

CARNES ALTERNATIVAS:
símbolo de las economías regionales

TECHOS VERDES,
una estrategia frente
al cambio climático

ENTREVISTA A JORGE ERRECALDE
“Sin animales sanos, la salud
del hombre no es posible”



Bacterias multirresistentes: una amenaza oculta que crece



ISSN 0325-8718
ISSN 1669-2314

Institución Editora:
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Cuatrimestral

Vol. 43 N.º 1
Abril 2017, Buenos Aires, Argentina

Propiedad Intelectual
Propiedad Intelectual N.º 5231354

SEDE EDITORIAL

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

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

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

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

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

Impreso en ErreGé & Asociados
erregeyasoc@aol.com

MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL INTA

Presidente:

Méd. Vet. Amadeo Nicora

Vicepresidente:

Ing. Mariano Miguel Bosch

Consejeros Nacionales:

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

Director Nacional:

Ing. Agr. Héctor Espina

Directores Nacionales Asistentes:

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

DNA de Relaciones Institucionales
Dra. Ana Cipolla

DNA Planificación, Seguimiento y Evaluación
Dra. Susana Mirassou

DNA Organización y RR.HH.
Dra. Hebe Julián

DNA Administración CPN
Lic. Rosendo Tarsetti

Coordinadores Nacionales:

CN de Transferencia y Extensión
Ing. Ftal. Diego Ramilo

CN de Investigación y Desarrollo
Dr. Fernando Fernández

CN de Vinculación Tecnológica
Ing. Adolfo Luis Cerioni

STAFF

Dirección:

Dra. Norma Pensel
Lic. Máximo Bontempo

Coordinación editorial:

Periodista Giselle Miquet

Asistente editorial:

Lic. y Mg. Clarisa Campora
Lic. Mario Migliorati

COMITÉ EDITORIAL

Presidente:

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

Vocales:

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

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

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

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

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

Dr. Carlos Hernán Moscuza. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN). Argentina

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

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

COMITÉ ASESOR

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

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

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

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

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

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

Producción Editorial:

Asesores técnicos y de contenido:
Ing. Agr. Cristian Zuchini
Dr. Martín Irurueta

Diseño y Edición:

Comunicación Visual, Gerencia de Comunicación e Imagen Institucional

Fotografía:

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 Agroindustria
Presidencia de la Nación

Resistencia a los antimicrobianos

El descubrimiento y desarrollo de los agentes antimicrobianos fue uno de los avances científicos más importantes del siglo XX, que permitió derrotar a enfermedades infecciosas que afectaban a los seres humanos, a los animales y a los vegetales. Su utilización en producción animal forma parte de las estrategias y tecnologías que contribuyen a aumentar la eficiencia productiva y el bienestar de las especies animales de interés pecuario y, por ende, de la producción de alimentos necesarios para satisfacer la demanda mundial.

Sin embargo, el uso inadecuado de estos principios ya sea en poblaciones humanas o animales ha generado la aparición de especies bacterianas resistentes a su acción. Cuando esas bacterias generan resistencia contra múltiples drogas se produce una peligrosa situación sanitaria, ya que el descubrimiento de nuevos principios para combatirlos es lento y no está garantizado, dificultando por tanto el tratamiento del agente bacteriano multiresistente. Este fenómeno tiene importantes implicancias en la salud de las personas, de los animales y en la inocuidad de los alimentos, con consecuencias sobre los sistemas de producción y subsistencia, así como en el desarrollo económico y agropecuario de los países.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura -FAO- subrayó que “la propagación de la resistencia antimicrobiana -AMR- se considera una amenaza para los avances de la medicina a lo largo del siglo XX y está asociada con un aumento de la mortalidad, enfermedades más graves y prolongadas en el ser humano y en los animales, pérdidas de producción en la agricultura, la producción pecuaria y la acuicultura, así como una merma de los medios de subsistencia y de la seguridad alimentaria”.

A su vez, la FAO identificó las deficiencias que originan este problema:

- El uso indiscriminado de antimicrobianos a fin de compensar malas prácticas agrícolas y la mala gestión.
- La falta de conciencia sobre las mejores prácticas que lleva al uso excesivo o inapropiado de antimicrobianos, promueve la propagación de la AMR y tiene como resultado un aumento de la gravedad de las patologías, enfermedades prolongadas y más muertes.
- La falta de regulación y de supervisión en la producción, uso y venta de antimicrobianos, incluidas la venta en tiendas y en internet, fomentan la producción y la disponibilidad de medicamentos de calidad inferior. Esto hace que los antimicrobianos sean fácilmente accesibles, lo que a su vez estimula el uso inadecuado y excesivo.
- En muchas partes del mundo existen considerables lagunas de conocimiento en cuanto a la magnitud del

uso y resistencia de los antimicrobianos. Esto dificulta el diseño de estrategias de control y la planificación de métodos eficaces de medir el progreso hacia la mitigación de la AMR.

En 2010 la FAO, la Organización Mundial de la Salud -OMS- y la Organización Mundial de la Sanidad Animal -OIE- se vincularon en una Alianza Tripartita orientada a controlar los riesgos sanitarios de la interfaz hombre-animal-medio ambiente a través del desarrollo de herramientas comunes que faciliten la implementación del concepto “una sola salud”. En 2015 la OMS publicó un plan de acción mundial sobre la resistencia a los antimicrobianos, que tiene como objeto garantizar a largo plazo la vigencia de los tratamientos de las enfermedades infecciosas con antibacterianos eficaces y propone medidas que deben implementarse en los próximos 5 a 10 años. La OIE contribuyó a la elaboración de este plan en los aspectos asociados al uso de antimicrobianos en los animales destinados a la alimentación y sus 180 países miembros se comprometieron a respaldar el plan mundial de la OMS a través de la Resolución N.º 26 de la OIE, de mayo de 2015. A su vez, la Asamblea General de la ONU celebró en setiembre de 2016 una reunión sobre resistencia a los antimicrobianos pidiendo al Secretario General que estableciera un grupo ad hoc de Coordinación Interinstitucional sobre Resistencia a los Antimicrobianos, en consulta con la OMS, la FAO y la OIE.

A nivel regional el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura -IICA- visualiza el problema como prioritario para ser trabajado en los países miembros, impulsando en ellos la formación de comisiones nacionales que puedan construir un programa de vigilancia epidemiológica para controlar este problema. En este aspecto existe un convenio de Cooperación entre el Consejo Agropecuario del Sur -CAS-, el Comité Veterinario Permanente del Cono Sur -CVP- y el IICA dentro del cual se identificó el manejo del riesgo de la resistencia antimicrobiana como uno de los temas de trabajo en su planificación anual. Se propone concertar y describir una estrategia regional para el estudio e investigación del problema y propuestas de control basadas en el conocimiento y experiencia internacional.

Al INTA le corresponde la importante función de apoyar técnicamente el accionar de las comisiones de estudio sobre el tema, así como participar en la ejecución de las actividades de investigación, transferencia y capacitación planificadas dentro de estas. Cuenta para ello con capacidades técnico-científicas de excelencia radicadas en centros de investigación y regionales que toman en cuenta los sistemas productivos particulares de las diferentes regiones agroecológicas argentinas.

Actualidad en I+D

Editorial

2 Resistencia a los antimicrobianos

El uso inadecuado de estos principios en poblaciones humanas o animales ha generado la aparición de especies bacterianas resistentes a su acción. Su resistencia produce una peligrosa situación sanitaria y el descubrimiento de nuevos principios para combatirlas es lento y no está garantizado.

5 Pastillas

Un breve resumen de las noticias más sobresalientes.

Notas

6 Bacterias multirresistentes: una amenaza oculta que crece

La aparición de cepas resistentes a los antibióticos plantea retos a la comunidad científica. Especialistas argentinos consideran que el abuso y la mala administración de antimicrobianos tiene consecuencias tanto para la agricultura como para la salud pública.

11 Carnes alternativas: símbolo de las economías regionales

La producción de especies alternativas, autóctonas o exóticas tiene futuro en el país. En la actualidad el crecimiento de la demanda resulta alentador para los emprendedores que apuestan al mercado de estos productos no convencionales.

16 Techos verdes, una estrategia frente al cambio climático

Ayudan a mejorar el ambiente y el microclima de las ciudades al aumentar las zonas de amortiguación de los gases de efecto invernadero y reducir el calor con el consecuente ahorro energético.

