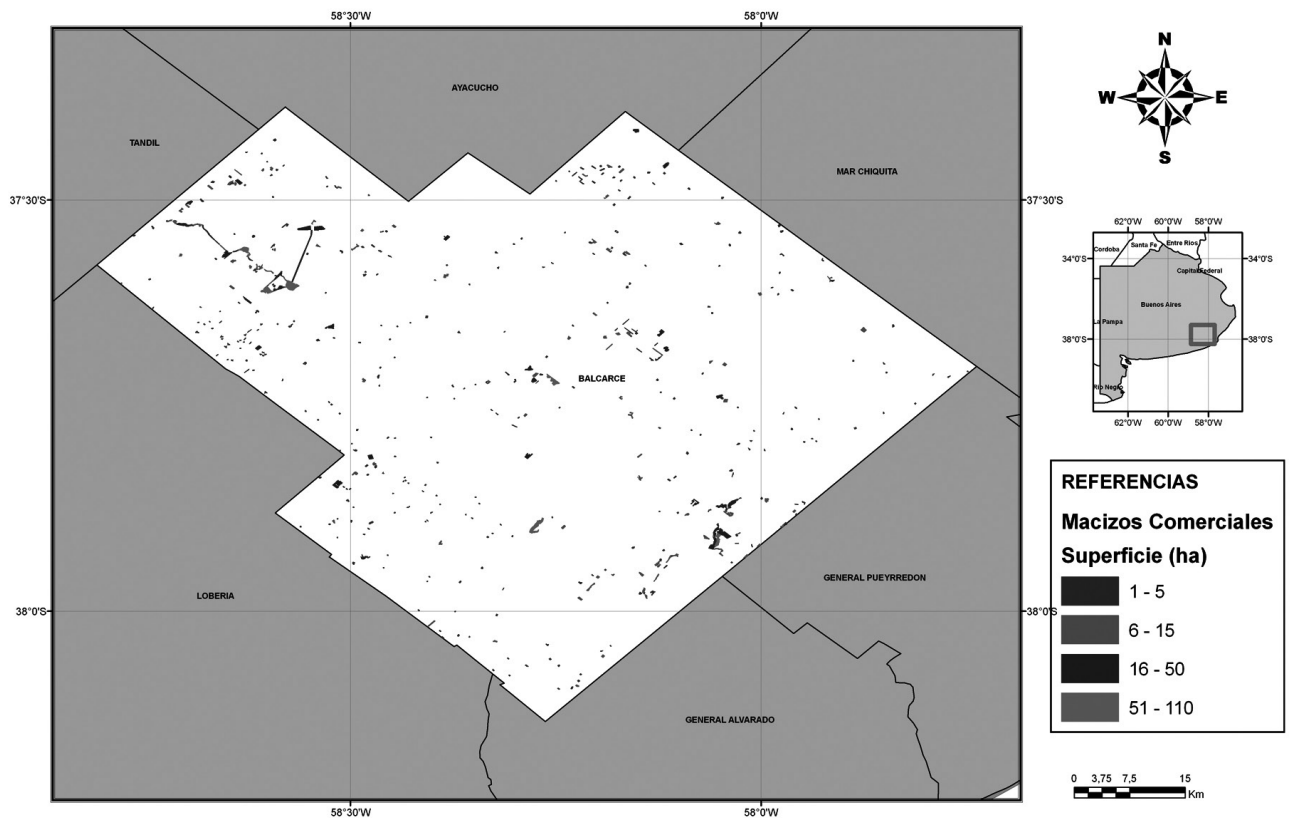


Figura 7. Mapa forestal del partido de Balcarce. Clase: Macizo comercial

ciones de especies de *Eucalyptus*, *Pinus*, *Populus*, *Salix*, o de *Acacia melanoxylon*. El porcentaje restante, del 71% (624,2 ha) fue identificado como monte puro, de los géneros *Eucalyptus* (92%), *Pinus* (7,3%) u otros (0,7%, *Populus* spp, *Salix* spp, *Robinia pseudoacacia*, *Gleditsia* spp, etc.). La distribución según tipos de *Macizos comerciales* se muestra en la tabla 6.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El análisis visual de imágenes del software Google Earth® permitió elaborar un mapa de clases forestales con técnicas simples y con un grado de precisión aceptable para estudios regionales. En general, la calidad de imágenes, su alta definición y el fuerte contraste de las formaciones arbóreas en la matriz agroganadera, permitió identificar y delimitar fácilmente las unidades forestales para generar el SIG. Los elementos fotográficos considerados y las posibilidades de aumento de escala de observación facilitaron la identificación de montes. Una fuente error fue la disimilitud de fechas de captura de las imágenes que conforman el mosaico del partido, que variaron en términos de años. Este tipo de error podría ser importante en el caso de forestaciones jóvenes o de muy bajo desarrollo actual, no discernibles en las imágenes utilizadas más antiguas. Sin embargo, con la incorporación de datos de forestaciones recientes, a partir de información de los sistemas de promoción forestal (DBF 2011b), se mejoró el registro de

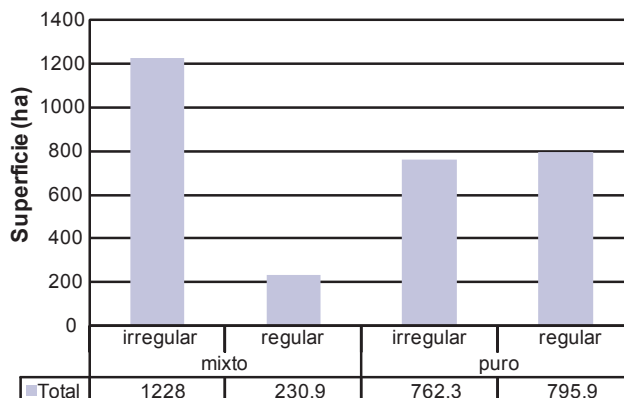


Figura 8. Distribución de la superficie total (3.017,1 ha) de Macizos comerciales en el partido de Balcarce según composición (puro/mixto) y distribución de copas (regular/ irregular)

la clase macizo comercial, tanto en número de unidades como en superficie plantada.

El uso del software Google Earth®, de baja complejidad y de acceso libre, permitirá que los datos generados por este estudio puedan transferirse fácilmente para la utilización directa de distintos actores con objetivos de estimaciones de producción, ordenamiento del uso del suelo y planeamiento en general. Las capas generadas, "edita-

Clase	Categoría		Subtotal	Total
Macizo comercial	Puro	Irregular	173	493
		Regular	142	
	Mixto	Irregular	132	
		Regular	46	
Monte de reparo	Puro		1.618	2.051
	Mixto		433	
Cortina cortaviento	Ancha	Continua	523	1.679
		Discontinua	105	
	Angosta	Continua	722	
		Discontinua	329	
Monte de protección	Arroyo		236	357
	Cerro		35	
	Laguna		7	
	Sierra		79	
Monte de población	Rural		1.131	1.131
Total unidades forestadas				5.711

Tabla 4. Número de unidades forestales identificadas por clase y categorías observadas

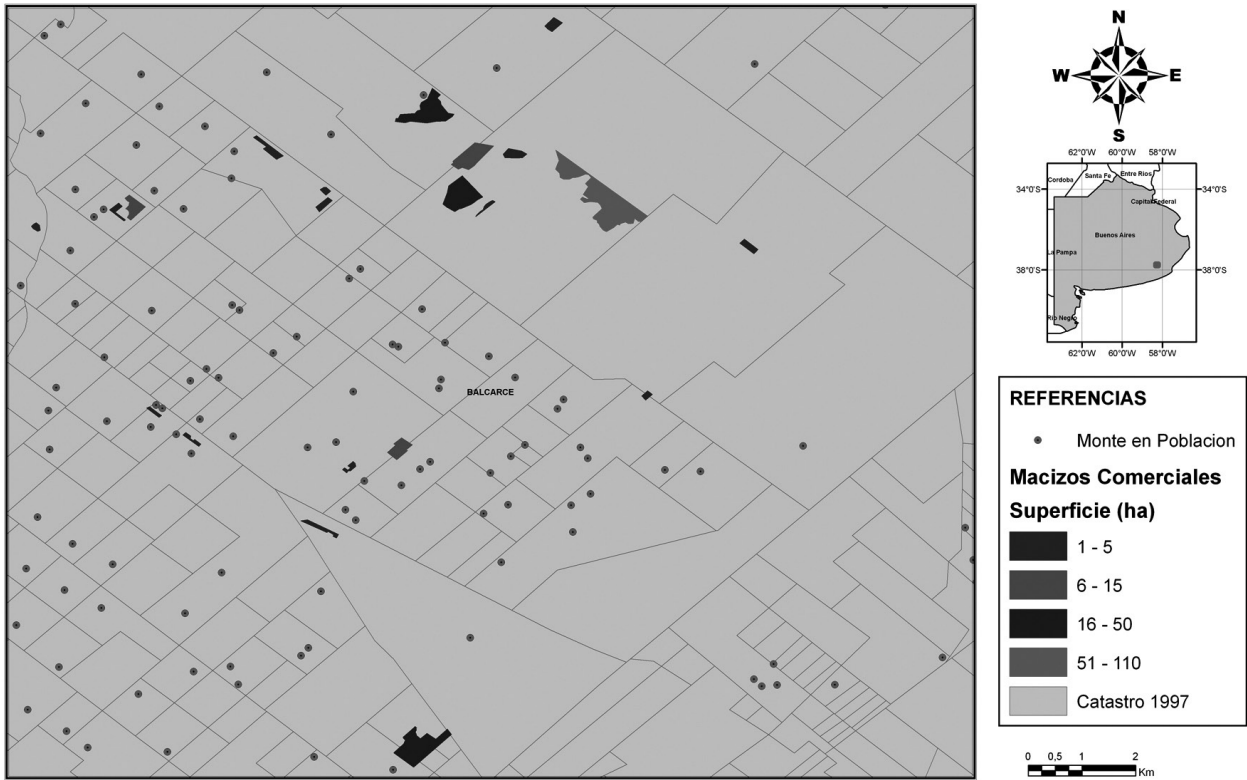


Figura 9. Asociación de montes de población y de macizos comerciales con lotes catastrales, en un sector del partido de Balcarce.

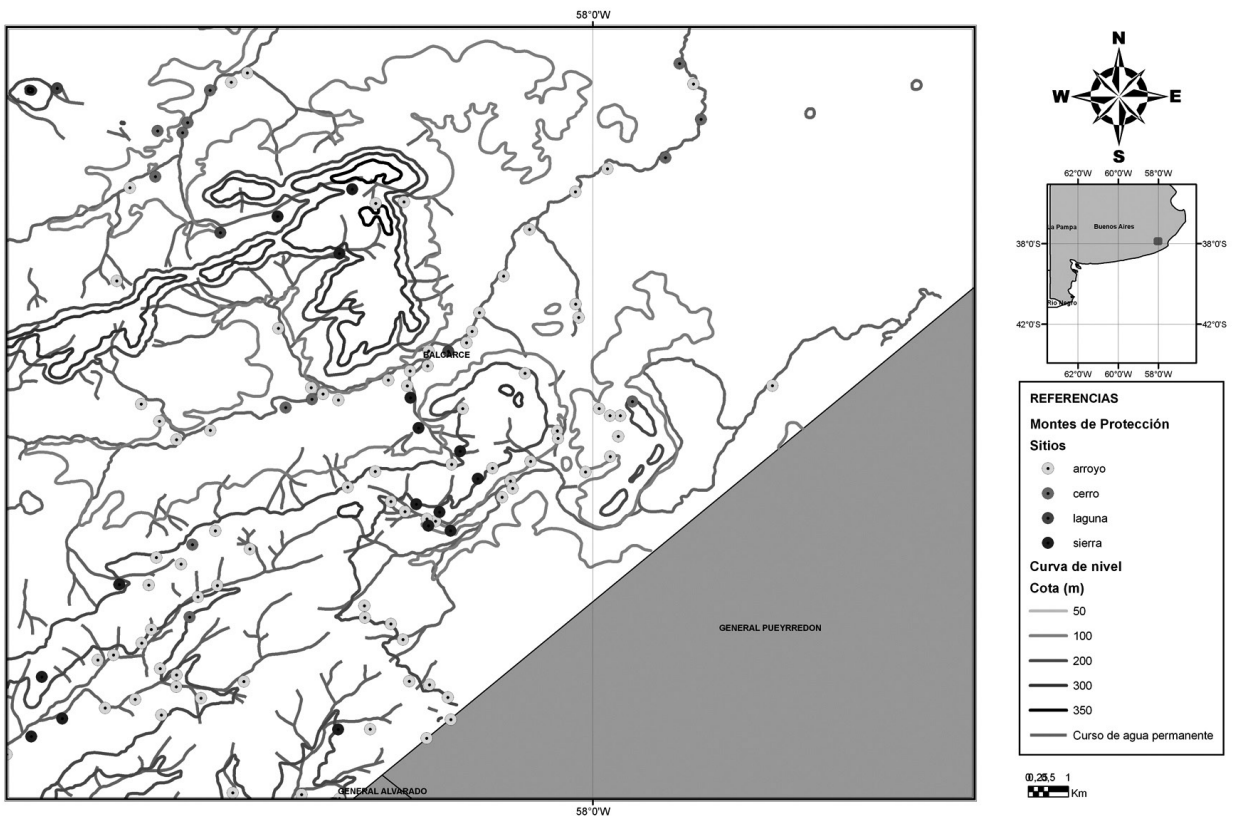


Figura 10. Asociación de montes de protección con arroyos y sierras, evidenciada a través del cruzamiento del mapa forestal con curvas de nivel (líneas oscuras) y la red de drenaje (líneas claras) en un sector del partido de Balcarce

Clase	Observ	Esp	(Obs-esp) ²
			Esp
Macizo comercial	13	14	0,07
Monte de reparo	35	37	0,11
Cortina cortaviento	60	71	1,7
Monte de protección	9	9	0
Monte de población	33	34	0,03
Total	150	165	$\chi^2 = 1,9132$
			$\chi^2_{4\text{ gl}; 0,05} \quad 9,4877$

Tabla 5. Prueba Chi cuadrado para la validación de las unidades cartográficas. Los datos observados (OBS) se corresponden con los supervisados en el campo y los esperados (ESP) con los identificados en imágenes en transectas de supervisión

bles”, pueden ser reclasificadas según se profundice en el análisis y pueden compararse con otros mapas para otros objetivos de estudio. En este trabajo, la comparación con mapas del Atlas Digital de Balcarce (Tomás *et al.*, 2005) permitió identificar algunos patrones de distribución y densidad de los montes y cortinas forestales. En el caso de Balcarce pudo observarse el cambio en número y densidad espacial de formaciones arbóreas vinculado a la fisiografía y a la división catastral del partido.

Comparativamente con otras metodologías que utilizan como soporte imágenes de acceso gratuito y programas de procesamiento de código abierto y gratuitos, en los mapas elaborados mediante la utilización del software Google Earth® y las imágenes que éste provee, es posible identificar con mayor precisión las unidades forestales y delimitar los polígonos, obteniéndose resultados más confiables en tiempos operativos comparativamente más cortos. Cabe señalar al respecto, que en procedimientos habituales de mapeo forestal basa-

dos en la utilización de imágenes Landsat, se utiliza complementariamente el software Google Earth® para aumentar la precisión de sus resultados, particularmente en áreas donde las abundan unidades forestales pequeñas y dispersas (MAA 2011), como es el caso del partido de Balcarce.

A través de la metodología propuesta se logró identificar y categorizar las existencias forestales del partido. Sin embargo, para el caso de la categoría macizo comercial no es posible asegurar, en términos reales, el carácter industrial de dichas plantaciones, ya que si bien pudo haber sido el destino inicial de las mismas, hoy se encuentra condicionado por otras variables no medidas en este trabajo, como el estado sanitario, el tamaño relativo del parche, la calidad de madera, etc.

Por otra parte, la supervisión realizada permitió evaluar parcialmente el método aplicado, aunque dada la extensión del partido sería necesario aumentar el número de unidades supervisadas, como así también lograr un mayor acceso a los predios para evaluar calidad y crecimiento de plantaciones, aspecto que fue limitante en este estudio para contar con mayor información.

Este trabajo entonces contribuyó a conocer cualitativamente el patrimonio forestal del partido de Balcarce, con una aproximación a su extensión para el caso de los montes comerciales, y puede ser de utilidad para el diseño e implementación de políticas públicas locales de uso forestal incluyendo la producción maderable, la generación de servicios ambientales de valor para otras producciones locales y para el mejoramiento del hábitat en poblaciones urbanas y rurales del partido.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Laboratorio de Geomática del INTA EEA Balcarce, a Hernán Angelini, Emilio Maceira, Sebastián Galarco, Daniel Mónaco, así como a los productores del partido que facilitaron el acceso para tareas de campo. A su vez se agradece el aporte realizado por los revisores anónimos de la Revista de Investigación Agropecuaria por el aporte en favor de la calidad del informe. El presente trabajo se realizó en el marco del proyecto (INTA) PNFOR 2215.

Distribución de superficies de la clase Monte comercial, según variables supervisadas								
Asociación	Género	Alto		Medio		Bajo		Total
		Denso	Ralo	Denso	Ralo	Denso	Ralo	
Mixto	Más de uno	23,9	22,5	179,5	28,3	1,2	0	255,4
Puro	<i>Eucalyptus</i> sp	448	36,5	68,7	2,4	19	0	574,6
	<i>Pinus</i> sp	24,5	0	20,8	0	0	0	45,3
	Otros	2	0	1,3	0	1	0	4,3
Total		498,4	59	270,3	30,7	21,2	0	879,6

Tabla 6. Distribución de superficies de la clase monte comercial, según variables supervisadas

BIBLIOGRAFÍA

- ÁREA ECONOMÍA Y SOCIOLOGÍA RURAL (AEYSR) DEL INTA, ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA BALCARCE, 2008. Zonas Agroeconómicas en el área de influencia de la EEA Balcarce. Identificación de la zona. Ambiente. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/econo/analisis/zonas/IIIF.htm>. Último acceso: octubre 2011.
- AVERY, T.E.; BERLIN, G.L. 1985. Fundamentals of remote sensing and airphoto interpretation. 5th edition. MacMillan Publishing Company, New York. 472 pp.
- BRANDÁN, S.; CORINALDESI, L.; FRISA, C. 2010. Sector Forestal 2009. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Área de Economía e Información de la Dirección de Producción Forestal. 35 pp. Disponible en http://64.76.123.202/new/0-0/forestacion/archivos_estadisticas2/sector%20forestal%202009.pdf. Último acceso: abril 2013.
- CABRERA, A. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. En: Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Editorial ACME (segunda edición). Buenos Aires, Argentina. 85 pp.
- CENTRO DE INVESTIGACIONES TERRITORIALES Y AMBIENTALES BONAERENSES (CITAB) - BANCO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES (BPBA), 2005. Datos Estadísticos e información general. Bosques y Montes implantados. EAP con límites definidos. Superficie implantada por especie según partido. Disponible en <http://www.bapro.com.ar/citab/estadisticas/0206%20Bosques%20y%20Montes%20implantados%20Indec%202001.pdf>. Último acceso: octubre 2011.
- CULOT, J.P.H. 2000. Caracterización edafo-climática de la región sudeste de la Pcia. de Bs. As. para E. globulus. - Primer Seminario Internacional de E. globulus en la Argentina. Mar del Plata. 8 pp.
- DEPARTAMENTO DE INSPECCIÓN GENERAL - MUNICIPALIDAD DE BALCARCE (DIG-MB), 2010. Informe: Comercios e Industrias habilitados relacionados con la madera. Balcarce. 2pp. Informe inédito.
- DIGITAL GLOBE. Content Collection. Satélites. Disponible en <http://www.digitalglobe.com/about-us/content-collection#satellites>. Último acceso: noviembre 2011.
- DILLON, G. 2000. Aplicación de un conjunto de técnicas silviculturales intensivas en la producción de E. globulus. - Primer Seminario Internacional de E. globulus en la Argentina. Mar del Plata, 18 pp.
- DIRECCIÓN DE BOSQUES Y FORESTACIÓN DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES (DBF), 2011a. Informe: Situación de los planes inscriptos al Plan de Incentivos a la Actividad Forestal. Años 2005-2010. Disponible en <http://www.maa.gba.gov.ar/2010/SubPED/Agricultura/Bosques%20y%20Forestacion>. Último acceso: octubre 2011.
- DIRECCIÓN DE BOSQUES Y FORESTACIÓN DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES (DBF), 2011b. Informe: Situación del partido de Balcarce: Presentaciones a la Ley 25080 y al Plan de Incentivo Forestal durante el periodo 2001-2010. 2pp.
- ETCHEGARAY, A. 2000. Panorama de la actividad forestal en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. - Primer Seminario Internacional de E. globulus en la Argentina. Mar del Plata. 4 pp.
- GONZÁLEZ ITURBE AHUMADA, J.A. 2004. Libro: Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Sección V: Sensores remotos y manejo de información geográfica. Capítulo 16: Introducción a la percepción remota. pp.: 507. Disponible en <http://www2.ine.gov.mx/publicaciones/libros/429/sensores.pdf>. Último acceso: noviembre 2011.
- GOOSEN, D. 1968. Interpretación de fotos aéreas y su importancia en levantamiento de suelos. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 58 pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA). PROYECTO: RED DE INFORMACIÓN AGROPECUARIA PAMPEANA (RIAP), 2011. RIAP en el ámbito zonal. Descripción Zona Agroecológica III. Subzona III- F: Balcarce. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/balcarce/riap/zonal.htm#IIIF>. Último acceso: octubre 2011.
- INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA). SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE. DIRECCIÓN DE RECURSOS FORESTALES NATIVOS. DIRECCIÓN DE FAUNA Y FLORA SILVESTRE. SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA Y ALIMENTOS (SAGPYA). DIRECCIÓN DE FORESTACIÓN. ADMINISTRACIÓN DE PARQUES NACIONALES, 2002. Informe: Primer reporte argentino para el proceso de Montreal. Disponible en <http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/Pmontreal/File/recuadros%20marginales/Versin%20Oficial%20PM%202003.pdf>. Último acceso: octubre 2011.
- MINISTERIO DE ASUNTOS AGRARIOS (MAA), 2005. Nuestra Provincia. Nuestro Campo. El sector agropecuario de la Provincia de Buenos Aires. Subsecretaría de Control Alimentario y Uso de los Recursos Naturales y Pesqueros, del Ministerio de Asuntos Agrarios, 147 pp.
- MINISTERIO DE ASUNTOS AGRARIOS (MAA), 2011. Inventario de macizos forestales de Eucalyptus globulus Labill en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. Ministerio de Asuntos Agrarios, Provincia de Buenos Aires, 30 pp. Disponible en <http://www.maa.gba.gov.ar/2010/SubPED/Agricultura/archivos/LibroPDF2.pdf>. Último acceso: abril 2013.
- MINISTERIO DE ASUNTOS AGRARIOS (MAA), 2007. Buenos Aires Forestal, Argentina. Subsecretaría de Calidad Agroalimentaria y Uso Agropecuario de los Recursos Naturales, del Ministerio de Asuntos Agrarios, 29 pp.
- MOHAME, E. 2005. GIS and Remote Sensing for Natural Resource Mapping and Management. Disponible en <http://www.geospatialworld.net/Paper/Application/ArticleView.aspx?aid=425>. Último acceso: abril 2005.
- MOSCHINI, R.C.; CONTI, H.A.; ALONSO, M.; RODRÍGUEZ TRAVERSO, J.M.; NAKAMA, V.; ALFIERI, A. 2000. Delimitación de áreas de aptitud climática para el cultivo de eucaliptos en la región pampeana. Rev. SAGPYA Forestal, N. °15: 2-11.
- NAKAMA, V.; LUPI, A.M.; FERRERE, P.; ALFIERI, A. 2004. Las Plantaciones Forestales como sumideros de Carbono atmosférico: Estudio de caso en la provincia de Buenos Aires. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo - Paraná, Entre Ríos. 10 pp.
- SANDOVAL, V.; TRINCADO, G. 2002. Fotogrametría y Fotointerpretación Forestal, Cuadernos del Mefo N.º 6. Instituto de Manejo Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia. 54 p.
- TOMÁS, M.; FARENGA, M.; BERNASCONI, M.V.; MARTINEZ, G.; MASSONE, H.; CABRIA, F.; CALANDRONI, M.; DILLON, G.; MAZZANTI, D.; PASTORIZA, E.; PILCIC, T.; ESPINOSA, A.; LANARI, M.E.; LÓPEZ, M.T.; LÓPEZ, J.; SALGADO, P. 2005. Atlas Digital del Partido de Balcarce Provincia de Buenos Aires, República Argentina. Rev. Cartográfica 80-81:91-106.

Dinámica del crecimiento de una pastura de agropiro alargado de acuerdo con la época de fertilización nitrogenada

FERNÁNDEZ GRECCO, R.¹

RESUMEN

Las pasturas de agropiro alargado *Thinopyrum ponticum* (Bark. y Dewey) en la Pampa Deprimida bonaerense, en términos generales, son considerados cultivos con pobre producción de forraje, de escaso valor nutricional para la producción animal y que concentran su crecimiento durante fin de primavera hasta mediados del verano. En la EEA INTA Balcarce se llevaron a cabo dos ensayos sobre una pastura de agropiro alargado con el objetivo de evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la dinámica del crecimiento y la acumulación de forraje durante dos épocas del año: otoño-invierno y primavera. Para ello, se aplicaron seis dosis de nitrógeno (DN) N0 hasta N250 con incrementos de 50 kgNha⁻¹ y se utilizó urea como fuente nitrogenada. El período otoño invernal se extendió desde el 18/05 hasta el 3/09, mientras que en el período primaveral la evaluación se realizó entre el 28/08 y el 4/12. En ambos períodos la acumulación de forraje mostró diferencias ($p < 0,05$) al agregado de N, siendo el valor máximo encontrado en el período primaveral de 6200 kg MSha⁻¹ con tasas de crecimiento de 84 kg MSha⁻¹día⁻¹, mientras que en el período otoño invernal se lograron 4600 kg MSha⁻¹ con tasas de crecimiento máximas de 43 kg MSha⁻¹día⁻¹. Los resultados obtenidos demuestran que, mediante una adecuada nutrición mineral en pasturas de agropiro alargado, es posible incrementar la acumulación de forraje en ambas épocas del año.

Palabras clave: agropiro alargado, fertilización, nitrógeno, invierno, primavera.

ABSTRACT

Tall wheatgrass *Thinopyrum ponticum* (Bark and Dewey) pastures in the Pampa Buenos Aires, in general, are considered crops that concentrate growth during late spring to midsummer, with poor forage production and of low nutritional value for animal production. In the EEA INTA Balcarce two trials were conducted on a pasture of tall wheatgrass in order to evaluate the effect of nitrogen fertilization on the dynamics of growth and accumulation of forage during two seasons: autumn-winter and spring, using 6 doses of nitrogen (DN) N0 to N250, with increments of 50 kgNha⁻¹ and using urea as nitrogen source. The winter period was extended from 05/18 to 09/03, while in the spring evaluation the trial was conducted between 08/28 and 12/04. In both periods forage accumulation showed significant differences ($p < 0.05$) to the addition of N, being the maximum value found during springtime, with 6200 kg DMha⁻¹, with growth rates of 84 kg DMha⁻¹day⁻¹, while in the winter period the maximum value achieved was 4600 kg DMha⁻¹ with maximum growth rates of 43 kg DMha⁻¹day⁻¹. The results obtained showed that wheatgrass pastures may increase the forage accumulation through proper mineral nutrition in both seasons.

Key words: tall wheatgrass, fertilization, nitrogen, winter, spring.

¹INTA, Estacional Experimental Agropecuaria Balcarce. Ruta 226 Km 73,5 (7620). Balcarce, Provincia de Buenos Aires. Correo electrónico: titogrecco@balcarce.inta.gov.ar

INTRODUCCIÓN

En el centro-este de la provincia de Buenos Aires (Argentina) se encuentra ubicada la Pampa Deprimida que ocupa un área de 8,5-9 millones de ha y está la mayor parte de esta superficie cubierta por pastizales (León, 1975). Pasturas de festuca alta (*Festuca arundinacea*) (Schreb.) y de agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*) (Bark y Dewey) completan el resto de los recursos forrajeros perennes utilizados por la cría bovina, principal actividad que se desarrolla en la zona mencionada (Vázquez *et al.*, 2007; Rearte, 2010).

En los pastizales se han determinado cuatro comunidades vegetales que se caracterizan por su diversidad florística y producción de forraje (León, 1975). Entre ellas las comunidades de loma, media loma y bajo dulce tienen una producción anual de forraje que varía entre 4,5-6,8 tn MSha⁻¹ año⁻¹ (Sala *et al.*, 1981), mientras que la comunidad de bajo alcalino sólo alcanza 1,2-2,0 tn MSha⁻¹ año⁻¹, razón por la cual se recomienda su reemplazo por pasturas de agropiro alargado (Fernández Grecco, 1999).

El agropiro alargado tiene un ciclo de crecimiento otoño invierno primaveral que concentra su producción en el período comprendido entre el inicio de octubre hasta fines de enero, momento en el cual presenta las mayores tasas de crecimiento con importantes pérdidas de calidad (Mazzanti *et al.*, 1992). Como consecuencia, es una especie poco valorada ya que, en general, presenta inflorescencias que limitan el rebrote otoñal, destinándose de manera exclusiva a la actividad de cría bovina (Carrillo, 1997).

Los trabajos realizados en agropiro alargado sobre morfofisiología (Harkes, 2011) y sobre utilización en pastoreo (Pascuet *et al.*, 2002) concluyen que manteniendo el cultivo en estado vegetativo se mejora la producción y calidad de la oferta de forraje, por lo que es posible destinar su utilización para recría de vacunos. En condiciones naturales, es una especie que presenta bajas tasas de crecimiento debido, principalmente, a la baja disponibilidad de formas libres de nitrógeno (Echeverría y Bergonzi, 1995; García *et al.*, 2002).

Se plantea como hipótesis que mediante una adecuada nutrición mineral, en los momentos en que naturalmente existe una escasa disponibilidad de formas disponibles de nitrógeno, se lograría incrementar la acumulación de forraje.

El objetivo de este trabajo fue cuantificar y analizar la dinámica del crecimiento de forraje de una pastura de agropiro alargado en dos épocas del año: otoño-invierno y primavera, mediante diferentes niveles de fertilización nitrogenada.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo se presenta una recopilación de información de ensayos independientes de fertilización nitrogenada (FN) que se realizaron en otoño-invierno y primavera del año 1998.

Los ensayos se ubicaron en el campo anexo número 6 de la EEA INTA Balcarce (37° 45' latitud sur, 58° 18' longitud oeste) en una pastura de agropiro alargado implantada

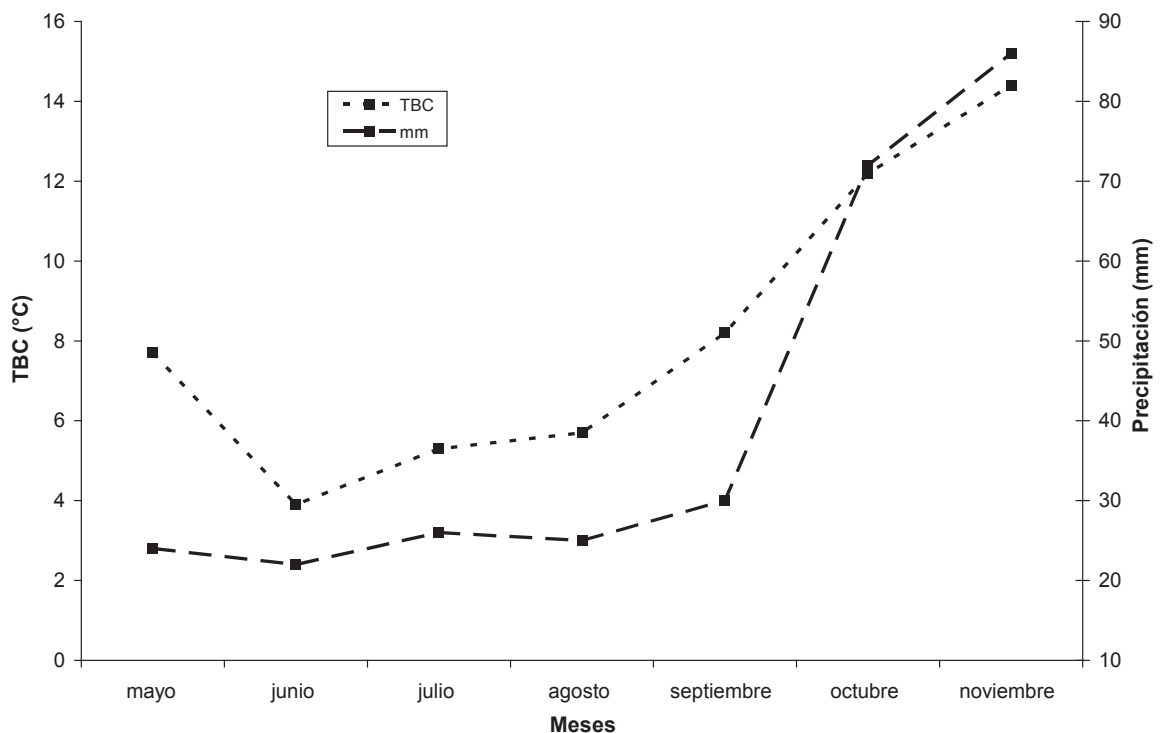


Figura 1. Distribución de las precipitaciones y la TBC en ambos períodos experimentales (TBC: temperatura base de crecimiento).

en el año 1982 sobre un suelo natracuol con 9,1 de pH (suspensión suelo:agua= 1:2.5), 79 gr kg⁻¹ de MO (Walkley, 1974), 15 mg kg⁻¹ de P (Bray y Kurtz, 1945) y, en los primeros 40 cm de suelo, una concentración de 8 mg kg⁻¹ de NO⁻³ (Bremner, 1965).

En la figura 1 se presentan los valores de temperatura base de crecimiento (TBC) y de precipitación durante el período en que se desarrollaron ambos ensayos. La TBC se calculó como la sumatoria de la temperatura media diaria (TMD) menos 5 °C, debido a que las gramíneas templadas perennes crecen muy poco por debajo de dicha temperatura (TMD= 18 °C, en un mes la TBC= 390 °C).

Mediante un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones, se evaluaron seis dosis de nitrógeno (DN, kg Nha⁻¹): N0, N50, N100, N150, N200 y N250, utilizando urea (grado: 46-0-0) como fuente nitrogenada. Previo al agregado de las DN, se realizó un corte de vegetación a 2,5 cm para homogeneizar la altura y se agregaron 20 kg de fósforo como súper fosfato triple de Ca (grado: 0-46-0) para evitar deficiencias.

La acumulación de forraje (AF, kg MSha⁻¹) se cuantificó mediante cortes desfasados en el tiempo a 2,5 cm de altura (Anslow y Green, 1967), sobre los 5 m² centrales de parcelas de 7,5 m² (5 m x 1,5 m), utilizando una motosegadora. El material cosechado en cada parcela fue pesado en fresco y se extrajo una muestra de aproximadamente 500 g. Ésta fue pesada y luego secada en estufa por aire forzado a 70 °C hasta obtener un peso constante que refleje el porcentaje de MS. La AF se obtuvo mediante el producto del material cosechado en cada parcela y el porcentaje de MS.

En otoño-invierno la aplicación de P y los diferentes niveles de N se realizó el 18/05 y la respuesta a la FN se determinó los días 8/07, 23/07, 1/08, 13/08, 26/08 y 3/09.

En primavera el agregado de ambos nutrientes fue el 28/08 y los cortes de vegetación de realizaron: 1/10, 16/10, 25/10, 4/11, 21/11 y 4/12.

Las comparaciones entre tratamientos se realizaron mediante ANVA (PROC GLM) y las diferencias entre medias

mediante el test de Duncan (5%). A su vez, las tasas de crecimiento fueron calculadas por regresión lineal (REG) (SAS, 2008) entre la AF y el tiempo transcurrido entre inicio y fin de cada experimento. En ambos ensayos se evaluó que la regresión fuese significativa al 0,05%.

Los registros meteorológicos de precipitación y temperatura se obtuvieron de la EEA Balcarce [en línea] < <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/meteor.htm>

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Otoño invierno

La FN incrementó la AF en todas las fechas de muestreo y se encontraron diferencias (p<0,05) entre las DN. Las diferencias fueron extremas al final del período experimental momento en que N250 alcanzó la máxima AF, sin que se diferencie (p>0,05) de las DN N200 y N150. La menor AF se encontró con N0 la cual se diferenció (p<0,05) del resto de las DN (tabla 1).

Las diferencias entre tratamientos ponen de manifiesto la escasa disponibilidad de nitrógeno en este tipo de suelo durante la época fría del año (Barbieri *et al.*, 2006), ya que entre los tratamientos N150 y N0 se encontró una relación de 3,2:1 en la AF. En las forrajeras templadas (Gastal *et al.*, 1992; Chapman y Lemaire, 1993) la extensión foliar, considerada el principal componente del crecimiento, se encuentra fuertemente afectada por el agregado de nitrógeno, ya que difieren entre tres y cuatro veces entre niveles extremos de FN y el testigo.

El agregado de N no sólo tiene impacto sobre la extensión foliar, sino que también genera un incremento en el número de macollos (Mazzanti *et al.*, 1994). En agropiro alargado, Di Salvo (2001), determinó un incremento (p<0,05) en la densidad de macollos por el agregado de N150. Sin embargo, como consecuencia del efecto negativo por el sombreado generado por la mayor acumulación de forraje y por la inhibición causada por el desarrollo de estructuras reproductivas, existió una alta tasa de mortalidad de los mismos obteniéndose un cultivo con menor

Dosis de nitrógeno (kg N ha ⁻¹)	Acumulación de MS (kg MS ha ⁻¹)	Tasa de crecimiento (kg MS ha ⁻¹ día ⁻¹)	Coefficiente de determinación (r ²)
N0	1014,2 d	13,78	0,811
N50	1912,3 c	17,18	0,723
N100	2858,4 b	26,54	0,923
N150	3985,6 a	38,50	0,835
N200	4097,0 a	38,84	0,981
N250	4146,8 a	41,72	0,974

Tabla 1. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la acumulación de forraje y las tasas de crecimiento al finalizar el período otoño invernal (18/05 - 3/09).

Para cada dosis en sentido vertical, letras diferentes difieren significativamente (Duncan p<0,05). N0 hasta N250 indica dosis de nitrógeno aplicado por ha.

número pero de mayor tamaño (Simon y Lemaire, 1987; Fernández y Alonso, 2000).

En zonas templado-húmedas como la Pampa Deprimida, a medida que progresa la época fría disminuye la radiación y la temperatura generando un efecto depresivo sobre el crecimiento de las cubiertas vegetales. El período fin del otoño-invierno es la época donde se dan las condiciones adversas más severas para que ocurra la extensión foliar (Williamms y Biddiscombe, 1965; Thomas y Norris, 1981).

Considerando la vida media foliar de agropiro alargado en un rango de 450-500 °Cd (Harkes, 2011), en la figura 2, se presenta para cada tratamiento la evolución de la AF dividida en tres periodos en función de la suma térmica alcanzada ($\Sigma^{\circ}\text{C}$ = días de cada período x temperatura media diaria -5 °C).

El primer período se extendió por 50 días y desde la aplicación de las DN hasta el momento en que se realizó el primer corte de vegetación (8/07). La TBC promedio diaria fue de 3,96 °C con una acumulación de 198 °C, suma térmica que se consideró adecuada para que el cultivo incorpore los nutrientes agregados y exprese diferencias ($p < 0,05$) en la AF. Esto, como consecuencia de una mayor área fotosintética, causada por una mayor longitud de lámina y un mayor número de macollos (Gastal y Lemaire, 1988, Gastal, *et al.*, 1992).

En ese período no se encontraron diferencias ($p > 0,05$) entre las DN N250, N200 y N150 y entre N100 y N50, pero

todas las DN difirieron ($p < 0,05$) con el testigo. Las TC calculadas para N0 y N150 fueron de 10,28 kg MSha⁻¹día⁻¹ y de 30,12 kg MS ha⁻¹día⁻¹ respectivamente, las cuales establecen un incremento porcentual próximo al 300%. Valores menores de TC, pero con un incremento porcentual semejante encontraron Cañón *et al.* (2002), ya que el testigo creció a 2,1 kg MS ha⁻¹día⁻¹ y con N250 la TC fue de 4,9 kg MSha⁻¹día⁻¹.

El segundo período se extendió por 35 días (desde el 8/07 hasta el 13/08) con una suma térmica de 172 °C y con una acumulación en total de 370 °C. Durante este período se logró la mínima AF, ya que la TBC no superó los 3,9 °C. Se estableció que diferentes estados de nutrición y status hídrico afectan el crecimiento de especies forrajeras templadas, mientras que la temperatura es el factor que lo limita cuando se encuentra por debajo del umbral térmico requerido (Lemaire y Salette, 1982).

En este período, las TC fueron de 5,8 kg MSha⁻¹día⁻¹ en el testigo y de 14,2 kg MS ha⁻¹día⁻¹ en el tratamiento N150. Éstos valores coincidentes con trabajos realizados sobre diferentes especies forrajeras templadas (Mazzanti *et al.*, 1992), como así también en pastizales naturales y en pasturas mezcla de gramíneas y leguminosas utilizadas en el sudeste bonaerense (Agnusdei *et al.*, 2001).

El tercer período se extendió por 20 días (14/08 hasta el 3/09) en el cual se registró una suma térmica de 120 °C y se acumularon en total 490 °C. En este período se regis-

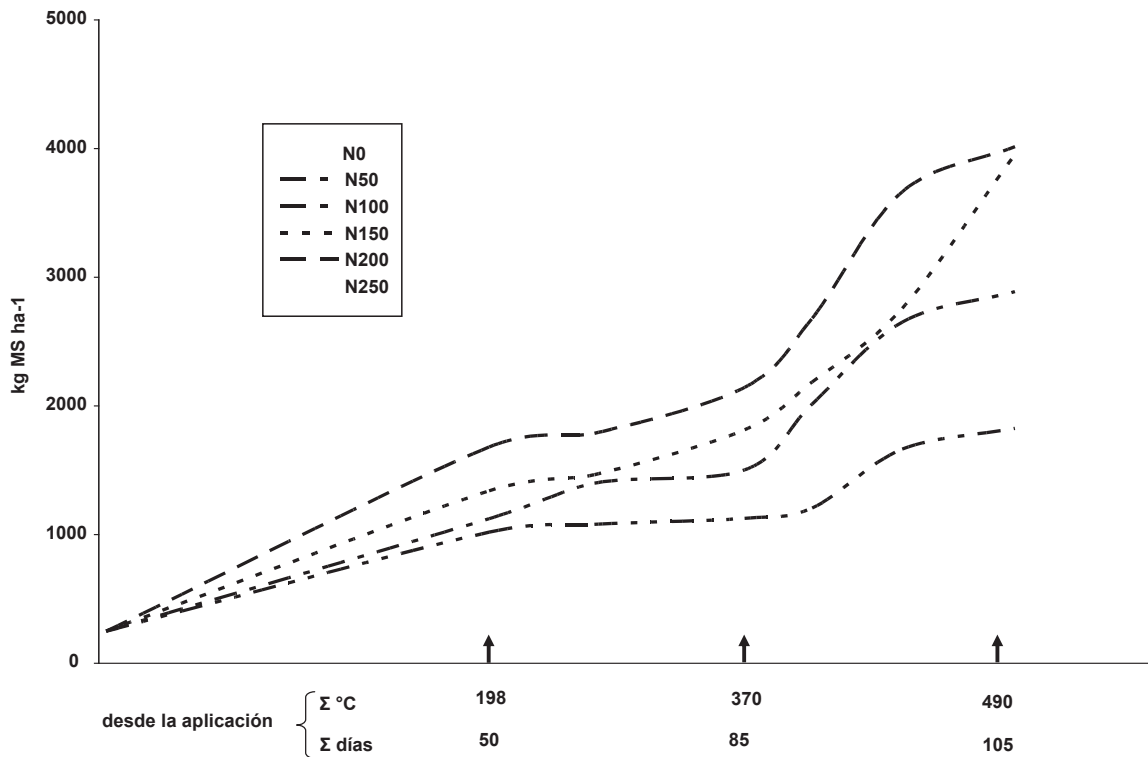


Figura 2. Evolución de la acumulación de forraje de agropiro alargado para cada dosis de nitrógeno (N) durante el período otoño-invernal. Las flechas indican el fin de cada período expresado como TBC y días transcurridos desde la aplicación (TBC: Temperatura base de crecimiento). N0, N50, N100, N150, N200 y N250 corresponden a dosis de nitrógeno 0, 50, 100, 150, 200 y 250, respectivamente).

traron TBC a partir de las cuales comienza el activo crecimiento de forraje, ya que en promedio superaron los 12,6 °C. Las tasas de crecimiento fueron de 9,6 kg MS ha⁻¹día⁻¹ y de 42,08 kg MSha⁻¹día⁻¹ para N0 y N150 respectivamente.

En la figura 2 se observa que en el tercer período la AF se incrementa de manera significativa y que con DN 150 kg N ha⁻¹ o superiores, se acumuló más del 50% del total de forraje obtenido en todo el período experimental.

El agropiro alargado es una especie templada que, en promedio, sostiene tres hojas vivas por macollo y presenta un intervalo filocrónico próximo a los 140-160 °C. Por lo tanto, el inicio de la senescencia se alcanza al acumular alrededor de 500 °C (Harkes, 2011). Este valor es mayor que para *Lolium perenne* y semejante a *Festuca alta*, ya que el inicio de la senescencia lo alcanzan con temperaturas de 400 °C y 570 °C, respectivamente (Lemaire, 1988; Agnusdei *et al.*, 1998).

La temperatura acumulada durante el ciclo de AF estuvo dentro del rango mencionado, ya que en total se acumularon 490 °C la cual representa un ciclo de acumulación de forraje. Por ello, es posible afirmar que la AF se cuantificó sin que se registraran pérdidas por senescencia (Harkes, 2011).

La TBC no se diferenció de los registros históricos (5,6 °C) y, si bien se considera limitante para el crecimiento de forraje, el efecto de la aplicación de elevadas DN durante el período invernal permitió encontrar diferencias ($p < 0,05$) en la AF. Las precipitaciones ocurridas durante el período experimental fueron de 127 mm, valor próximo al promedio histórico de 153 mm de los últimos 20 años

Primavera

En cada fecha de evaluación se encontraron diferencias ($p < 0,05$) entre las distintas DN y la máxima AF se obtuvo al finalizar el período experimental con N250. Ésta no se diferenció ($p > 0,05$) de N200, pero sí del resto de las DN. La menor AF se obtuvo con N0 y difirió ($p < 0,05$) del resto de las DN (tabla 2).

La aplicación de las DN se consideró tardía para cuantificar la acumulación de forraje de agropiro alargado en es-

tado vegetativo. Por esa razón, en la figura 3 se presentan los resultados de la acumulación total de forraje dividida en tres períodos, en función de la suma térmica acumulada desde la aplicación de las diferentes DN (mismo criterio utilizado en el período otoño invernal –TBC–).

El primer período se consideró hasta el 1/10 (34 días) momento en que se realizó el primer corte y se acumularon 226 °C, (valor semejante a la evaluación otoño invernal). Allí, no se encontraron diferencias ($p > 0,05$) en la AF entre las N250, N200, N150 y N100 con una AF y TC promedio de 2680 kg MSha⁻¹ y 50,4 kg MSha⁻¹día⁻¹, respectivamente. La menor AF se obtuvo con N0 con 1300 kg MSha⁻¹ y una TC de 22,8 kg MSha⁻¹día⁻¹.

El segundo período se consideró hasta el 24/10 (58 días) alcanzando una suma térmica de 494 °C, momento en el cual de acuerdo con datos de Harkes (2011) se habría alcanzado la vida media foliar de agropiro alargado y la pastura se encontraba en estado vegetativo. Estos resultados son coincidentes con Laplace (1995), quién trabajando con una pastura de agropiro alargado encuentra que sólo un 10-15% de los macollos se encuentran en estado reproductivo hacia fines del mes de octubre.

Los valores de AF en este segundo período logrados con la DN mayor fueron 6450 kg MSha⁻¹ y una TC de 84,2 kg MSha⁻¹día⁻¹, mientras que con N0 se lograron 1520 kg MSha⁻¹ con una TC de 22,6 kg MSha⁻¹día⁻¹. Estos resultados indican que, a pesar de que en esta época del año se dan condiciones adecuadas para la mineralización de la MO, existe una deficiencia en las formas disponibles de N en este tipo de suelos (Barbieri *et al.*, 2006). La AF, en términos porcentuales, en este período fue superior a la época invernal lográndose una relación de 4.2:1 kg MS ha⁻¹ entre N150 y el testigo, respectivamente. Los valores de temperatura y precipitación no se diferenciaron del promedio de los últimos 20 años, según registros meteorológicos obtenidos en www.inta.gov.ar/balcarce/info/meteor.htm.

El tercer período se extendió hasta el 4/12 (98 días) y una acumulación térmica de 808 °C, considerando que la pastura se encontraba en estado reproductivo. A su vez, luego de la primera semana de noviembre el agropiro alar-

Dosis de nitrógeno (kg N ha ⁻¹)	Acumulación de MS (kg MS ha ⁻¹)	Tasa de crecimiento (kg MS ha ⁻¹ día ⁻¹)	Coefficiente de determinación (r ²)
N0	3400,2 e	34,76	0,882
N50	5602,4 d	57,14	0,762
N100	6722,4 c	68,36	0,888
N150	8552,6 b	86,52	0,786
N200	9844,8 a	100,02	0,892
N250	10256,2 a	104,08	0,942

Tabla 2. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la acumulación de forraje y las tasas de crecimiento al finalizar el período primaveral (28/08– 4/12).

Para cada dosis en sentido vertical, letras diferentes difieren significativamente (Duncan $p < 0,05$). N0 hasta N250 indica dosis de nitrógeno aplicado por ha.

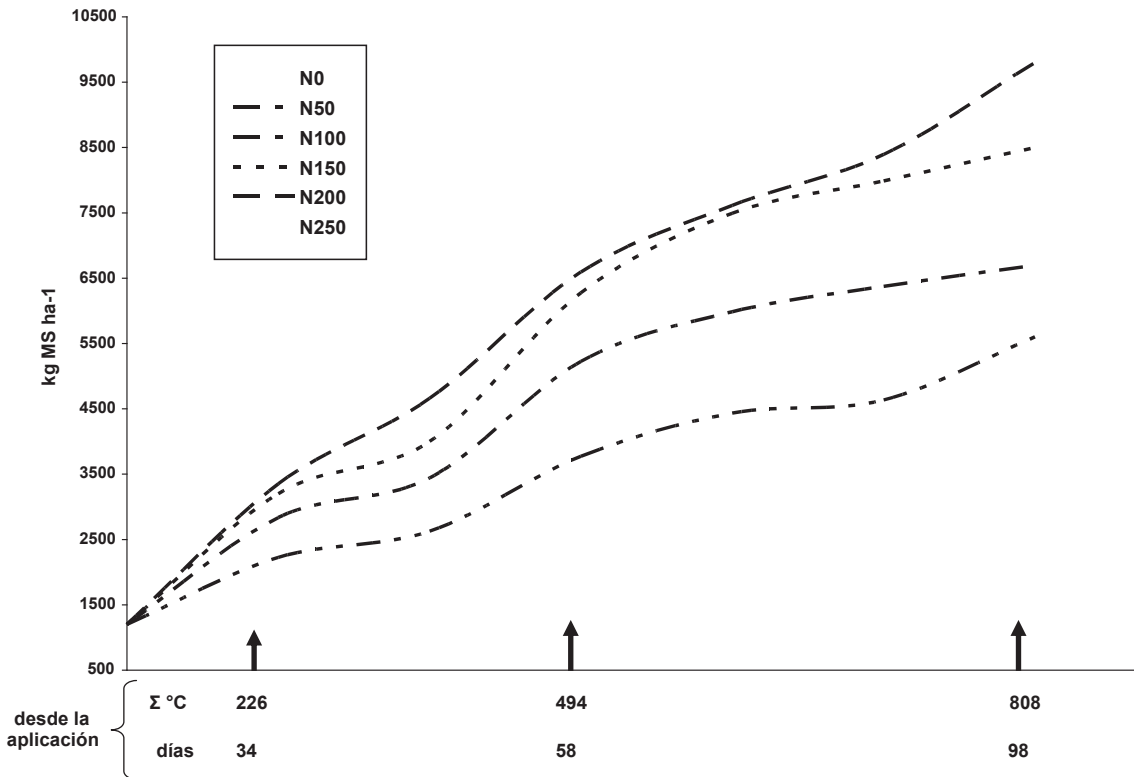


Figura 2. Evolución de la acumulación de forraje de agropiro alargado para cada dosis de nitrógeno (N) durante el período primaveral. Las flechas indican el fin de cada período expresado como TBC y días transcurridos desde la aplicación (TBC: Temperatura base de crecimiento, N0, N50, N100, N150, N200 y N250 corresponden a dosis de nitrógeno 0, 50, 100, 150, 200 y 250, respectivamente. A partir de los 494 °C se considera a la pastura en estado reproductivo).

gado presenta un 32% de macollos en estado reproductivo y para fines del mismo mes el 100% se encuentran en ese estado fenológico (Laplace, 1995). Aunque se presentan los valores de AF, no se tienen en cuenta como un rebrote, ya que la suma térmica excedió largamente la vida media foliar de agropiro alargado. Por otro lado, la magnitud de la respuesta es causada por la estructura más erecta del cultivo, como consecuencia del desarrollo del tallo verdadero y, posiblemente, a una mayor eficiencia fotosintética de los macollos en estado reproductivo, tal como ocurre con otras especies forrajeras templadas (Wolledge *et al.*, 1976).

En consecuencia, se destaca que en este tercer período, debido a la fecha tardía de aplicación de las DN, la fertilización podría tener como principales destinos la producción de semillas (Fernández Grecco y Castaño, 1998), la confección de reservas forrajeras como heno (Ricci, 2007) o bajo la forma de silaje (Viviani Rossi *et al.*, 1997). De acuerdo con resultados de Di Marco y Agnusdei (2010), si se mantiene la pastura de agropiro alargado con estructura cespitosa es posible lograr forraje de alto valor nutritivo.

CONCLUSIÓN

En ambos períodos de evaluación la FN incrementó la AF, lo cual señala la marcada deficiencia de N en las condiciones naturales en que crece esta pastura de agropiro alargado.

La respuesta obtenida durante la época otoño-invernal se considera de suma importancia, ya que en términos generales se considera a agropiro alargado una especie que produce forraje a partir del mes de septiembre. Los resultados obtenidos podrían ser utilizados para modificar el modelo de cría tradicional de la Pampa Deprimida, ya que con una adecuada nutrición mineral, si se dan condiciones ambientales favorables, sería posible incorporar tempranamente la recría utilizando este recurso forrajero.

La respuesta durante el período primaveral se considera apropiada para ser utilizada a fin de incrementar la carga animal y/o para obtener sub productos que mejoren el negocio ganadero.

AGRADECIMIENTOS

A la Sra. Cano, A. por el análisis, síntesis e interpretación de los resultados obtenidos.

A la EEA del INTA Balcarce por la financiación y apoyo con auxiliares de laboratorio, en ambos ensayos.

Al Dr. Echeverría, H. y M. Sci. Marino, A. por la lectura crítica y sugerencias realizadas.

BIBLIOGRAFÍA

- AGNUSDEI, M.; MAZZANTI, A.; COLABELLI, M.; LABREVEUX, M. 1998. Fundamentos para el manejo del pastoreo de pastizales y pasturas cultivadas en la Pampa húmeda bonaerense. Boletín Técnico N.º 147. SAGPyA. CERBAS. INTA. EEA Balcarce. 16 p.
- AGNUSDEI, M.; COLABELLI, M.; FERNÁNDEZ GRECCO, R. 2001. Crecimiento estacional de forraje de pasturas y pastizales naturales para el sudeste bonaerense. SAGPyA. CERBAS. INTA. EEA Balcarce. 30 p.
- ANSLOW, R.C.; GREEN, J.O. 1967. The seasonal growth of pasture grasses. *Journal of Agricultural Science. Cambridge.* 68:109-122.
- BARBIERI, P.; ECHEVERRÍA, H.; SAINZ ROSAS, H.; PICONE, L. 2006. Nitrogen use efficiency from urea applied to a tall wheatgrass prairie in a sodic soil. *Australian Journal of Experimental Agriculture.* 46: 535-543.
- BRAY, R.H.; KURTZ, L.T. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soil. *Soil Science.* 59:360-361.
- BREMNER, J.M. 1965. Inorganic form of nitrogen. P. 1179-1237. IN C.A. Black (Ed). *Methods of soil analysis. Par. 2. Agronomy N.º 9 American Society Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, USA.*
- CAÑON, I.; AGNUSDEI, M.; FERNÁNDEZ GRECCO, R. 2002. Producción otoñal de forraje de agropiro alargado: efecto de la fertilización nitrogenada. *Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 22. Sup 1.* 175-176.
- CARRILLO, J. 1997. Manejo de un rodeo de cría. CERBAS – EEA Balcarce. 507 p.
- CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. *Proceed. XVII International Grasslands Congress, 95-104.*
- DI MARCO, O.; AGNUSDEI, M. 2010. Plant morphogenetical plasticity in response to sward height can modify fibre digestibility in C3 (*Thinopyrum ponticum*) and C4 (*Chloris gayana*). En: Machado, C.; White, M.; Da Silva, S.; Agnusdei, M.; de Faccio Carbalho, P.; Morris, S.; Beskow, W. (eds) *An overview of research on pastoral based Systems in the southern part of South America.* Tandil: Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires. I. 18-28.
- DI SALVO, M. 2001. Estimación del estado de nutrición nitrogenada de pasturas de festuca y agropiro mediante un índice de verdor. Tesis Ms Sc. FCA-Balcarce. 81 p.
- ECHEVERRÍA, H.E.; BERGONZI, R. 1995. Estimación de la mineralización de nitrógeno en suelos del sudeste bonaerense. Boletín Técnico N.º 135. Centro regional Buenos Aires Sur. INTA. Balcarce. 16 p.
- FERNÁNDEZ GRECCO, R. 1999. Principios de manejo de campo natural. *Materiales didácticos N.º 9. 2da Edición.* CERBAS EEA Balcarce. 110 p.
- FERNÁNDEZ GRECCO, R.; CASTAÑO, J. 1998. Rendimiento de forraje y de semilla de agropiro alargado fertilizado con diferentes dosis de nitrógeno. XVI Seminario Panamericano de Semillas -Rueda de Negocios-. Buenos Aires. Argentina 19-21 octubre 1998. 55 p.
- FERNÁNDEZ, O.; ALONSO, S. 2000. Evolución de la densidad de macollos en agropiro alargado. *Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 20. Sup 1,* 151-152.
- GASTAL, F.; BELANGER, G.; LEMAIRE, G. 1992. A model of the leaf extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. *Annals of Botany.* 70: 437-442.
- GASTAL, F.; LEMAIRE, G. 1988. Study of tall fescue sward growth under nitrogen deficiency conditions. In: *Proc. of the XII General Meeting of the European Grassland Federation.* Dublin, Ireland. 323-327.
- GARCÍA, F.; MINUCCI, F.; RUBIO, G.; RUFO, G.; DAVEREDE, I. 2002. Fertilización de forrajes en la región pampeana. Una revisión de los avances en el manejo de la fertilización de pasturas, pastizales y verdesos. Instituto de la Potasa y el Fósforo. INFO-POS- Cono Sur. 72 p.
- HARKES, H. 2011. Calidad nutritiva de agropiro alargado (*T. ponticum*). Su relación con la altura de la pastura, la edad y morfogénesis foliar. Tesis Ms Sc. UNMdP. FCA Balcarce. 74 p.
- LAPLACE, S. 1995. Fenología y rendimiento de material seco digestible de agropiro alargado bajo diferentes frecuencias de defoliación. Tesis Ing Agr. FCA-Balcarce, 43 p.
- LEMAIRE, G. 1988. Sward dynamics under different management programs. *Proceedings of the XII General Meeting of the European Grassland Federation,* 7-22.
- LEMAIRE, G.; SALETTE, J. 1982. The effects of temperature and fertilizer nitrogen on the spring growth of tall fescue and cocksfoot. *Grass and Forage Science* 37, 191-198.
- LEÓN, R.J.C. 1975. Las comunidades herbáceas de la región Castelli-Pila. Monografía 5. Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires. La Plata, 75-107.
- MAZZANTI, A.E.; CASTAÑO, J.; SEVILLA, G.H.; ORBEA, J. 1992. Características agronómicas de especies y cultivares de gramíneas y leguminosas forrajeras adaptadas al sudeste de la provincia de Buenos Aires. Manual de descripción. CERBAS, Balcarce, INTA. 28 p.
- MAZZANTI, A.; GASTAL, F.; LEMARIE, G. 1994. The effects of nitrogen fertilization on the herbage production of tall fescue swards grazed continuously with sheep. 1. Herbage growth dynamics. *Grass and Forage Science.* 49, 111-120.
- PASCUET, M.; AGNUSDEI, M.; WADE, R.; FERNÁNDEZ GRECCO, R.; ELIZALDE, J. 2002. Comportamiento en pastoreo de bovinos en pasturas de agropiro alargado, mantenida bajo dos estructuras. *Revista Argentina de Producción Animal Vol. 22. Sup 1,* 174-175.
- REARTE, D. 2010. Situación actual y perspectivas de la producción de carne vacuna. En <http://www.inta.gov.ar/balcarce/carnes>, 1-26 pp.
- RICCI, P. 2007. Consumo y digestibilidad in vivo de bovinos alimentados con heno y henolaje de agropiro. Tesis Ms Sc. UNMdP. FCA Balcarce, 82 p.
- SALA, O.E.; DEREGIBUS, V.A.; SCHLICHTER, T.; ALIPPE, H. 1981. Dynamic productivity of native temperate grassland in Argentina, *Journal of Range Management.* 34 (1): 48-51.
- SAS (2008). SAS Institute Inc. 2008 SAS/Stat © 9.2. User's Guide. Cary. NC: SAS Institute Inc.
- SIMON, J.C.; LEMAIRE, G. 1987. Tiller and leaf area index in grasses in the vegetative phase. *Grass and Forage Science.* 42:373-380.
- THOMAS, I.; NORRIS, I.B. 1981. The influence of light and temperature during winter on growth and death in simulated swards of *Lolium perenne*. *Grass and Forage Science.* 36:107-116.
- VÁZQUEZ, P.; ROJAS, M.; BURGESS, J. 2007. Caracterización de la ganadería bovina en la Cuenca del Río Salado. *Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 27 Supl.1:* 295-296.
- VIVIANI ROSSI, E.; GUTIÉRREZ, L.; FERNÁNDEZ GRECCO, R.; SCIOTTI, A. E. 1997. Momentos de corte y fertilización con nitrógeno y parámetros cualitativos en silajes de agropiro alargado. *Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 18: Sup:* 145-146.
- WALKLEY, A. 1974. A critical examination of rapid method for determining organic carbon soil-effect of variations in digestion condition and inorganic soil constituents. *Soil Science.* 63:251-264.
- WILLIAMS, C.N.; BIDDISCOMBE, E.F. 1965. Extension growth of grass tillers in the field. *Australian Journal of Agricultural Research.* 16:14-22.
- WOLEDGE, J.; LEAFE, P. 1976. Single leaf and canopy photosynthesis in ryegrass swards. *Annals of Botany* 40, 773-783.

La actividad peroxidasa en caña de azúcar (*Saccharum* spp): evolución temporal de la reacción y su posible rol en la resistencia a la roya marrón (*Puccinia melanocephala*, H&P Sydow)

MACHADO ASSEFH, C.R.^{1,4}; COLLAVINO, N.G.¹; DAZ, M.²; POCOVÍ, M.I.¹; MARIOTTI, J.³

RESUMEN

La roya marrón de la caña de azúcar, causada por *Puccinia melanocephala*, es una enfermedad foliar de preocupación en casi todos los países donde se cultiva la caña de azúcar. Los programas de mejoramiento del cultivo se encuentran en la búsqueda de fuentes de resistencia de la planta al patógeno. Debido a que se demostró que las peroxidases vegetales participan en la defensa contra los fitopatógenos, el objetivo de este trabajo fue comparar la actividad peroxidasa basal de dos cultivares con respuestas contrastantes a la roya, la evolución de la actividad peroxidasa en el tiempo después de la inoculación con el patógeno y su posible relación con la resistencia o la susceptibilidad de los cultivares de caña de azúcar a la roya. La actividad de la peroxidasa se midió a 24, 48, 72 y 120 horas después de la inoculación. Dos cultivares de caña de azúcar fueron utilizados, R570 (muy resistente) y NA86-2280 (altamente susceptible). La actividad de la peroxidasa aumentó después de la inoculación en ambos cultivares pero aumentó, con mayor velocidad, en R570 hasta alcanzar un máximo a las 48 hs después de la inoculación. La actividad más alta se detectó en R570 durante todo el experimento. Las diferencias en la actividad de la peroxidasa se encontraron entre cultivares y también entre plantas inoculadas y plantas control. Se postula que tanto la actividad basal de la peroxidasa como su incremento después de la inoculación, podrían ser mecanismos complementarios que favorecen la resistencia a la roya en la caña de azúcar.

Palabras clave: *Saccharum* sp., *Puccinia melanocephala*, actividad enzimática.

ABSTRACT

Sugarcane brown rust, caused by Puccinia melanocephala, is a foliar disease of concern in almost all countries where sugarcane is grown. The sugarcane breeding programs are in the search for sources of plant

¹Laboratorio de Marcadores Moleculares, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta (UNSa). Avda. Bolivia 5150. Salta-Capital, Salta, Argentina. Correo electrónico: cristina.machado@conicet.gov.ar.

²Laboratorio de Biocatálisis, UNSa. Salta, Argentina.

³Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), EEA Famaillá. Ruta Provincial 301 - Km 32 4132, Tucumán, Argentina.

⁴Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

resistance to this pathogen. Since it has been shown that plant peroxidases are involved in defence against phytopathogens, the objective of this study was to compare basal peroxidase activity of two cultivars with contrasting responses to rust, the time course of the peroxidase activity after inoculation with the pathogen and its possible relation to resistance or susceptibility of sugarcane cultivars to rust. Peroxidase activity was measured at 24, 48, 72 and 120 hours after inoculation. Two sugarcane cultivars were used, R570 (highly resistant) and NA86-2280 (highly susceptible). The peroxidase activity increased after inoculation in both cultivars, but increased more rapidly in R570 reaching a maximum at 48 hours after inoculation. A higher activity was detected in R570 throughout the experiment. The differences in the peroxidase activity were found between cultivars and also between inoculated plants and control plants. It is postulated that both basal peroxidase activity and the rate of growth after inoculation, may be complementary mechanisms that promote resistance to rust in sugarcane.

Key words: *Saccharum sp.*, *Puccinia melanocephala*, enzymatic activity.

INTRODUCCIÓN

La roya marrón de la caña de azúcar (antes llamada roya común), es causada por el hongo *Puccinia melanocephala* H&P Sydow y se trata de una enfermedad foliar de importancia en la mayor parte de las áreas productivas, ya que produce pequeñas manchas amarillentas en ambos lados de las láminas foliares que, posteriormente, se tornan amarilladas. En las variedades susceptibles, se desarrollan pústulas esporulentas en el envés de las hojas atacadas (Asnaghi *et al.*, 2001). Las epidemias de esta enfermedad causan importantes pérdidas económicas en las variedades susceptibles (Rago, 2005). En la Argentina las pérdidas causadas por la enfermedad aún no se han evaluado, aunque se reconoce que son importantes y crecientes, ya que afectaron a muchas variedades en cultivo, algunas de las cuales debieron ser discontinuadas del cultivo comercial. En los últimos años varios programas de mejora genética de la caña de azúcar han incorporado entre sus objetivos la búsqueda de la resistencia genética a la roya marrón (Ramdoyal *et al.*, 2000), ya que se acepta que el modo más eficaz de controlar enfermedades es el uso de cultivares resistentes (Asnaghi *et al.*, 2004).

La mayoría de las variedades cultivadas de caña de azúcar son híbridos interespecíficos en los que intervienen, por lo menos, dos especies del género *Saccharum*: *S. officinarum* L. y *S. spontaneum* L. La primera, contribuye con aproximadamente el 80-85% del genoma, mientras que el resto es aportado principalmente por *S. Spontaneum* y, eventualmente, otras especies (Piperidis y D'Hont, 2001). A pesar de la conocida complejidad genómica (poliplodía y aneuploidía) de la caña de azúcar, la resistencia a la roya marrón parece presentar en algunos casos una relativamente alta heredabilidad. Aunque se ha descrito un gen mayor de resistencia en el cultivar R570, se considera que la resistencia presenta una herencia de tipo cuantitativa con la posible participación de varios genes de pequeño efecto (Daugrois *et al.*, 1996; Ramdoyal *et al.*, 2000; Asnaghi *et al.*, 2001). Se propusieron diferentes tipos de

escalas de evaluación de daños que se basan principalmente en la severidad de los síntomas y daños observados (Asnaghi *et al.*, 2001; 2004). Se utilizan, comúnmente, dos procedimientos para evaluar la resistencia a roya de los materiales fitotécnicos: 1) evaluaciones a campo en condiciones de alto grado de infección natural y 2) pruebas basadas en la inoculación artificial con esporas del hongo en plantas completas o en hojas separadas. La eficiencia de la selección de la resistencia a partir de estos procedimientos depende de la eficacia de los métodos de evaluación utilizados, los que son fuertemente influenciados por el ambiente, los tiempos transcurridos hasta la aparición de los síntomas y la propia subjetividad relacionada con la aplicación de escalas visuales (Ramos Leal *et al.*, 1989). La identificación de marcadores, tanto bioquímicos como moleculares, puede resultar de valor en la caracterización de las resistencias y en la identificación precisa y objetiva de los genotipos susceptibles en un programa de mejoramiento genético que facilita la selección de los tipos resistentes.