20 "Sin animales sanos, la salud del hombre no es posible"

El investigador Jorge Errecalde realiza un diagnóstico sobre los antimicrobianos donde reconoce que los mecanismos de resistencia emergentes son cada vez más complejos y se requiere de nuevos métodos para la detección temprana y confirmación.

Trabajos

Revisión

24 Resistencia a los antihelmínticos en nematodos intestinales que parasitan a los equinos en la Argentina

Anziani O.; Arduzzo G.

36 Especies de virus y pulgones encontrados en cultivos de Frutilla en Argentina

Dughetti, A.C.; Kirschbaum, D.S.; Conci, V.C.

Artículos

51 Evaluación ambiental y planificación de la expansión agropecuaria y forestal en la cuenca del río Miriñay

Ginzburg, R.; Torrella, S. A.; Menéndez, A.; Sabarots Gerbec, M.; Rujana, M.

59 Epidemiología y efecto de las parasitosis internas en la recría bovina en la región del pastizal serrano del NOA

Suarez, V.H.; Viñabal, A.E.; Bassanetti, A.; Bianchi, M.I.

67 Control químico de *Pythium* spp. asociados con plántulas de soja

Grijalba, P.E.; Ridao, A. del C.

72 Bovinos machos jóvenes castrados versus enteros; calidad de carne y propiedades del tejido conectivo

Latorre, M.E.; Lezzi, S.; Christensen S.; y Purslow P. P.

78 Vegetación espontánea en el cinturón hortícola platense hospedante de Thripidae (Thysanoptera) vectores de Tospovirus

Carrizo, P.I.; Amela García, M.T.

92 Análisis de la consanguinidad de la población de bovinos Holando inscriptos en el sistema de Control Lechero Oficial de la República Argentina

Andere, C.I.; Rubio, N.; Rodríguez, E.; Aguilar, I.; Casanova, D.

Políticas de Publicación

<http://ria.inta.gob.ar>

Acceso abierto

RIA es una publicación de acceso abierto, lo que significa que todo el contenido está disponible gratuitamente. Los usuarios pueden leer, descargar, copiar, distribuir, imprimir, buscar o vincular los textos completos de los artículos en esta revista sin pedir permiso previo del editor o el autor, aunque se agradecerá informarlo a revista.ria@inta.gob.ar. Esto está de acuerdo con la definición BOAI de acceso abierto.

Autores

Los investigadores deberán tener en cuenta las normativas de redacción de la Revista a la hora de enviar su artículo y deberán aceptar los "términos y condiciones".

Autoría del trabajo

Según la OMPI, "la propiedad intelectual tiene que ver con las creaciones de la mente" y se divide en dos categorías: industrial y derecho de autor. RIA cuenta con la segunda, concesión que se encuentra contemplada dentro de los "términos y condiciones" de la publicación. En el caso de que el trabajo contenga más de un autor, quien suba el trabajo será el contacto con la revista y se hará responsable de mantener informados a sus coautores. La revista tomará las opiniones esgrimidas por ese autor como representativas de su equipo.

Responsabilidades

El autor-contacto deberá asegurar que la información del artículo sea válida y esté disponible para un análisis más profundo (en caso de ser necesario); aprobar y modificar en representación de su grupo el artículo de acuerdo a las observaciones de los evaluadores; y facilitar la disponibilidad de datos, materiales y productos descriptos en el trabajo.

Sugerencias

Los autores de los trabajos pueden sugerir evaluadores para sus artículos, aunque la decisión sobre los réferis será realizada por el Comité Editorial de la publicación. Además, podrán también recomendar la exclusión de determinados evaluadores o instituciones.

Naturaleza de materiales presentados

Todo el material suministrado a la revista debe ser original y no haber sido enviado a otras publicaciones. Esta publicación acepta el envío de material que haya formado parte de una tesis académica publicada de acuerdo a los estándares solicitados por la entidad educativa. Si el autor decidiera utilizar figuras usadas anteriormente o en otra publicación, deberá presentar un documento en el que se asegure que la entidad que tiene el derecho sobre esas imágenes dio su permiso para utilizarlas en esta revista. Los editores de RIA consideran de buena fe que todo el material enviado para publicación cuenta con los permisos necesarios para ser difundidos.

Conflictos de interés

La transparencia en las actividades que tiene a su cargo la Revista es fundamental para la consolidación de su buen

nombre en los ámbitos científico-tecnológicos internacionales, por lo cual, RIA requiere a los autores de los artículos una declaración de conflicto de intereses (incluida en los "términos y condiciones"). En el caso de que los hubiese, el artículo será acompañado de una llamada de atención. Por otra parte, la revista también exige a sus evaluadores informar posibles casos de conflicto de intereses a la hora de revisar un determinado artículo.

Tipos de conflicto

De acuerdo a la temática tratada en la Revista RIA, se ha decidido considerar el conflicto de interés en relación al aspecto monetario para la realización del artículo científico (esto incluye gastos de capacitación, empleo, maquinarias, etc.). Así, se considera que este tipo de conflicto puede perjudicar el juicio de un autor o evaluador sobre los documentos que escriba o revise (de acuerdo al caso que corresponda). Antes de enviar el artículo, por favor tenga en cuenta los cinco años previos.

- Financiación: se trata del soporte económico de la investigación (salarios, equipamiento, cobertura de capacitaciones, etc.) a través de organizaciones que puedan ganar o perder económicamente por la difusión del artículo.
- Empleo: pasado, presente o futuro empleo ofrecido por una organización que pueda ganar o perder económicamente a partir de la difusión del artículo.
- Intereses personales: acciones en compañías que puedan ganar o perder económicamente a partir de la difusión del artículo; o patentes cuyo valor pueda ser afectado por la publicación.

Confidencialidad

RIA asegura mantener la confidencialidad de los datos correspondientes a los artículos hasta el momento de su publicación. Si el material es rechazado, la confidencialidad se resguarda por tiempo indeterminado. En este sentido, también se les solicita a los autores que guarden reserva de los artículos enviados (siempre y cuando hayan sido aceptados para publicación) hasta el momento que la información se difunda vía digital o impresa.

Materiales y exámenes

Los materiales y los datos susceptibles de experimentación deben ser explicados claramente para que otras personas puedan replicar las mismas experiencias. Cualquier restricción a este punto, deberá ser informada a la revista. Se agradecerá explicar al lector el acceso a los datos o materiales del texto.

Ética en el uso de animales

Todo trabajo que involucre el uso de animales para experimentación debe cumplir las pautas nacionales e internacionales de Bienestar Animal.

Pastillas

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

Agroecosistemas

Frente a la amenaza de extinción de la loica pampeana, con una población menor a 28.000 individuos, investigadores trabajan en la conservación y preservación del hábitat donde impulsan un corredor de vida silvestre con ganadería sustentable.

Con el conocimiento de las consecuencias directas que tuvo la transformación de los pastizales pampeanos en el último siglo, esta investigación aplicada junto a otro proyecto que estudia los efectos de la agricultura orgánica y convencional sobre las aves de bordes en agroecosistemas del centro de Argentina, se proponen lograr una agricultura y ganadería sustentable y climáticamente resiliente para recuperar parte de sus poblaciones originales de esta especie.

Cría intensiva de cerdos

El crecimiento de la actividad porcina en confinamiento trae asociado el problema de la generación de efluentes que pueden contaminar o integrarse a la cadena productiva. Esto lleva a preguntarse qué hacer en sistemas de cría intensiva de cerdos donde se generan entre 10 y 16 litros de efluentes por madre por día. Un equipo de investigadores del INTA, de la Universidad Católica Argentina y la Universidad Nacional de Rosario, relevó más de 30 establecimientos en la provincia de Santa Fe y se encontró con que la mayoría de los casos no contaba con un tratamiento acorde a la normativa ambiental provincial.



Ardilla de vientre Rojo

Como en otros países, este roedor arbórea fue introducido en Argentina hace más de cuatro décadas en la región Pampeana con fines ornamentales pero, una vez liberado, comenzaron a surgir los problemas. En 10 localidades de las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe, productores y especialistas describen los daños que ocasiona a los sistemas productivos y ecosistemas. Más allá de su reconocido aspecto carismático, la invasión de la ardilla de vientre rojo provoca descortezamiento de árboles en plantaciones forestales, frutales y ornamentales, consume flores, frutos y semillas, y genera roturas de plásticos de sistemas de riego por goteo.