Las peroxidases vegetales (EC 1.11.1.7), designadas frecuentemente como peroxidases clase III, son enzimas monoméricas que, usualmente, se encuentran glicosiladas (Luhová *et al.*, 2003; Welinder *et al.*, 1992) y son responsables de dos líneas catalíticas. En su ciclo regulan y catalizan la reducción de peróxido de hidrógeno tomando electrones de varias moléculas donantes que pueden ser fenoles, precursores de lignina o metabolitos secundarios. Se ha descrito un ciclo catalítico independiente que conduce a la formación de varios compuestos radicales (Pascardi *et al.*, 2005). Debido a ambos ciclos catalíticos, las peroxidases vegetales (Prxs) pueden generar compuestos de oxígeno reactivo o R.O.S. (Reactive Oxygen Species) (Mličková *et al.*, 2004), polimerizar compuestos de la pared celular y regular los niveles de peróxido de hidrógeno. Las peroxidases fueron implicadas también en una amplia gama de procesos fisiológicos tales como lignificación, suberización, metabolismo de auxinas, ensamblado de proteínas de la pared celular, tolerancia a sales, estrés oxida-

tivo y defensa contra el ataque de patógenos (Tognoli *et al.*, 2002). Son un grupo muy estudiado de proteínas relacionadas a la patogénesis o proteínas PR (pathogenesis related proteins) que se inducen en los tejidos vegetales después de la infección por patógenos (Van Loon *et al.*, 2006). La actividad de las peroxidasas o su expresión en plantas superiores puede ser inducida por hongos (Sasaki *et al.*, 2004, 2007), bacterias (Young *et al.*, 1995; Lavania *et al.*, 2006) y virus (Lagrimini y Rothstein, 1987; Hiraga *et al.*, 2000; Diaz-Vivancos *et al.*, 2006). La actividad peroxidasa puede incrementar en plantas infectadas por patógenos, y la resistencia a enfermedades y la actividad peroxidasa frecuentemente se encuentran correlacionadas (Johnson y Cuningham, 1972; Delannoy *et al.*, 2003; Mlíčková *et al.*, 2004; Van Loon *et al.*, 2006).

El objetivo de este trabajo fue caracterizar y evaluar la evolución en el tiempo de la actividad peroxidasa en la caña de azúcar en respuesta a la inoculación con roya marrón en dos cultivares contrastantes por su resistencia a la enfermedad y su posible relación con la infección con roya marrón.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal y fúngico

Los cultivares R570 (altamente resistente a roya marrón) y NA 86-2280 (altamente susceptible) fueron utilizados en las diferentes etapas de esta investigación. Las plantas de ambas variedades fueron criadas durante 45 días en una cámara de crecimiento (21-24 °C, 80% HR, 12-h alternadas de luz y oscuridad). Para implementar la fase experimental se seleccionaron únicamente plantas completamente sanas.

En noviembre de 2006 se recolectaron uredosporas a partir de hojas jóvenes infectadas en condiciones de campo en la Chacra Experimental Santa Rosa en Salta, Argentina. A efectos de la inoculación del material vegetal se preparó una suspensión en agua destilada estéril con una concentración de 10^4 ml⁻¹ uredosporas viables. A la suspensión, se le agregó unas gotas de detergente no-iónico (Tween 20) para romper la tensión superficial y, luego, se la aplicó en la superficie abaxial de las hojas utilizando un pincel. Las plantas inoculadas con la suspensión y las tratadas únicamente con agua (utilizadas como control) fueron mantenidas en un ambiente saturado de humedad y en completa oscuridad durante 24 h con la finalidad de promover la infección de los tejidos.

Diseño experimental y análisis de datos

Se realizaron cuatro experimentos para comparar la actividad peroxidasa en los materiales experimentales de las dos variedades utilizadas, a las 24, 48, 72 y 120 horas después de la inoculación (d.i.). Los ensayos consistieron de arreglos factoriales con dos factores: "Cultivares" y "Tratamientos de inoculación", utilizándose en todos los casos cuatro réplicas. Las plantas se distribuyeron en la cámara de cría siguiendo un diseño completamente aleatorio (DCA). Los datos fueron analizados con el programa

InfoStat Profesional (2007). También se efectuó un análisis factorial conjunto con la finalidad de integrar los resultados obtenidos en los diferentes ensayos.

Extractos vegetales

Se extrajeron las peroxidasas totales a partir de las láminas foliares. Se pesaron 0.5g de tejido fresco y se lo molió hasta obtener un polvo fino utilizando nitrógeno líquido. El polvo fue suspendido en 5 ml de una solución reguladora ácido cítrico 0.1M / fosfato de sodio 0.2 M, pH 5.2. Las muestras fueron homogeneizadas por 5 min a 65 rpm en un baño con hielo. Los extractos se centrifugaron a 12.000 rpm durante 30 min a 4 °C. El sobrenadante fue filtrado utilizando filtros de jeringa de nitrato de celulosa de 0.45 µm de tamaño de poro y almacenado hasta su evaluación para actividad peroxidasa dentro de las siguientes 24 horas.

Medición de la actividad enzimática

La actividad peroxidasa fue determinada "in-vitro" mediante el test de guayacol con modificaciones (Colowick and Kaplan, 1957). La reacción fue iniciada mediante el agregado de peróxido de hidrogeno y se midió la absorbancia a 470 nm debido a la formación de tetraguayacol (coeficiente de extinción: $26.6 \text{ mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$) durante 10 minutos con un espectrofotómetro GBC UV-Visible Cintra 101 (figura 1).

Con la finalidad de establecer las mejores condiciones para la evaluación de la actividad peroxidasa en caña de azúcar, se realizaron previamente una serie de ensayos para investigar los efectos del pH, temperatura, concentraciones de sustrato y enzima, y el tiempo de estabilidad de los extractos. El efecto del pH fue probado a 3.2, 4.2, 5.2, 6.2, 7.2 y 7.6, para lo cual se utilizó ácido cítrico 0.1M / fosfato de sodio 0.2M como solución reguladora. Las temperaturas de prueba utilizadas fueron 0, 40, 50, 60 y 70 °C. Las siguientes concentraciones de guayacol fueron experimentadas: 5, 10, 40, 80 y 120 mM utilizando una concentración fija de peróxido de hidrogeno, mientras que las concentraciones de peróxido de hidrogeno utilizadas fueron: 0.5, 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30 y 35 mM con una concentración fija de guayacol. Para determinar la estabilidad del extracto enzimático luego de su extracción, su actividad fue medida a 2, 4, 6, 8, 10 y 24 h de la extracción de los tejidos frescos.

Actividad enzimática en los ensayos caña de azúcar-roya marrón

La actividad fue medida en un volumen de reacción de 2.4 mL conteniendo: 2 mL de solución reguladora ácido cítrico 0.1 M / fosfato sódico 0.2 M pH 5.2, 0.2 mL de extracto enzimático diluido, 0.1 mL de guayacol 40 mM. La evaluación fue realizada a 50 °C. La reacción fue iniciada mediante el agregado de 0.1 mL de peróxido de hidrogeno 15 mM y la formación de tetraguayacol fue registrada durante 10 minutos. Una unidad de actividad enzimática fue definida como la cantidad de enzima que puede catalizar

la producción de 1 μ mol de tetraguayacol, por minuto por gramo de tejido fresco (U/g). Las curvas de progreso de la reacción y sus pendientes, que se utilizaron para calcular la actividad peroxidasa, fueron obtenidas y procesadas con el programa GraphPad Prism 4.00.

Concentración de proteínas

La concentración de proteínas fue determinada por el método Micro Bradford (Krueger, 2002) utilizando suero de albumina bovina como estándar.

RESULTADOS

Evolución temporal de la actividad peroxidasa

La figura 1 muestra la evolución de la actividad peroxidasa medida en diferentes momentos con posterioridad a la inoculación. Con la finalidad de eliminar cualquier efecto de un posible estrés sobre la actividad peroxidasa inducido por el período de oscuridad completa durante las primeras 24 horas posteriores a la inoculación, los datos crudos correspondientes a las plantas infectadas fueron corregidos mediante la substracción de la actividad peroxidasa promedio de los testigos a las 48, 72 y 120 horas tal como sugiere Moerschbacher *et al.* 1988.

En ambos cultivares la actividad peroxidasa se incrementó a las 48 h con el tratamiento de inoculación y alcan-

zó, en el caso de R570, un valor máximo a las 72 h que declinó posteriormente. En el cultivar susceptible, NA86-2280, la actividad peroxidasa mostró un comportamiento errático que tuvo una depresión a las 72 h y alcanzó su valor máximo a las 120 h posteriores a la infección.

Se encontraron diferencias significativas en la actividad peroxidasa en ambos cultivares al comparar plantas inoculadas con sus controles sin inocular a las 48, 72 y 120 horas posteriores a la inoculación. La mayor diferencia entre las plantas inoculadas y los controles se manifestó a las 72 horas (diferencia de 1,58 U/g). Los resultados del análisis ANOVA se presentan en la tabla 1, en sus versiones de un análisis factorial con tres factores y dos análisis complementarios de comparaciones ortogonales. Las últimas, fueron realizadas para establecer diferencias entre cultivares y tratamientos de inoculación en cada nivel de tiempo transcurrido posterior a la inoculación. El análisis conjunto muestra diferencias significativas para cada uno de los tres factores principales (entre variedades, tratamientos de inoculación y tiempo transcurrido) en el promedio de los otros factores evaluados, aunque no pudieron detectarse efectos significativos de las interacciones. Los análisis complementarios basados en las comparaciones ortogonales, en cambio, detectaron diferencias significativas entre las variedades a las 72 horas posteriores a la inoculación y entre los tratamientos de inoculación a las 48, 72 y 120 horas después de la inoculación.

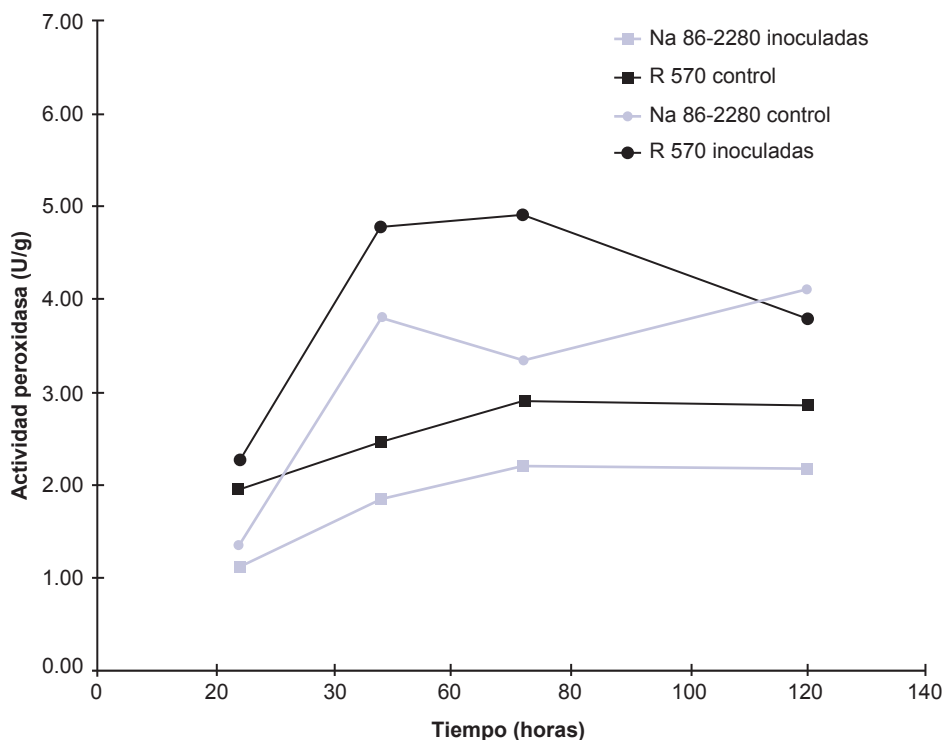


Figura 1. Evolución de la actividad peroxidasa en extractos de hojas de los cultivares R 570 y NA 80-2280 en materiales inoculados y no inoculados con *P. melanocephala*. (Datos corregidos por efecto de estrés lumínico).

La tabla 2 muestra las medias y la significación de sus diferencias para variedades, tratamientos de inoculación, tiempo transcurrido con posterioridad a la inoculación y las intersecciones entre los dos primeros y el último. En el promedio la variedad resistente, R570 presentó una mayor actividad peroxidasa cuando se compara con la susceptible NA86-2280. Dicha diferencia asciende a 0,74 (U/g).

En cada nivel del tiempo transcurrido posterior a la inoculación, la significación estadística de las diferencias solamente pudo confirmarse a las 72 horas, aunque todavía presenta significado biológico a las 24 y 48 horas (1,14; 0,85 y 0,79 U/g, respectivamente). La naturaleza y la extensión de estos ensayos con un limitado número de réplicas no permitieron la detección de significaciones estadísticas en estos casos.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La actividad peroxidasa en los cultivares de caña de azúcar investigados, incrementa a partir de las 48 h posterior-

C.V.	SS	dF	MS
Variedades (V)	6,54	1	6.54*
Inoculación (I)	21,97	1	21.97**
Horas d.i. (H)	23,12	3	7.71**
Int. VxI	0.02	1	0.02 ^{ns}
Int. VxH	1.51	3	0.51 ^{ns}
Int. IxH	5.62	3	1.90 ^{ns}
Int. VxIxH	1.5	3	0.50 ^{ns}
Error	31.61	31	0,99
Variedades d. de Horas	8.06	4	2.01 ^{ns}
24 h	2.18	1	2.18 ^{ns}
48 h	1.85	1	1.85 ^{ns}
72 h	3.94	1	3.94*
120 h	0.09	1	0.09 ^{ns}
Inoculación d. de Horas	27.59	4	6.89**
24 h	0.2	1	0.20 ^{ns}
48 h	13.76	1	13.76**
72 h	7.54	1	7.54**
120 h	6.09	1	6.09*

Tabla 1. Actividad peroxidasa en caña de azúcar. Análisis triple factorial de la varianza y comparaciones ortogonales entre variedades y tratamientos de inoculación en diferentes niveles de tiempos después de la inoculación.

res a la inoculación y alcanzó un máximo a las 72 h en el caso de la variedad resistente R570 y a las 120 h en el caso de la variedad susceptible NA86-2280. El incremento de la actividad peroxidasa a las 48 horas después de la infección, puede deberse a la percepción de la señal de infección ya que se inició la respuesta de la planta.

Los resultados sugieren que además de la actividad peroxidasa basal en las variedades, el incremento de su actividad, después de la inoculación, pueden ser mecanismos complementarios importantes que contribuyen a la determinación de la resistencia genética a la roya marrón en la caña de azúcar. Campos *et al.* (2004), encontraron que en los electroferogramas de extractos enzimáticos de plantas de porotos (*Phaseolus vulgaris* L) inoculadas con *Colletotrichum lindemuthianum* Briosi & Cavara, aparece una banda diferente en los cultivares resistentes con tratamientos de inoculación cuando se comparan con los materiales no inoculados, lo que sugiere la inducción de isoformas de peroxidasa en respuesta a la infección. Por otra parte, todas las plantas inoculadas presentaron actividades incrementadas tanto de peroxidasa como de polifenol oxidasas respecto de los controles, determinándose mayores actividades enzimáticas en cultivares con mayor niveles de resistencia a la enfermedad. Ramos Leal *et al.* (1982), encontraron diferentes isoenzimas peroxidasa relacionadas con dos líneas isogénicas que diferían en su susceptibilidad a la roya de la hoja producida por *Puccinia recóndita* Dietel and Holw. La diferencia de la actividad peroxidasa en los materiales resistentes y susceptibles estuvo relacionada por la ocurrencia de diferentes isoenzimas peroxidasa. Estos resultados muestran una similitud con la circunstancia referida de que el cultivar resistente R570 muestra una respuesta más temprana a la infección con *Puccinia melanocephala* en este trabajo.

Además del incremento en la actividad de las peroxidasa, se demostró que la inducción de la expresión de genes de peroxidasa, es decir, la inducción de la síntesis

Horas después de inoculación	24 h	48 h	72 h	120 h	Total
	Variedades				
Na 86-2280	1.25 ^a	2.84 ^a	2.78 ^a	3.15 ^a	2.50 ^a
R 570	2.10 ^a	3.63 ^a	3.92 ^b	3.32 ^a	3.24 ^b
Tratamiento de inoculación					
Control	1.54 ^a	2.53 ^a	2.56 ^a	2.53 ^a	2.20 ^a
Inoculado	1.81 ^a	3.95 ^b	4.14 ^b	3.95 ^b	3.55 ^b
Total	1.67 ^a	3.23 ^b	3.35 ^b	3.24 ^b	

Tabla 2. Actividad Peroxidasa en caña de azúcar. Medias en unidades de actividad (U/g) y significación de las diferencias entre variedades y tratamientos de Inoculación, a las diferentes horas d.i.

de peroxidases, tiene impacto en la resistencia a fitopatógenos. Johrde y Scheweizer (2008), encontraron que la sobre-expresión transitoria de un gen de peroxidasa estimula significativamente la resistencia a la penetración en células de cebada (*Hordeum vulgare*) transformadas contra *Blumeria graminis* sp. Hordei. Esto se ve reflejado por un índice de susceptibilidad reducido que corresponde a la tasa relativa de células que contienen haustorios GUS (gen glucoronidasa), por lo que contribuiría a la resistencia basal de la cebada a éste fitopatógeno. Estos resultados coinciden con lo que ya había sido mostrado por Fink *et al.* (1991), quienes encontraron que la lignificación extracelular mediada por peroxidases y polifenol oxidases estaría involucrada en los mecanismos tempranos de resistencia del “no-hospedante” frente a la roya en avena. Las modificaciones de la pared celular que conducen a un incremento de la resistencia mecánica, pueden demorar el desarrollo del hongo y permitió la formación de mecanismos de defensa por la planta. Puede sugerirse que la reacción de la actividad peroxidasa en la variedad resistente R570 tendría una similitud con los mecanismos de “no-hospedante” informada por estos autores.

Además de estos antecedentes, la relación entre las peroxidases, los compuestos fenólicos y la “explosión oxidativa” parece ser de una complejidad aún mayor. Arencibia *et al.* (2008, 2010), mostraron que la presencia en el medio del cultivo de fenilpropanoles y peróxido de hidrógeno, ambos sustratos de las peroxidases, pueden inducir genes relacionados con defensas de las plantas y, también, las vías asociadas a la generación de la cascada oxidativa.

Debido a que las diferencias entre las actividades enzimáticas detectadas entre los cultivares de caña de azúcar muestran estabilidad en los diferentes ensayos, puede inferirse la ocurrencia de una diferencia constitutiva (“basal”) en la actividad de la enzima. Es posible que las diferencias puedan explicar, al menos en parte, las diferencias en la resistencia a la roya marrón en estos cultivares. Los niveles de actividad peroxidasa definidos en los genotipos podrían, consecuentemente, ser uno de los mecanismos que contribuyen a la resistencia a la enfermedad en la caña de azúcar. Esto puede ser de importancia a la hora de identificar tempranamente genotipos resistentes a la roya marrón aún en ausencia de la enfermedad y sin necesidad de proceder a inoculación inducida.

Se propone que ambos mecanismos: la actividad peroxidasa basal determinada en los genotipos y la velocidad de la respuesta a la infección que incrementó la actividad peroxidasa como respuesta de la planta, son mecanismos complementarios que contribuyen a la resistencia de la caña de azúcar a la roya marrón *P. melanocephala*.

La evaluación y medición de la actividad peroxidasa también podría servir al propósito de identificar determinantes de resistencias específicas (en el supuesto de la ocurrencia de razas fisiológicas de la enfermedad) como así marcadores genéticos y moleculares de resistencia a roya marrón, ya que para esto es indispensable que la información de ligamiento o asociación entre el marcador molecular y el carác-

ter fenotípico tenga el máximo grado de confiabilidad. Mediante un procedimiento relativamente sencillo se podrían identificar genotipos resistentes a roya, aún en ausencia del patógeno (en el caso de la actividad peroxidasa basal), que al asociarse a marcadores moleculares permitirían que el procedimiento pueda ser aplicado ventajosamente en programas de mejora genética de este cultivo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y al Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta por el financiamiento de esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- ARENCEBIA, A.D.; BERNAL, A.; YANG, L.; CORTEGAZA, L.; CARMONA, E.R.; PEREZ, A.; HU, C.J.; LI, Y.R.; ZAYAS, C.M.; SANTANA, I. 2008. New role of phenylpropanoid compounds during sugarcane micropropagation in Temporary Immersion Bioreactors (TIBs). *Plant Science* 75, 487–496.
- ARENCEBIA, A.D.; BERNAL, A.; ZAYAS, C.; CARMONA, E.; CORDERO, C.; GONZÁLEZ, G.; GARCÍA, R.; SANTANA, I. 2010. Hydrogen peroxide induced phenylpropanoids pathway eliciting a defensive response in plants micropropagated in Temporary Immersion Bioreactors (TIBs). *Plant Science* 195, 71–79.
- ASNAGHI, C.; D'HONT, A.; GLASZMANN, J.C.; ROTT, P. 2001. Resistance of sugarcane cultivar R570 to *Puccinia melanocephala* isolates from different geographic locations. *Plant Disease* 85, 282–286.
- ASNAGHI, C.; ROQUES, D.; RUFFEL, S.; KAYE, C.; HOARAU, J.Y.; TÉLISMART, H.; GIRARD, J.C.; RABOIN, L.M.; RISTERUCI, A.M.; GRIVET, A.; D'HONT, A. 2004. Targeted mapping of a sugarcane rust resistance gene (*Bru1*) using bulked segregant analysis and AFLP markers. *Theoretical and Applied Genetics* 108, 759–764.
- CAMPOS, A.D.; FERREIRA, A.G.; VOZARÍ HAMPE, M.M.; FERREIRA ANTUNES, I.; BRANÇÃO, N.; DA SILVEIRA, E.P.; OSÓRIO, V.A.; AUGUSTIN, E. 2004. Actividade de peroxidase e polifenoloxidase na resistência do feijão à antracnose. *Pesquisa agropecuaria brasileira*, 39, 637–643.
- COLOWICK, P.; KAPLAN, J. THE GUAIACOL TEST. En: COLOWICK, P.; KAPLAN, J. (Eds.). *Methods in enzymology*. New York, Academic Press 1957.p.775.
- DAUGROIS, J.H.; GRIVET, L.; ROQUES, D.; HOARAU, J.Y.; LOMBARD, H.; GLASZMANN, J.C.; D'HONT, A. 1996. A putative major gene for rust resistance linked with an AFLP marker in sugarcane cultivar R 570. *Theoretical and Applied Genetics* 92, 1059–1064.
- DELANNOY, E.; JALLOUL, A.; ASSIGBETSÉ, K.; MARMEY, P.; GEIGER, J.P.; LHERMINIER, J.; DANIEL, J.F.; MARTINEZ, C.; NICOLE, M. 2003. Activity of Class III Peroxidases in the Defense of Cotton to Bacterial Blight. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 16 (11), 1030–1038.
- DI RIENZO J.A.; CASANOVES F.; BALZARINI, M.G.; GONZALEZ, L.; TABLADA M. & C.W.R. 2011 InfoStat versión 2007. Grupo InfoStat. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. En: <http://www.infostat.com.ar>.
- DÍAZ-VIVANCOS, P.; RUBIO, M.; MESONERO, V.; PERIAGO, P.M.; ROS BARCELÓ, A.; MARTÍNEZ-GÓMEZ, P.; HERNÁNDEZ,

- J.A. 2006. The apoplastic antioxidant system in Prunus: response to long-term plum pox virus infection. *Journal of Experimental Botany* 57, 3813–3824.
- FINK, W.; HAUG, M.; DEISING, H.; MENDGEN, K. 1991. Early defense responses of cowpea (*Vigna sinensis* L.) induced by non pathogenic rust fungi. *Planta* 185, 246–254. GraphPad Prism version 4.0 for Windows, GraphPad Software, San Diego, California, USA. En: www.graphpad.com
- JOHNSON, L.B.; CUNNINGHAM, B.A. 1972. Peroxidase activity in healthy and leaf-rust-infected wheat leaves. *Phytochemistry* 11, 547–551.
- JOHRDE, A.; SCHWEIZER, P. 2008. A class III peroxidase specifically expressed in pathogen-attacked barley epidermis contributes to basal resistance. *Molecular Plant Pathology* 9 (5), 687–696.
- KRUEGER, N.J. The Bradford Method for Protein Quantification. En: J. M. WALKER and Totowa, N. J (Eds.). *The Protein Protocols Handbook* (2nd Edition). Humana Press Inc., New Jersey 2002. pp.15-22.
- LAGRIMINI, M.L.; ROTHSTEIN, S. 1987. Tissue specificity of tobacco peroxidase isozymes and their induction by wounding and tobacco mosaic virus infection. *Plant Physiology* 84, 438–442.
- LAVANIA, M.; CHAUHAN, P.S.; CHAUHAN, S.V.S.; SINGH, H.B.; NAUTIYAL, C.S. 2006. Induction of plant defence enzymes and phenolics by treatment with plant growth-promoting rhizobacteria *Serratia marcescens*. NBRI1213. *Current Microbiology* 52, 363–368.
- LUHOVÁ, L.; LEBEDA, A.; HEDEROVÁ, D.; PĚC, P. 2003. Activities of amine oxidase, peroxidase and catalase in seedlings of *Pisum sativum* under different light conditions. *Plant Soil and Environment* 49, 151–157.
- MLIČKOVÁ, K.; LUHOVÁ, L.; LEBEDA, A.; MIESLEROVÁ, B.; PĚC, P. 2004. Reactive oxygen species generation and peroxidase activity during *Oidium neolycopersici* infection on *Lycopersicon* species. *Plant Physiology and Biochemistry* 42, 753-761
- MOERSCHBACHER, B.M.; NOLI, U.M.; FLOTT, B.E.; REISNER, H.J. 1988. Lignin biosynthesis enzymes in stem rust infected, resistant and susceptible near-isogenic wheat lines. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 33, 33-46.
- PASSARDI, F.; COSIO, C.; PENEL, C.; DUNAND, C. 2005. Peroxidases have more functions than a Swiss army knife. *Plant Cell Reports* 24, 255-256.
- PIPERIDIS, G.; D'HONT, A. 2001. Chromosome composition analysis of various *Saccharum* interspecific hybrids by genomic *in situ* hybridisation (GISH). *Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists Congress* 24, 565.
- RAGO, A.M. Variabilidade Patogênica de *Puccinia melanocephala* e *Ustilago scitaminea* no estado de São Paulo 2005. Thesis (MSc.) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", São Paulo. 43p
- RAMDOYAL, K.; SULLIVAN, S.; LIM SHIN CHONG, L.C.Y.; BADALOO, G.H.; SAUMTALLY, S.; DOMAINGUE, R. 2000. The genetics of rust resistance in sugar cane seedling populations. *Theoretical and Applied Genetics* 100, 557–563.
- RAMOS LEAL, M.; RUIZ, A.; SANDOVAL, I.; MARIBONA, R.H. 1989. Biochemical Evaluation of Fungal Disease Resistance in Sugarcane. *Plant Breeding* 102, 45–50.
- SASAKI, K.; IWAI, T.; HIRAGA, S.; KURODA, K.; SEO, S.; MITSUHARA, I.; MIYASAKA, A.; IWANO, M.; ITO, H.; MATSUI, H.; OHASHI, Y. 2004. Ten rice peroxidases redundantly respond to multiple stresses including infection with rice blast fungus. *Plant Cell Physiology* 45, 1442–1452.
- SASAKI, K.; YUICHI, O.; HIRAGA, S.; GOTOH, Y.; SEO, S.; MITSUHARA, I.; ITO, H.; MATSUI, H.; OHASHI, Y. 2007. Characterization of two rice peroxidase promoters that respond to blast fungus infection. *Molecular Genetics Genomics* 278, 709–722.
- TOGNOLLI, M.; PENEL, C.; GREPPIN, H.; SIMON, P. 2002. Analysis and expression of the Class III peroxidase large family in *Arabidopsis thaliana*. *Gene* 288, 129-138.
- VAN LOON, L.C.; REP, M.; PIETERSE, C.M.J. 2006. Significance of inducible defence-related proteins in infected plants. *Annual Review of Phytopathology* 44, 135–162.
- WELINDER, K.G. 1992. Superfamily of plant, fungal and bacterial peroxidases. *Current Opinion in Structural Biology* 2, 388–393.
- YOUNG, S.A.; GUO, A.; GUIKEMA, J.A.; WHITE, F.F.; LEACH, J.E. 1995. Rice cationic peroxidase accumulates in xylem vessels during incompatible interactions with *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. *Plant Physiology* 107, 1333–1341

Presencia de *Phomopsis* sp., agente causal del tizón del orégano (*Origanum vulgare*) en Córdoba, Argentina

YOSSEN, V.¹; CONLES, M.¹; CRAGNOLINI C.¹

El orégano (*Origanum vulgare* L.) ocupa el primer lugar en la producción de especias en la Argentina. Se cultiva principalmente en las provincias de Córdoba, Mendoza, San Juan y San Luis (COFECYT, 2009). El Valle de Traslasierra, ubicado al oeste de Córdoba, es la principal zona de producción y comercialización de hierbas aromáticas y medicinales. Las variedades Criollo, Negrito y Mendocino son, históricamente, las más cultivadas. Sin embargo, las dos últimas están paulatinamente dejando de utilizarse como consecuencia de haber perdido rendimiento y calidad en el producto final (Suárez, 2005). En los años 2009 y 2010, se encontraron varios patógenos en los cultivos de la zona. Así, se pudo evidenciar la presencia de *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* sp. y *Septoria* sp. Además, se observaron síntomas de roya y de un atizonamiento en el cual las plantas presentaban, al comienzo, manchas necróticas pequeñas e irregulares de 1-3 mm sobre hojas, pecíolos e inflorescencias. Sobre los tallos jóvenes las lesiones eran superficiales y en los más viejos se observó agrietamiento del tejido cortical. En ambos casos las manchas medían entre 2 mm y 4 mm y eran de color marrón oscuro. Posteriormente, las hojas e inflorescencias se necrosaban y parte o toda la planta moría (Argüello *et al.*, 2012). En la Argentina se describieron otros patógenos que pueden producir tizón, como *Alternaria alternata* (Jauch y Gally, 1985; Madia *et al.*, 2008), *Stemphyllium* sp. (Madia *et al.*, 2008), *Colletotrichum* sp. (Perelló y Dal Bello, 1995) y *Curvularia* sp. (Sandoval *et al.*, 2002). Se planteó como objetivo determinar el agente causal del tizón en los cultivos de orégano, en el Valle de Traslasierra, para poder elaborar estrategias efectivas de manejo de la enfermedad.

Se recolectaron plantas de orégano con manchas necróticas en las hojas, tallos y flores, en dos lotes de 2.500 m² cultivados con la variedad Negrito, en el departamento

San Javier (31° 56' S, 65° 12' O), provincia de Córdoba. Además, se evaluó la incidencia de la enfermedad como porcentaje (%) de plantas con síntomas, en 20 plantas recolectadas en cada uno de los nueve surcos de cada lote. Los tallos de las plantas recolectadas en el campo que tenían manchas de color castaño oscuro, fueron colocados en una cámara húmeda en condiciones de laboratorio, bajo iluminación natural y durante cinco días, para hacer una observación visual de los síntomas. Además, se realizaron aislamientos en función de las plantas con síntomas de tizón. Los trozos de tejidos obtenidos de las manchas necróticas de ramas y pecíolos fueron agitados en agua esterilizada con 1 mL de Tween 20%, en un agitador rotativo a 4000 rpm, durante 15' y a 30 °C. El tratamiento fue realizado para limpiar el material de las gotas de aceites que posee y que llevan microorganismos que contaminan los medios de cultivos. Posteriormente, los trozos fueron desinfectados con un 70% de etanol, durante 1 minuto y con una solución de hipoclorito de sodio comercial (50 g/L de Cl activo) al 10%. Luego, se sembraron en cajas de Petri con agar papa glucosado (APG), 2%, pH 5,5. Las cajas se mantuvieron en condiciones de laboratorio con aproximadamente 23±2 °C bajo iluminación natural, durante 10 a 15 días, para permitir la formación de picnidios. Posteriormente, con aguja histológica esterilizada se tomaron cirros de los picnidios y se los sembró sobre APG 2%, pH 5,5 para obtener cultivos puros. El hongo fue identificado sobre la base de sus características morfológicas (Sutton, 1980). Para realizar las pruebas de patogenicidad se utilizaron conidios obtenidos de los picnidios de 10 días, desarrollados en APG 2%, pH 5,5. Una suspensión de 2x10⁶ conidios alfa/mL de agua esterilizada se pulverizó hasta punto de goteo sobre las ramas de ocho plántulas de orégano de 60 días, con cuatro ramas cada una, provenientes de cultivo de meristemas del laboratorio de Biotecnología de la Facul-

¹Manejo Integrado de Plagas y Terapéutica Vegetal. Departamento Protección Vegetal. F.C.A. Universidad Nacional de Córdoba. CC: 509. 5000-Córdoba, Argentina. Correo electrónico: viyossen@agro.unc.edu.ar

tad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba. Como control se utilizó un número igual de plántulas. Previamente, se realizaron heridas en los tallos con una aguja hipodérmica esterilizada. Las plántulas se colocaron en una cámara de crecimiento a $22\pm 1,5$ °C, con 12 horas de luz fluorescente y 12 horas de oscuridad. Los controles se pulverizaron con agua esterilizada y se acondicionaron igual que el material inoculado. La presencia de la enfermedad se evaluó por la sintomatología en las ramas, pecíolos y hojas de las plántulas a los 15 días de inoculadas. El hongo fue aislado nuevamente de sectores necrosados de las ramas desinfectados con etanol 70% y con hipoclorito de sodio comercial (50 g/L de Cl activo) al 10%, durante un minuto en cada solución. Posteriormente, fueron sembrados en APG 2%, pH 5,5. Otro ensayo consistió en colocar sobre un cultivo del patógeno en APG 2%, pH 5,5, trozos de 2 cm de ramas de plantas de orégano sanas de la variedad Negrito, provenientes del cultivo de meristemas. Para la desinfección del material se siguió la misma metodología descrita anteriormente. Luego, los trozos se colocaron en las cajas de Petri sobre el cultivo del hongo y fueron mantenidas en una cámara de crecimiento a $22\pm 1,5$ °C y con fotoperíodo de 12/12 horas luz/oscuridad durante 5-10 días. Aislamientos del patógeno, de siete días de desarrollados en APG 2% y pH 5,5, fueron remitidos al Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola (IMYZA), perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Castelar y al Instituto de Botánica Spegazzini, de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata, para la determinación del agente etiológico.