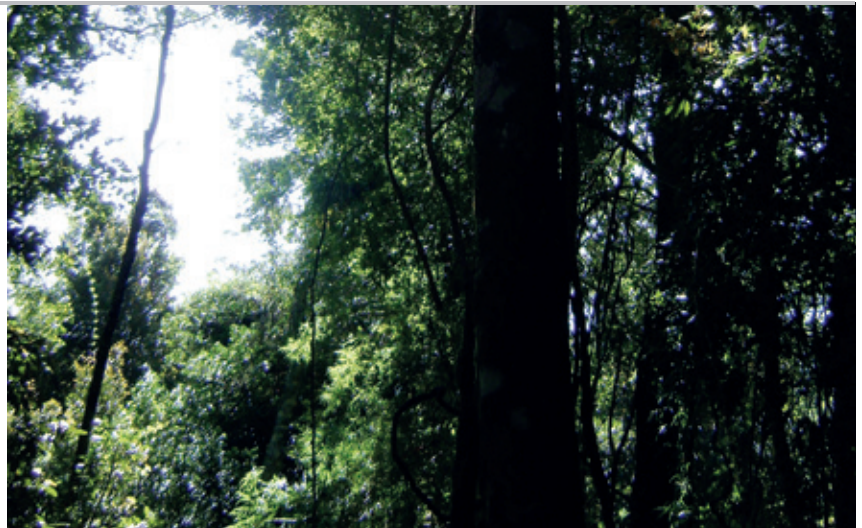


Emisiones de gases

Las primeras dos cámaras de ambiente controlado con las que cuenta el INTA ponen al país a la vanguardia del conocimiento de la producción de gases de efecto invernadero (GEI) en la región. Uno de los principales objetivos es medir la cantidad de emisiones de metano de animales rumiantes proveniente de la fermentación de los alimentos que consumen. Esto permite mejorar los cálculos de la huella de carbono de sistemas de producción ganadera. Ubicadas en el predio de la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) INTA Balcarce (Buenos Aires), cuentan con capacidad de obtener registros de los gases producidos por los animales bajo condiciones controladas.

Bosques nativos

En Argentina, como en América Latina, la actividad forestal basada en bosques nativos se desarrolló históricamente bajo un sistema extractivo y selectivo que contribuyó a la pérdida de biodiversidad, servicios ambientales y productos generados por los bosques. Según Luis Fornes, investigador de INTA Famaillá -Tucumán-, la disminución de la superficie de aprovechamiento forestal y de la existencia maderable por especie, principalmente en especies proveedoras de "maderas nobles", pone en peligro las poblaciones remanentes. Esta situación acentúa la fragmentación del paisaje y el abastecimiento sostenido de madera a los aserraderos y carpinterías, actividad tradicional de importancia para las economías regionales.





UN PROBLEMA EMERGENTE

Bacterias multirresistentes: una amenaza oculta que crece

El incremento en la aparición de cepas resistentes a los antibióticos plantea un serio reto a la comunidad científica. Estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) indican que, para 2050, esto podría tener importantes consecuencias tanto para la salud pública como para las actividades agropecuarias. El abuso y la mala administración de antibióticos en sistemas agropecuarios de producción intensiva aparecen entre las principales causas. Especialistas argentinos recomiendan buenas prácticas de manejo sanitario para minimizar los riesgos.

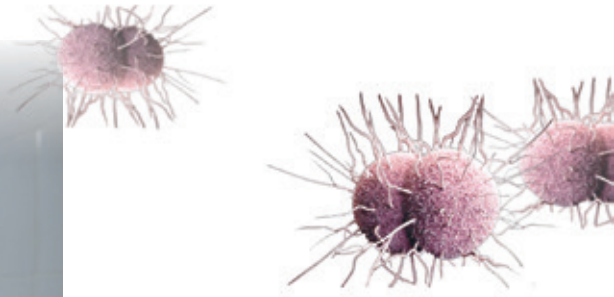
POR CECILIE ESPERBENT Y MARIO MIGLIORATI

Conocidas por causar algunas de las enfermedades más peligrosas del mundo, las bacterias están presentes en el 90 por ciento del cuerpo humano. Al contrario de la creencia popular, la residencia de las más de 10.000 especies diferentes de estos microorganismos –en la piel, en el sistema digestivo y en el respiratorio– ayuda a la salud. Sin embargo, también existe un grupo más reducido como *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter*, *Campylobacter spp.*, que es capaz de causar infecciones y enfermedades como

cólera y escarlatina, entre otras. Especialistas argentinos trabajan en la identificación y desarrollo de prácticas de manejo sanitario para minimizar los efectos.

Si bien existen en el planeta mucho antes que los animales y el hombre, en los últimos años, su capacidad de adaptación y velocidad de multiplicación –en solo 20 minutos, algunas especies de bacterias puede reproducirse y dar lugar a dos microorganismos nuevos–, sumado a un uso inadecuado de los antibióticos, derivó la aparición de cepas multirresistentes.

“La resistencia a los antimicrobianos es un problema realmente grave en América Latina y en el mundo. En países con alto consumo de antibióticos, las bacterias son más resistentes”, aseguró Alejandra Corso, jefa del Servicio Antimicrobianos del Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas –ANLIS “Dr. Carlos G. Malbrán”, quien advirtió: “Las bacterias tienen la facultad de mutar y transferir genes de resistencia, este último mecanismo no solo a individuos de la misma especie sino también a especies diferentes, por lo que cuanto mayor sea



La capacidad de adaptación y velocidad de multiplicación de las bacterias, sumado a un uso indiscriminado de antibióticos, derivó la aparición de cepas multirresistentes.

Buenas prácticas de manejo sanitario

el uso de antibióticos, mayor es la posibilidad que estos fenómenos ocurran”.

Según un informe elaborado en el marco del Seminario sobre Ciencia y Salud, realizado en 2016 en Boston –Estados Unidos–, en la actualidad, las infecciones por bacterias son la segunda causa de muertes humanas en el mundo y se estima que, para 2050, esa cifra ascendería a 10 millones de personas.

Ahora bien, la disponibilidad y el uso de antibióticos –en humanos, animales y cultivos– resultan fundamentales no solo para la salud, sino también para la productividad de los sistemas agropecuarios. Además, de acuerdo con la FAO “contribuyen a la seguridad alimentaria, la inocuidad de alimentos y el bienestar animal”. No obstante, su administración inadecuada y excesiva derivó en la aparición de cepas multirresistentes, lo que representa un problema creciente y plantea un gran desafío para la comunidad científica.

Sin embargo, hablar de multirresistencia no es lo mismo que hacer referencia a superbacterias. Según la OMS, si bien ambas tienen la capacidad innata de encontrar nuevas formas de resistir a los tratamientos y transmitir material genético, para las primeras puede desarrollarse algún producto nuevo, mientras que para las segundas no habría nada que pueda minimizar sus efectos.

Aunque el efecto protector del sistema inmunológico hace que la gran mayoría de estas bacterias sea inofensiva o beneficiosa, ante una situación de estrés algunas bacterias patógenas pueden causar enfermedades entéricas, respiratorias e infecciones mortales.

En la Argentina, no existen datos sistematizados sobre la cantidad de antimicrobianos utilizados en las diferentes especies animales. A escala mundial, se estima que la mitad de los antibióticos producidos se destinan a uso veterinario: el 80 por ciento corresponde a producciones intensivas de cerdos, aves y bovinos y un 5 por ciento a piscicultura. Asimismo, un porcentaje importante no se usa con fines terapéuticos, sino que se incorpora al alimento como aditivo promotor del crecimiento.

En este sentido, el bienestar animal en la cadena productiva pecuaria es un tema que, en este contexto, toma mayor relevancia en el sector productivo y científico debido a que el transporte de animales en las operaciones comerciales puede ser una etapa estresante en el establecimiento ganadero y puede contribuir significativamente al desarrollo de enfermedades.

Gustavo Zielinski resumió: “Es necesario procurar tener animales libres de la mayor cantidad de enfermedades posibles. Esto se logra con buenas prácticas de manejo que van desde conservar la higiene de las instalaciones, evitar que se mezclen distintos grupos de animales y de distintas edades, hasta gestionar la bioseguridad del sistema”.

Para Delia Enria, directora del Instituto Nacional de Enfermedades Virales Humanas “Dr. Julio I. Maiztegui”, “quizás uno de los problemas emergentes más importantes sea, precisamente, la resistencia bacteriana asociada a las superbacterias, para las cuales ya no hay antibióticos con el cual uno pueda tratar a los pacientes”.

En este sentido, Enria destacó: “Debemos prestar mucha más atención en nuestras prácticas cotidianas, porque en la medida que no podamos hacer un uso correcto de los antibióticos tendremos que prepararnos para que las superbacterias sean cada vez más frecuentes”.

Considerado como un escenario que está cada vez más cerca, “debemos es-

tar preparados para adquirir conocimientos sobre cómo se producen las variaciones en las bacterias y dónde están los puntos débiles para actuar”, analizó la Directora del Instituto Maiztegui.

Conocidos también como antimicrobianos, los antibióticos se usan tanto en la producción vegetal como en la animal para el tratamiento de enfermedades o con fines no terapéuticos –para promover el crecimiento animal–. En este contexto, organismos como el INTA y el Senasa promueven acciones para minimizar los efectos de la aparición y propagación de bacterias resistentes.

En este sentido, el Senasa crea el Programa Nacional de Vigilancia Epidemiológica de la Resistencia Antimicrobiana en bacterias aisladas de animales de consumo humano. “Es importante generar conciencia sobre los efectos que tendrá para la producción agropecuaria argentina, en términos económicos y sanitarios, la propagación de este problema”, expresó Federico Luna, referente de la Dirección Nacional de Agroquímicos, Productos Veterinarios y Alimentos del organismo, para quien es central priorizar la difusión de este problema.

“En el mundo, los programas de vigilancia y los organismos internacionales que se ocupan de la salud animal y humana reconocen el avance de la multirresistencia de las bacterias como un problema”, indicó Luna y agregó: “Si bien no podremos erradicarla, sí hay una serie de pautas que podrían hacer que avance más lentamente. En eso trabajamos”.

El consumo anual total de antibióticos en el sector agrícola varía considerablemente, por lo que es un dato muy difícil

de estimar. De hecho, según la FAO “los sistemas de vigilancia y recopilación de datos son deficientes en muchos países y, solo 42 cuentan con sistemas de recolección de datos sobre el uso de antimicrobianos en la ganadería”.

Debido a la dimensión que tomó el tema en los últimos años, la FAO presentó el plan de acción sobre la resistencia a los antimicrobianos 2016-2020. Se trata de una iniciativa que busca reducir el avance de la resistencia a los antimicrobianos en los sistemas agrícolas, porque representan una amenaza cada vez más grave para la salud pública y la producción sostenible de alimentos.

Según el documento, factores como la falta de normas y fiscalización del uso, el cumplimiento deficiente del tratamiento, el uso no terapéutico y las ventas sin receta o por internet, entre otros, contribuyeron con esta situación.

“Entre las consecuencias de la resistencia a los antimicrobianos figuran la incapacidad de tratar las infecciones con buenos resultados, lo que conlleva una mayor mortalidad; el aumento de la gravedad o la duración de las enfermedades; las pérdidas de productividad, y la reducción de los medios de vida y la seguridad alimentaria”, enumera la publicación.

“El problema de la resistencia de las bacterias no respeta límites; es global y complejo”, afirmó Corso y aclaró: “No se revierte solo con la correcta administración de un antibiótico. Hace falta tomar conciencia real porque en muchos sistemas de producción intensivos, como en las granjas avícolas o en los feedlots, se utilizan para estimular el crecimiento y

“La resistencia a los antimicrobianos es un problema realmente grave en América Latina y en el mundo. No respeta límites; es global y complejo”
(Alejandra Corso).

“En la medida que no podamos hacer un uso correcto de los antibióticos tendremos que prepararnos para que las superbacterias sean cada vez más frecuentes”
(Delia Enria).



Investigación

Escherichia coli es una de las especies bacterianas más ubicuas de la naturaleza debido a que está presente en los intestinos de los humanos y de todas las especies animales. Y, si bien, existen serotipos de esta especie que son inocuos hay algunos, como el O:157H:7 que produce toxinas y, en el hombre, es el responsable del Síndrome Urémico Hemolítico (SUH). Sin embargo, para los bovinos es inocuo.

La Argentina es uno de los países donde la prevalencia del SUH es mayor, por lo que un equipo de investigadores del Instituto de Patobiología y de Biotecnología del INTA trabajan en el desarrollo de una vacuna que pueda disminuir la población de *E. coli* –O:157H:7– en el intestino del animal.

“Si logramos reducir la población de este serotipo en la flora intestinal de los animales, automáticamente estaríamos bajando el riesgo de contaminación para los humanos”, aseguró Zielinski quien aclaró: “Los resultados son promisorios, aunque aún falta terminarla y validarla a campo. Tenemos unos años más de trabajo por delante”.



“El costo productivo de un mal manejo es muy grande; sin las medidas de bioseguridad apropiadas se puede perder todo un lote de animales”
(Gustavo Zielinski).

prevenir posibles infecciones resultado del hacinamiento”.

Producciones intensivas

En la Argentina, la producción de carne vacuna derivada de sistemas de engorde a corral (feedlot) tuvo una gran inserción en el mercado, sobre todo para abastecer el consumo interno. Y, si a esto le sumamos el avance de establecimientos dedicados a los porcinos y las granjas de aves, la intensificación agropecuaria es significativa.

Gustavo Zielinski, coordinador del Programa Nacional de Salud Animal del INTA, confirmó que “los sistemas agropecuarios intensivos utilizan antibióticos,

al menos una vez, en el ciclo productivo”. Y agregó: “Si a esto le sumamos que esa administración responde a criterios preventivos, y muchas veces, sin intervención profesional, el control resulta casi imposible”.

En las granjas –dedicadas a la producción de cerdos o de pollos– el suministro de antibióticos no solo se dirige al control de una enfermedad, sino que promueven el crecimiento. El documento publicado por la FAO advierte que, en el futuro, dos terceras partes del aumento estimado del uso de antimicrobianos se registrarían en el sector de la producción animal.

“En los sistemas intensivos, en determinado momento del ciclo, se sabe que es probable que se produzca un pico de

infecciones respiratorias o entéricas, por lo que la manipulación de medicamentos es habitual”, aseguró Zielinski quien reflexionó sobre la implementación de buenas prácticas de manejo sanitarias: “Existen productores que entienden los alcances de un uso indiscriminado y eligen seguir un esquema planificado y ordenado, en el que no suministran antibióticos en todo el ciclo. Es más costoso en términos de organización, pero al final del proceso, tiene sus beneficios”.

Parte de un buen manejo sanitario incluye el diagnóstico certero de la enfermedad para detectar qué tipo de antibiótico hace falta, cuándo hace falta, en qué momento y para qué bacteria. Más allá de esto, según el especialista del INTA,



La importancia de vigilar y controlar

“Desde el Senasa nos enfocamos en fomentar el buen uso de los productos veterinarios y de las buenas prácticas ganaderas, con el foco puesto en el uso racional del recurso” (Lisandro Ruiz).

en los sistemas intensivos el problema aparece cuando el contacto directo entre los animales es mayor y, debido a que la transmisión de agentes es frecuente, pueden desarrollarse enfermedades respiratorias o entéricas.

Para Zielinski, el concepto de bioseguridad implica contar con animales libres de la mayor cantidad de enfermedades posibles basados en la aplicación de medidas de higiene, manejo productivo –correcta densidad, buen manejo del flujo, instalaciones adecuadas, entre otras– y sanitario –monitoreos periódicos, correcto diagnóstico y aplicación de vacunas–. “El costo productivo de un mal manejo es muy grande; sin las medidas de bioseguridad apropiadas se puede perder todo un lote de animales”, indicó.

La bioseguridad incluye todas las medidas de manejo que se realizan, en una granja aviar o en un criadero porcino, enfocadas a reducir el riesgo de enfermedades para evitar que se perjudique el rendimiento y obtener productos de calidad óptima.

Lisandro Ruiz, de la Dirección Nacional de Productos Veterinarios del Senasa, reflexionó sobre el impacto de este problema emergente: “Las bacterias se hacen resistentes a los antibióticos que utiliza-

Con la impronta de monitorear de manera permanente y evaluar la emergencia y propagación de bacterias que resistan la acción de los antibióticos, el Senasa creó el Programa Nacional de Vigilancia de la Resistencia Antimicrobiana para el control en los animales destinados al consumo humano.