La incidencia de la enfermedad fue del 41% y 57% en los dos lotes evaluados. El signo del patógeno, a los cinco días de colocados los trozos de ramas en cámara húmeda, no se hizo visible. En los aislamientos realizados en cajas de Petri aparecieron, a los 10 días, picnidios prominentes y con cirros. En los cultivos puros realizados a partir de los cirros el hongo comenzó a crecer a los 2 días. El micelio blanco, al comienzo con áreas concéntricas, tomó color castaño grisáceo y en el reverso de la caja se observaron zonas oscuras. La presencia de picnidios se observó a los 10 días de la siembra cuando las colonias alcanzaron un diámetro de 4 cm a 8 cm. Los picnidios negros, globosos y uniloculares de 130-200 μm de diámetro se presentaron solitarios o agregados, inmersos en una masa estromática. Entre los 3-4 días de aparecidos se observaron los exudados cremosos que solamente presentaron conidios alfa unicelulares, hialinos, constrictos en el centro y con una base roma de 2-2,5 x 5-8 μm . A su vez, se observaron células conidiógenas largas, no doliformes o ampuliformes como las que caracterizan al género *Phoma* spp. En las pruebas de patogenicidad se observó en las plantitas, la presencia de manchas castaño oscuro sobre las ramas. Cuando se aisló nuevamente el hongo de los sectores de ramitas enfermas creció, en el medio del cultivo, micelio blanco. Luego oscuro y, posteriormente, aparecieron los picnidios del patógeno. En los trozos de tallos sembrados sobre cultivos del hongo se observó abundante fructificación. Picnidios oscuros y globosos crecieron sobre el ma-

terial a los cinco días de incubados. Las observaciones realizadas en IMYZA-INTA y en el Instituto de Botánica Spegazzini, determinaron que los aislamientos correspondían al género *Phomopsis* sp. Debido a la poca bibliografía existente para la determinación de especies de *Phomopsis* (la última de Punithalingam y Spooner, 2002) y a la gran cantidad de especies determinadas hasta el momento (970 especies), es necesario realizar una determinación a nivel molecular (Barreto, D. y Arambarry, A.; 2011. Comunicación personal).

Los resultados de este trabajo indican que *Phomopsis* sp. es el patógeno que produce atizamiento en las plantas de orégano en el Valle de Traslasierra, provincia de Córdoba, Argentina. Al no haber encontrado en nuestro país y en el mundo antecedentes acerca de la presencia de este patógeno sobre el cultivo de orégano, se deberá realizar un estudio taxonómico más detallado para la determinación de la especie. Aislamientos de *Phomopsis* sp. se encuentran en la colección del Laboratorio de Manejo Integrado de Plagas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba.

BIBLIOGRAFÍA

- ARGÜELLO, J.A.; NUÑEZ, S.B.; DAVIDENCO, V.; SUÁREZ, D.; SEISDEDOS, L.; BAIGORRIA, M.; LA PORTA, N.; RUIZ, G.; YOSSEN, V. 2012. Sistema de Producción y Cadena de Valor del Cultivo de Orégano (*Origanum vulgare* spp. L.) en la Provincia de Córdoba (R.A.). PHYTON 81: 4-11.
- COFECYT (Consejo Federal de Ciencia y Tecnología) 2009. Hierbas aromáticas y medicinales. Córdoba, Misiones, Salta. Disponible en internet: http://www.cofecyt.mincyt.gov.ar/pdf/productos_alimenticios/Hierbas/Especies_Hierbas_Aromaticas_y_Medicinales.pdf
- JAUCH, C.; GALLY, M.E. 1985. Presencia de *Alternaria alternata* (Fries) Keissler en *Origanum vulgare* L.. Jornadas Nacionales de Actualización sobre Recursos Naturales. Libro de Actas: Vol. 6, 225-228. Necochea. Buenos Aires.
- MADIA, M.S.; GAETÁN, S.A.; PAUNERO, I. 2008. Lesiones foliares en orégano. XXXI Congreso Argentino de Horticultura. 407. Mar del Plata. Buenos Aires. 30 de septiembre-3 de octubre.
- PERELLÓ, A.E.; DAL BELLO, G.M. 1995. Nota sobre las necrosis foliares ocasionadas por *Alternaria alternata* en romero y *Colletotrichum* spp. en lavanda, salvia y orégano. Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg. Vol. 10 (2), 275-281.
- PUNITHALINGAM, E.; SPOONER, B.M. 2002. New taxa and new records of Coelomycetes for the UK. Kew Bull. 57(3): 533-563.
- SANDOVAL, M.C.; FÁLICO DE ALCARAZ, L.M.; ATLAS DE GOTUZZO, E.; NOELTING, M.C.I. 2002. Presencia de *Curvularia lunata* en orégano (*Origanum vulgare* L.). XI Jornadas Fitosanitarias Argentinas. 110. Fac. de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba. 26-28 de junio.
- SUÁREZ, D. 2005. El cultivo del orégano - Aspectos Técnicos de la Producción de Aromáticas en la Región. Boletín electrónico INTA Villa Dolores. ISS 1669-1032. Año I, N.º 3.
- SUTTON, B.C. 1980. The Coelomycetes. Fungi imperfecti with pycnidia, acervuli and stromata. Commonwealth Mycological Institute. Kew. England. 696 pp.

El cultivo de trigo en la región semiárida bonaerense: impacto sobre algunas propiedades químicas del suelo

DUVAL, M.¹; GALANTINI, J.²; IGLESIAS, J.³; KRÜGER, H.⁴

RESUMEN

La intensificación de la agricultura en la región semiárida se caracterizó por una disminución del área destinada a pasturas, a favor de la superficie con monocultivo de trigo. En este contexto, la rotación de cultivos, la fertilización, el manejo de los residuos y el agua edáfica son aspectos fundamentales para el aumento de la productividad del trigo en esta región. Se planteó como objetivo cuantificar los cambios cuali y cuantitativos en sistemas de producción sobre algunas propiedades de un suelo de la región semiárida bonaerense, luego de 22 años de producción. El trabajo se realizó en la EEA del INTA Bordenave. Se estudiaron las siguientes secuencias de cultivos: TT LC (monocultivo de trigo con labranza conservacionista (LC), 1983-2006); TT SD (monocultivo de trigo con LC, 1983-1999, y con siembra directa (SD), 1999-2006) y TP (manejo tradicional, un año trigo y un año alternativamente con pastoreo de los rastrojos, 1983-2006). En cada uno se evaluó el carbono orgánico total (COT), el nitrógeno total (Nt), el fósforo extraíble (Pe) y el pH en agua. Se realizó un fraccionamiento por tamaño de partícula, en las que se determinó el CO y N. En general, los niveles de COT mostraron un efecto significativo de la rotación, fertilización y la labranza. En los tratamientos no fertilizados, el manejo tradicional presentó los niveles más altos de COT y el monocultivo las mayores pérdidas. En las parcelas fertilizadas, los niveles de COT fueron significativamente más altos en SD, principalmente en los primeros 5 cm del suelo, mientras que en los suelos con labranza no se observaron diferencias. En 0-20 cm se observó mayor concentración de COP en monocultivo que en manejo tradicional. El Nt fue significativamente más alto en el manejo tradicional respecto del monocultivo de trigo sin fertilizante. La SD fue el único sistema que produjo diferencias significativas por efecto de la fertilización. A su vez, la fertilización produjo una tendencia a la acumulación del Pe frente a los no fertilizados en la profundidad (5-10 y 10-20), que fueron significativos en los tratamientos con monocultivo. Para las condiciones edafo-climáticas de la región, la inclusión de la SD como práctica de manejo mejoró la condición orgánica del suelo sólo cuando se combinó con el uso de fertilizantes.

Palabras claves: rotación de cultivos, labranzas, fertilización.

¹CONICET, CERZOS-Depto. de Agronomía; San Andrés 800, 8000 Bahía Blanca, Argentina.

Correo electrónico: mduval@criba.edu.ar

²Comisión de Investigaciones Científicas, Pcia. Bs. As., CERZOS y Depto. de Agronomía, Universidad Nacional del Sur (UNS)

³Depto. de Agronomía, Universidad Nacional del Sur (UNS)

⁴EEA INTA Bordenave. Ruta Provincial 76 Km 36,5 (8187), Bordenave, provincia de Buenos Aires.

ABSTRACT

The intensification of the agriculture in the Semiarid Region was characterized by a decrease of the area destined for pastures, in favour of the surface with monoculture of wheat. In this context, crop rotation, fertilization, and the residue management and soil water are fundamental to increasing the productivity of wheat in this region. The objective was to quantify the qualitative and quantitative changes in production systems on some properties of a semiarid soil from Buenos Aires after 22 years of production. The study was conducted in the EEA INTA Bordenave. We studied the following crop sequences: WW CT (wheat monoculture with conservation tillage (CT), 1983-2006), WW NT (wheat monoculture with CT, 1983-1999, and no-till (NT), 1999-2006) and WG (conventional management, wheat and grazing of natural grasses, alternatively one year each). Total organic carbon (TOC), total nitrogen (Nt), extractable phosphorus (Pe) and pH in water were measured. Fractionation was performed by particle size, which was determined the OC and N. In general, TOC levels showed a significant effect of rotation, fertilization and tillage. In not fertilized treatments, conventional management presented higher levels of TOC and monoculture the greatest losses. In fertilized plots, TOC levels were significantly higher in NT accumulated mainly in the first 5 cm of soil, without differences in soil tillage. In 0-20 cm showed higher concentrations of POC in monoculture than in conventional management. Nt was significantly higher in conventional management respect of wheat monoculture without fertilizer. The NT was the only system that produced significant differences by effect of fertilization. Fertilization was a tendency for accumulation of Pe versus non-fertilized in depth (5-10 and 10-20 cm), remained significant in the monoculture treatment. For the conditions of soil and climate of the region, including the NT as management practices improved soil organic status only when combined with the use of fertilizers.

Key words: crop rotation, tillage, fertilization.

INTRODUCCIÓN

La intensificación de la agricultura en la región pampeana se caracterizó por una disminución de la superficie cubierta con praderas semipermanentes y un crecimiento de las áreas dedicadas a las secuencias agrícolas anuales donde prima el cultivo de soja y del doble cultivo trigo-soja. Los suelos bajo labranza convencional presentan una pérdida neta, tanto de carbono orgánico total (COT) (Quiroga *et al.*, 1996) como de nutrientes con procesos de degradación variables (Bernardos *et al.*, 2001).

Los sistemas de labranza mínima, y en especial la SD, con un uso creciente de fertilizantes se introdujeron como prácticas de manejo (PM) en la década de 1990 y se adoptaron a un ritmo exponencial (MinAgri, 2011). Actualmente, entre el 60 y el 80% de la superficie sembrada de los principales cultivos pampeanos se realiza bajo SD.

La SD es una de las PM recomendadas para aumentar el COT en los ecosistemas agrícolas (Lal *et al.*, 1998). Sin embargo, en la región pampeana se observaron aumentos desde el 6 al 15% del COT dentro de los primeros 10 años de SD, que pueden ser mayores o menores en función de la metodología de cálculo (Galantini e Iglesias, 2007).

La materia orgánica (MO) es un importante atributo de la calidad del suelo, ya que de ella dependen muchas de sus propiedades químicas, físicas y biológicas. La MO y sus diferentes fracciones son componentes del suelo altamente influenciados por las PM (Haynes, 2005). En particular, las fracciones lábiles son indicadores potencialmente sensibles a los cambios por las PM o las condiciones ambientales (Sharifi *et al.*, 2008, Yoo y Wander, 2008).

Las diferentes prácticas utilizadas en los sistemas de producción tienen un fuerte impacto sobre el balance de carbono (C) en el suelo. La cantidad, momento y tipo de labranzas afectan la accesibilidad de los microorganismos a los residuos (Balesdent *et al.*, 2000). La rotación de cultivos modifica la cantidad, el momento y la calidad de los materiales que ingresan al suelo (Lorenz y Lal, 2005). A su vez, la fertilización aumenta la producción y exportación de nutrientes estimulando, al mismo tiempo, su ciclado (Galantini *et al.*, 2000).

Conocer la dinámica de las variables edáficas que son sensibles al manejo y que están afectadas por distintas rotaciones y sistemas de labranza (SL), contribuirá al diagnóstico y a la toma de decisiones respecto a qué prácticas implementar para el logro de una agricultura ambiental, económica y productivamente sustentable.

En la región semiárida existen estudios del monocultivo de trigo que remarcan los efectos positivos de la fertilización y la inclusión de leguminosas sobre las propiedades físicas y químicas del suelo (Miglierina *et al.*, 2000, Minoldo, 2010), el reciclado y la exportación de nutrientes (Galantini *et al.*, 2000, 2004). Sin embargo, existen pocos estudios que analicen los efectos de largo plazo sobre las fracciones orgánicas.

El objetivo del presente trabajo fue cuantificar los cambios cuali y cuantitativos en sistemas de producción sobre algunas propiedades de un suelo de la región semiárida bonaerense, luego de 22 años de producción con y sin la aplicación de fertilizante y distintas PM.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en un lote demostrativo de sistemas de producción en la EEA del INTA Bordenave (37° 45' 47,9" S y 63° 05' 56,8" O). La caracterización climática y edáfica del sitio se encuentra en Galantini y Rosell, 2006. Los sistemas de producción estudiados comenzaron en 1983 sobre una pastura (REF) y consistieron en: TT LC, monocultivo de trigo con labranza conservacionista (LC), 1983-2006; TT SD, monocultivo de trigo con LC, 1983-1999, y con SD, 1999-2006 y TP, un año trigo – un año alternativamente pastoreo de los rastrojos con bovinos. En el texto, se consideran TT y TP como monocultivo y manejo tradicional, respectivamente.

Los tratamientos se dividieron en no fertilizado (nf) y fertilizado (f), aplicado al azar todos los años en cantidad: 64 kg de N y 16 kg de P en forma de urea y fosfato de amonio.

En TP se utilizó laboreo convencional (barbecho muy corto, arado, rastra de discos y sistema de siembra plano), mientras que en TT el laboreo fue conservacionista (barbecho largo, con cobertura de residuos, labranza vertical y sistema de siembra en surco profundo). Se incluyen como referencia los valores correspondientes al suelo sin cultivar adyacente a los tratamientos, mantenido con la pastura original desde el inicio de la experiencia que fueron obtenidos en un muestreo realizado en el año 1991.

Como la profundidad de la capa calcárea es variable, se eligieron tres sectores (bloques completos aleatorizados) dentro de cada sistema con profundidad de tosca uniforme (80 cm). En enero de 2006 se realizó un muestreo de suelos a las profundidades: 0-5, 5-10 y 10-20 cm. En cada uno de los sistemas de producción y dentro de cada bloque se tomaron tres muestras compuestas (10 submuestras) de dichas profundidades.

En las muestras de suelo secadas al aire y tamizadas por 2 mm, se determinaron las siguientes propiedades químicas:

COT, por el método de combustión seca (1500 °C, LECO C Analyser).

- Nt, método de Kjeldhal (Bremner, 1996).
- Pe, método de Bray y Kurtz (1945).
- pH (relación suelo:agua 1:2,5)

Se realizó un fraccionamiento por tamaño de partícula (Galantini, 2005) y se separó la MO particulada (MOP, >0,1 mm) de la MO asociada a la fracción mineral (MOM, <0,1 mm), en las que se determinó CO y N.

Se estimó la producción de residuos de cosecha a partir de los rendimientos de grano (Galantini *et al.*, 2005, Krüger, comunicación personal) mediante la utilización del índice de cosecha (IC). Las entradas de C al suelo mediante los residuos de los cultivos fueron estimados asumiendo una concentración C de 42,3% (Bolinder *et al.*, 2007).

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos se utilizó ANOVA y el test DMS para la comparación de medias

($p < 0,05$) a través del INFOSTAT Software estadístico versión 2008.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Carbono orgánico

Los niveles de COT en 0-20 cm mostraron una marcada disminución por efecto de las prácticas agrícolas que fueron del 33%, en promedio, para todos los tratamientos. Se observó un efecto significativo y variable de la rotación, de la fertilización y de la labranza (tabla 2).

La cantidad de C aportado al suelo durante los 22 años de ensayo fue diferente entre los sistemas de producción tradicional y monocultivo, sin observarse variaciones por el sistema de labranza SD y LC (tabla 1). En ambientes similares, Shrestha *et al.* (2012), observaron los mismos resultados, ya que la entrada de C al suelo por parte de los residuos varió significativamente por la frecuencia de cultivos y poco por el sistema de labranza. Sin embargo, este aporte no se reflejó en los niveles de COT, ya que en los tratamientos no fertilizados, el COT fue significativamente más alto con manejo tradicional, como consecuencia del menor periodo de barbecho y la menor cantidad de labranzas (1 año cultivo – 1 pastoreo). A su vez, el pisoteo animal y la falta de humedad adecuada para la descomposición de residuos favorecerían la conservación del COT y, bajo SD, hay condiciones de humedad más favorables que incrementan dicha descomposición. Debido a rendimientos ligeramente menores en este tratamiento y por el consumo animal (Krüger, comunicación personal), el aporte anual de C por los residuos con el manejo tradicional fue menor (73%). Eso pone en evidencia el efecto positivo de la reducción de las labranzas sobre la reserva de COT.

No se encontraron diferencias en el monocultivo por el sistema de labranza. Sin fertilización, disminuyó el aporte de C por parte de los residuos y se reflejó en los menores niveles de COT en monocultivo, sea en LC como en SD (tabla 1). Resultados similares fueron encontrados por Melerio *et al.* (2011), sobre vertisoles donde la rotación trigo-barbecho reflejó los menores niveles de COT en ambos sistemas de labranza.

Al fertilizar, se observó un incremento del COT en 0-20 cm en monocultivo, tanto en LC como en SD. En el monocultivo fertilizado los valores fueron significativamente mayores en SD como consecuencia de la mayor acumulación superficial

Tratamiento	Aportes de carbono (Mg ha ⁻¹)
TP-nf	11
TP-f	12
TT-nf	41
TT-f	64

Tabla 1. Estimación del carbono devuelto al suelo por residuos de cosecha durante 1983-2006.

(0-5 cm). Esta acumulación superficial bajo SD también fue reportada en otros sitios en la Argentina (Buschiazzi *et al.*, 1998) y otros países (Blanco-Canqui y Lal, 2008; Sombrero y de Benito, 2010). Generalmente, las diferencias superficiales a favor de la SD desaparecen o se revierten si se consideran profundidades de suelo mayores de 10 a 15 cm (Quiroga *et al.*, 1996; Jagadamma y Lal, 2010).

Al igual que en estudios previos, el efecto de la fertilización en el manejo tradicional no fue significativo. En este tratamiento, las características de la capa arable y la que está por debajo de ella resultaron inapropiadas para el normal flujo del agua y ocasionaron pérdidas importantes por evaporación y escurrimiento superficial. Por ello, disminuyó el rendimiento potencial del trigo y se anuló la respuesta a la aplicación de fertilizantes (Andriulo *et al.*, 1990).

Dado que las diferencias en la productividad de los cultivos entre SD y LC no son generalmente pronunciados (McConkey *et al.*, 1996) se cree que el secuestro de C en SD está relacionado con un mayor número y estabilidad de macroagregados (Tisdall y Oades, 1982), microagregados (Six *et al.*, 2000) y una mejor protección física del COT dentro de los mismos (Jastrow *et al.*, 2007).

Los resultados muestran la necesidad de aplicar prácticas de manejo conjuntas (SD y fertilización) para un manejo sustentable del sistema. Las prácticas de manejo que favorecen la acumulación de MO interactúan positivamente entre ellas, de forma tal que la ganancia neta de MO será mayor cuando se aplican en forma combinada (Grant *et al.*, 2001).

La concentración de COP mostró diferencias significativas por tratamiento, pero no por sistema de labranza ni fertilización, a pesar de que en el monocultivo fertilizado con los dos sistemas de labranza, los valores en superficie tendieron a ser mayores que en los no fertilizados. Esta fracción depende de los aportes y salidas del sistema, por ello posiblemente bajo el manejo tradicional los valores estuvieron asociados a menores aportes de residuos por el pastoreo con vacunos.

Al analizar en todas profundidades el efecto de la fertilización no se encontraron diferencias significativas. Esto puede deberse a que las variaciones en el COP estén más influenciadas por el estado físico del suelo y la disponibilidad de agua, factores que modifican la actividad microbiana (descomposición) y la productividad del cultivo (aportes). Galantini y Rosell (2006), trabajaron sobre las mismas parcelas y afirmaron que las características climáticas previas son importantes y hay que contemplarlas al momento de evaluar las variaciones del COP por las diferentes prácticas de manejo. Se consideró a la pastura original como suelo de referencia y esta fracción orgánica fue la que sufrió mayores pérdidas por el uso productivo, ya que se encontraron pérdidas superiores al 90% en todos los tratamientos.

El carbono orgánico asociado a la fracción mineral (COM) tuvo un comportamiento similar al COT. Las pérdidas por efecto del uso agrícola fueron del 60% y 53% para monocultivo y manejo tradicional, respectivamente. En el monocultivo sin fertilizar se observó la menor concentración de COM independientemente del sistema de labranza utilizado. La aplicación de fertilizante en monocultivo produjo un

prof	TT		TT		TP		Ref
	SD nf	SD f	LC nf	LC f	nf	f	
COT %							
0-5	1,06 ab	1,51c	1,01 a	1,25 b	1,19 ab	1,13 ab	2,00
5-10	0,84 a	1,11 bc	0,91 a	1,05 b	1,20 c	1,16 bc	1,47
10-20	0,70 a	0,95 c	0,83 b	0,91 bc	0,94 c	0,90 bc	1,26
0-20	0,82 a	1,13 c	0,89 a	1,03 b	1,07 bc	1,02 b	1,50
COP %							
0-5	0,30 ab	0,43 b	0,31 ab	0,40 b	0,21 a	0,19 a	0,668
5-10	0,13 a	0,17 a	0,19 a	0,14 a	0,17 a	0,14 a	0,491
10-20	0,07 ab	0,10 b	0,06 a	0,05 a	0,07 ab	0,07 ab	0,421
0-20	0,14 ab	0,20 b	0,15 ab	0,16 ab	0,13 a	0,12 a	0,501
COM %							
0-5	0,76 ab	1,08 d	0,70 a	0,85 abc	0,98 cd	0,93 bcd	1,332
5-10	0,70 a	0,95 bc	0,71 a	0,91 b	1,03 c	1,02 bc	0,979
10-20	0,63 a	0,85 bc	0,78 b	0,85 bc	0,87 c	0,83 bc	0,839
0-20	0,69 a	0,94 b	0,73 a	0,88 b	0,96 b	0,93 b	1,000

Tabla 2. Carbono orgánico total (COT), particulado (COP) y asociado a la fracción mineral (COM) bajo secuencias de cultivos, labranzas y fertilización.

aumento en el nivel de COM, debido a que: en SD hay una mayor humificación en todas las profundidades (aporte de materia seca superficial en 0-5 cm y mayor aporte de raíces en 5-20). En cambio, en LC el aporte de materia seca se distribuye principalmente en los 10 a 15 cm superficiales (profundidad de las labores). Posiblemente, por esa razón ese aporte compensa la mayor actividad descomponedora de las labranzas encontrándose diferencias significativas respecto de SD sólo en 0-5 cm.

Nitrógeno

El porcentaje de Nt del suelo mostró diferencias significativas y variables debidas a la secuencia de cultivos, a la fertilización y a la labranza (tabla 3). Los valores encontrados en la profundidad 0-20 cm para los tratamientos sin fertilizar fueron más altos en el manejo tradicional respecto de monocultivo. Con la aplicación de fertilizante solo, se encontró un significativo aumento en monocultivo bajo SD. Además, se observaron cambios en la distribución del nitrógeno dentro de la profundidad 0-20 cm. En manejo tradicional, la parcela fertilizada mostró menos N en los 5-10 cm que la no fertilizada, acompañando a los cambios que se observaron en la MO, ya que ambos están relacionados y la mayor parte del Nt se encuentra en la MO.

En el monocultivo bajo LC se produjo un incremento significativo del N en los 5-10 cm de la parcela fertilizada y no en las otras profundidades estudiadas, donde las labranzas incorporan los residuos.

Cuando no se fertilizó no se encontraron diferencias significativas en el monocultivo entre sistemas de labranza, si bien se observó una tendencia a incrementarse en 0-5 cm en SD y 5-10 y 10-20 en LC. Muchos trabajos han reportado mayores contenidos totales de C y N en la capa superficial en los monocultivos de trigo bajo SD (Tan y Lal, 2005; Melero *et al.*, 2011).

El contenido de N-MOP siguió una tendencia semejante a la comentada para el Nt, pero con menos diferencias.

Los valores encontrados en monocultivo bajo LC y manejo tradicional fueron semejantes, mientras que en SD tendió a disminuir en la parcela no fertilizada y a aumentar en la fertilizada.

Analizando las diferentes profundidades, se observó que la mayor parte del N-MOP se encontró en 0-10 cm, con cambios pequeños y, generalmente, no significativos entre tratamientos.

Al igual que para Nt, el monocultivo de trigo bajo SD fertilizado fue el tratamiento con diferencias significativas en todas las profundidades.

Fósforo extractable

En 0-20 cm se encontraron diferencias significativas sólo en monocultivo bajo LC por la aplicación de fertilizante, en cambio, en SD si bien hay un ligero aumento del Pe, este no fue significativo (tabla 4).

En los tratamientos fertilizados en la profundidad 5-10 y 10-20 cm, se observó una tendencia a una mayor concentración de Pe frente a los no fertilizados que fueron significativos en el monocultivo. Mientras que en superficie no se observaron diferencias. Debido a que P es relativamente inmóvil en el suelo, el material residual del fertilizante tiende a acumularse cerca del punto de colocación (Selles, 1993).

En SD se observó una mayor concentración de Pe en 0-5 cm, dada la poca movilidad de este elemento. Este efecto se debería al bombeo del P, el cual se toma de las capas profundas como fósforo inorgánico (Pi) y es llevado a la superficie y acumulado en los residuos de los cultivos como fósforo orgánico (Po) que luego, por acción de los microorganismos del suelo, se mineraliza a formas inorgánicas que son la principal fuente del Pe (Suñer *et al.*, 2007). La SD cambia el ambiente edáfico y puede alterar los equilibrios y la dinámica del P (Galantini *et al.*, 2007). Mayores concentraciones de P en la superficie después de la implementación de la SD fueron atribuidas a las formas orgánicas lábiles

prof	TT		TT		TP	
	SD nf	SD f	LC nf	LC f	nf	f
	Nt %					
0-5	0,098 ab	0,139 c	0,087 a	0,097 ab	0,106 b	0,102 ab
5-10	0,077 a	0,103 b	0,085 a	0,096 b	0,106 c	0,099 b
10-20	0,065 a	0,100 c	0,080 abc	0,071 ab	0,089 bc	0,084 abc
0-20	0,077 a	0,111 c	0,083 a	0,083 a	0,098 b	0,092 b
	N-MOP %					
0-5	0,020 ab	0,030 b	0,022 ab	0,027 b	0,020 ab	0,012 a
5-10	0,010 a	0,021 b	0,018 ab	0,010 a	0,018 b	0,019 b
10-20	0,006 a	0,014 a	0,009 a	0,008 a	0,009 a	0,010 a
0-20	0,010 a	0,019 c	0,015 abc	0,014 bc	0,014 abc	0,013 a

Tabla 3. Concentración de N en el suelo bajo diferentes secuencias de cultivos, labranzas y fertilización.

prof	TT		TT		TP	
	SD nf	SD f	LC nf	LC f	nf	f
Pe (ppm)						
0-5	35,88 b	34,45 b	21,81 a	31,69 ab	27,29 ab	31,63 ab
5-10	13,84 ab	22,18 c	11,29 a	22,87 c	19,76 bc	25,52 c
10-20	6,31 ab	13,26 c	4,75 a	12,10 bc	7,22 abc	12,54 bc
0-20	15,58 ab	20,78 b	10,65 a	19,70 b	15,38 ab	20,54 b

Tabla 4. Fósforo extraíble (Pe) ppm de suelo bajo diferentes secuencias de cultivos, labranzas y fertilización.

prof	TT		TT		TP	
	SD nf	SD f	LC nf	LC f	nf	f
0-5	6,6 b	6,2 a	6,5 b	6,1 a	6,3 a	6,3 a
5-10	6,7 b	6,1 a	6,4 a	6,2 a	6,3 a	6,3 a
10-20	6,6 c	6,2 a	6,5 bc	6,4 b	6,5 bc	6,3 ab
0-20	6,6 d	6,2 a	6,4 bc	6,3 ab	6,4 bc	6,3 b

Tabla 5. Valores de pH bajo diferentes secuencias de cultivos, labranzas y fertilización.

y moderadamente lábiles de P (Selles *et al.*, 1999). En el manejo tradicional hay menor efecto del fertilizante debido a que se aplicó cuando se realizó el cultivo de trigo (mitad de años de aplicación) y la cantidad de residuos que quedan en la superficie fue menor, por la menor cantidad de años con trigo (mitad) y por el pastoreo de los rastrojos.

pH

La acidez del suelo es frecuentemente modificada por las prácticas de manejo. El pH de los diferentes tratamientos (tabla 5) en 0-20 cm varió entre 6,2 y 6,6. Si bien se observaron oscilaciones, fueron pequeñas e indicarían una cierta estabilidad de los sistemas sin diferencias importantes entre tratamientos.

Se encontró una ligera disminución, pero significativa, del pH por la aplicación de fertilizante en monocultivo bajo SD. En general, el pH desciende en sistemas de SD como resultado de aumentos en los contenidos de materia orgánica (Buschiazzo y Panigatti, 1996) o de la aplicación de fertilizantes nitrogenados (Blevins *et al.*, 1983).

En el monocultivo de trigo se observaron diferencias significativas en los 0-20 cm del suelo bajo SD respecto de LC no fertilizados. Al analizar las profundidades se encontraron valores significativamente mayores en los 5-10 cm de SD que coincidieron con el aumento en el contenido de COT.

CONCLUSIONES

Después de 22 años, el monocultivo de trigo sin fertilizante produjo la mayor pérdida de las fracciones orgánicas.

El pasaje de LC a SD mejoró la condición orgánica del suelo sólo cuando se realizó junto con aplicación de fertilizante.

La implementación continua de prácticas de producción sostenibles (especialmente en combinación de SD y fertilización) puede mantener o aumentar los contenidos de MO y nutrientes en el suelo y de facilitar la transformación de CO a depósitos de C más estables.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo brindado por el Programa de Áreas Estratégicas (PAE) del MINCyT, BIOSPAS, N.º 36976 y la EEA INTA Bordenave.

BIBLIOGRAFÍA

ANDRIULO, A.; GALANTINI, J.; IGLESIAS, J.; ROSELL, R.; GLAVE, A. 1990. Sistemas de producción con trigo en el sudoeste bonaerense. II. Algunas propiedades físicas edáficas ligadas al agua. En actas del II Congreso Nacional de Trigo, 17-19 de octubre, Pergamino, I, 219-225.

BALESDENT, J.; CHENU, C.; BALABANE, M. 2000. Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage Soil Till. Res. 53: 215-230.

BERNARDOS, J.; VIGLIZZO, E.; JOUVET, V.; LÉRTORA, F.; PORDOMINGO, A.; CID, F. 2001. The use of EPIC model to study the agroecological change during 93 years of farming transformation in the Argentine Pampas. Agric. Syst. 69, 215-234.

BLANCO-CANQUI, H.; LAL, R. 2008. No-tillage and soil-profile carbon sequestration: an on farm assessment. Soil Sci. Soc. Am. J. 72 (3), 693-701.

BLEVINS, R.L.; SMITH, M.S.; THOMAS, G.W.; FRYE, W.W. 1993. Influence de conservation tillage on soil properties. J. soil Water Conserv. 38: 301-305.