Con su creación, apunta a establecer los niveles de resistencia en bacterias procedentes de animales para consumo humano. Los especialistas del organismo tomarán y analizarán en laboratorio las muestras colectadas en sitios de faena –a partir de abril de 2017– de las tres producciones consideradas intensivas: bovinos, cerdos y aves.

De esta manera, buscarán determinar y monitorear la prevalencia de resistencia a diferentes antimicrobianos en bacterias zoonóticas, es decir, aquellas capaces de enfermar a humanos. Esto dará lugar a evaluar medidas que puedan retrasar la emergencia y diseminación de bacterias resistentes y minimizar su riesgo en la salud pública y animal.

Asimismo, y en el marco de una estrategia nacional, se creó la Comisión de Vigilancia de la Resistencia a los Antimicrobianos en animales destinados al consumo humano que se ocupa de la planificación, el seguimiento y la evaluación del Programa Nacional y analiza la adopción de posibles medidas de mitigación.



mos para curar las infecciones, y cada vez es más larga la lista de reportes sobre productos que dejan de ser efectivos”.

Y como país productor de alimentos, “en la Argentina se usan antimicrobianos en la agricultura como promotores de crecimiento”, indicó Ruiz para quien “en el fondo, se transforman en una herramienta que sirve para tapar deficiencias en el manejo que de la producción”.

Por esto, “desde el Senasa nos enfocamos en fomentar el buen uso de los

productos veterinarios y de las buenas prácticas ganaderas, con el foco puesto en el uso racional del recurso”, afirmó Ruiz para quien: “La vacunación es una alternativa, lo fundamental son las buenas prácticas”.

Más información: Delia Enría inevhmaiztegui@anlis.gov.ar; Laura Corso acorso@anlis.gov.ar; Gustavo Zielinski zielinski.gustavo@inta.gob.ar; Lisandro Ruiz lruiz@senasa.gob.ar

PRODUCCIÓN SUSTENTABLE

Carnes alternativas: símbolo de las economías regionales



Consideradas como una opción frente a la oferta predominante, la producción de especies autóctonas como ñandú, carpincho, jabalí y camélidos o las denominadas doble propósito como ovinos, caprinos y pavos son actividades económicas relevantes. Para algunos, representan la base de la alimentación, mientras que para otros, son un elemento turístico distintivo.

POR CECILIE ESPERBENT

En la actualidad, la carne de vaca, con algunos altibajos y con un consumo medio de más de 54 kilos por persona al año, lidera la dieta de los argentinos. Sin embargo, esto no siempre fue así. Los aborígenes que habitaron la estepa patagónica basaban su alimentación en carnes de ñandú (o choique), guanaco, cervatillo de las pampas, coipo (nutrias), quirquinchos y mulitas, perdices, vizcachas, entre otros. En las regiones andinas, también se consumía –y se consumen– llamas.

“Las actividades vinculadas con estas especies animales pueden mejorar la economía de productores de pequeña escala” (Carlos María Vieites).

Pero, ¿qué sabemos sobre las carnes alternativas? Antes de avanzar, es importante definir también por qué se las llama de ese modo. Carlos Vieites, especialista en Producciones Animales Alternativas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (UBA), resume: “Son aquellas especies silvestres ‘no tradicionales’ aptas para ser criadas en cautiverio o semicautiverio, como el ciervo colorado, el jabalí, la nutria, el lagarto overo, el ñandú y el yacaré, y que son aceptadas por los mercados”.

Un criterio más amplio señala que son aquellas que originan productos diferentes a los comunes o que surgen de procesos que no son los habituales. “Son sistemas que logran competitividad por mejoras en la calidad, en la cantidad y en los precios”, expresó Vieites y agregó: “También están incluidas las producciones que fueron tradicionales en nuestro país y que por la expansión de la agricultura o el traslado de las familias a centros urbanos prácticamente desaparecieron”.

Así, la producción de especies alternativas plantea algunos desafíos para las familias rurales debido a que, por un lado, se trata de la base de la dieta en un territorio determinado y, por el otro, es un recurso importante para emprendedores cuya economía es precaria. Sin embargo, el aprovechamiento integral del animal y la forma de producción más artesanal –enfocada en la sustentabilidad– son las principales diferencias entre ambas actividades.

“El enfoque diferente de las producciones animales alternativas generó la posibilidad de que establecimientos que se iniciaron en una escala reducida crecieran y se integraran para ofrecer a los consumidores directos productos frescos o elaborados”, indicó Vieites.

Ya sean alternativas, autóctonas o exóticas, la producción de estas especies tiene futuro y, en la actualidad, se enfrentan a un crecimiento de la demanda que resulta alentador para los emprendedores que apuestan al mercado de estos productos no convencionales.

“La llama es un animal que no degrada el ambiente y desarrolla todo su potencial en un lugar con temperaturas extremas” (Hugo Lamas).

Tanto en el presente como en el futuro, “las actividades vinculadas con estas especies animales pueden mejorar la economía de productores de pequeña escala gracias a la amplia variedad de opciones, flexibilidad en la crianza y la demanda de los productos”, analizó Vieites.

Marcelo Champredonde, especialista del INTA Bordenave –Buenos Aires–, va más allá y habla de lo normal y habitual frente a lo diferente y alternativo. “La aplicación de este concepto a las carnes es tan dinámico como la realidad”, expresó y aclaró: “A escala geográfica, una determinada carne puede constituir la base de la dieta en una región y ser considerada como festiva en un lugar vecino”.

De hecho, si se lo mira desde los territorios hay carnes que, en una zona determinada, constituyen la base de la alimentación de sus habitantes mientras que en otras son consumidas solo en ce-

lebraciones. “En la zona rural del norte de Neuquén y sur de Mendoza, la carne caprina es la más consumida por los pobladores y en los grandes centros urbanos, próximos a esas regiones, la carne de cabrito es solo para fiestas”, ejemplificó Champredonde.

En este sentido, Vieites coincide y sostiene que “algunas producciones que son tradicionales en un territorio y de muy baja producción en otros pueden extenderse y generar nuevas alternativas económicas”.

Introducidas en el continente americano por los europeos a partir del siglo XVI, el ganado vacuno, ovino, caprino y las aves de corral tuvieron diversos propósitos: carne, cuero, lana, leche, huevos e incluso –las cabras– sirvieron para ocupar regiones marginales.

Hablar de carne en la región pampeana es hacer referencia a la de vaca. “Con el paso de los años fueron asumidas como normal en lo cotidiano”, indicó Champredonde y analizó: “Considerarlas ‘normal’ no es una cuestión simple, se trata de una construcción social en la que las normas culturales orientan y deciden lo que se come y lo que no, lo que es bueno o adecuado y lo que no lo es”.

El rol estratégico de las cooperativas

En la vasta extensión de la geografía nacional los ejemplos sobran. De hecho,

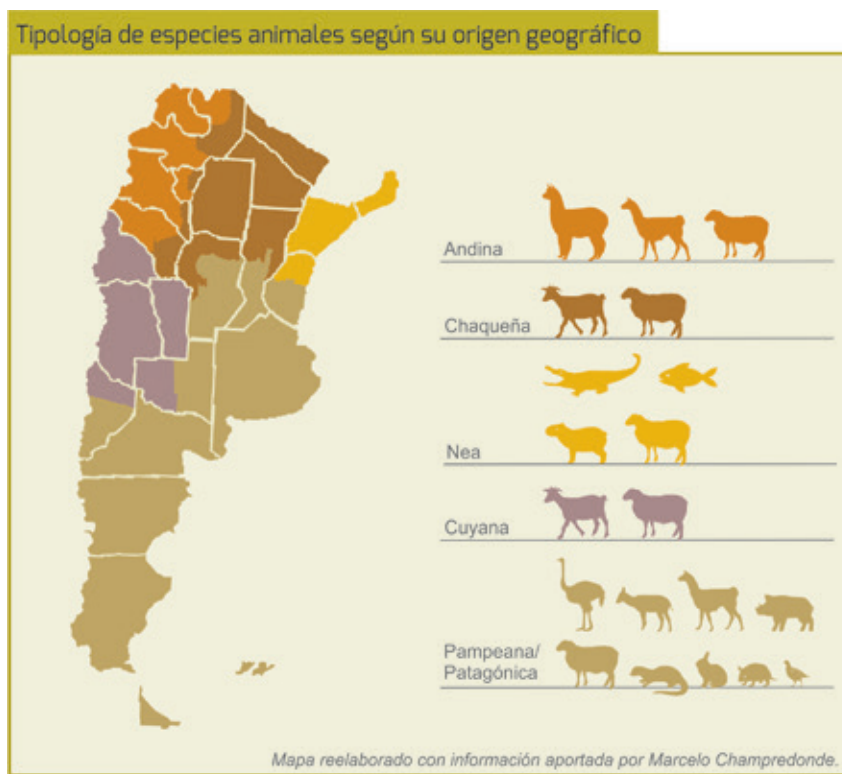
en el altiplano jujeño se encuentra la mayor población de llamas de la Argentina. Allí, más de 2.500 emprendedores familiares se dedican a la cría y producción de camélidos. Con el apoyo del INTA acondicionan, clasifican y tipifican la fibra de llama para la elaboración de tops e hilos. Además, en Cieneguillas –Jujuy– funciona un frigorífico propio con capacidad para faenar hasta 140 animales por día.