- BOLINDER, M.A.; JANZEN, H.H.; GREGORICH, E.G.; ANGERS, D.A.; VANDENBYGAART, A.J. 2007. An approach for estimating net primary productivity and annual carbon inputs to soil for common agricultural crops in Canada. *Agric. Ecosyst. Environ.* 118: 29-42.
- BRAY, R.; KURTZ, L. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci.* 59: 39.
- BREMNER, J. 1996. Nitrogen - Total. En: *Methods of Soil Analysis, Part 3*. Ed. Sparks, D.L., Chemical Methods, SSSA-ASA, Madison, WI, USA. p.: 1085-1123.
- BUSCHIAZZO, D.; PANIGATTI, J.; UNGER, P. 1998. Tillage effects on soil properties and crop production in the subhumid and semiarid Argentinean Pampas. *Soil Till. Res.* 49, 105-116.
- DICK, W. 1983. Organic carbon, nitrogen, and phosphorus concentrations and pH in soil profiles as affected by tillage intensity. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 47, 102-107.
- GALANTINI, J. 2005. Separación y análisis de las fracciones orgánicas. En: *Manual "Información y Tecnología en los Laboratorios de Suelos para el Desarrollo Agropecuario Sostenible"* Eds. L. Marban y S. Ratto de la AACs. Capítulo IV parte 2, 95-106.
- GALANTINI, J.; LANDRISCINI, M.; ROSELL, R. 2000. Patrones de acumulación, balance y partición de nutrientes en diferentes sistemas de producción de trigo. *Rev. Inv. Agrop. (RIA-INTA)* 29 (2) 99-110.
- GALANTINI, J.; SENESI, N.; BRUNETTI, G.; ROSELL, R. 2004. Influence of texture on the nitrogen and sulphur status and organic matter quality and distribution in semiarid Pampean grassland soils. *Geoderma* 123: 143-152.
- GALANTINI, J.; SUÑER, L.; KRÜGER, H. 2005. Dinámica de las formas de P en un Haplustol de la Región Semiárida Pampeana durante 13 años de trigo continuo. *Rev. Inv. Agrop. (RIA-INTA)* 34 (2) 13-31.
- GALANTINI, J.; ROSELL, R. 2006. Long-term fertilization effects on soil organic matter quality and dynamics under different production systems in semiarid Pampean soils. *Soil Till. Res.* 87: 72-79.
- GALANTINI, J.; IGLESIAS, J. 2007. Capacidad de secuestro de carbono y efecto de las prácticas agronómicas en suelos de la Región Pampeana de Argentina. En: *"Captura de Carbono en Ecosistemas Terrestres de Iberoamérica"* Ed. J. Gallardo. Págs. 169-182.
- GRANT, F.; JUMA, N.; ROBERTSON, J.; IZAURRALDE, R.; MCGILL, W. 2001. Long-term changes in soil carbon under different fertilizer, manure, and rotation: Testing the mathematical model ecosys with data from the Breton plots. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 65, 205-214.
- HAYNES, R. 2005. Labile organic matter fractions as central components of the quality of agricultural soils: An overview. *Adv. in Agron.* 85:221-268.
- JAGADAMMA, S.; LAL, R. 2010. Distribution of organic carbon in physical fractions of soils as affected by agricultural management. *Biol. Fertil. Soils* 46, 543-554.
- JASTROW, J.; AMONETTE, J.; BAILEY, V. 2007. Mechanisms controlling soil carbon turnover and their potential application for enhancing carbon sequestration. *Climate Change* 80 (1), 5-23.
- LAL, R.; KIMBLE, J.M.; FOLLETT, R.F.; COLE, C.V. (Eds.), 1998. *The Potential for US Cropland to Sequester Carbon and Mitigate the Greenhouse Effect*. Ann Arbor Science, Chelsea MI.
- LORENZ, K.; LAL, R. 2005. The depth distribution of soil organic carbon in relation to land use and management and the potential of carbon sequestration in subsoil horizons. *Adv. Agron.* 88:35-66.
- MCCONKEY, B.; CAMPBELL, C.; ZENTNER, R.; DYCK, F.; SELLES, F. 1996. Long-term tillage effects on spring wheat production on three soil textures in the Brown soil zone. *Can. J. Plant Sci.* 76, 747-756.
- MELERO, S.; LÓPEZ-BELLIDO, R.; LÓPEZ-BELLIDO, L.; MUÑOZ-ROMERO, V.; MORENO, F.; MURILLO, J. 2011. Long-term effect of tillage, rotation and nitrogen fertiliser on soil quality in a Mediterranean Vertisol. *Soil Till. Res.* 114, 97-107.
- MIGLIERINA, A.; IGLESIAS, J.; LANDRISCINI, M.; GALANTINI, J.; ROSELL, R. 2000. The effects of crop rotations and fertilization on wheat productivity in the pampean semiarid region of Argentina. 1. Soil physical and chemical properties. *Soil Till. Res.* 53: 129-135.
- MINOLDO, G. 2010. Impacto de largo plazo de diferentes secuencias de cultivos del sudoeste bonaerense sobre algunas propiedades químicas del suelo y la productividad del trigo. Tesis de Especialización, Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur, 153 págs.
- QUIROGA, A.; BUSCHIAZZO, D.; PEINEMANN, N. 1996. Soil organic matter particle size fractions in soils of the Semiarid Argentinean Pampas. *Soil Sci.* 161, 104-108.
- MINAGRI. 2011. Estimaciones agrícolas. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación www.minagri.gov.ar
- SHARIFI, M.; ZEBARTH, B.; BURTON, D.; GRANT, C.; BITTMAN, S.; DRURY, C.; MCCONKEY, B.; ZIADI, N. 2008. Response of potentially mineralizable soil nitrogen and indices of nitrogen availability to tillage system. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 72, 1124-1131.
- SHRESTHA, B.M.; MCCONKEY, B.G.; SMITH, W.N.; DESJARDINS, R.L.; CAMPBELL, C.A.; GRANT, B.B. and MILLER, P.R. 2013. Effects of crop rotation, crop type and tillage on soil organic carbon in a semiarid climate. *Can. J. Soil Sci.* 93: 137-146.
- SELLES, F. 1993. Residual effect of phosphorus fertilizer when applied with the seed or banded. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 24: 951-960.
- SELLES, F.; MCCONKEY, B.G.; CAMPBELL, C.A. 1999. Distribution and forms of P under cultivator- and zero-tillage for continuous and fallow-wheat cropping systems in the semiarid Canadian prairies. *Soil Till. Res.* 51, 47-59.
- SIX, J.; ELLIOTT, E.T.; PAUSTIAN, K. 2000. Soil macroaggregate turnover and microaggregate formation: A mechanism for C sequestration under no-tillage agriculture. *Soil Biol. Biochem.* 32, 2099-2103.
- SOMBRERO, A.; DE BENITO, A. 2010. Carbon accumulation in soil. Ten-year study of conservation tillage and crop rotation in a semi-arid area of Castile-Leon, Spain. *Soil Till. Res.* 107, 64-70.
- SUÑER, L.; GALANTINI, J.; VARELA, P.; ROSELL, R. 2007. Estratificación de las formas de fósforo en siembra directa y su relación con la disponibilidad para los cultivos. La siembra directa en los sistemas productivos del Sur y Sudoeste Bonaerense. *Rev. Téc. Sistemas productivos del Sur y Sudoeste Bonaerense*. Ed. J. Galantini, Pág. 28-31.
- TAN, Z.; LAL, R. 2005. Carbon sequestration potential estimates with changes in land use and tillage practice in Ohio. *USA. Agri. Ecosys. Environ.* 111, 140-152.
- TISDALL, J.M.; OADES, J.M. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Soil Sci.* 62:141-163.
- YOO, G.; WANDER, M. 2008. Tillage effects on aggregate turnover and sequestration of particulate and humified soil organic carbon. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 72, 670-676.

Método para la determinación del volumen de una muestra de granos de arroz mediante el procesamiento digital de imágenes

CLEVA, M.S.¹; SAMPALLO, G.M.¹; GONZALEZ THOMAS, A.O.¹; ACOSTA, C.A.¹

RESUMEN

En este trabajo se presenta un método para determinar el volumen de una muestra de granos de arroz basada en el procesamiento digital de imágenes, caracterizada por su sencillez y mínimos requerimientos. El registro de la imagen de la muestra se realiza con un escáner de escritorio. Se propone un modelo en el que cada grano de la muestra se asimila a un elipsoide de ejes principales L (largo), A (ancho) y E (espesor). Los valores L y A se determinan a partir de la elipse que mejor ajusta al área proyectada de cada grano en la imagen. Se asume que el espesor es proporcional al ancho del grano ($E = k.A$). La constante de proporcionalidad k se determina igualando la expresión dada por el modelo para el volumen de una muestra de n granos en función de L, A y k, con su volumen obtenido experimentalmente por el método de desplazamiento de tolueno. Se realizaron determinaciones con muestras de cuatro variedades con distintas composiciones de granos enteros y partidos. Los valores de k obtenidos para las distintas variedades y composiciones fueron muy similares entre sí, con un promedio de 0,63 y desviación estándar de 0,01. Con el valor de k de cada variedad y el promedio de todas las variedades, se determinaron los respectivos volúmenes y se los contrastó con el correspondiente obtenido por el método de desplazamiento de tolueno, donde la diferencia, en general, fue inferior al 3%.

Palabras clave: cereales, morfología, visión por computadora.

ABSTRACT

This paper presents a method to determine the volume of a sample of rice kernels based on digital image processing, characterized by its simplicity and minimum requirements. Image registration of the sample is done with a flatbed scanner. We propose a model in which each kernel of the sample is treated as an ellipsoid with principal axis L (long), A (width) and E (thickness). The values L and A are determined from the ellipse that best fits the projected area of each kernel in the image. It is assumed that the width is proportional to the thickness of the grain ($E = kA$). The proportionality constant k is determined by equating the expression

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia. French 414, H3500CHJ, Resistencia, Chaco.

Recibido el 05 de marzo de 2013// Aceptado el 04 de julio de 2013// Publicado online el 24 de Julio de 2013

CLEVA, M.S.; SAMPALLO, G.M.; GONZALEZ THOMAS, A.O.; ACOSTA, C.A.

of sample volume of n kernels in terms of L , A and k with the actual volume experimentally obtained by the method of displacement of toluene. Determinations were performed on samples of four varieties with different compositions of entire and broken kernels. The k values obtained for the different varieties and compositions were very similar: $0,63 \pm 0,01$. With the value of k for each variety and averaging of all varieties, the volume was determined and are contrasted with that obtained by the method of displacement of toluene, being the difference, in general, less than 3%.

Key words: cereals, morphology, computer vision.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se incrementó la aplicación de las técnicas de procesamiento digital de imágenes (PDI) en diferentes áreas como la medicina (Dhawan y col, 1986), el medioambiente (Mucsi, 2001), la industria (Choi y Kim, 2005) y la seguridad (Valera y Velastin, 2005) entre otras. Su implementación fue favorecida por los avances en el desarrollo de los algoritmos utilizados, como así también por la evolución de los procesadores y de los sistemas de adquisición de imágenes acompañados de una reducción en el costo de los mismos.

En la industria de los alimentos, existe abundante bibliografía relacionada con la aplicación de las técnicas de PDI: Gunasekaran (1996), expusieron cómo está compuesto un sistema de visión por computadora y cuáles son los requisitos para ser usado en el análisis de la calidad de alimentos. Cheng-Jin Du y Da-Wen Sun (2004), presentaron un relevamiento de los aportes del PDI relacionados con la evaluación del color, forma, tamaño y textura, características relacionadas en forma directa con la calidad del producto. Zheng y col (2006), presentaron una revisión de las técnicas disponibles de PDI aplicadas a alimentos y relacionadas con su color, tamaño, forma y textura.

Los algoritmos de PDI aplicados al estudio de semillas y granos, permiten obtener información del tamaño y parámetros de forma a partir de su imagen. Las determinaciones de estos valores son importantes no sólo en la determinación de la calidad, sino también para el diseño de equipamiento para procesamiento, transporte, ordenamiento, separación y almacenamiento.

Para el arroz, Sakai *et al.* (1996), analizaron a través de PDI, los efectos del proceso de pulido en la forma y tamaño de diferentes variedades de arroz. Lloyd *et al.* (2001), compararon la determinación del porcentaje de granos de arroz enteros para dos variedades mediante dos equipos comerciales de PDI e introdujeron el concepto de "peso por píxel" a fin de determinar la fracción en peso de granos partidos o enteros. El peso por píxel se calculó como el cociente entre el peso de la muestra y el número total de píxeles de las áreas proyectadas de todos los granos presentes en la muestra. Luego, el peso (y su posterior fracción en peso) de los granos enteros o partidos se determinó al multiplicar los píxeles de la suma de las áreas proyectadas de los granos partidos o enteros por el peso por píxel.

Van Dalen (2004), determinó la distribución de las longitudes de los granos de arroz de una muestra a partir de la aplicación de algoritmos de PDI a la imagen digital de los mismos. Sansomboonsuk y Afzulpurkar (2006), propusieron un algoritmo para evaluar imágenes de granos de arroz que están en contacto entre sí para obtener información relacionada con la morfología del grano. Estos autores emplean los datos obtenidos para clasificar los granos usando lógica difusa y los resultados se compararon con la clasificación hecha visualmente por peritos en granos llegando a un 90% de coincidencia. Razavi *et al.* (2008), obtuvieron los valores de longitud, ancho, área proyectada y descriptores de forma, a partir de la imagen digital de un conjunto de semillas de pistacho.

La determinación del volumen de una muestra de cereales se puede realizar indirectamente empleando modelos geométricos cuyo resultado depende de las medidas efectuadas con un calibre. Jain y Bal (1997), midieron con un calibre las longitudes de los ejes de semillas de mijo y con un modelo geométrico de la semilla determinaron su volumen. Olajide e Igbeka (2003), midieron el ancho, largo y espesor de granos de maní con un calibre y con estos valores calcularon el volumen y lo compararon con el obtenido por el método de Arquímedes.

Varnamkhasti *et al.* (2007), emplearon un calibre para medir las dimensiones del grano de arroz y presentaron un modelo para la determinación del volumen, que es validado por comparación con el método de desplazamiento de tolueno (Mohsenin, 1986). El método de desplazamiento de tolueno se basa en el principio de Arquímedes y utiliza un picnómetro con tolueno para las determinaciones de volumen. Se emplea tolueno en vez de agua por tener una tensión superficial que impide ser absorbido por el grano de arroz.

Firatligil-Durmus *et al.* (2010), propusieron una serie de modelos geométricos para calcular el volumen de diferentes semillas y los compararon con el obtenido por desplazamiento de tolueno.

La determinación del volumen junto con la masa de la muestra también permitiría conocer su densidad real. En general para el caso de semillas, se emplea una magnitud conocida como peso hectolítrico que se define como el peso en kilogramos de un recipiente lleno de granos con un volumen de 100 litros. El peso hectolítrico es una bue-

na estimación, tanto de la calidad física del grano como de la calidad molinera (Garnero, 2012). Para el caso del arroz, su valor se encuentra alrededor de 600 kg/m³ (Ospina Machado, 2002). Sin embargo, esta magnitud, también llamada densidad aparente, no es una buena medida de la densidad del grano de arroz, ya que de acuerdo a este valor el grano debería flotar en el agua y no lo hace. Eso prueba que su densidad es mayor a la del agua (Ospina Machado, 2002). La dificultad para el cálculo de la densidad real de una muestra podría ser debido a la dificultad para determinar el volumen de una muestra de granos de manera no destructiva y sobre un gran número de granos.

Vistos los trabajos anteriores donde la muestra analizada se destruye y con el concepto de la densidad aparente que surge del peso hectolítrico, se propone en este trabajo un método para la determinación del volumen de una muestra de granos de arroz de manera no destructiva empleando PDI. El mismo, utiliza un modelo geométrico sencillo del grano que permite calcular su volumen a partir de la determinación del largo y ancho por PDI. De esta manera, se evita la compleja manipulación y la pérdida de tiempo propias del empleo de dispositivos manuales para determinar longitudes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del modelo

La observación de un grano de arroz (figura 1a) permite asimilar su forma de manera aproximada a un elipsoide de

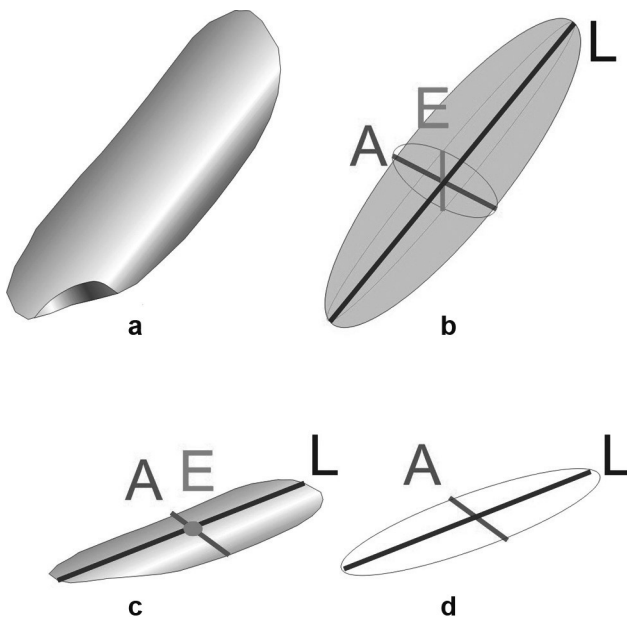


Figura 1. a) Grano de arroz. b) Modelo tridimensional del grano de arroz. c) Área proyectada del grano de arroz sobre una superficie plana. d) Elipse que mejor ajusta al área proyectada.

ejes principales de longitud *L* (largo), *A* (ancho) y *E* (espesor) (figura 1b), cuyo volumen tiene su expresión:

$$V = \frac{4\pi}{3} \cdot \frac{L}{2} \cdot \frac{A}{2} \cdot \frac{E}{2} \tag{1}$$

Al ser colocado sobre una superficie plana, el grano de arroz tiende a ubicarse de manera que el plano formado por los ejes que representan la longitud y el ancho (ejes *L* y *A*) queda paralelo a la superficie de apoyo y su espesor (eje *E*) es perpendicular a este plano (figura 1c). Por lo tanto, la imagen de una muestra de granos obtenida por un escáner registra las áreas proyectadas de los granos que permite determinar *A* y *L* de cada uno de ellos, pero no *E*.

Con la imagen de una muestra y su resolución como factor de escala, se obtiene, para cada grano, la elipse que mejor ajusta al área proyectada del mismo, y de esta elipse los valores de *L* y de *A* (figura 1d).

El espesor *E*, no se puede determinar con PDI a partir de la imagen. Sería necesario emplear una imagen adicional en un plano perpendicular al anterior. Para muestras que contienen muchos granos, resulta poco práctico y muy complicado de implementar. Se propone modelar el espesor desconocido del grano *n*ésimo, *E_n*, mediante el empleo:

$$E_n = k \cdot A_n \tag{2}$$

En este caso, *k* es un parámetro de ajuste de la muestra, a determinar. Se elige que el espesor sea proporcional al ancho y no al largo, debido a que las fracturas en los granos partidos afectan mayoritariamente al largo y no al ancho. Si la muestra contiene *N* granos, su volumen *V_{PDI}* obtenido por PDI, que resulta de reemplazar (2) en (1) está dado por:

$$V_{PDI} = \frac{\pi}{6} k \sum_{n=1}^N L_n A_n^2 \tag{3}$$

Para la determinación de la constante *k*, se obtiene experimentalmente el volumen *V_{exp}* de la muestra de granos de arroz por el método de desplazamiento de tolueno. Al hacer *V_{exp}* = *V_{PDI}* y despejar *k* se obtiene:

$$k = \frac{6 \cdot V_{exp}}{\pi \sum_{n=1}^N L_n A_n^2} \tag{4}$$

Determinado el valor de *k* para una variedad, al emplear (4), es posible que a partir de la imagen de una muestra cualquiera de granos de la misma variedad, se determine su volumen.

A fin de validar el modelo propuesto, se requiere analizar la dependencia de la constante *k* en función de la variedad y de la composición de la muestra. El modelo se aplicó, para tal fin, a muestras de granos de arroz extraídas de

paquetes comerciales correspondientes a las variedades Doble Carolina (pulido e integral), Koshihikari y Fortuna (figura 2). Se prepararon para cada variedad cinco muestras, una de granos enteros, una de granos partidos y tres de mezcla de enteros y partidos. De estas últimas, se reservaron dos muestras de cada variedad para evaluar el método.

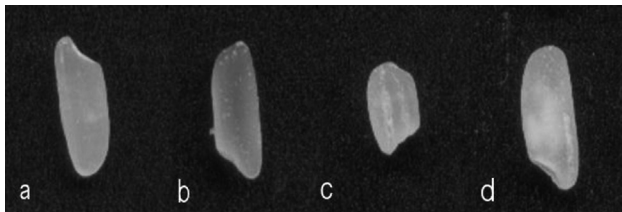


Figura 2. Grano de arroz (a) doble carolina, (b) doble carolina integral (c) koshihikari (d) fortuna.

Las muestras fueron de aproximadamente 10 g para granos enteros y mezcla de enteros y partidos (alrededor de 400 granos, dependiendo de la variedad) y de aproximadamente 2 g para granos partidos. La masa de las muestras se determinó con una balanza digital Denver Instrument modelo MXX 612 con una precisión de 0.01 g. Las imágenes se obtuvieron con un escáner de mesa Benq modelo Mirascan con una resolución de 300 dpi. Los granos se distribuyeron sobre la bandeja de modo que no estuvieran en contacto entre sí, como señalan Courtois *et al.* (2010) y Yadav y Jindal (2001). El procesamiento de las imágenes para la obtención de los parámetros que emplea el modelo, se realizó con el programa de distribución gratuita ImageJ ® versión 1.47a (figura 3).

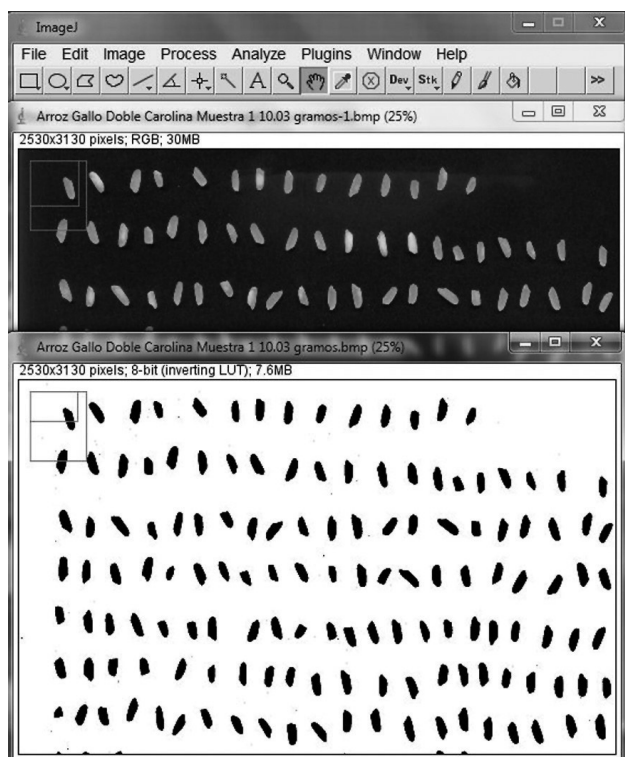


Figura 3. Interface del programa ImageJ ®.

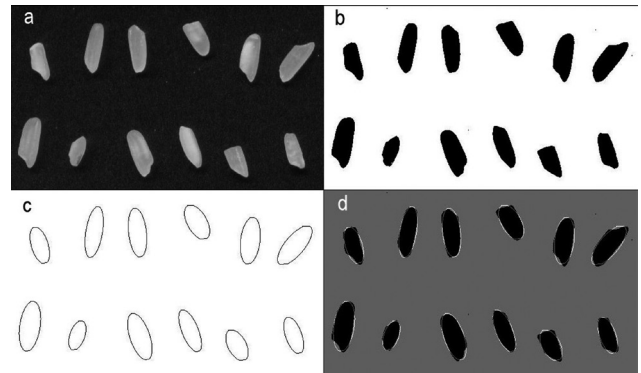


Figura 4. a) Imagen original de una porción de la muestra, b) Imagen binarizada, c) Elipse que mejor ajusta, d) Superposición de las imágenes b) y c).

Las imágenes de la figura 4 son resultados de la aplicación del programa ImageJ ® sobre las muestras analizadas. La figura 4a ilustra una porción de la imagen de una muestra. La imagen se binariza (figura 4b), y se procesa con una de las funciones predefinidas del programa ImageJ que permite obtener para cada grano la elipse que mejor ajusta (figura 4c). Éste consiste en sustituir el área del grano de arroz por una elipse que cumple las mismas propiedades geométricas que la del área del grano. El programa también permite obtener, para cada elipse, las longitudes de sus ejes mayor L y menor A. En la figura 4d se presenta la superposición del área proyectada con la elipse que mejor ajusta, tanto para granos enteros como partidos. Se observa que el eje mayor de la elipse es coincidente con el largo del grano, del mismo modo que el eje menor lo es con el ancho, condición que se cumple tanto para granos enteros como partidos.

Para la determinación de k para cada variedad, se emplean la muestra de granos enteros, la de partidos y una de enteros y partidos. Una vez determinado k para cada variedad, se obtiene a partir de (3) el volumen por PDI para las dos muestras de enteros y partidos de esa variedad reservadas para la evaluación, se contrasta su volumen con el obtenido por el método de desplazamiento de tolueno y se calcula la desviación relativa porcentual (DRP). Al con-

Muestra	Doble Carolina	Doble Carolina Integral	Koshihikari	Fortuna
Enteros	0,63	0,63	0,63	0,64
Partidos	0,62	0,61	0,62	0,65
Mezcla	0,61	0,62	0,63	0,64
Promedio ± DS	0,62 ± 0,01	0,62 ± 0,01	0,63 ± 0,01	0,64 ± 0,01

Tabla 1. valor de la constante k para las muestras analizadas.

Variedad	Muestra test	V _{exp}	V _{var}	DRP	V _{medio}	DRP
		³ mm	³ mm	%	³ mm	%
Doble Carolina	1	6840	6797	0,6	6907	1,0
	2	6870	6912	0,6	7023	2,2
Doble Carolina Integral	1	6970	6881	1,3	6992	0,3
	2	6860	6899	0,6	7009	2,2
Koshihikari	1	6880	6861	0,3	6861	0,3
	2	6860	6891	0,4	6891	0,4
Fortuna	1	14179	14008	1,2	13789	2,8
	2	14342	14224	0,8	14001	2,4

Tabla 2. Comparación de los volúmenes obtenidos. Los valores sombreados se corresponden con las DRP máximas.

siderar como referencia al valor del volumen obtenido por el método del tolueno, la DRP se calcula con la expresión:

$$DRP = \frac{V_{exp} - V_{var}}{V_{exp}} \cdot 100 \quad (5)$$

Donde V es el volumen V_{var} calculado con el valor k_{var} de la variedad o V_{medio} calculado con el k_{medio}.

El modelo propuesto para la determinación del volumen a partir de PDI se compara luego con el presentado por Varnamkhasti *et al.* (2007), en el cual la determinación del volumen de una muestra de n granos se obtiene con la siguiente expresión:

$$V_{Total} = 0,25 \sum_{n=1}^N \left[\left(\frac{\pi}{6} \right) L_n \cdot (A_n + E_n)^2 \right] \quad (6)$$

Donde los valores de L_n, A_n y E_n son obtenidos con el empleo de un calibre y representan el largo, ancho y espesor del grano enésimo.

RESULTADOS

Los valores de la constante k obtenidos para los cuatro tipos analizados, se presentan en la tabla 1.

Se observa que los valores de k son muy similares para las diferentes variedades y constituciones de las muestras, con valor promedio 0,63 y dispersión 0,01. A fin de ponderar la influencia del valor de k en la determinación del volumen empleando PDI, en la tabla 2 se presentan, para las dos muestras de evaluación (test) de cada variedad, los valores del volumen experimental V_{exp} (obtenido por desplazamiento de tolueno); el volumen V_{var} (empleando el valor de k correspondiente a cada variedad [k_{var}] en la ecuación [5]); el valor V_{medio} (obtenido empleando el k promedio [k_{medio}] de las variedades analizadas en la ecuación [5]) y las DRP.

A fin de comparar el modelo con el propuesto por Varnamkhasti *et al.* (2007), reemplazamos el valor de k_{medio} hallado en la expresión (6): si consideramos

$$E_n = k_{medio} A_n = 0,63 A_n \quad (7)$$

Reemplazando (7) en (6) resulta

$$V_{Total} = 0,35 \sum_{n=1}^N L_n \cdot A_n^2 \quad (8)$$

Y reemplazando (7) en (3) resulta

$$V_{PDI} = 0,33 \sum_{n=1}^N L_n A_n^2 \quad (9)$$

Al comparar (8) y (9) observamos que los coeficientes que acompañan a las sumatorias son similares para ambos modelos. El volumen obtenido al emplear (8) es un 6,1% mayor que el obtenido por el modelo propuesto.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se desarrolló un método para la determinación del volumen de una muestra de granos de arroz pulidos que emplea un escáner de escritorio y mínimos requerimientos computacionales.

Para las variedades analizadas, el modelo arroja resultados satisfactorios para muestras de granos enteros, partidos o mezclas de ambos.

El análisis de los resultados presentados en la tabla 2 permiten apreciar que el método propuesto y el modelo empleado son robustos, ya que las DRP en la medida del volumen determinado por PDI comparadas con la determinación por el método de desplazamiento de tolueno, son menores al 1,3% cuando se emplea el k_{var} e inferiores al 2,8% cuando se emplea el k_{medio}.

El resultado obtenido con el método propuesto es consistente con el empleado por Varnamkhasti *et al.* (2007). El método desarrollado permite determinar de manera indirecta, a partir de la imagen, el volumen individual de cada grano en forma automática, rápida y objetiva. Evita las dificultosas y tediosas determinaciones de las dimensiones

morfológicas de los granos en forma individual empleando un calibre, como así también el empleo de sustancias químicas que pueden resultar perjudiciales para la salud (tolueno) y con consiguiente pérdida de la muestra. Estas características permiten procesar de manera segura un mayor número de muestras en menor tiempo sin requerir de una persona experta para realizar las determinaciones. El método empleado no es destructivo y permite llevar un registro en imágenes de las muestras analizadas, las que pueden ser procesadas por diferentes usuarios para validar la información contenida en ellas.

Como aspecto a resolver está la condición de que en la imagen los granos no estén en contacto entre sí. Esta cuestión se encuentra en estudio para resolverla de manera mecánica o a partir de un software.

A fin de generalizar el modelo propuesto en este trabajo se debería extender su aplicación a otras variedades de arroz.

BIBLIOGRAFÍA

- CHENG-JIN, DU; DA-WEN, SUN. 2004. Recent developments in the applications of image processing techniques for food quality evaluation. *Trends in Food Science & Technology*, 15(5), 230-249.
- COURTOIS, F.; FAESSEL, M.; BONAZZI, C. 2010. Assessing breakage and cracks of parboiled rice kernels by image analysis techniques. *Food Control*, 21(4), 567-572.
- CHOI, K.Y.; KIM, S.S. 2005. Morphological analysis and classification of types of surface corrosion damage by digital image processing. *Corrosion Science*, 47 (1), 1-15.
- DHAWAN, A.P.; BUELLONI, G.; GORDON, R. 1986. Enhancement of Mammographic Features by Optimal Adaptive Neighborhood Image Processing. *Medical Imaging, IEEE Transactions on*, 5 (1), 8-15.
- FIRATLIGIL-DURMUŞ, E.; ŠÁRKA, E.; BUBNÍK, Z.; SCHEJBAL, M.; KADLEC, P. 2010. Size properties of legume seeds of different varieties using image analysis. *Journal of Food Engineering*, 99(4), 445-451.
- GARNERO, S. 2012. Calidad intrínseca de los granos en la poscosecha. Tesis de Maestría en Tecnología de Alimentos. Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional. 44-45.
- GUNASEKARAN, S. 1996. Computer vision technology for food quality assurance. *Trends in Food Science & Technology*, 7(8), 245-256.
- JAIN, R.K.; BAL S. 1997. Properties of Pearl Millet. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 66 (2), 85-91
- LLOYD, B.J.; CNOSSEN, A.G.; SIEBENMORGEN, T.J. 2001. Evaluation of two methods for separating head rice from brokens for head rice yield determination. *Applied Engineering in Agriculture*, 17 (5), 643-648.
- MUCSI, L. 2001. Characterisation of oil-industrial contamination using aerial and thermal images - EARSeL Symposium, Drezda in: *A Decade of Trans-European Remote Sensing Cooperation*, (ed: Buchroithner). Balkema, Rotterdam pp. 373-377.
- MOHSEENIN, N.N. 1986. *Physical Properties of Plant and Animal Materials*. 2^{da} edición. Gordon and Breach Science Publishers (Eds), New York.
- OLAJIDE, J.O.; IGBEKA, J.C. 2003. Some physical properties of groundnut kernels. *Journal of Food Engineering*, 58(2), 201-204.
- OSPINA MACHADO, J.E. 2002. Características Físico Mecánicas y Análisis de Calidad de Granos. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 63-65.
- RAZAVI, S.M.; MAZAHERINASAB, M.; NIKFAR, F.; SANAEI-FARD H. 2008. Physical Properties and Image Analysis of Wild Pistachio Nut (Raneh). *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 3(2), 61-71.
- SAKAI, N.; YONEKAWA, S.; MATSUZAKI, A.; MORISHIMA, H. 1996. Two-dimensional image analysis of the shape of rice and its application to separating varieties. *Journal of Food Engineering*, 27(4), 397-407.
- SANSOMBOONSUK, S.; AFZULPURKAR, N. 2006. The Appropriate Algorithms of Image Analysis for Rice Quality Evaluation, The 20th Conference of Mechanical Engineering Network of Thailand. 18-20 October, Nakhon Ratchasima, Thailand.
- VAN DALEN, G. 2004. Determination of the size distribution and percentage of broken kernels of rice using flatbed scanning and image analysis. *Food Research International*, 37(1) 51-58.
- VARNAMKHAJASTI, M.G.; MOBILI, H.; JAFARI, A.; RAFIEE, S.; SOLTANABADI, M.H.; KHEIRALIPOUR, K. 2007. Some engineering properties of paddy (var. sazan-degi). *International Journal of Agriculture and Biology*, 9(5), 763-766.
- VALERA, M.; VELASTIN, S.A. 2005. Intelligent distributed surveillance systems: a review. *Vision, Image and Signal Processing, IEE Proceedings*, 152(2), 192-204.
- YADAV, B.K.; JINDAL, V.K. 2001. Monitoring milling quality of rice by image analysis. *Computers and Electronics in Agriculture*, 33(1) 19-33.
- ZHENG, C.; DA-WEN, SUN; ZHENG, C. 2006. Recent developments and applications of image features for food quality evaluation and inspection – a review. *Trends in Food Science & Technology*, 17 (12) 642-655.

Epidemiología de los nematodos gastrointestinales en caprinos lecheros en los valles templados del NOA, Argentina

SUAREZ, V.H.¹; FONDRAZ, M.²; VIÑABAL, A.E.¹; MARTÍNEZ, G.M.¹; SALATIN, A.O.¹

RESUMEN

Con el fin de estudiar la epidemiología y los efectos de los nematodos gastrointestinales (NGI) sobre cabras en ordeño en predios bajo riego en el Valle de Lerma (Salta), se monitoreó la infestación parasitaria en 41 cabras naturalmente infestadas por NGI, desde el 4 de octubre de 2010 hasta el 26 de mayo de 2011. Se evaluaron dos grupos de cabras en ordeño: PJ (n=17) paridas en junio y PS (n=24) paridas en septiembre. Sólo se desparasitaron de urgencia aquellos animales que superaran los 3000 de hpg o y que presentaran signos de parasitosis. El rinde lácteo individual se midió en abril de 2010 en un grupo de cabras en ordeño. Los controles lecheros se realizaron antes y después de un tratamiento con dos grupos de 14 cabras cada uno: uno tratado con moxidectina (MXD: 200 mcg/kg) y otro sin desparasitar. Mensualmente se realizaron conteos de huevos (hpg) y diferenciación de géneros de nematodos, además de la técnica de Baermann para recuperar larvas de vermes pulmonares. Se enviaron mensualmente pares de cabritos "tracers" con el propósito de evaluar la disponibilidad de larvas en el pasto por medio de la recuperación de nematodos luego de su sacrificio, lo mismo sucede con otros caprinos muertos eventualmente en el rebaño. Las diferencias entre la producción de leche y los conteos de huevos se compararon por mínimos cuadrados. Al inicio, los hpg de las cabras del grupo PJ fueron significativamente ($P < 0,04$) más bajos que los de las del PS hasta principios del verano, cuando se equipararon. Luego, los hpg de toda la majada bajaron para incrementarse significativamente ($P < 0,05$) hacia el otoño. En los coprocultivos se observó un predominio de *Haemonchus* (73,5%) en primavera y de *Haemonchus* (55,5%) y *Trichostrongylus* (40,5%) hacia el otoño, en todos los coprocultivos se recuperó en bajo porcentaje *Teladorsagia* (< 7%). La disponibilidad de vermes en las pasturas fue significativamente ($P < 0,002$) mayor de fines de diciembre a abril (período de lluvias: PL) que de mayo a inicios de diciembre (período seco: PS). Durante el PL, se recuperaron el 96,1% de los vermes mientras que en el PS sólo el 3,9%, con una prevalencia anual de *Haemonchus* del 31% y de *Trichostrongylus* del 63%. Se observó un incremento significativo ($P < 0,02$) del 15% en la producción de leche en respuesta al tratamiento con MXD (200 mcg/kg SC), cuya eficacia en reducir los hpg fue del 82,8%. Preliminarmente se puede concluir que *Haemonchus contortus* y *Trichostrongylus colubriformis* son los nematodos más perjudiciales para los caprinos en los valles templados del NOA. Además, se puede determinar que el período de riesgo se presenta desde el inicio del verano hasta mediados de otoño y que el riego ofrece condiciones favorables para la supervivencia de los vermes durante el periodo seco.

Palabras clave: cabra lechera, nematodos gastrointestinales, epidemiología, noroeste argentino.

¹INTA - EEA Salta, CC 228, Cerrillos, 4400, Salta.

²Faculté de Vétérinaire, U. de Toulouse, Francia. Correo electrónico: vsuarez@correo.inta.gov.ar

ABSTRACT

Forty one dairy goats were studied during milking from 4-Oct-2010 until 26-May-2011, to evaluate the epidemiology and the effect of gastrointestinal nematodes (GIN) on naturally infested goat milked on artificially irrigated systems on Lerma Valley (Salta). Two groups of goats were monitored: PJ ($n=17$) kidding in June and PS ($n=24$) kidding in September. Only goats with high egg counts (>3000) or GIN infection signs were salvage treated. Milk yield was evaluated during april-2010 on two groups of 14 milked goats each one. One group was treated with moxidectin (MXD: 200 mcg/kg) and the other untreated. Test-day milk yield of individual goat was recorded before and 10 days after treatment. Faecal nematode egg counts (FEC), cultures for larval differentiation and Baermann technique were done monthly. In addition for evaluate pasture larvae availability, successive groups of worm free tracer kids were grazed with goats and then slaughtered for worm counts. Other death goats of the farm that were necropsied for worm counts. Least squares means analysis of variance was conducted with a mixed model. At the start goat FEC of PJ were significantly ($P<0,04$) lower than those of PS until early summer. Then FEC of both groups equally and gradually decrease until late summer, when showed a significant ($P<0,05$) increase towards autumn. From faecal cultures *Haemonchus* (73,5%) predominates during spring and *Haemonchus* (55,5%) and *Trichostrongylus* (40,5%) towards autumn; always *Teladorsagia* ($< 7\%$) was present with low percentages. Larvae availability on pastures recovered from tracer kids were significantly ($P<0,002$) higher from late December to April (rain period: RP) than from May to early December (dry period: DP). During the rain RP, 96,1% of the worms was recovered, whereas from the DP 3,9% was recuperated and the annual prevalence of *Haemonchus* and *Trichostrongylus* was respectively of 31% and 63%. Treated goats with moxidectin (200 mcg/kg, SC) showed a significant ($P<0,02$) increase of 15% on milk yield; moxidectin had an efficacy of 82,8%. Preliminary conclusions showed that *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* were the most pathogen nematodes for goats in the temperate valleys of the Northwest of Argentina; the risk period goes from early summer to middle autumn and artificially irrigation brings favourable conditions for nematode survival during the dry period.

Key words: dairy goat, gastrointestinal nematodes, epidemiology, northwest of Argentina.

INTRODUCCIÓN

La explotación lechera de caprinos en el noroeste argentino (NOA) difiere bastante de acuerdo al tipo de explotación de que se trate. La mayor parte de la cría de cabras para leche en el NOA es destinada a la elaboración de quesos, en sistemas extensivos de baja productividad y destinados al autoconsumo o mercadeo local. También se registran en menor proporción pequeños productores de leche y quesos de cabras que han adoptado algo de tecnología e insumos bajo cierto grado de intensificación (pasturas y verdeos), con destino al consumidor local o al turismo. También, hay algunos emprendimientos relativamente nuevos de leche y queso de cabra, bajo regímenes de cría intensificados, con adopción de tecnología y destinados a la venta de productos gourmet que, en algunos casos, tienen el fin de diversificar y complementar actividades como el tabaco o la vid.

Estos nuevos emprendimientos basados, generalmente, en razas lecheras como la Saanen, Anglo Nubian tienen problemáticas no resueltas en lo que hace a su producción primaria como, por ejemplo, graves problemas sanitarios que afectan la competitividad de estos sistemas, sobre todo en aquellos situados en los valles templados de altura donde las infestaciones con nematodos gastrointestinales

(NGI) son una limitante productiva importantísima (Aguirre *et al.*, 2002).

A nivel mundial se conoce la importancia económica de los nematodos gastrointestinales en la producción de los pequeños rumiantes y, en especial, en caprinos debido a las mortandades o pérdidas en competitividad que causan y que atentan contra la sustentabilidad de los sistemas (Over *et al.*, 1992). En nuestro país a pesar de que la información es escasa, hay estudios en sistemas reales en La Rioja y San Luis que demuestran una pérdida de 4 a 6 kg de peso vivo en cabras infestadas naturalmente con respecto a aquellas tratadas mensualmente. Además registraron un incremento de la producción de carne de cabritos, (Dayenoff *et al.*, 1996; Rossanigo y Frigerio, 2000). En éstos trabajos *Haemonchus* fue reconocido al igual que en el noreste de Córdoba (Anziani *et al.*, 2010) como el género más nocivo.

En el NOA también existe poca información sobre la epidemiología y control de la gastroenteritis verminosa (GEV). Sólo están disponibles descripciones en la región de valles templados (Aguirre *et al.*, 2002) que indican que la GEV impacta fuertemente en la salud de los caprinos causando importante mortandades, especialmente, debido a las infestaciones con *Haemonchus contortus*. También hay comunicaciones que describen la presencia de resistencia

antihelmíntica en algunas explotaciones caprinas (Aguirre *et al.*, 2000; Suarez, comunicación personal). Además de los trabajos citados, no hay suficientes datos sobre la epidemiología de la enfermedad como para elaborar estrategias de control en los diversos sistemas productivos y ambientes del NOA así como en los valles templados en áreas bajo riego. En cuanto al efecto de los NGI sobre la producción en general y sobre la de leche en particular en cabras en ordeño, los antecedentes a nivel internacional son escasos (Hoste y Chartier, 1998; Rinaldi *et al.*, 2007). En la Argentina en cuanto a rumiantes menores en ordeño, sólo hay antecedentes en ovejas en La Pampa (Suárez *et al.*, 2009) y en caprinos sólo en San Luis, hay observaciones que describen el efecto de los parásitos sobre la producción lechera de cabras criollas en ordeño (Rossanigo *et al.*, 1999).

Este vacío de información, sobre todo en lo referente a la epidemiología de los NGI, justifica su estudio como también la investigación de la incidencia económica y de estrategias de control sustentables en los diferentes sistemas productivos y ambientes de Salta y Jujuy como son los valles y quebradas áridas, los valles templados de altura y la región del chaco salteño.

Debido a esto, el objetivo del presente ensayo fue estudiar la epidemiología y los efectos de los nematodos gastrointestinales en cabras en ordeño en predios bajo riego en el Valle de Lerma (Salta), región comprendida en valles templados de altura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Datos generales

El estudio se llevó a cabo en la Unidad Tambo Caprino de la Estación Experimental Agropecuaria, Salta, ubicada en el Valle de Lerma a una altitud de 1050 msnm. El Valle de Lerma tiene un régimen de lluvias estivales que se interrumpe con un período seco que se prolonga de abril a noviembre. Las precipitaciones tienen un promedio anual de 800 mm y la temperatura media es de 17 °C (máximo: 36; mínimo: -6) con una humedad relativa ambiente entre 20 y 80%.

La majada en estudio estuvo compuesta mayormente por cabras de raza Saanen. El manejo forrajero fue en parte pastoril o a corral. En septiembre la dieta se basó en heno, poroto y grano racionado a corral. Luego, de octubre al 9 de diciembre, las cabras pastorearon alfalfa bajo riego y, del 9 al 20 diciembre, en encierro con una dieta de concentrados y silo de sorgo. Posteriormente, hasta principios de febrero pastorearon sorgo y luego, nuevamente, alfalfa hasta abril, cuando entraron a una avena bajo riego hasta el final del ensayo. Al momento del parto las cabras fueron descalostradas y destetadas y se inició su ordeño al cuarto día posparto. El ordeño fue mecánico al tarro, una vez al día con un suplemento de 300 g de maíz. Un lote de cabras parió en junio y otro en septiembre de 2010 y todas se secaron a fines de marzo de 2011.

Diseño experimental

A partir de 41 cabras en ordeño naturalmente infestadas por NGI, se monitoreó la infestación parasitaria desde el 4

de octubre de 2010 hasta el 26 de mayo de 2011. Con tal fin, se formaron dos grupos de cabras: n=17, paridas en junio (PJ) y n=24, paridas en septiembre (PS). El ensayo comenzó a los 104 y 18 días posparto, en promedio, respectivamente para el PJ y el PS.

Sólo se trataron con antihelmínticos de urgencia aquellos animales que superaran los 3000 de hpg o y que presentaran sintomatología clínica de gastroenteritis verminosa. Siguiendo este criterio algunas cabras fueron tratadas en forma subcutánea, respectivamente con levamisol (LVM) a razón de 10 mg/kg (27/12/10, n=8 y 15/3/11, n=4) y moxidectina (MXD) a razón de 200 mcg/kg (5/5/11, n=9).

Métodos parasitológicos

Mensualmente se realizaron conteos de huevos (hpg) y diferenciación de géneros de nematodos, además de la técnica de Baermann para recuperar larvas de vermes pulmonares (Suarez, 1997). También, cada mes, se realizó el diagnóstico de presencia de huevos de *Fasciola hepática* mediante el método de sedimentación-flotación (Alzieu y Mage, 1991) modificado por Viñabal y Aguirre (1992),

Se recuperaron nematodos adultos e inmaduros de cabritos "rastreadores" según técnica descrita por Suarez (1997), con el propósito de evaluar la disponibilidad de larvas en el pasto a las que estuvieron expuestas las cabras del tambo de octubre de 2010 a enero de 2012. Se enviaron, sucesivamente, dos cabritos de 5 a 6 meses a pastorear con el rebaño de cabras en ordeño durante 45 días. Luego de ese período se retiraron para ser sacrificados luego de 12 días en estabulación. Estos cabritos rastreadores fueron criados en un régimen de estabulación, para entrar a pastoreo con hpg cero, asegurando esto mediante desparasitación previa con levamisol por vía subcutánea (10 mg/kg de peso vivo). También se recuperaron nematodos de caprinos afectados y muertos por gastroenteritis verminosa, de abril a mayo 2011.

Evaluación productiva

El rinde lácteo individual se midió en abril de 2010 en un grupo de cabras en ordeño en el último tercio de la lactancia. Los controles lecheros se realizaron antes y después de un tratamiento realizado el 16 de abril con un grupo tratado con MXD por vía subcutánea a razón de 200 mcg/kg (n=14) de cabras que superaban los 1500 de hpg el 7 de abril y otro de cabras en ordeño sin desparasitar (n=14) que no superaban esa cifra a esa fecha. El control lechero se realizó mediante lactómetros, que son medidores porcentuales de leche (medidor MKV para Cabras Waikato) originarios de Nueva Zelanda.

Análisis de los datos

En cada dosificación general del rebaño se evaluó la eficacia de los antihelmínticos usados mediante la prueba de reducción del conteo de huevos (PRCH) descrita como de evaluación previa y posterior del grupo tratado sin la formación de grupo control, descrita por Kochapakdee *et al.* (1995).

Las diferencias entre la producción de leche y los conteos de huevos se compararon por mínimos cuadrados mediante el programa INFO STAT. Los datos (x) de hpg se analizaron previa transformación a logaritmo natural ($x' = \ln(x+1)$). Los recuentos de vermes se compararon por el método de Kruskal-Wallis.

RESULTADOS

Al inicio, los hpg de las cabras del grupo PJ fueron significativamente ($P < 0,04$) más bajos que los de las del PS. Luego, hacia mediados de diciembre y después del pastoreo

de alfalfa los hpg del PJ, se elevaron equiparándose a los del PS (figura 1). En este momento, debido a que el 18% de las cabras (PJ $n=2$; PS $n=6$) superaron los 3000 hpg se decidió tratar sólo a estas cabras con LVM. Este lote tratado redujo el promedio de hpg de 4930 a 683. Luego, los hpg de toda la majada bajaron durante el pastoreo del sorgo (figura 1). Finalmente, luego de entrar en la alfalfa hacia mediados de verano, los hpg se elevaron significativamente ($P < 0,05$) hacia el otoño al compararlos con los hpg de mediados de verano (figura 1). El 15 de marzo debido a sus altos hpg (promedio: 5695) se trataron cuatro cabras de urgencia con LVM (PJ $n=2$; PS $n=2$), lo cual redujo sus hpg en un 77,2%.

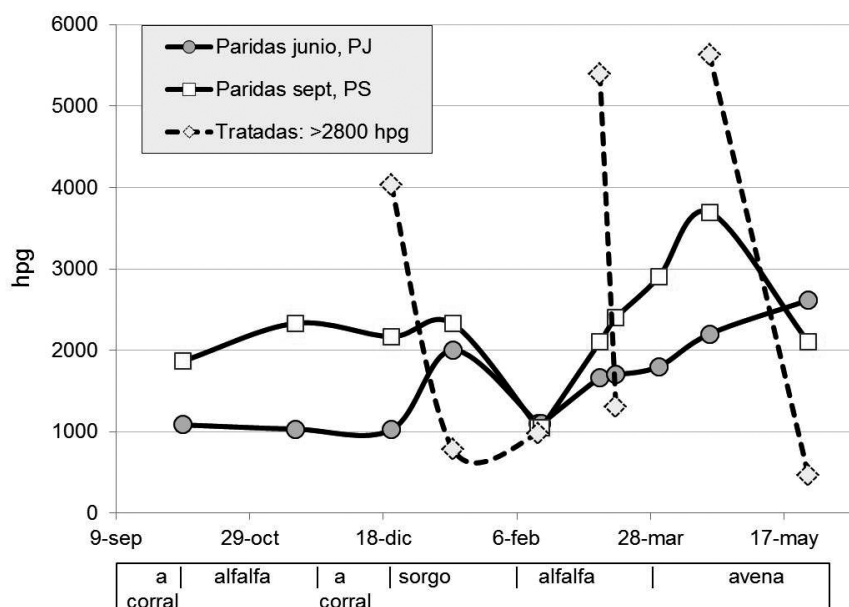


Figura 1. Promedio de los hpg de los grupos de cabras en ordeño PJ (paridas en junio) y PS y (paridas en septiembre) y de aquellas cabras tratadas de urgencia con LVM (21-dic y 15-mar) y MXD (5-may).

Categoría y edad (meses) de los caprinos muertos	Cabrillona (22 m)	Cabrillo (9 m)	Cabrillona (22 m)	Cabra adulta	Cabrillona (20 m)
Fecha de muerte	10-abr	12-abr	17-abr	29-abr	11-may
Estado fisiológico	preñada		vacía	preñada	preñada
Tratamiento con levamisol	no	no	11-abr	no	no
<i>Haemonchus contortus</i>	15400	4260	20	1070	1900
<i>Teladorsagia circumcincta</i>	200	60	0	990	180
<i>Trichostrongylus axei</i>	0	60	30	360	2100
<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	20200	49080	21900	35380	24780
<i>Trichostrongylus spp</i>	600	2000	700	1700	4320
<i>Trichuris spp</i>	10	50	10	0	10
Total de nematodes	36410	55510	22660	39500	33290

Tabla 1. Nematodes recuperados de los caprinos muertos por gastroenteritis verminosa.

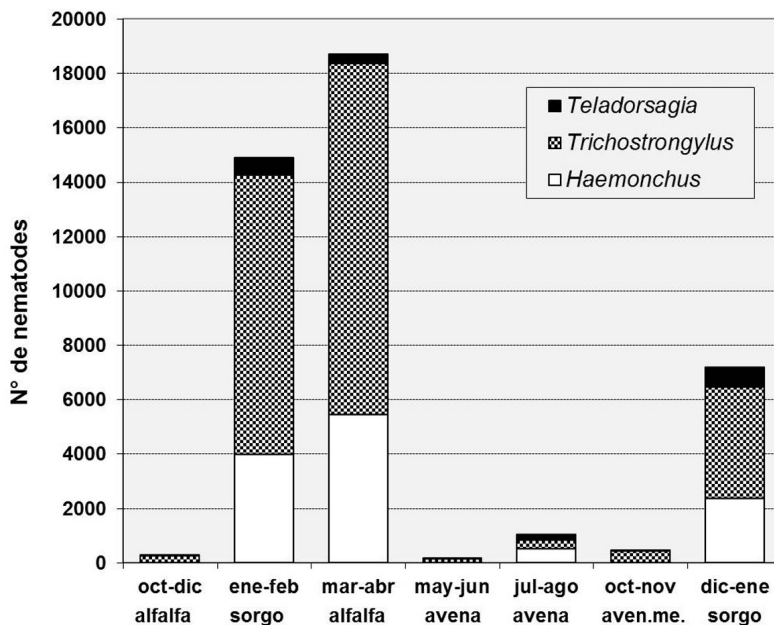


Figura 2. Promedio de los nematodos recuperados de los dos cabritos rastreadores sacrificados luego de pastorear durante 45 días con las cabras en ordeño desde octubre 2010 a fines de enero 2012. Aven.me.: avena y mellilotus.

Grupos	Grupo tratado	Grupo control
hpg pre tratamiento	2196	624
hpg pos tratamiento	400	2327
Leche pre tratamiento (ml), 10-abr.	1230	1450
Leche pos tratamiento (ml), 27-abr	1460	1506
Diferencia pre y pos tratamiento (ml)	230	56
Incremento	15%, P<0,02	

Tabla 2. Promedio de los conteos de huevos de nematodos (hpg) y de la producción de leche de las cabras en ordeño antes y después del tratamiento en el último tercio de la lactancia del grupo tratado con moxidectina el 16 de abril 2010 y del control.

A principios de mayo, nuevamente, debió tratarse de urgencia el 21,9% de la majada con MXD (PJ n= 1; PS n=8); el hpg se redujo de 5632 a 460.

La diferenciación de los géneros de nematodos a partir de los huevos eliminados al medio señala una prevalencia de *Haemonchus* y *Trichostrongylus*. Se observó, en promedio, un predominio de *Haemonchus* (73,5%) en primavera y de *Haemonchus* (55,5%) y *Trichostrongylus* (40,5%) hacia el otoño; en todos los coprocultivos se recuperó en bajo porcentaje *Teladorsagia* (< 7%).

No se recuperaron vermes pulmonares ni *Fasciola hepática*.

Del 10 de abril al 11 de mayo mueren otros caprinos fuera del ensayo, que presentaron signos clínicos de gastroen-

teritis verminosa con mucha diarrea (un cabrito, tres cabrillonas de 20-22 meses de edad y una cabra adulta) y que pastoreaban desde febrero la alfalfa junto con las cabras del ensayo. Una cabrillona a pesar de haber sido tratada con LVM mostró una alta carga de *Trichostrongylus*. La tabla 1 muestra los vermes recuperados de las necropsias y detalles de estos casos.

Los nematodos predominantes recuperados de los cabritos rastreadores se grafican en la figura 2. La disponibilidad de vermes en las pasturas fue significativamente (P<0,002) mayor de fines de diciembre a abril. Durante ese primer período, el de lluvias, se recuperaron el 96,1% de los vermes mientras que de mayo a noviembre sólo el 3,9%.

En cuanto al porcentaje del total recuperado de vermes predominantes, *Trichostrongylus colubriformis*, *Haemonchus contortus* y *Teladorsagia circumcincta* participaron respectivamente con el 66,5%, 29,0% y 4,5%.

Se observó un incremento significativo (P<0,02) del 15% en la producción de leche en respuesta al tratamiento con MXD (200 mcg/kg SC), cuya eficacia en reducir los hpg fue del 82,8% (tabla 2). Los coprocultivos pre y pos tratamiento indicaron una eficacia del 32,2% contra *Trichostrongylus* y del 99,9% contra *Haemonchus*.

DISCUSIÓN

Los conteos de huevos al inicio del trabajo muestran una meseta con algunos valores altos al final del período seco y un incremento notorio hacia el otoño. Al inicio del ensayo los valores del hpg son más elevados en las cabras del PS que se encontraban fisiológicamente a 15 días de haber parido y en el primer tercio del ordeño. En esta etapa, en

los lanares existe un fenómeno denominado pico posparto del hpg debido a la relajación de la inmunidad. Este pico del hpg de los lanares está descrito en muchas partes del mundo (Connan, 1976; Armour, 1980), así como en nuestro país (Suarez y Busetti, 1995; Suarez, 2007). Sin embargo, en caprinos esta elevación del hpg posparto está escasamente descrita (Mandonnet *et al.*, 2005). En este ensayo se observó un mayor nivel de hpg en el grupo PS, a pesar de no tener registros de hpg previos al parto ya que las observaciones comenzaron luego de las pariciones. Probablemente, una explicación podría hacer referencia a que los hpg más elevados serían producto de un pico posparto en las PS en relación a las cabras del PJ que habían parido en junio. Por otro lado, las cargas de nematodos que habrían originado los conteos de huevos al comienzo del ensayo serían preexistentes a un periodo de estabulación de más de 40 días previo al inicio de las observaciones. En San Luis, Rossanigo y Frigerio (2000), observaron una elevación del hpg de cabras en ordeño coincidiendo con las épocas de parición de primavera-verano (noviembre-diciembre) y de fin de otoño (mayo-julio).

La contaminación de los potreros estimada por los cabritos rastreadores muestra, claramente, que el número disponible de larvas infestantes en los pastos es muy bajo durante el período seco (mayo-noviembre). Probablemente, lo recogido por los rastreadores, a pesar de la falta de lluvias en este período, es producto del desarrollo de las formas de vida libre, favorecido por el riego de la alfalfa en primavera como de la avena desde mediados de otoño. Contrariamente, durante el período de lluvias el desarrollo y migración hacia el pasto de las formas de vida libre estaría favorecido, aumentando su disponibilidad en los pastos junto con el incremento de las cargas parasitarias y el riesgo de enfermedad. Es notable que la entrada del rebaño en ordeño al sorgo coincidió con el descenso de los niveles de hpg. Esta caída puede explicarse por la entrada del rebaño a un potrero no pastoreado previamente, es decir, no contaminado y seguro que mantuvo por un tiempo a las cabras con una escasísima disponibilidad de larvas. Estudios desarrollados en la región pampeana demuestran que los verdeos son seguros al inicio de su pastoreo debido a que el laboreo de la tierra y el período de crecimiento previo al pastoreo reducen a cifras muy bajas el nivel de larvas infestantes (Suarez y Busetti, 1995).

Coincidiendo con el pastoreo directo de la alfalfa en febrero, se observó una elevación de los hpgs, el incremento de la oferta de larvas en los potreros y la necesidad del tratamiento de urgencia de varias cabras hacia el otoño, momento en que también se observó un brote clínico de gastroenteritis verminosa y muertes en otros lotes de animales.

Los vermes recuperados tanto de los rastreadores como de los animales muertos que padecieron GEV, muestran un predominio en el número de *Trichostrongylus colubriformis* hacia el otoño sobre *Haemonchus contortus*. Este predominio no coincide con observaciones previas de casos de mortandades donde *Haemonchus contortus* fue considerado como determinante en casos de muertes caprinas (Aguirre *et al.*, 2002). En el mismo sentido, observa-

ciones realizadas paralelamente en otros dos tambos de la región muestran a *Haemonchus* como género predominante (Suarez, dato no publicados). Probablemente, en el caso del rebaño en estudio, la eficacia del antihelmíntico (moxidectina) usado previamente, repetidas veces, redujo el número poblacional de *Haemonchus* por su alta eficacia (99%) en relación a *Trichostrongylus* frente al cual su eficacia fue muy pobre (32,2%).

Aunque fue observado como respuesta puntual frente a un solo tratamiento, se registró un incremento del 15% en las cabras tratadas que tenían al momento del tratamiento elevados conteos de huevos con respecto a las no tratadas. Incremento que podría inferirse aún mayor atendiendo a la eficacia de la moxidectina, la cual redujo totalmente las cargas de *Haemonchus* pero que sólo tuvo un efecto del 32,2% contra *Trichostrongylus*. Datos de Europa bajo infestaciones naturales señalan un impacto productivo sobre el rinde lácteo a lo largo de la lactancia de las cabras que oscila entre 7,4 y 18,5% (Rinaldi *et al.*, 2007). También en Francia se comprobó que el efecto parásito es mayor en aquellas cabras que más producen o que tienen su primera lactancia (Hoste y Chartier, 1993; Chartier *et al.*, 2000). En cuanto a nuestro país, en San Luis, hay observaciones realizadas por Rossanigo *et al.* (1999) durante 99 días en sistemas reales de productores minifundistas que ordeñaban para la fabricación artesanal de quesillos o para el autoconsumo y determinaron que las cabras tratadas libres de efecto parásito produjeron 69 g/día de leche más que las cabras parasitadas (383 gr/día versus 314 gr/día). Recientemente, fue reportado en Salta (Aguirre *et al.*, 2000) un caso de mortandad por nematodiasis y disminución de la producción de leche en cabras lecheras, a tal extremo que el propietario optó por suspender los ordeños y secar los animales.

CONCLUSIONES

Se puede concluir que *Haemonchus contortus*, por su patogenicidad, y *Trichostrongylus colubriformis*, por su abundancia, son los nematodos que más perjuicios económicos causan a los caprinos en los valles templados del NOA. Además, se puede agregar que el período de riesgo se presenta desde el inicio del verano hasta mediados de otoño y que el riego ofrece condiciones favorables para la supervivencia los vermes durante la estación seca, aunque su disponibilidad sea reducida. Estas conclusiones preliminares alientan a profundizar aspectos de la epidemiología de la nematodos necesarios para proponer sistemas de control en el futuro, así como estudiar los efectos sobre la producción caprina a lo largo de toda una lactancia.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE, D.H.; CAFRUNE, M.M.; VIÑABAL, A.E.; SALATÍN, A.O. 2000. Mortalidad por nematodiasis asociada a la ineficacia del albendazole en cabras lecheras del valle de Lerma (Salta). *Rev. Arg. Prod. Anim.* 20(1), 341-343.
- AGUIRRE, D.H.; CAFRUNE, M.M.; VIÑABAL, A.E.; SALATÍN, A.O. 2002. Aspectos epidemiológicos y terapéuticos de la nemato-

diasis gastrointestinal caprina en un área subtropical de la Argentina. RIA 31 (1), 25-40.

ALZIEU, J.P.; MAGE, C. 1991. La fasciolose bovine. Pathogénie, épidémiologie, thérapeutique. Bull. GTV 6, 59-71.

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 (Salud Animal).

ARMOUR, J. 1980. The epidemiology of helminth disease in farm animals. Vet. Parasitol. 6, 7-46.

CHARTIER, C.; ETTER, E.; HOSTE, H.; PORS, I.; MALLE-REAU, M.P.; BROQUA, C.; MALLET, S.; KOCH, C.; MASSE, A. 2000. Effects of the initial level of milk production and of the dietary protein intake on the course of natural nematode infection in dairy goats. Vet. Parasitol. 92, 1-13.

CONNAN, R.M. 1976. Effect of lactation on the immune response to gastrointestinal nematodes. Vet. Rec. 99, 476-477.

DAYENOFF, P.; CARRIZO H.; BOLAÑO, M.; CÁCERES, R. 1996. Propuesta para el control de algunas parasitosis en el ganado caprino y su efecto en la productividad de la majada. Rev. Arg. Prod. Anim. Vol.16 Sup.1, 83.

HOSTE, H.; CHARTIER, C. 1998. Response to challenge infection with *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* in dairy goats. Consequences on milk production. Vet. Parasitol. 74, 43-54.

KOCHAPAKDEE, S.; PANDEY, V.S.; PRALOMKARM, W.; CHOLDUMRONGKUL, S.; NGAMPONGSAI, W.; LAWPETCHARA, A. 1995. Anthelmintic resistance in goat in southern Thailand. Vet. Rec. 137, 124-125.

MANDONNET, N.; BACHAND, M.; MAHIEU, M.; ARQUET, R.; BAUDRON, F.; ABINNE-MOLZA, F.; H. VARO, H.; AUMONT, G. 2005. Impact on productivity of peri-parturient rise in fecal egg

counts in Creole goats in the humid tropics. Vet. Parasitol. 134, 249-259.

OVER, H.J.; JANSEN, J.; VON OLM, P.W. 1992. Distribution and impact of helminth diseases of livestock in developing countries. Paper 96 in Food and Agriculture Organisation of the United Nations Animal Production and Health.

RINALDI, L.; VENEZIANO, V.; CRINGOLI, G. 2007. Dairy goat production and the importance of gastrointestinal strongyle parasitism. Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg. 101, 745-746.

ROSSANIGO, C.E.; FRIGERIO, K.L.; SILVA COLOMER, J. 1999. Producción de la cabra Criolla sanluiseña (Argentina). Vet. Arg. vol. XVI 151, 24-33.

ROSSANIGO, C.; FRIGERIO, K. 2000. Epidemiology and effects of nematode infections on the production of Criolla goats. Proceedings 7° International Conference on Goats. 15-18 mayo, Tours, Francia, tome II, 802-805.

SUAREZ, V.H. 1997. Diagnóstico de las parasitosis internas de los rumiantes en la región de invernada. Técnicas e Interpretación. Bol. Divulgación Técnica (INTA-Anguil) 56, 50 p.

SUAREZ, V.H. 2007. Epidemiología y control de los nematodos gastrointestinales en el oeste de la Región Pampeada. En: SUAREZ, V.H.; OLAECHEA, F.V.; ROSSANIGO, C.E.; ROMERO, J.R. (Eds) Enfermedades parasitarias de los ovinos y otros rumiantes menores en el Cono Sur de América, Ediciones INTA, Anguil, Argentina, PT. 70 Cap. 1.3.2, pp. 43-62.

SUAREZ, V.H.; BUSETTI, M.R. 1995. Epidemiology of helminth infections of growing sheep in Argentina's western pampas. Int. J. Parasitol. 25 4, 489-494.

SUAREZ, V.H.; CRISTEL, S.L.; BUSETTI, M.R. 2009. Epidemiology and effects of gastrointestinal nematode infection on milk production of dairy ewes. Parasite, 16 2, 141-147.

VIÑABAL, A.E.; AGUIRRE, D.H. 1992. Modificación de una técnica coprológica para el diagnóstico de *Fasciola hepática*. Mem. 8a Reunión AAVLD, Corrientes nov 1992, p. 64.

Reconocimiento de insectos potencialmente perjudiciales en *Bactris gasipaes* H.B.K. (Arecaceae) en el corregimiento El Tapón, municipio de Tadó-Chocó, Colombia

RUIZ B.A.¹; MARTÍNEZ, M.¹; MEDINA, H.H.¹

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo la identificación de insectos potencialmente perjudiciales en *Bactris gasipaes* H.B.K. (Chontaduro) en la etapa de producción. El estudio se realizó entre los meses de enero-febrero y agosto-septiembre de 2009 en dos fincas denominadas F1 y F2. En ambas fincas se usaron cinco técnicas de captura de insectos. Los resultados obtenidos permitieron la identificación de insectos plagas pertenecientes a la familia Curculionidae (*Palmelampus heinrichi*, *Metamasius hemipterus* y *Rhynchophorus palmarum*), por excelencia considerados insectos plagas de importancia comercial para el cultivo del chontaduro y una especie de la familia Coreidae (*Leptoglossus* sp.) de la que se tiene muy poca información respecto de su acción en el cultivo. Sin embargo, algunos autores reportaron que puede causar hasta el 100% de pérdidas de frutos de chontaduro. Hasta la fecha existe escasa documentación sobre los procedimientos que facilitan su control y/o erradicación en plantaciones comerciales de palmeras.

Palabras claves: coreidae, cultivo, Curculionidae, insectos plagas, técnicas de captura de insectos.

ABSTRACT

The present investigation had as objective the identification of potentially harmful insects in *Bactris gasipaes* H.B.K. (Peach) in the stage of production. This study was carried out between the months of January-February and August-September 2009 in two farms called F1 and F2 where were used 5 techniques for capturing insects on both farms in order to achieve the purpose. The result achieved was the identification of insects belonging to the family Curculionidae (*Palmelampus heinrichi*, *Metamasius hemipterus* y *Rhynchophorus palmarum*) excellence that are called insect pests of commercial interest for the cultivation of peach, and a species of the family Coreidae (*Leptoglossus* sp.) which, there is very little information in front of their actions in the cultivate,

¹Grupo de investigación en Ciencia Animal y Recursos Agroforestales "CARA". Universidad Tecnológica del Chocó "Diego Luis Córdoba" (UTCH). Dirección: Carrera 22 No 18 B-10 -B/Nicolás Medrano A.A. 292 Quibdó-Chocó-Colombia. Teléfono: 6731190. Correo: toxbombaso@yahoo.es

but some authors have stated that the insect can cause up to 100 % of losses of fruit peach. To date there is incipient documentation on specific mechanisms that facilitate their control and/or eradication in plantations of palms with socio-economic purposes.

Key words: coreidae, cultive, Curculionidae, identification, insect pests, techniques for catching insects.

INTRODUCCIÓN

Chontaduro, pejobaye, cachipay, gasipáes, chichaguai, pijiguay, pupunha o pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K.) (Pardo *et al.*, 1997) es una palmera neotropical cultivada tradicionalmente en toda la cuenca amazónica, hasta el norte de América Central (Vasquez *et al.*, 2000). Además, es un importante componente agrícola en algunas comunidades negras colombianas y en una extensa región del pacífico (Pardo *et al.*, 1997).

Bactris gasipaes es una especie vegetal de gran importancia socioeconómica, tanto por su valor alimenticio como por constituir una fuente adicional de ingresos para los habitantes de esta región, ya que puede explotarse para diversos fines como la producción de fruto y de palmito (Peña *et al.*, 2002).

Un estudio reciente sobre la producción de Chontaduro realizado en el año 2008 muestra que en el municipio de Tadó se encontraban establecidas 425 ha cultivadas con esta especie, con un rendimiento productivo de 7 ton/ha y que se exporta a las principales ciudades del país como Pereira, Cali, Medellín, Manizales y Bogotá, tal como ocurre en la actualidad (Umata Tadó, 2008).

Como otras especies vegetales de los ecosistemas productivos existentes en el corregimiento el Tapón (municipio de Tadó, Colombia), el cultivo del Chontaduro fue atacado por una variada entomofauna lo que determinó mermas productivas importantes tanto de frutos como de palmito.

Entre los insectos potencialmente perjudiciales en el cultivo de *Bactris gasipaes* en Costa Rica, Mora *et al.* (1982), mencionaron especies de la familia Curculionidae como el *Metamasius hemipterus* L., y *Rhynchophorus palmarum* L., y de la familia Scarabidae como el *Strategus aloeus* L.

Morales y Chinchilla (1991), indicaron que en muchas ocasiones el desconocimiento de los insectos que afectan directamente en el *Bactris gasipaes*, imposibilita la aplicación de técnicas agroecológicas que permitan un control satisfactorio o a su erradicación.

Mexzón *et al.* (1994), indicaron que *Rhynchophorus palmarum* L., tiene un importante impacto económico en los cultivos de palma aceitera y cocotero en América Tropical.