“El gran problema que tienen los productores de carnes no tradicionales son las plantas faenadoras. Al haber poco volumen y ser algo tan incipiente, ningún frigorífico montado entra en este trabajo porque no es un negocio de volumen, es un negocio de futuro”, puntualizó Hugo Lamas, especialista en producción y calidad de fibras animales del INTA Abra Pampa –Jujuy–.

A unos 70 kilómetros al oeste de La Quiaca, en la localidad Cieneguillas, 32 productores de llamas y ovejas integran la Corporación para el Desarrollo de la Cuenca de Pozuelos (CODEPO). Allí, tanto las llamas como las ovejas se crían en los pastos naturales de la Puna. “Cuando los recursos forrajeros naturales son escasos, ayudamos a los socios con la entrega de algún suplemento forrajero para mantener el estado corporal de los animales”, indicó Rubén Vilca, presidente de la CODEPO.

Con el foco puesto en conseguir nuevos mercados, los productores de la región faenan y comercializan los animales en un frigorífico que cuenta con las normas sanitarias establecidas por el SENASA para tránsito provincial. “Contamos con una sala de faena, sala de desposte, una cámara y hacemos un manejo adecuado de los efluentes”, expresó Vilca, quien además agregó que están trabajando para conseguir la habilitación nacional.

Jujuy posee unas 140.000 cabezas de llamas, que representan el 70 por ciento del stock nacional, y están distribuidas en los 30.000 kilómetros cuadrados de la Puna. “La dispersión geográfica que existe en esta región atomiza la producción y alienta la aparición de intermediarios”, analizó Lamas para quien el rol de las cooperativas y asociaciones de campesinos es fundamental debido a que “no hay productor en toda la Puna que por sí solo pueda ser proveedor de animales para la faena a lo largo de un año y que, además, pueda cerrar acuerdos comerciales”.



El potencial del cordero mesopotámico

La producción ovina –tanto para carne como para lana– representa un rubro importante dentro del sistema agropecuario de la Argentina. De hecho, el número de establecimientos dedicados al ganado ovino, el stock y los puestos de trabajo generados en cada uno de los eslabones, la posicionan como la actividad pecuaria más explotada en el sistema productivo nacional, principalmente en las regiones patagónica, litoral y la pradera pampeana.

“El cordero mesopotámico tiene buenas perspectivas de crecimiento”, aseguró Néstor Franz, especialista en pequeños rumiantes del INTA Mercedes –Corrientes–, para quien “existen posibilidades de aumentar su consumo regional debido a que se trata de un producto de alta calidad nutricional y beneficioso para la salud”.

El cordero típico de esa región es de las razas Corriedale, Romney Marsh, Ideal y sus cruza. Su cría se realiza sobre pastizales naturales en pastoreo junto con el vacuno. Así, entre los 100 y 120 días de lactancia se obtiene un ejemplar con 25 kilogramos de peso vivo.

De acuerdo con Franz, “para expandir la actividad se deberá, por un lado, incrementar la eficiencia de producción y estabilidad de los sistemas en las distintas regiones del país y, por el otro, aprovechar las características agroecológicas distintivas de cada región”.

La carne ovina es un alimento rico en proteínas y minerales –hierro, fósforo y zinc– y vitaminas A y B1. Además, es una buena fuente natural de ácidos grasos. Existen más de 150 recetas de carne ovina que la ubican como una opción para el consumo familiar y gourmet a escala internacional.

“La carne del cordero liviano es muy reconocida por su terneza, jugosidad y sabor típico de la región”, afirmó Franz y agregó: “Si bien a escala nacional su consumo aún no alcanza los dos kilos por habitante al año, en los establecimientos agropecuarios del NEA supera los 25 kilos”.

“Si bien la producción argentina de carne de pavo aún es incipiente, el desafío está en abastecer a esa parte del mercado interno que hoy importa de Brasil” (Horacio Cantaro).



Por esto, el gran desafío es la producción de carne, debido a que representa casi el 88 por ciento del capital de la actividad vinculada con los camélidos. De hecho, el INTA de Abra Pampa trabaja en el desarrollo de dietas, suplementación y engorde para mejorar la calidad.

Muchos de los criadores están nucleados en Acopios de Comunidades Andinas, una asociación integrada por la Asociación Cooperadora Abra Pampa del INTA, la Cooperativa Agroganadera Río Grande de San Juan, la Cooperativa Agroganadera El Toro Ltda., el Centro de Acopio de Cangrejillos y el Centro de Acopio de Pumahuasi.

Todos juntos, no solo transforman la fibra en hilados e integran el acopio con el acondicionamiento, clasificación y tipificación de la fibra por finura y color, sino que además, buscan materializar el viejo sueño de acceder directamente a los mercados.

Santos Mamaní es productor de llamas y vive en la localidad jujeña de Cusi Cusi –ubicada cerca del límite con Bolivia y a 4.000 metros sobre el nivel del mar (m s. n. m.)–. Allí, junto con sus cinco hermanos cría y cuida a unos 470 animales.

“En el campo tenemos trabajo todo el año, desde que nacen las crías en diciembre-febrero, hasta la esquila que comienza en agosto, pasando por los cuidados sanitarios y desparasitación que se realizan en marzo-abril y octubre-noviembre”, describió Mamaní.

Con el apoyo de técnicos del INTA, los criadores de la puna jujeña ordenaron el rodeo. “Armamos la infraestructura, instalamos los corrales, recolectamos el forraje, nos juntamos para esquila, acopiamos y clasificamos todas las fibras”, explicó Mamaní.

La Puna es un lugar de condiciones ambientales extremas. Ubicada a más

de 3.500 m s. n. m., el frío intenso y el contexto geográfico limitan las actividades productivas a la ganadería de altura y a la minería. De esta manera, los camélidos representan un recurso natural y propio de la región, que se destaca por tener la mayor y mejor población de la especie en todo el país.

“La llama es un animal que no degrada el ambiente y desarrolla todo su potencial en un lugar con temperaturas extremas”, destacó Lamas y agregó: “Lo cual asegura la sustentabilidad ambiental como ninguna otra especie ganadera de la región y la convierte en un símbolo de la cultura andina”.

Asimismo, productores puneños elaboran hamburguesas de carne de llama, medallones con quinua –aptos para celiacos–, salames, lomitos, chorizos, mortadela y otros derivados. Se trata de diez comunidades que integran la Asociación de Pequeños Productores Aborígenes

de la Puna, nucleados en la Red Puna, que trabajan desde hace 20 años en el valor agregado de la carne de llama.

De acuerdo con Lamas “si bien esta actividad tiene un gran impacto en los ingresos, enfrenta grandes dificultades para realizarse por tratarse de un producto perecedero que requiere infraestructuras para promover la circulación y garantizar su inocuidad”.

Por esto, el INTA junto con la Fundación ArgenINTA apoya este tipo de emprendimientos debido a que fortalecen el sistema productivo ganadero de las llamas y la comercialización de su carne. Además, el especialista del INTA Abra Pampa resaltó las características de este tipo de carnes: “tienen bajo contenido de grasa y el alto porcentaje de proteínas, lo que la presenta como un producto sano”.

El perfil del pavo

A pesar de ser una producción casi desconocida, en los últimos años, esta ave ganó un lugar en la mesa de los argentinos, sobre todo, para las fiestas de fin de año. Sin embargo, por ser una actividad simple y de bajo costo, tiene grandes perspectivas económicas y pro-

ductivas, en especial, para los emprendedores familiares.

En la Argentina, hasta la década de 1960 solo se criaban en forma extensiva pavos de la raza Mamouth Bronceada, de lento crecimiento y con músculos de la pechuga poco desarrollados. A comienzos de los 70, el INTA Pergamino –Buenos Aires– impulsó la cría del Pavo Blanco de Pechuga Ancha (PBPA), hasta ese momento desconocido en el país.

Horacio Cantaro, médico veterinario del INTA Alto Valle –Río Negro–, expresó: “Hoy, en el país tenemos el ‘pavito híbrido INTA’, una especie obtenida gracias al cruzamiento de dos líneas de Pavo Blanco de Pechuga Ancha (PBPA) originario de California –Estados Unidos–, hace más de 40 años”.

Se trata de un ejemplar que combina los mejores rasgos del PBPA: la línea “E” que se caracteriza por un gran tamaño –más de 20 kilos y con gran desarrollo

de pechuga–, cuyos machos se emplean como progenitores; y la línea “HD”, cuyas hembras son buenas ponedoras y más livianas, ideales para la reproducción.

“Si bien la producción argentina de carne de pavo aún es incipiente, el desafío está en abastecer a esa parte del mercado interno que hoy importa de Brasil, como así también cubrir la tendencia gastronómica que busca reemplazar el fiambre de cerdo por el blanco de pavita”, reflexionó Cantaro.

Entre las ventajas, se destacan su calidad nutricional superior, alto rendimiento de sus carnes –por cada kilo de carne, el 60 por ciento es comestible contra un 42 del pollo– y bajo contenido de grasas, colesterol y colágeno –lo que facilita su digestibilidad–. En cuanto a las proteínas, se equipara en cantidad y calidad con las del resto de las carnes.

Asimismo, lejos de las grandes instalaciones que plantea la industria avícola

Geografía de sabores: la experiencia Del Territorio al Plato

Las cocinas expresan la identidad de su origen y se fijan fácilmente en la memoria de hasta los más olvidadizos. Con esta premisa, Del Territorio al Plato –una iniciativa impulsada por I INTA y la Fundación ArgenINTA– pone en valor los alimentos con identidad territorial. En este sentido, organizó una cena con la propuesta de recorrer el NOA mediante algunos platos típicos.

“Las gastronomías locales son parte de la identidad de los territorios, si uno piensa que la identidad es la parte tangible del lugar donde está o de donde viene”, analizó Magda Choque Vilca, desde una mirada que cruza sus profesiones de cocinera e ingeniera agrónoma. “El paisaje o la música pueden ser cercanos, pero la comida forma parte de esas memorias afectivas que te referencian a un lugar”, enfatizó.

Para la especialista, la geografía gastronómica de la Argentina “es como una paleta de pintor: tiene colores puros, otros que se han hecho con las mezclas y otros que, aun habiéndose hecho con las mezclas, resaltan por su trascendencia a lo largo del tiempo”. En ese sentido, ejemplificó: “Las cocinas del noroeste argentino, de las montañas y de algunas zonas de la Patagonia son registros prístinos que todavía continúan en los hogares”.

De acuerdo con Choque Vilca, la cocina local se define por cuatro condiciones: utiliza los recursos cercanos, se adapta a las tecnologías de la zona, transmite un sentido socioafectivo –arraigado a la cultura de los pueblos– y contiene historias territoriales que indican el proceso histórico geográfico. “Hablan de personas que están en los lugares y quieren seguir quedándose allí”, reflexionó.

Durante la cena, se destacó el asado de carne de llama. En este caso, la carne fue provista por la Asociación de Pequeños Productores Aborígenes de la Puna –APPP–, integrada por 400 familias de diez comunidades jujeñas que, a más de 3.500 metros sobre el nivel del mar, reúnen un plantel de 4.000 camélidos, utilizan la fibra para confeccionar artesanías y se dedican a la agricultura.

“La carne del cordero liviano es muy reconocida por su ternura, jugosidad y sabor típico de la región” (Néstor Franz).

para el engorde, la producción estacional de pavos utiliza instalaciones simples como pequeños gallineros, parques delimitados y espacios cerrados con buena ventilación.

Entre ñandúes y choiques

Las producciones alternativas que surgen de fauna silvestres están poco valoradas en el sistema agropecuario. Además, es habitual encontrar que su comercialización se da principalmente en la informalidad. Por esto, la integración de especies nativas –como el ñandú y el choique– a los sistemas agropecuarios puede contribuir a su diversificación y sostenibilidad.

Hace milenios que el ñandú común (*Rhea americana*) habita todas las llanuras sudamericanas –desde Brasil hasta la Patagonia argentina–, y el choique o ñandú petiso (*Rhea pennata*) predomina en la Patagonia –tanto de la Argentina como de Chile–. “Desde el punto de vista histórico y simbólico el ñandú formó parte de la mitología y de las expresiones culturales de los pueblos originarios”, recordó Champredonde para quien “las perspectivas para su producción son alentadoras, pues es incuestionable la calidad y utilidad de sus productos”.

el cuero (utilizado por fábricas de ropa) y las plumas (se usan en la confección de plumeros).

“En los últimos años se iniciaron numerosos emprendimientos productivos en la Argentina y Uruguay”, señaló Champredonde y agregó: “El criadero Nehuén, una empresa familiar dedicada a su producción en la localidad cordobesa de Adelia María; y Pampa Cuyén, una familia que en Balcarce –Buenos Aires– apuesta a la actividad, son algunos de los ejemplos que resuenan vinculados con estas aves no voladoras”.

Carpincho y jabalí: salvajes y gourmet

En los últimos años, un gran número de restaurantes en la ciudad de Buenos Aires se inclinó por propuestas que llaman la atención por lo distintas que son unas de otras, aunque el denominador común son los platos con productos exóticos. Y, en este sentido, el aspecto que puede definir el éxito o el fracaso está asociado a la autenticidad y originalidad de la carta.

Champredonde se refirió a la proliferación de cocinas con productos salvajes, cargadas de personalidad y la importancia que pueden tener estas iniciativas para los pequeños emprendedores.

“Especies como gallinas, patos, pavos y gansos e incluso carpincho y jabalí pueden ser hoy clave en los sistemas de producción de las familias rurales debido a que son demandadas como eslabones para la comida gourmet” (Marcelo Champredonde).

y posee buenas posibilidades de desarrollo. De hecho, por su cuero extremadamente suave y su carne magra, rica en proteínas y de sabor delicado, desde hace algunos años productores emprendieron la cría en cautiverio.

La cría de carpinchos en establecimientos rurales es una actividad económica y logísticamente viable. En cautiverio es muy tranquilo y no hace cuevas ni pozos. Habitualmente, para un manejo adecuado de las crías recomiendan el manejo de pequeñas cantidades de animales debido a que facilita la conducción.

Introducido en América a principios del siglo XX, para su caza en campos cerrados, el jabalí ganó terrenos silvestres y gracias al ambiente favorable se distribuyó por todo el país, principalmente desde La Pampa.

Su cría en cautiverio está bastante desarrollada debido a que su carne es considerada gourmet y aporta numerosos beneficios para la salud. Según los especialistas, posee alto el contenido de vitamina B3, lo cual beneficia al sistema circulatorio y ayuda a reducir el colesterol.

Además, es un alimento con buenas cantidades de zinc, es magro, no posee azúcar, contiene hierro, proteínas, calcio, fibra, potasio, yodo, carbohidratos, magnesio, sodio, vitaminas y fósforo, posee bajas cantidades de grasas saturadas y de colesterol.



Si bien la cría y comercialización de ñandúes no es un negocio sencillo, es posible la inversión en equipamiento, infraestructura y capacitación para mejorar los parámetros productivos y la calidad genética.

Posee una carne de muy buen sabor y múltiples bondades para la salud: es magra, baja en colesterol y con alto contenido proteico. Además, se comercializan

“Especies como gallinas, patos, pavos y gansos e incluso carpincho y jabalí pueden ser hoy clave en los sistemas de producción de las familias rurales debido a que son demandadas como eslabones para la comida gourmet”, expresó.