Couturier *et al.* (1996), identificaron la presencia de diversos ordenes de artrópodos que actúan como plagas potenciales en el cultivo de *Bactris gasipaes*: Coleoptera, He-

miptera, Homoptera, Diptera, entre otros. Mexzón (1999), informó de la presencia de algunos insectos plagas perjudiciales en la zona caribeña de Costa Rica señalando los de mayor importancia económica causados en chontaduro sin espina, los escarabajos de la familia Crysomelidae (*Demotispa pos. Pallida* Dally) y Curculionidae (*M. hemipterus* y *R. palmarum*).

Couturier *et al.* (1991), citado por Arroyo *et al.* (2004), corroboraron que el *Bactris gasipaes* sembrado en monocultivo sufrió el síndrome de "caída de los frutos" debido, entre otros factores, a un chinche perteneciente a la familia Coreidae (*Leptoglossus suslonchoides* Allen) en el Amazonas central (Brasil).

Cysne *et al.* 2013, establecieron que los escarabajos son las principales plagas de las palmas por el daño que le ocasionan, tanto directo como indirecto, hasta causarle la muerte.

El objetivo del presente trabajo fue identificar insectos que constituyen plagas potenciales en el cultivo de *Bactris gasipaes*, en el corregimiento el Tapón (municipio de Tadó-Chocó), reconocido como uno de los productores más relevantes de chontaduro a nivel departamental, con la finalidad de validar supuestos y establecer los métodos para su control y eventual erradicación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

Los insectos fueron colectados en el corregimiento El Tapón entre los meses de enero-febrero y agosto-septiembre de 2009 en dos fincas agroproductivas situadas a 05°16' 22" N - 076° 32' 24" W para la Finca 1 (F1) y a 05°16' 19" N - 076° 31' 35" W para la Finca 2 (F2). El corregimiento, limita al Norte con los corregimientos de Corcobado e Ibordó; al Sur, con los corregimientos de Campo Alegre y Manungarrá y la Cabecera Municipal; al Este, con los corregimientos de La Esperanza y Corcobado; y al Oeste, con Ibordó y la Cabecera Municipal (figura 1) (EOT Tadó, 2000-2009).

Generalidades del municipio de Tadó

Tadó posee una extensión de 1748 km² y sus suelos, principalmente, son destinados a actividades como la agri-

cultura y la minería mecanizada y artesanal. La cabecera municipal, está localizada a 65 km de Quibdó en la margen izquierda del río San Juan, en la península conformada por el río Mungarrá (La Platina). Geográficamente está ubicada

a los 5° 16' N y 76° 13' W del meridiano de Greenwich. La temperatura oscila entre los 28 °C con precipitaciones anuales entre los 6800 y 7600 mm. La humedad relativa fluctúa entre el 70–85% (EOT Tadó, 2000-2009).

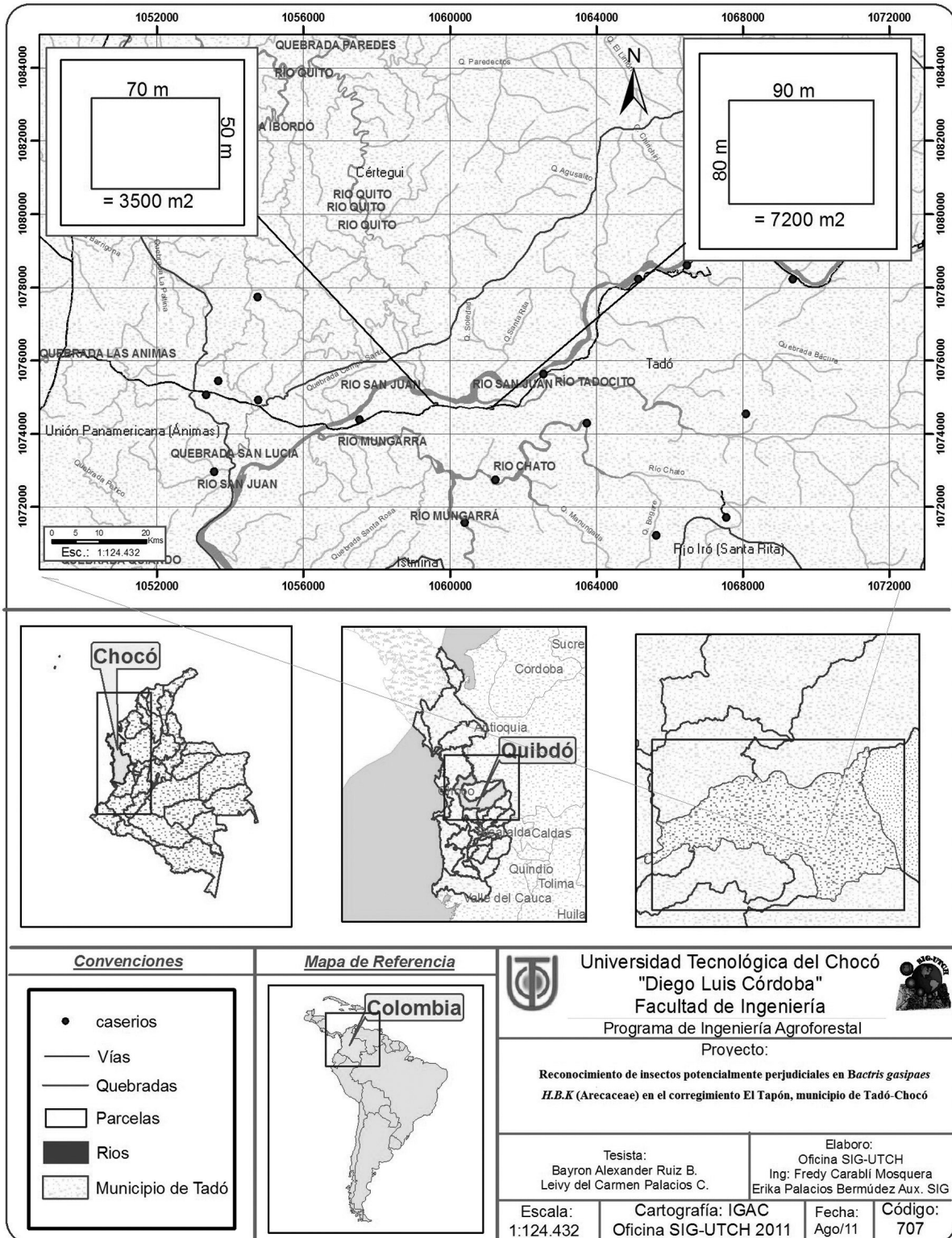


Figura 1. Localización del área de estudio.

Orden	Familias	Nombre vulgar	Nombre científico	Técnica de captura de insecto
Coleoptera	Curculionidae	Barrenador del fruto	<i>Palmelampus heinrichi</i>	Trampas de intercepción de vuelo y Carpotrampas
		Taladradores del tallo	<i>Metamasius hemiptera</i>	Red entomológica, Trampa pitfall y Trampas con cebo
		Picudo de la palma	<i>Rynchophorus palmarum</i>	Trampas Pitfall, Carpotrampas y Trampas con cebo
Heteroptera	Coreidae	Chinche	<i>Leptoglossus sp.</i>	Carpotrampa

Tabla 1. Relación abundancia de insectos capturados en las fincas F1- F2 y abundancia de insectos potencialmente dañinos en el cultivo de *Bactris gasipaes*.

El muestreo en campo se realizó con la metodología desarrollada por Lobo *et al.* (1988), modificada para la captura de escarabajos y la utilización de algunas técnicas de captura de insectos propuestos por Peck y Davies (1980) y Márquez (2005), en el cultivo de *Bactris gasipaes*. Las Fincas seleccionadas pertenecen a la Asociación de Productores Agrícolas del Alto San Juan "ASOPAS". La F1 cubre un área de 3500m² con el cultivo de *Bactris gasipaes* a un distanciamiento de siembra de 4m x 5m, en la cual se produce chontaduro desde hace 9 años con un rendimiento productivo de 1161 ton/año. El número de plantas muestreadas fueron de 175 sin contar los hijuelos. La F2 presentó un área de 7200m² establecida con *Bactris gasipaes* a 4m x 5m de distancia de siembra entre plantas con un rendimiento productivo de 279 ton/año. En total se registraron 360 plantas sin contar los hijuelos.

Dentro de las fincas F1 y F2 se aplicaron cinco métodos de captura de insectos: a) trampas pitfall; b) trampas de intercepción de vuelo; c) red entomológica; d) carpotrampas y e) trampas con cebo. En las trampas pitfall, se utilizaron como atrayentes de insectos: miel, hígado en descomposición, gallinaza y porquinaza. Las trampas se distribuyeron en las fincas en forma paralela, con un distanciamiento de 10m x 10m entre ellas para cubrir, de esta manera, el total de las áreas muestreadas teniendo en cuenta un error de borde de 5m sobre la margen del sitio referenciado.

Para la finca F1 se establecieron 34 trampas (15 trampas con cebo, 15 trampas pitfall, 1 trampa de intercepción de vuelo, 1 red entomológica y 2 carpotrampas) y para la F2 se establecieron 71 trampas (32 trampas con cebo, 32 trampas pitfall, 1 trampa de intercepción de vuelo, 1 red entomológica y 5 carpotrampas) cubriendo totalmente el área establecida con el chontaduro.

Para la recolección de insectos, las trampas fueron revisadas con una periodicidad de tres veces a la semana. Una vez colectados los insectos se depositaron en frascos de vidrio transparente de boca ancha, que contenían una solución a base de agua más alcohol al 70% con el fin de conservar los insectos colectados. Además, fueron rotulados

con los siguientes datos de campo: lugar de captura, fecha, tipo de cebo, número de orden de la trampa y el colector.

Posteriormente fueron identificados en el laboratorio de Limnología de la Universidad Tecnológica del Chocó "Diego Luís Córdoba". Para la identificación de los insectos, se utilizaron las claves taxonómicas desarrolladas por Coronado y Márquez (1972) y la colaboración de experto (Comunicación personal con Jhon César Neita Moreno, PhD (c) Ciencias Naturales).

RESULTADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos en la identificación taxonómica de los insectos capturados en ambas fincas, reconocidos en términos económicos como plagas potenciales y perjudiciales para el cultivo de *Bactris gasipaes*, estos son similares a los obtenidos en sus respectivas investigaciones por Mexzón (1999), Couturier *et al.* (1996), O'Brien and Kovarik (2000), Arroyo *et al.* (2004), Orduz y Rangel (2002) entre otros, según se describe en la tabla 1.

A nivel estadístico, no se mostró diferencia significativa ($p > 0,909$) en la abundancia de insectos capturados en los sitios donde se realizó el muestreo (figura 2), no obstante se capturaron 381 insectos (F1=146; F2=235) de los cuáles, las especies más frecuentes en ambas fincas fueron el *P. heinrichi* con 117 individuos, seguido del *M. hemipterus* con 116 individuos, *R. palmarum* con 110 individuos y, por último, el *Leptoglossus sp.*, con 38 individuos respectivamente.

A nivel de la abundancia relativa de los insectos capturados en el muestreo, se determinó que la especie más preponderante fue el *P. heinrichi* con el 30,71%, seguida del *M. hemipterus* con el 30,45%, *R. palmarum* con el 28,87% y, por último, el *Leptoglossus sp.*, con el 9,97% de los insectos muestreados (tabla 1).

De lo anterior, se concluye que la presencia de insectos plagas puede afectar hasta en un 100% del *Bactris gasipaes* en la etapa productiva, en plantaciones sembradas sin ningún manejo agroecológico o tratamiento fitosanitario.

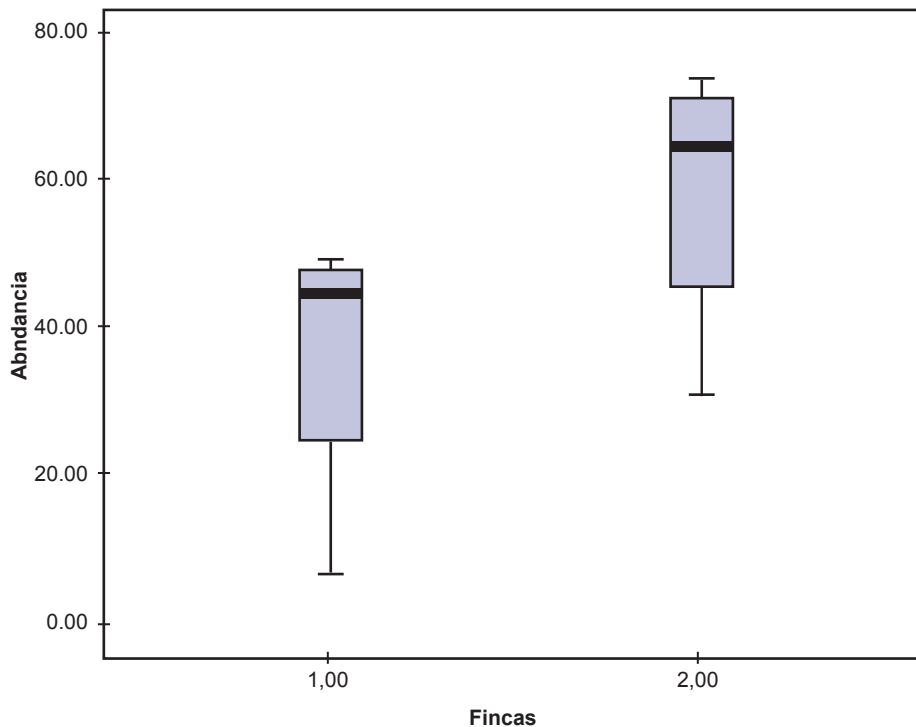


Figura 2. Abundancia de insectos hallados en el cultivo de *Bactris gasipaes*.

DISCUSIÓN

Rhynchophorus palmarum (Coleoptera: Curculionidae)

El insecto *R. palmarum* (figura 3) fue capturado y posteriormente reconocido en las fincas muestreadas (F1 y F2). En la actualidad, se le atribuye la pérdida de producción de biomasa de chontaduro en el corregimiento el Tapón. Pérez y Lannacone (2006), afirmaron que los machos y hembras adultos del *R. palmarum* se alimentan de la hoja espada y las larvas producen galerías en el interior del tallo en forma descendente, perforando la parte media. Al desprenderse la hoja espada y a medida que avanza el daño en la planta provoca su muerte. Informan además que la



Figura 3. *R. palmarum* capturado en el área de estudio.

presencia de éste en la planta, se puede reconocer por el envejecimiento de las hojas superiores. Adicionalmente, se argumenta que el daño ocasionado por el insecto en los tocones es indirecto y es ocasionado por la larva que se manifiesta a partir de los dos días después de la cosecha. Es en ese momento donde éstos representan una fuente de atracción para los adultos que se alimentan y oviponen en dichos tocones.

Arroyo *et al.* (2004), indicaron que el insecto es catalogado como taladrador del tallo y al incursionar en la palmera, favorece la presencia del nemátodo *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb), causante de la enfermedad conocida como anillo rojo que afecta algunas palmas en la región tropical, aunque, no han sido reportadas aún en chontaduro. Leyva (1993), declaró que este insecto también es el transmisor del nemátodo *Radhinaphelenchus cocophilus* (Cobb), que daña a las palmeras. Couturier *et al.* (1996), reportaron que esa plaga, es la más peligrosa en plantaciones que son dedicadas, netamente, a la producción de palmito, lo que difiere de lo reportado por Arroyo *et al.* (2004) que lo catalogan como un insecto plaga de interés secundario por su accionar en el cultivo de chontaduro para palmito.

Pardo *et al.* 2006, en el estudio sobre complejos entomológicos en el cultivo de Chontaduro descubre que la asociación *Alumus-Rhynchophorini* (la primera especie no fue capturada en el área de estudio) es letal y rápida para la muerte de la palma. Se presenta cuando las excavaciones y los detritus acumulados en el meristemo son colonizados por "gualpas" o "casangas" (*Rhynchophorus palmarum* L., *Dynamis borassi* Fabr.). Éstas también pueden penetrar el

estipe por heridas dejadas por marotas, labores de poda y limpieza.

***Metamasius hemipterus* (Coleoptera: Curculionidae)**

Al igual que en el caso anterior, esta plaga produce daños en las palmas de chontaduro en etapa productiva (figura 4). La captura de estos insectos fue realizada en el mo-



Figura 4. *M. hemipterus* capturado en el área de estudio.

mento del muestreo mediante la utilización de las trampas pitfall, trampas con cebo y la red entomológica. Couturier *et al.* (1996) y Arroyo *et al.* (2004), indicaron que este insecto produce daños en el cultivo sin ninguna importancia económica como tal, en comparación a otros insectos plagas identificados en la investigación. Mezxón (1999), argumentó que el *R. palmarum* y el *M. hemipterus* no constituyen un problema importante en palmito porque las espinas protegen a la palma de este ataque, contrariamente a lo informado por Alpízar (2001) citado por Mora *et al.* (2008), que indicaron que el escarabajo *M. hemipterus*, en algunas plantaciones de palmito de chontaduro, puede afectar hasta un 100% de las palmas.

Alpízar *et al.* (1996), citado por Alpízar *et al.* (2002), observaron perjuicios notables en algunas plantaciones que llegaron a exterminar cepas con larvas, pupas y adultos de ambas especies asociadas con los daños.

Couturier *et al.* (1996) y Jiménez *et al.* (2012), revelaron que el insecto morfológicamente es un picudo muy pequeño, común en las plantaciones de palmas, caña de azúcar y plátano, que nunca alcanza altas densidades poblacionales peligrosas para las palmeras cultivadas. El insecto adulto roe la epidermis de diferentes partes de la planta y las larvas se desarrollan, principalmente, en la base de la vaina de las hojas, en galerías poco profundas que ocasionan su necrosamiento. Orduz y Rangel (2002), reportaron que el mayor daño generado por este insecto se debe a que construye galerías en la base del raquis de la inflorescencia, acción que la debilita y provoca la caída de ésta o de los racimos (figura 5).



Figura 5. Daños ocasionados por el insecto *Metamasius hemipterus* en el racimo del *Bactris gasipaes* causando su necrosamiento.

***Palmelampus heinrichi* (Coleoptera: Curculionidae)**

El *Palmelampus heinrichi* (figura 6) es potencialmente peligroso en la etapa productiva del *Bactris gasipaes*. En el momento del muestreo se pudo detectar que este insecto fue el causante hasta del 85% de las pérdidas de frutos producidos por la palma. O'Brien y Kovarik (2000) y Peña *et al.* (1996), ya habían informado similares resultados. Este último, mencionó que el insecto en cuestión es

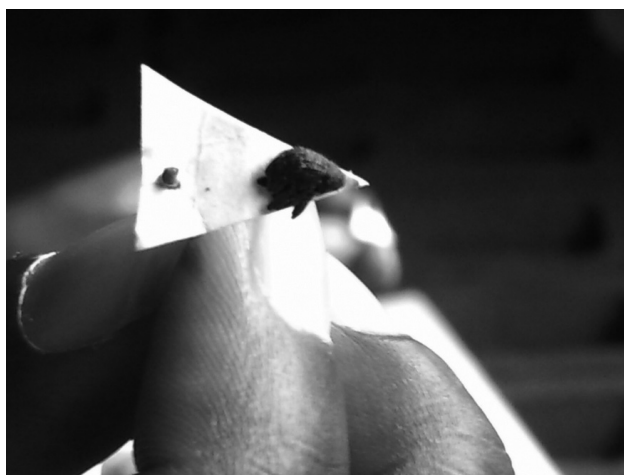


Figura 6. Insecto *P. heinrichi* capturado en el área de estudio.

muy pequeño (tamaño comprendido entre 2,50 y 3,60 mm), presenta cutícula negra y brillante, marcada por puntos y recubierta de setas finas que emergen de cada punió. Por ser tan diminuto, tiene la facilidad de propagarse de tal manera que en el área muestreada se encontraron altas frecuencias con respecto a otros insectos plagas identificados y además fueron los responsables de los mayores daños generados en la plantación investigada (figura 7).



Figura 7. Daños causados por el insecto *Palmelampus heinrichi* en los racimos del *Bactris gasipaes* en el corregimiento del Tapón. Caída de los botones florales del racimo.

Jiménez *et al.* (1994), citado por Peña *et al.* (2002), reportaron que la hembra del insecto ovipone sobre botones florales femeninos y frutos tiernos recién formados preferentemente sobre la bráctea que recubre la parte basal del botón floral del fruto tierno. Los huevos son pequeños, de forma alargada no mayor de 0,65 mm de largo, por lo cual, son difíciles de observar a simple vista.

Cuando el ataque del insecto ocurre en frutos desarrollados, éstos pueden llegar a su maduración, sin embargo, la calidad se desmerita por los daños producidos por el insecto adulto en la epidermis o por las galerías y residuos de las larvas en la pulpa de la que se alimenta. La pulpa, como consecuencia de este daño, se torna negra en las áreas donde se produjeron las lesiones y esto afecta la calidad del fruto y su posterior comercialización. La presencia del insecto se reconoce después de que la larva ha producido el daño directo a los frutos y en este momento no se justifica ya intentar una medida de control de la plaga (Peña *et al.*, 2002).

P. heinrichi, al igual que los insectos anteriormente analizados, requieren de mayor atención en el momento en que se manifiestan en un cultivo de *Bactris gasipaes*, puesto que su accionar ya sea individual o conjunto, pueden destruir paulatinamente las cosechas de ese producto alimenticio tan importante para la región pacífica colombiana. Sophie *et al.* (2013), reportaron que el *P. heinrichi* ha destruido por completo grandes plantaciones de *B. gasipae* en varias regiones de Colombia.

***Leptoglossus sp* (Heteroptera: Coreidae)**

Leptoglossus sp. (figura 8), fue colectado en el momento de realizar el muestreo en las fincas seleccionadas pero, hasta el momento, existe incipiente información relacionada y actualizada sobre su verdadero accionar en el cultivo. Couturier *et al.* (1991), indicaron que el *Leptoglossus lonchoides* Allen (Heteroptera, Coreidae) fue el causante de la caída de los frutos en *Bactris gasipaes* en la Amazonia central, manifestándose en plantaciones cultivadas con esta palmera, exhibiéndose importantes pérdidas de frutos jóvenes que afectaban significativamente la productividad (figura 9). El mismo autor reportó, además, que no había ninguna duda sobre la importancia de este insecto en la reducción de la productividad de frutos en plantaciones de origen tropical.

Orduz y Rangel (2002), indicaron que para el caso del insecto *Leptoglossus sp.*, existe poca documentación relacionada con procedimientos de control y erradicación del mismo, lo que imposibilita la aplicación de medidas cautelares con fines de protección del cultivo de *Bactris gasipaes* frente al ataque de esta especie.

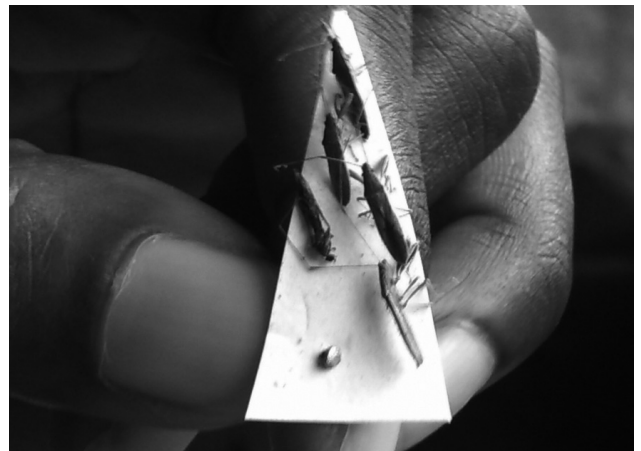


Figura 8. Individuo de *Leptoglossus sp.* capturado en el área de estudio.



Figura 9. Fruto afectado por picadura del *Leptoglossus sp.*, colectado en el área muestreada.

Los insectos colectados y referidos en este trabajo fueron responsables de pérdidas significativas de producción, llegando a afectar hasta el 100% de frutos en las áreas investigadas.

CONCLUSIONES

Se registra la presencia de varios insectos plagas que, en términos económicos, son potencialmente perjudiciales para el cultivo de *Bactris gasipaes*. Estos pertenecen a la familia Curculionidae y los más importantes son *Palmelampus heinrichi*, *Metamasius hemipterus* y *Rhynchophorus palmarum*. En la actualidad, se conocen algunas estrategias para la erradicación de algunas de estas especies en particular, aunque no del conjunto interactuante en las plantaciones comerciales.

Se identifica una especie perteneciente a la familia Coreidae, identificada como *Leptoglossus sp.*, sobre la que hay poca información respecto de posibles mecanismos de control y/o erradicación.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Jhon César Neita Moreno, PhD (c); Luis Alfonso Montoya, M.Sc; Dario Antonio Murillo Barahona, Esp. y a la Asociación de Productores del Alto San Juan por participar en la realización del proyecto de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- ALPÍZAR, D.M. 2002. Elementos para el manejo integrado de los picudos (Curculionidae) del palmito. Manejo Integrado de Plagas y Agroecológica (Costa Rica) N.º 65 p. I-VI.
- ARROYO-OQUENDO, C.; MEXZÓN, R.G.; MORA-URPÍ, J. 2004. Insectos Fitófagos en Pejibaye (*Bactris gasipaes* K.) para palmito. Agronomía Mesoamericana 15(2): 201-208.
- CYSNE, A.Q; CRUZ, B.A; CUNHA, R.N.V.D; ROCHA, R.N.C. 2013. Flutuação populacional de *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) em palmeiras oleíferas no Amazonas. Acta Amaz. [En línea]. 2013, Vol. 43, N.º 2 [citado 2013-06-20], pp. 197-202. Disponible en: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672013000200010&lng=en&nrm=iso>.ISSN 0044-5967. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672013000200010>.
- CORONADO, P.R.; MÁRQUEZ, D.A. 1972. Introducción a la Entomología, Morfología y Taxonomía de insectos. Limusa, México. 282 pp.
- COUTURIER, G.; CLEMENT, C.R.; FILHO, V. 1991. *Leptoglossus lonchoides* Allen (Heteroptera, Coreidae), causante de la caída de los frutos de *Bactris gasipaes* (Palmae) en la Amazonia Central. Turrialba 41(3): 293-298.
- COUTURIER, G.; TANCHIVA, E.; INGA, H.; VÁSQUEZ, J.; RIVA, R. 1996. Notas sobre los artrópodos que viven en el pijua-yo (*Bactris gasipaes* H.B.K.: Palmae) en la Amazonía peruana. I Revista Peruana de Entomología. 39: 135-142.
- EOT TADÓ, 2000-2009. Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Tadó. Departamento del Chocó municipio de Tadó. Alcaldía municipal. 150p.
- IBM CORP. RELEASED 2012. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- JIMÉNEZ, J.A; LÓPEZ N., J.C; SOTO, G.A. 2012. Patogenicidad de dos Nematodos Entomopatógenos Sobre *Metamasius Hemipterus Sericeus* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE). Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. Univ. Caldas [En línea]. 2012, Vol.16, N.º 2 [citado 2013-06-20], pp. 87-97. Disponible en:<http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30682012000200009&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0123-3068
- LEYVA, P. 1993. Colombia Pacífico. Tomo II. Santa Fe de Bogotá, Fondo para la Protección del Medio Ambiente "José Celestino Mutis". Publicación digital en la página web de la Biblioteca Luis Ángel Arango del Banco de la República. Búsqueda realizada el 26 de agosto de 2011. <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/geografia/cpacifi2/55.htm> .
- LOBO, J.M.; MARTÍN-PIERA, F.; VEIGA, C.M. 1988. Las trampas pit-fall con cebo, sus posibilidades en el estudio de las comunidades coprófagas de Scarabaeoidea (Col.). I. Características determinantes de su capacidad de captura. Rev. Ecol. Biol. Sol., 25: 77-100.
- MEXZÓN-VARGAS, R.G.; CHINCHILLA, C.M.; CASTRILLO, G.; SALAMANCA, D. 1994. Biología y hábitos de *Rhynchophorus palmarum* L. asociado a la palma aceitera en Costa Rica. ASD Oil Palm Papers N.º 8, 14-2. Artículo en línea (10-09-2011) <http://www.asd-cr.com/paginas/espanol/articulos/bol08-2sp.html>.
- MEXZÓN-VARGAS, R. G. 1999. Manejo integrado de artrópodos perjudiciales. In: Palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth): su cultivo e industrialización. ed. por mora Urpí y Gainza editorial de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. p. 138-147.
- MÁRQUEZ, L.J. 2005. Técnicas de colecta y preservación de insecto. Laboratorio de Sistemática Animal, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, Hidalgo, México. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa, 37: 385-408.
- MORALES, J.L.; CHINCHILLA, C. 1991. Estudios poblacionales en *Rhynchophorus palmarum* y su relación con la enfermedad del anillo rojo/hoja pequeña en palma aceitera en Costa Rica. Turrialba 40(4): 478-485.
- MORA, J.; VARGAS, E.; LOPEZ, C.A.; VILLA-PLANA, M.; ALLON, G.; BLANCO, C. 1982. El pejibaye. Publicación del Banco Nacional de costa rica. Universidad de costa rica. San José, costa rica. 16 p.
- MORA-URPÍ, J.; ARROYO-OQUENDO, C.; MEXZÓN-VARGAS, R.; BOGANTES-ARIAS, A. 2008. Diseminación de la "bacteriosis del palmito" de pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth) Agronomía Mesoamericana, 19(2) julio-diciembre, pp. 155-166: [fecha de consulta: 13 de octubre de 2011] Disponible en: <<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=43711425001>> ISSN 1021-7444
- O'BRIEN, C.W.; KOVARIK, P.W. 2000. A new genus and new species of weevil infesting fruits of the palm (*Bactris gasipae* H.B.K) (Coleoptera: Curculionidae). Coleopterists Bulletin 54(4): 459 – 465.
- ORDUZ, J.O.; RANGEL, J.A. 2002. Frutales Tropicales Potenciales para el Piedemonte Llanero. CORCOICA y PRONATTA. Manual de asistencia técnica N.º 8. Villavicencio, meta, Colombia. 133p (81-89p)
- PARDO, L.C.; CONSTANTINO, L.M.; AGUDELO, R.; CAICEDO, B. 1997. Complejo Entomológico del Chontaduro (*Bactris gasipaes* H.B.K.) en el trabajo Anchicayá, Valle. En: resúmenes XXIV congreso de la sociedad Colombiana de entomología (SO-COLEN). Pereira. Pp 78.
- PARDO-LOCARNO, L.; CONSTANTINO, L.; AGUDELO, R.; ALARCÓN, A.; CAICEDO, V. 2006. Observaciones sobre el gualapán (Coleoptera: Chrysomelidae: Hispinae) y otras limitantes ento-

mológicas en cultivos de chontaduro en el Bajo Anchicayá. Acta Agronómica, Norteamérica, 54, abr. Fecha de acceso: 06 octubre 2011. Disponible en: http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/109.

PECK, S.B.; DAVIES, A.E. 1980. Collecting small beetles with large-area "window" traps. The Coleopterists Bulletin, 34: 237-239.

PEÑA, E.A.; REYES-CUESTA, R.; PANTOJA-ROMERO, D.A. 1996. Insecto barrenador. Nueva identificación taxonómica para el insecto barrenador (*Palmelampus heinrichi*) de los frutos de chontaduro (*Bactris gasipaes*). Revista Corpoica. Fecha de Búsqueda: 06 de septiembre de 2011. http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/Taxonomia%20insecto%20barrenador.pdf

PEÑA-ROJAS, E.; REYES-CUESTA, R.; BASTIDAS-PÉREZ, S. 2002. Reconocimiento del daño y manejo del insecto *Palmelampus heinrichi* (antes *Geraeus sp.*). Corpoica (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria) y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. Programa Nacional de Transferencia de Tecnología. Boletín Divulgativo N.º 16 San Andrés de

Tumaco, Colombia. Fecha de Búsqueda: 04 de octubre de 2011. <http://www.pejibaye.ucr.ac.cr/Plagas.htm>

PÉREZ, D.; IANACONE, J. 2006. Aspectos de la bioecología de *Rhynchophorus palmarum* (Linnaeus) (Coleoptera: Curculionidae) en el pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K.) (Arecaceae), en la Amazonía peruana. Revista peruana de entomología 45: 138-140.

SOPHIE, G.; DUFOUR, D.; VAN ZONNEVELD, M.; RODRIGUEZ, F.; GONZALEZ, A. 2013. Peach palm (*Bactris gasipaes*) in tropical Latin America: implications for biodiversity conservation, natural resource management and human nutrition". Biodiversity and Conservation 22 (2): 269-300

UMATA TADÓ 2008. Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA). Municipio de Tadó- Chocó-Colombia. 37p.

VASQUEZ, J.; O'BRIEN, C.W.; COUTURIER, G. 2000. *Dynamis nitidulus* (Coleoptera: Curculionidae), Nueva plaga del pejibaye. Revista manejo integrado de plagas. Artículo en línea, Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2011 <http://web.catie.ac.cr/informacion/rmip/rmip58/inf-tec.htm>

Evaluación de la actividad insecticida de tierras de diatomeas de yacimientos argentinos

FUSÉ, C.B.¹; VILLAVERDE, M.L.¹; PADÍN, S.B.²; DE GIUSTO, M.³; JUÁREZ, M.P.¹

RESUMEN

El uso de tierras de diatomeas (TDs) como insecticida de bajo riesgo para la salud humana y el ambiente está registrado en numerosos países para la protección de granos almacenados. Se evaluó la capacidad insecticida de TDs obtenidas de yacimientos argentinos mediante bioensayos con coleópteros plaga de granos almacenados. Los resultados de estos ensayos se compararon con parámetros fisicoquímicos de las TDs (densidad aparente compactada, reducción del peso hectolítrico, adherencia al grano y pH), propuestos por Korunic (1997), como parámetros predictivos para la evaluación de la eficacia insecticida. Los resultados obtenidos por ambos métodos fueron concordantes y variaron en función del yacimiento y de la especie de insecto en estudio. La metodología descrita es un procedimiento sencillo y eficaz para efectuar una evaluación preliminar de la capacidad insecticida del material proveniente de diferentes canteras de tierra de diatomeas. Este estudio contribuirá a la evaluación económica de potenciales explotaciones de diversos yacimientos de TDs en territorio argentino.

Palabras clave: tierras de diatomeas, control natural, insectos plaga de granos almacenados.

ABSTRACT

The use of diatomaceous earth (DE) as insecticide of low health risk to humans and the environment is currently registered in many countries for use in stored grain protection. The insecticide efficacy of DE obtained from local deposits was evaluated in bioassays using stored product coleopteran pests. These information was compared to selected DE physicochemical parameters (tapped density, test weight reduction, grain adherence, and pH) already proposed as predictive parameters to evaluate insecticide efficacy (Korunic, 1997). The results obtained by both methods agreed, and depended on the DE deposit and the species under study. The methodology here described is simple and effective to achieve a preliminary evaluation of the insecticide efficacy of these different diatomite deposits. This study will contribute to estimate the economic viability of the potential utilization of different DE fields in Argentina.

Key words: diatomaceous earth, natural pest control, stored product insect pests.

¹INIBIOLP (CONICET, CCT La Plata) Facultad de Ciencias Médicas, UNLP. Calle 60 y 120, 1900 La Plata, Buenos Aires, Argentina.

Correo electrónico: mjuarez@isis.unlp.edu.ar

²Cátedra de Terapéutica Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP.

³CIDEPINT (CIC-CONICET CCT, La Plata) Buenos Aires, Argentina.

INTRODUCCIÓN

La producción de cereales y oleaginosas constituye uno de los principales soportes de la economía nacional. El almacenamiento de granos surge como consecuencia de la aleatoriedad y estacionalidad de la producción agrícola. El consumo directo e industrialización dependen de la preservación de su calidad durante el transporte y almacenamiento. En la Argentina aproximadamente el 6% de la producción se pierde en la etapa de post-cosecha, debido a fallas en el transporte, el secado y, principalmente, por daño de insectos (Descamps *et al.*, 2004; Cassini, *et al.*, 2005). La merma se debe, en general, a la reducción del peso, calidad, valor comercial y poder germinativo de las semillas que condicionan la disponibilidad de alimentos y sus volúmenes exportables. Los insectos plaga de los granos almacenados ocasionan daños directos por el consumo y contaminación del producto, e indirectos, tales como el calentamiento del grano, desarrollo de hongos y micotoxinas (Lord, 2005; Dal Bello *et al.*, 2011). Los mayores perjuicios económicos son provocados por especies pertenecientes al orden Coleóptera, entre ellos *Tribolium castaneum* Herbst. (Tenebrionidae), *Sitophilus* sp (Curculionidae), *Rhyzopertha dominica* Fabr. (Bostrichidae), *Oryzaephilus surinamensis* Linn. (Cucujidae) y *Acanthoscelides obtectus* Say (Bruchidae), entre otros (Fields, 1992; Padín *et al.*, 2002).

La agricultura sustentable requiere de nuevas alternativas de control que permitan reducir o eliminar la aplicación de insecticidas tradicionales basados en el uso de fumigantes y productos químicos persistentes con alto impacto ambiental. Las tendencias actuales en el manejo integrado de plagas (MIP) se orientan hacia la preservación del ambiente junto al uso de métodos de bajo impacto y pesticidas naturales de escasa toxicidad, entre los que se encuentran las tierras de diatomeas (Korunic 1997, 1998; Arthur, 2000; Lord, 2001; Dal Bello *et al.*, 2006). Los primeros casos documentados sobre el empleo de polvos inertes para el control de insectos datan de alrededor del año 2000 A.C. y se refieren al control de plagas con tierra de diatomeas (TD) en China (Allen, 1972). Las TDs son de origen sedimentario y están formadas por los restos fósiles de algas unicelulares de origen lacustre o marino. Estos sedimentos contienen principalmente las paredes celulares de las diatomeas (frústulos), compuestas por sílice amorfa. Según la clasificación de la Organización Mundial de la Salud, la TD amorfa pertenece a la Clase III (WHO, 2009), considerada no tóxica para mamíferos (Quarles, 1992) y su uso en alimentos almacenados está autorizado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (USA Federal Register, 1981), así como por la Administración de Drogas y Alimentos de USA (FDA) y organismos de control de la Unión Europea, entre otras. La FDA no fija un límite de residuo en cuanto a su utilización para el control de insectos en granos almacenados (USA Federal Register, 1961).

La producción mundial de TD durante el año 2011 fue de 1.800.000 Tm, de las cuales 50.000 Tm corresponden a la Argentina (United State Geological Survey Minerals Yearbook, 2011). De acuerdo a sus propiedades y calidad, las TDs tienen múltiples usos, se emplean para filtrar y clarificar alimentos y bebidas, en compuestos desodorizantes,

en moldes dentales, como antiaglomerante en alimentos para animales, entre otros. Las TDs de menor calidad se usan como sanitario higiénico para gatos. El empleo de TD en el control físico de insectos plaga posee alto valor agregado y están registradas como insecticida en diferentes países, principalmente, para la protección de granos almacenados, para uso doméstico y en cultivos protegidos (Golob, 1997; Korunic, 1998; Athanassiou *et al.*, 2007). A diferencia de los insecticidas químicos, la TD es un producto de baja toxicidad, tiene alto poder residual y se puede utilizar en la producción orgánica (Resolución N.º 423/92 de la Ex - Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación). El mecanismo de acción insecticida de la TD es por abrasión y adsorción de los lípidos cuticulares del insecto que produce la muerte por desecación (Korunic, 1998, Subramanyam and Roesli, 2000). Los lípidos que recubren la superficie de los insectos no sólo regulan el balance de agua evitando la desecación que resulta letal (Hadley, 1994; Gibbs, 1998), también tienen una participación relevante en la absorción de sustancias químicas e insecticidas, en la penetración de microorganismos y participan en procesos de comunicación química como feromonas de contacto (Juárez, 1994; Juárez y Calderón Fernández, 2007; Pedrini *et al.*, 2007; Blomquist, 2010). De este modo, aún la utilización de dosis subletales de TD puede afectar el ciclo de vida y/o la supervivencia de los insectos, en especial en presencia de otros agentes de control. En referencia a los coleópteros plaga de granos almacenados, Korunic y colaboradores (Korunic y Fields, 2006; Athanassiou y Korunic, 2007) y Akbar *et al.* (2004), demostraron que la susceptibilidad de los insectos a la TD es variable, dependiendo de la especie y estadio de desarrollo. Diferentes autores han reportado una elevada susceptibilidad a TD en adultos de *Sitophilus* spp, valores intermedios en *R. dominica*, en tanto que *T. castaneum* en estado adulto sería la especie más tolerante (Korunic, 1998; Fields and Korunic, 2000; Mewis and Ulrichs, 2001; Lord, 2007; Arnaud *et al.*, 2005; Athanassiou *et al.* 2007). Dall Bello *et al.*, (2006), demostraron que la combinación de TD con el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* incrementa significativamente el efecto bioinsecticida sobre adultos de *Acanthoscelides obtectus* y *Sitophilus oryzae*.

La actividad insecticida dependería de características fisicoquímicas de la TD, como el contenido de SiO₂, el tamaño de partícula, la capacidad de adsorción de lípidos y la presencia de impurezas (arcillas), entre otras, y estos parámetros varían con el origen de la muestra (Korunic, 1998). La evaluación de estos parámetros resulta costosa y requiere equipamiento especializado y la técnica más difundida es la utilización de bioensayos para evaluar la mortalidad. El desarrollo de bioensayos requiere de una abundante provisión de insectos, condiciones controladas, con un costo que puede ser considerable. Korunic (1997), evaluó la relación entre diferentes propiedades o características de la TD y su capacidad insecticida y determinó que la distribución del tamaño y forma de las partículas, así como el origen de la muestra (lacustre o marino), no se correlacionan con la eficacia insecticida de la misma. Sin embargo, la eficacia insecticida de las TDs se correlaciona

con la capacidad de reducir el peso hectolítrico del grano, la tendencia de las partículas a adherirse a la superficie del grano y el pH. Estos ensayos simples, rápidos y de bajo costo, fueron propuestos por Korunic (1997) como método alternativo para predecir la capacidad insecticida de las TDs.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad insecticida de TDs provenientes de diferentes yacimientos locales comparando los resultados obtenidos en bioensayos con la determinación de algunos parámetros físico-químicos. La estimación de la capacidad insecticida de yacimientos de TDs locales, aportará información de utilidad para su potencial explotación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de tierra de diatomeas fueron obtenidas de diferentes yacimientos ubicados en las provincias de Río Negro (RN) y San Juan (SJ). Las muestras de Río Negro corresponden a yacimientos de Ingeniero Jacobacci ubicados a 41° 18' de Latitud y 69° 35' de Longitud (La Josefina, RN 1 y RN 2). La TD de San Juan es un producto comercial (Agrominera Mercomen Group S.A.) mientras que TD Permaguard® es una tierra de diatomeas ampliamente utilizada, de origen lacustre (USA) y empleada en nuestro país como insecticida natural.

Bioensayos

Para los bioensayos se utilizaron ejemplares adultos no sexados de *T. castaneum*, *R. dominica* y *S. oryzae*, provenientes del insectario de la Cátedra de Terapéutica Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. Los mismos fueron mantenidos en frascos de vidrio de 500 mL cubiertos con una red de tela fina, dentro de una cámara climatizada a 27 ± 2 °C y 70 ± 5% de H.R., con fotoperíodo de 12 hs / 12 hs luz: oscuridad. El alimento de los insectos fue grano de trigo entero para *S. oryzae* y *R. dominica*, en tanto que *T. castaneum* se mantuvo en una mezcla de harina de trigo (85%), levadura de cerveza (5%), germen de trigo (5%) y leche descremada en polvo (5%) (Padín *et al.*, 1995).

Los bioensayos se realizaron en frascos de vidrio de 250 mL con tapa perforada, se colocaron 20 g de trigo mezclado con la TD en la proporción a ensayar, luego se incorporaron 20 insectos de cada especie por frasco (cinco réplicas por tratamiento); los frascos se mantuvieron a 27 ± 2 °C y 40 % de H.R. La mortalidad se evaluó a los 7 y 14 días post-tratamiento. Las aplicaciones se efectuaron mediante la técnica de espolvoreo sobre granos de trigo entero a dos diferentes concentraciones (700 y 1500 ppm). Cada muestra fue agitada en forma manual durante un minuto. Para la corrección de los resultados de mortalidad obtenidos se empleó la fórmula de Schneider – Orelli, derivada de la fórmula de Abbott (Costa *et al.*, 1974):

% mortalidad corregido:

$$\left(\frac{\% \text{ mortalidad en tratados} - \% \text{ mortalidad en testigo}}{100 - \% \text{ mortalidad en testigo}} \right) * 100$$

Determinaciones físico-químicas

Las muestras de TDs se redujeron a bloques de 2 cm³ que, posteriormente, fueron molidas y tamizadas con un tamiz ASTM N.º 325 (American Society for Testing and Materials, USA, abertura de 45 µm). Con el material obtenido se realizaron las siguientes determinaciones, según metodología propuesta por Korunic (1997): densidad aparente compactada, valor pH, reducción del peso hectolítrico y adherencia al grano de trigo.

La densidad aparente sin compactar (DA s/C), se determinó al agregar lentamente TD hasta un volumen de 40 cm³ en un vaso graduado de 50 cm³, evitando movimientos bruscos que pudiesen compactarla. Se calculó la densidad aparente sin compactar mediante la relación entre el peso de TD utilizada y el volumen ocupado. La densidad aparente compactada (DAC) se determinó en condiciones similares, en este caso la muestra fue compactada mediante golpeteo sobre una superficie semirrígida, hasta volumen constante. Las densidades aparentes sin compactar y compactada se evaluaron sobre material seco, sin humedad higroscópica. El pH se midió en una suspensión de 2 g de TD en 18 mL de agua bidestilada, luego de un período de agitación de 15 segundos. El peso hectolítrico evalúa el peso de un determinado volumen de granos (Kg/Hl) y da un indicio del modo en que se acomodan los granos y el espacio libre que dejan entre sí. Se determinó según normas establecidas y se empleó una balanza de Schopper (Resolución N.º 1075/94, Ex-Secretaría de Agricultura y Pesca de la Nación). Se estableció por separado el peso hectolítrico de trigo y de trigo con 50 ppm de TD (0,025 g de TD / 500 g de trigo) a fin de establecer la variación en el peso hectolítrico causada por la TD. Para realizar el cálculo del porcentaje de adherencia se tamizó trigo mediante una zaranda ASTM N.º 10 (con malla de 2 mm de abertura) para eliminar las impurezas. Luego, en un recipiente de 1 L con tapa, se mezclaron 250 g de trigo limpio con 1000 ppm de cada una de las TD (0.25 g de TD / 250 g de trigo) y se agitó en forma manual durante un minuto para distribuir uniformemente la TD. Posteriormente, 100 g de cada mezcla fueron tamizados enérgicamente, durante un minuto empleando un tamiz N.º 10, con tapa y base. Se dejó decantar durante un minuto, se pesó el material presente en la base de la zaranda y se calculó el porcentaje de TD adherido al grano.

RESULTADOS

Bioensayos

Los bioensayos con TDs obtenidas de tres yacimientos locales (LJ, RN 1 y RN 2) y dos TDs comerciales (San Juan y Permaguard®), se realizaron mediante la comparación de dos concentraciones de TD (700 y 1500 ppm) y se evaluó la mortalidad a los 7 y 14 días de exposición (tablas 1 y 2).

Para *T. castaneum*, con la dosis de 700 ppm no se detectaron diferencias significativas entre las TDs ensayadas, con valores de mortalidad que no superaron el 14% (Permaguard®) a los 7 días. Luego de 14 días de exposición a las diferentes muestras de TDs, los valores de mortalidad

TD	<i>T. castaneum</i>		<i>R. dominica</i>		<i>S. oryzae</i>	
	7 días	14 días	7 días	14 días	7 días	14 días
Permaguard®	14,00 ± 4,00 a A	82,00 ± 3,74 a B	93,62 ± 4,26 a A	97,78 ± 2,22 a A	83,34 ± 4,76 a A	100,00 ± 0,00 a B
La Josefina	4,00 ± 2,45 a A	34,00 ± 2,45 b B	85,11 ± 6,38 a A	93,33 ± 4,44 a A	85,72 ± 8,75 a A	100,00 ± 0,00 a A
RN. 1	4,90 ± 2,00 a A	4,90 ± 2,00 c A	40,43 ± 2,61 b A	57,78 ± 2,22 b B	42,86 ± 10,24 b A	60,00 ± 12,29 b A
RN. 2	10,61 ± 4,76 a A	12,65 ± 4,93 c A	14,89 ± 3,36 c A	28,89 ± 4,44 c B	30,95 ± 4,46 b A	85,71 ± 7,83 a B
San Juan	1,63 ± 1,63 a A	3,26 ± 2,00 c A	8,93 ± 3,65 c A	19,99 ± 6,48 c A	35,71 ± 10,38 b A	71,43 ± 9,04 a B

Tabla 1. Porcentaje de mortalidad (media + EEM) de las especies *Tribolium castaneum*, *Rhyzopertha dominica* y *Sitophilus oryzae* a los 7 y 14 días de exposición a granos de trigo tratados con 700 ppm de tierras de diatomeas.

Valores seguidos por la misma letra en la columna no difieren estadísticamente entre sí. Prueba de Tukey ($P < 0,05$).

Diferentes letras mayúsculas en cada fila indican diferencias significativas en la mortalidad producida por la TD a los 7 y a los 14 días de exposición.

TD	<i>T. castaneum</i>		<i>R. dominica</i>		<i>S. oryzae</i>	
	7 días	14 días	7 días	14 días	7 días	14 días
Permaguard®	58,00 ± 11,13 a A	100,00 ± 0,00 a B	91,49 ± 6,20 a A	95,56 ± 4,44 a A	85,72 ± 4,46 a A	100,00 ± 0,00 a A
La Josefina	16,00 ± 6,00 b A	98,00 ± 2,00 a B	78,72 ± 3,36 a A	88,89 ± 3,51 a A	88,10 ± 3,77 a A	100,00 ± 0,00 a A
RN. 1	3,67 ± 3,67 b A	6,94 ± 3,39 b A	29,79 ± 7,22 b A	42,22 ± 8,17 b A	66,67 ± 4,45 a A	82,86 ± 5,35 b B
RN. 2	5,31 ± 3,63 b A	16,33 ± 3,82 b A	10,64 ± 4,25 b A	17,78 ± 8,31 b A	76,19 ± 8,42 a A	97,14 ± 2,86 a A
San Juan	6,94 ± 3,39 b A	8,57 ± 2,92 b A	17,02 ± 6,20 b A	31,11 ± 5,44 b A	83,34 ± 2,92 a A	100,00 ± 0,00 a B

Tabla 2. Porcentaje de mortalidad (media + EEM) de las especies *Tribolium castaneum*, *Rhyzopertha dominica* y *Sitophilus oryzae* a los 7 y 14 días de exposición a granos de trigo tratados con 1500 ppm de tierras de diatomeas.

Valores seguidos por la misma letra en la columna no difieren estadísticamente entre sí. Prueba de Tukey ($P < 0,05$).

Valores seguidos por letras mayúsculas comparan la mortalidad producida por la TD a los 7 y a los 14 días de exposición.

fueron significativamente diferentes para Permaguard® (82%) y LJ (34,00%), mientras que los resultados obtenidos con las muestras restantes no variaron significativamente en función del tiempo (tabla 1).

A la dosis más alta (1500 ppm), a los 7 días se obtuvo 58% de mortalidad con Permaguard®, en tanto que con las TDs locales los porcentajes de mortalidad fueron muy bajos. Sin embargo, el porcentaje de mortalidad obtenido con LJ alcanzó el 98% a los 14 días, similar al resultado obtenido con Permaguard® (100%) y la eficacia de las restantes TDs no varió significativamente con mayor tiempo de exposición (tabla 2). Los valores de mortalidad para *R. Dominica* superaron el 85% a los 7 días, tanto con LJ como con Permaguard® (700 ppm), sin diferencias significativas entre ambas TDs ni en función del tiempo. Estos valores fueron significativamente diferentes para las otras TDs en ambos períodos de ensayo. Valores intermedios de mortalidad se obtuvieron para RN 1, con diferencias significativas a los 7 y 14 días (tabla 1).

A mayor dosis no se observaron diferencias significativas en la mortalidad entre LJ y Permaguard®; ambas significativamente diferentes del resto de las TDs, tanto a los 7 como

a los 14 días. No se observaron diferencias significativas en la mortalidad de *R. dominica* en función del tiempo de exposición, con ninguna de las TDs ensayadas (tabla 2). En cuanto a la especie más susceptible, *S. oryzae*, a los 7 días se obtuvieron valores de mortalidad superiores al 80% a la dosis más baja, tanto con Permaguard® como con LJ, que alcanzaron el 100% a los 14 días. A los 7 días, se obtuvieron resultados significativamente diferentes con las otras TDs, que a su vez mostraron incrementos significativos en la mortalidad a los 14 días (excepto RN 1), sin diferencias significativas con Permaguard® y LJ a los 14 días (tabla 1). A la dosis más alta, no se observan diferencias significativas a los 7 días. A mayor tiempo de exposición, se alcanzan valores aproximados al 100%, excepto para RN 1 (tabla 2).

Determinaciones fisicoquímicas

Los parámetros físico-químicos analizados en las TDs provenientes de yacimientos locales y su comparación con dos TDs comerciales (San Juan y Permaguard®) se muestran en la tabla 3, junto con los valores de referencia sugeridos por Korunic (1997).

La densidad aparente compactada de LJ fue de 270 g/L, y la de Permaguard® de 286 g/L. En el resto de las TDs, los valores superaron ampliamente los del valor de referencia (≤ 300) y variaron entre 370 y 1005 g/L. El pH de las muestras de LJ, RN 1 y Permaguard® fue menor o igual a 8,5, en tanto que las muestras de RN 2 y SJ, fueron las de mayor pH. Con respecto a la disminución del peso hectolítrico, todas las TDs analizadas mostraron valores relativamente bajos ($\leq 2,0$ Kg/hL). En la determinación de la adherencia, se obtuvieron valores similares para LJ y Permaguard® (88,3% y 88,1% respectivamente), con valores inferiores para las restantes TDs (73,4 - 83,6%). En cuanto a las características de los yacimientos, sólo se tuvo acceso a la cantera La Josefina, en la que los depósitos se desarrollan de manera mantiforme en una franja de 80 km en dirección N-S y 40 km E-O, con espesores variables que superaron, en algunos sectores, los dos metros. Generalmente presenta intercalaciones de delgados estratos de ceniza volcánica. Los mantos con mayor contenido de frústulos de diatomeas corresponden a los que se hallan debajo de las coladas basálticas que coronan las mesetas en la zona (De Giusto, comunicación personal).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El análisis de la mortalidad (tablas 1 y 2) evidencia que la TD Permaguard® y la extraída del yacimiento LJ, poseen una actividad semejante sobre las tres especies estudiadas, excepto a 700 ppm de LJ en *T. castaneum*. La baja eficacia de las TDs restantes no se modifica con la concentración y es importante destacar que estas TDs contenían abundante cantidad de arcilla (De Giusto, comunicación personal). Las muestras de TD locales no fueron purificadas, a diferencia de Permaguard®, que es un producto comercial. En los ensayos con *R. dominica*, los mayores porcentajes de mortalidad se obtuvieron con Permaguard® y LJ, con resultados similares a 700 y 1500 ppm que son valores significativamente diferentes de los obtenidos con las restantes TDs. Sólo RN 1 presentó actividad insecticida intermedia, que tampoco varió con la concentración. En

cuanto a *S. oryzae*, la especie más susceptible, todas las TDs fueron efectivas a 700 ppm, excepto RN 1. En concordancia con los resultados de otros autores (Aldryhim, 1990; Mewis & Ulrichs, 2001; Korunic & Fields, 2006), *R. dominica*, *S. oryzae* y *T. castaneum* muestran diferente susceptibilidad a la TD. *T. castaneum* es la especie más tolerante, *R. dominica* presenta valores intermedios de susceptibilidad, en tanto que *S. oryzae* es la especie más susceptible.

En cuanto al empleo de parámetros físico-químicos para la predicción de la capacidad insecticida de las TDs, Korunic (1997), destacó la utilidad de ciertos parámetros tales como la densidad aparente compactada, el pH, el efecto sobre el peso hectolítrico y la adherencia al grano de trigo como parámetros predictivos más relevantes. Tanto Permaguard®, una TD comercial ampliamente utilizada en nuestro país, como las muestras obtenidas del yacimiento LJ mostraron valores de DAC y pH, cercanos a los propuestos por Korunic (1997). En cuanto a la adherencia al grano de trigo, todas las tierras de diatomeas ensayadas mostraron valores aceptables. Sin embargo, los valores de la disminución del peso hectolítrico fueron inferiores a 2,5 kg/Hl para todas las TDs analizadas. El peso hectolítrico es considerado un atributo de calidad en los cereales, valores altos del mismo se relacionan con granos de trigo que rinden mayores porcentajes de harina. Asimismo, los granos "chuzos" que no alcanzaron un desarrollo normal (ya sea por enfermedades, sequías u otras adversidades) tienen bajos valores, es por ello que los estándares de comercialización castigan a los cereales con valores bajos de peso hectolítrico, rebajando su precio o rechazando la mercadería. Las muestras del yacimiento LJ tendrían un potencial insecticida semejante al de Permaguard®, de calidad intermedia, en tanto que las restantes tierras de diatomeas ensayadas tendrían una capacidad inferior.

Este es el primer trabajo que evalúa la capacidad insecticida de tierras de diatomeas obtenidas de yacimientos locales. La predicción del potencial insecticida en base a parámetros físico-químicos resulta sencilla, rápida y de bajo

Determinaciones físico-químicas	Tierras de diatomeas					Valores de referencia (1)
	Permaguard®	La Josefina	RN. 1	RN. 2	San Juan	
Densidad aparente Compactada (g/l)	286	270	370	550	1005	≤ 300
pH	8	8,4	8,5	8,7	8,8	$\leq 8,5$
Disminución Peso Hectolítrico (kg/hl)	2,2	2	1,8	1,6	1,5	$> 2,5$
Adherencia al grano de trigo(%)	88,1	88,3	83,6	80,4	73,4	≥ 70

Tabla 3. Parámetros físicoquímicos de tierras de diatomeas locales.

n = 2

¹En la última columna se muestran los valores de referencia de estos parámetros (Korunic, 1997).

costo y permitiría determinar las etapas de purificación necesarias. Estas estimaciones mostraron concordancia con los resultados de las pruebas biológicas.

La explotación de yacimientos locales de TD se beneficiaría con un importante valor agregado incorporando la utilización de este producto para el control de insectos. Por ello, se propone una evaluación preliminar determinando los parámetros fisicoquímicos, y su posterior verificación de eficacia de la TD purificada mediante bioensayos. Dada la gran variabilidad en susceptibilidad reportada para diferentes poblaciones de *T. castaneum*, la selección óptima de la TD o mezcla de TD a utilizar, debería efectuarse empleando ejemplares de la población a controlar. Asimismo, es probable que la combinación de una TD con alta capacidad de absorción/adsorción, junto con otra por ejemplo, de menor tamaño de partícula, resulte en una mayor eficacia insecticida. El avance en estas investigaciones contribuirá a reducir el empleo de insecticidas químicos, lo que es de especial importancia en el mercado de productos orgánicos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado con el aporte de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica a través del PICT 2004-25479. Se agradece a la Ing. Agr. Marilina Basso por su colaboración en la realización de los bioensayos.

BIBLIOGRAFÍA

- ALDRYHIM, Y.N. 1990. Efficacy of the amorphous silica dust, Dryacide, againsts *Tribolium confusum* Duv. and *Sitophilus granarius* (L.). (Coleoptera: Tenebrionidae and Curculionidae). J. Stored Prod. Res. 26 (4), 207-210.
- ALLEN, F. 1972. A natural earth that controls insects. Org. Gard. & Farm. 19, 50-56.
- AKBAR, W.; LORD, J.; NECHOLS, J.; HOWARD, W. 2004. Diatomaceous earth increases the efficacy of *Beauveria bassiana* against *Tribolium castaneum* larvae and increases conidia attachment. J. Econ. Entomol. 97 (2), 273-280.
- ARNAUD, L.; LANG, H.T.T.; BROSTAU, Y.; HAUBRUGE, E. 2005. Efficacy of diatomaceous earth formulations admixed with grain against populations of *Tribolium castaneum*. J. of Stored Prod. Res. 41 (2), 121-130.
- ARTHUR, F.H. 2000. Toxicity of diatomaceous earth to red flour beetles and confused flour beetles (Coleoptera: Tenebrionidae): Effects of temperature and relative humidity. J. of Econ. Entomol. 93 (2), 526-532.
- ATHANASSIOU, C.G.; KAVALLIERATOS, N.G.; MELETSIS, C.M. 2007. Insecticidal effect of three diatomaceous earth formulations, applied alone or in combination, against three stored-product beetle species on wheat and maize. J. of Stored Prod. Res. 43 (4), 330-334.
- ATHANASSIOU, C.G.; KORUNIC, Y.Z. 2007. Evaluation of two new diatomaceous earth formulations, enhanced with abamectin and bitterbarkomycin, against four stored-grain beetle species. J. of Stored Prod. Res. 43, 468-473.
- BLOMQUIST, G.J.; BAGNERES, A-G. 2010. History and overview of insect hydrocarbons. pp 3-18. En: Insect Hydrocarbons: Biology, Biochemistry and Chemical Ecology, Cambridge Press. G. J. Blomquist and A-G Bagnères (Eds.).
- CASSINI, C.; RODRIGUEZ, J.; BARTOSIK, R.; PEIRETTI, J.; CABRAL, G. 2005. TRIGO Eficiencia de Cosecha y Postcosecha de granos. Manual Técnico N.º 1. Sección Postcosecha. Ediciones INTA. 120 pp.r
- COSTA, J.J.; MARGHERITIS, A.E.; MARSICO, O.J. 1974. Introducción a la Terapéutica Vegetal. Editorial Hemisferio Sur. Primera Edición. 534 pp.
- DAL BELLO, G.; PADÍN, S.; JUÁREZ, P.; PEDRINI, N.; DE GIUSTO, M. 2006. Biocontrol of *Acanthoscelides obtectus* and *Sitophilus oryzae* with diatomaceous earth and *Beauveria bassiana* on stored grains. Biocontrol Science and Technology. 16 (1), 215-220.
- DAL BELLO, G.; FUSÉ, C.; JUÁREZ, P.; PEDRINI, N.; IMAZ, A.; PADÍN, S. 2011. Insecticidal effect of fenitrothion, diatomaceous earth and *Beauveria bassiana* against Coleopteran pests on stored grain. Integrated Protection of Stored Products IOBC/wprs Bulletin Vol. 69, 175-180
- DESCAMPS, L.R.; REVIRIEGO, M.E.; SUÁREZ, A.A.; FERREIRO, A.A. 2004. Reproducción de *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) y de *Tribolium castaneum* Herbst. (Coleoptera: Tenebrionidae) en cultivares de trigo argentinos Bol. San. Veg. Plagas, 30 (1), 171-176.
- FEDERAL REGISTER. <https://www.federalregister.gov/>
- FIELDS, P.G. 1992. The control of stored product insects and mites with extreme temperatures. J. Stored Prod. Res. 28 (2), 89-118
- FIELDS, P. 2006. Alternatives to chemical control of stored-product insects in Temperate regions. 9th International Working Conference on Stored Product Protection pp 653 - 662.
- FIELDS, P.; KORUNIC, Z. 2000. The effect of grain moisture content and temperature on the efficacy of diatomaceous earths from different geographical locations against stored-product beetles. J. Stored Prod. Res. 36 (1), 1-13.
- GIBBS, A.G. 1998. Water-proofing properties of cuticular lipids. *Am Zool.* 38, 471-482.
- GOLOB, P. 1997. Current Status and Future Inert Dusts for Control of Insects J. Stored Prod. Res. 33 (1), 69-79.
- HADLEY, N.F. 1994. *Water relations of terrestrial arthropods*. San Diego, California, Academic Press. 356 pp
- JUÁREZ, M.P. 1994. Inhibition of cuticular lipid synthesis and its effect on insect survival. *Arch Insect Biochem Physiol.* 25 (3), 177-191.
- JUÁREZ, M.P.; CALDERÓN FERNÁNDEZ, G. 2007. Cuticular hydrocarbons of triatomines. *Comp. Biochem. and Physiol. Molecular and Integrative Physiology* 147, 711-130.
- KORUNIC, Z. 1997. Rapid assessment of the insecticidal value of diatomaceous earths without conducting bioassays. J. Stored Prod. Res. 33 (3), 219-229.
- KORUNIC, Z. 1998. Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. J. of Stored Prod. Res. 34 (2/3), 87-97.
- KORUNIC, Z.; FIELDS, P. 2006. Susceptibility of three species of *Sitophilus* to diatomaceous earth. 9th International Working Conference on Stored Product Protection. pp 681-685.
- LORD, J.F. 2001. Desiccant dusts synergize the effect of *Beauveria bassiana* (Hyphomycetes: Moniliales) on stored-grain beetles. J. of Econ. Entom. 94, 367- 372.
- LORD, J.F. 2005. Stored grain and flour insects and their management. En: *Encyclopedia of Entomology*. Part 19. pp 2133-2138. Springer Netherlands Publishers.
- LORD, J.F. 2007. Desiccation increases the efficacy of *Beauveria bassiana* for stored-grain pest insect control. J. Stored Prod. Res. 43 (4), 535-539.
- MEWIS, I.; ULRICHS, M. 2001. Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests *Tri-*

bolium confusum, *Tenebrio molitor*, *Sitophilus granarius* and *Plodia interpunctella*. *J. Stored Prod. Res.* 37(1), 153-164

PADÍN, S.; DAL BELLO, G.; VASICEK, A. 1995. Potencial bioinsecticida de hongos entomopatógenos de plagas en granos almacenados. *Revista de la Facultad de Agronomía de Buenos Aires (UBA)* 15 (1), 1-7.

PADÍN, S.; DAL BELLO, G.; FABRICIO, M. 2002. Grain loss caused by *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae* and *Acanthoscelides obtectus* in stored durum wheat and beans treated with *Beauveria bassiana*. *J. Stored Prod. Res.* 38 (1), 69-74.

PEDRINI, N.; JUÁREZ, M.P.; CRESPO, R. 2007. Biochemistry of insect epicuticle degradation by entomopathogenic fungi. *Comp. Biochem. and Physiol. Toxicology & Pharmacology* 146, 124-137.

QUARLES, W. 1992. Diatomaceous earth for pest control. *IPM Practitioners* 14 (5/6), 1-11.

EX - SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA DE LA NACIÓN.

REPUBLICA ARGENTINA. Resolución N.º 423/92 Reglamenta la producción y elaboración de alimentos orgánicos, ecológicos o biológicos.

EX - SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA DE LA NACIÓN.

REPUBLICA ARGENTINA. Resolución N.º 1075/94. Normas de calidad para la comercialización de granos y subproductos. Norma XXVI. Metodologías varias. P 140.

SUBRAMANYAM, B.H.; ROESLI, R. 2000. *Inert dusts*, pp. 321-380. *En: Alternatives to pesticides in stored-product IPM*. Subramanyam, B.H. and Hagstrum, D.W. (eds.). Kluwer Academic Publishers, Boston, Massachusetts.

WHO, 2009. The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification; IPCS-IOMC: 81pp

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY MINERALS YEAR-BOOK. 2011. Vol. I: Metals and Minerals. U.S. Department of Interior. U.S. Geological Survey. URL: <http://usgs.gov/default.asp>.

Tierras elegibles para cultivos forestales según el protocolo de Kyoto en dos partidos de la provincia de Buenos Aires, Argentina

Lupi, A.M.; Angelini, M.; Ferrere, P.

Caracterización de la oferta de recursos forestales del partido de Balcarce, provincia de Buenos Aires

Mónaco, M.; Laclau, P.

Dinámica del crecimiento de una pastura de agropiro alargado de acuerdo con la época de fertilización nitrogenada

Fernández Grecco, R.

La actividad peroxidasa en caña de azúcar (*Saccharum spp*): evolución temporal de la reacción y su posible rol en la resistencia a la roya marrón (*Puccinia melanocephala*, H&P Sydow)

Machado Assef, C.R.; Collavino, N.G.; Daz, M.; Pocióf, M.I.; Mariotti, J.

Presencia de *Phomopsis sp.*, agente causal del tizón del orégano (*Origanum vulgare*) en Córdoba, Argentina

Yossen, V.; Conles, M.; Cragolini C.

El cultivo de trigo en la región semiárida bonaerense: impacto sobre algunas propiedades químicas del suelo

Duval, M.; Galantini, J.; Iglesias, J.; Krüger, H.

Método para la determinación del volumen de una muestra de granos de arroz empleando procesamiento digital de imágenes

Cleva, M.S.; Sampallo, G.M.; Gonzalez Thomas, A.O.; Acosta, C.A.

Epidemiología de los nematodos gastrointestinales en caprinos lecheros en los valles templados del NOA, Argentina

Suarez, V.H.; Fondraz, M.; Vñabal, A.E.; Martínez, G.M.; Salatin, A.O.

Reconocimiento de insectos potencialmente perjudiciales en *Bactris gasipaes* H.B.K. (Arecaceae) en el corregimiento El Tapón, municipio de Tadó-Chocó, Colombia

Ruiz B.A.; Martínez, M.; Medina, H.H.

Evaluación de la actividad insecticida de tierras de diatomeas de yacimientos argentinos

Fusé, C.B.; Villaverde, M.L.; Padín, S.B.; De Giusto, M.; Juárez, M.P.



Ministerio de
Agricultura, Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Rivadavia 1439 (C1033AAE) - Buenos Aires