Conocido como carpincho o capibara – que en guaraní significa ‘amo de las hierbas’–, su cría es una alternativa viable

Más información: Carlos María Vieites vieites@agro.uba.ar; Marcelo Champredonde champredonde.marcelo@inta.gov.ar; Hugo Lamas lamas.hugo@inta.gov.ar; Horacio Cantaro cantaro.horacio@inta.gov.ar; Néstor Franz franz.nestor@inta.gov.ar

TECNOLOGÍAS SUSTENTABLES

Techos verdes, una estrategia frente al cambio climático

Para aquellas ciudades resilientes en las que se replantean el desarrollo, este sistema resulta ideal por sus numerosas ventajas: disminuye la polución del aire y el efecto de isla urbana, mejora la estética y la calidad de vida, conserva energía y retrasa el escurrimiento del agua de lluvia.

POR LAURA PEREZ CASAR

Inundaciones, sequías y aludes. Huracanes, terremotos y hasta nevadas históricas. El cambio climático parece que llegó para quedarse y no distingue regiones del mundo ni clases sociales. Ahora bien, tenemos la oportunidad de revertir el daño hecho al planeta y aumentar la resiliencia para minimizar las consecuencias de las amenazas naturales. ¿Es posible frenar el cambio climático?

Desde Naciones Unidas lo advierten hace tiempo: el cambio climático es la mayor amenaza para la humanidad y los especialistas coinciden en que esta situación fue causada por el ser humano. Así, los gases de efecto invernadero (GEI) provocan el calentamiento global –tanto de las temperaturas de atmósfera como de los océanos–.

Como consecuencia, los lugares se hacen más cálidos, los ecosistemas y sistemas biológicos entran en un estado de constante estrés, el nivel del mar se eleva, los patrones del clima varían y los eventos climáticos extremos son, cada vez, más comunes e intensos.

En este contexto, quienes impulsan el Congreso Internacional sobre Cambio Climático –que se realizará del 10 al 12



de mayo en Huelva, España– llaman a la ciudadanía a entender que “la responsabilidad sobre el cambio climático es de todos, por lo que resulta fundamental actuar ya, para avanzar hacia la sostenibilidad, pensando globalmente y actuando localmente”.

De acuerdo con un estudio de la ONU, se estima que la población mundial urbana se duplique. Para lo cual, pasará de 3.3 mil millones en 2007 a 6.4 mil millones para 2050. Asimismo, se predice que hacia 2030 el 60 por ciento de la población mundial vivirá en ciudades.

Si a esto se le suma un contexto mundial hostigado por un cambio climático que avanza ilimitadamente, urge la necesidad de implementar estrategias de mitigación para atenuar el impacto y mejorar la calidad de vida. Así surgen tecnologías como los techos verdes, los jardines verticales y los cuadros vivos.

Se trata de espacios verdes que ayudan a mejorar el ambiente y el microclima de las ciudades al aumentar las zonas de amortiguación de los gases de efecto invernadero y reducir el calor con el consecuente ahorro energético, al tiempo que habilitan la infiltración y acumulación del agua de lluvia, retrasan su llegada a los drenajes pluviales y permiten la evapotranspiración del agua almacenada.

Silvina Soto –especialista del Instituto de Floricultura del INTA Castelar– destacó el rol de los techos verdes por sus numerosas ventajas: “Disminuyen la polución del aire y el efecto isla urbana, mejoran la estética visual y la calidad de vida, conservan energía, favorecen la formación de corredores de flora y fauna y retrasan el escurrimiento del agua de lluvia”.

Asimismo, explicó que este tipo de techos “otorga créditos para el programa

Según la ONU, se estima que la población mundial urbana se duplique y alcance a 6.4 mil millones para 2050.

La diversificación de especies en los techos verdes permite aumentar la estabilidad del sistema.



En Argentina, adaptarse al cambio climático es ley

La Ley de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático (Ley N.º 3871/11; reglamentada por Decreto N.º 039/14) tiene el objetivo de proyectar políticas de Estado que permitan, entre otras cosas, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en el ámbito territorial de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Para esto, recientemente, el INTA y el Ministerio de Ambiente y Espacio Público de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires firmaron un convenio que se replantea el desarrollo y promueve la resiliencia en el ámbito urbano y fomenta la implementación de tecnologías sostenibles como los techos verdes y jardines verticales.

Conscientes de que la creciente urbanización demanda una conciliación y una necesidad de incorporar a la naturaleza a su desarrollo, ambos organismos, se comprometieron a trabajar juntos en la difusión de tecnologías sostenibles tales como los techos verdes y los jardines verticales, como así también en su implementación en los edificios públicos.

Así, mediante el Instituto de Floricultura del INTA Castelar, se dictarán capacitaciones, charlas y talleres con referencia a los beneficios de la implementación de estas tecnologías, se definirán estrategias de estudio de espacios verdes y sustentabilidad ambiental de la ciudad.

Asimismo, propondrán normativas ambientales y contribuirán con el equipamiento tecnológico necesario para realizar estudios y proyectos de innovación, investigación tecnológica específicos.



LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design standards*) que promueve la construcción de edificios que presentan un bajo impacto ambiental brindando ambientes de vida y trabajo saludables”.

Los techos verdes son espacios donde la cubierta vegetal es plantada sobre un sustrato de poca profundidad, livianos, generalmente no son accesibles y presentan un bajo mantenimiento sin suministro de riego, en condiciones más hostiles que acotan la diversidad de especies.

La clave del éxito para un techo verde tiene cuatro pilares: la estructura edilicia, el sistema de impermeabilización, el sustrato y la elección de la comunidad vegetal. Para Soto se trata de un trabajo multidisciplinario en el que tanto los arquitectos, ingenieros, agrónomos, paisajistas y técnicos en floricultura deben trabajar conjuntamente.

“El éxito de la sostenibilidad de estos sistemas a largo plazo radica en darle la misma importancia a la parte edilicia como a la agronómica”, indicó la técnica.

Ciudades: cuanto más verdes, más resilientes

La falta de espacios verdes en las grandes ciudades acarrea complicaciones relacionadas con la pérdida de la biodiversidad, el aumento de las temperaturas, la mayor demanda energética, la impermeabilidad, el efecto invernadero y la convivencia con los gases de efecto invernadero.

Para evitar esto, desde el INTA fomentan la implementación de tecnologías sustentables tales como los techos verdes, ya sea intensivos o extensivos. Los primeros son jardines de altura, accesibles y con especies que requieren riego y alto mantenimiento.

En contrapartida, están los sistemas extensivos con especies hostiles, de bajo mantenimiento y resistentes al déficit hídrico y a las altas temperaturas. Además, suelen ser de escaso acceso, livianos y de poca profundidad (entre 5 y 15 centímetros).

En este contexto, desde el Instituto de Floricultura del INTA Castelar difunden las especies más aptas para ambos sistemas en determinadas condiciones climáticas. En cuanto a la selección de

especies, desde el instituto aseguraron que si bien el único género apto para estos ecosistemas es el *Sedum*, otros géneros nativos podrían ser adecuados para este uso.

Un catálogo de especies, decenas de opciones

Para estas cubiertas verdes sustentables, la especialista recomendó utilizar “un sustrato que químicamente tenga bajo contenido de sales y un pH levemente ácido”. Asimismo, deberá tener buen drenaje, ser liviano y con poca materia orgánica.

Y advirtió que “de ninguna manera se debe utilizar tierra” ya que presenta propiedades físicas no adecuadas tales como la baja permeabilidad, la alta retención de agua, pero con poca disponibilidad para las plantas y un peso elevado. Además, podría provocar interferencias en los desagües.

Entre las ventajas de la implementación de un sustrato con adecuadas propiedades físicas y químicas, Soto destacó el mejor manejo de las comunidades vegetales mediante el suministro de nutrientes en forma controlada, lo que permitirá que solo se desarrollen las especies deseadas.

Para su composición la técnica recomendó utilizar hasta un 80 por ciento de materiales inorgánicos como piedra pó-

Los techos verdes mejoran el microclima de las ciudades y la calidad de vida de sus habitantes.

Los especialistas predicen que, hacia 2030, el 60 por ciento de la población mundial vivirá en ciudades.



Ciudades resilientes: el objetivo al 2030

Mientras que algunos especialistas aseguran que “debemos acostumbrarnos a convivir con la variabilidad climática” otros, como Ricardo Mena –jefe de la Oficina Regional Las Américas de la UNISDR–, están convencidos de que todavía estamos a tiempo de transformar la realidad.

En este sentido, el representante de la Oficina Regional Las Américas de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres sentenció: “Urge una gestión del riesgo de desastres climáticos” y recomendó “incorporar estos índices en las políticas de inversión social que combaten la pobreza y mejoran la calidad de vida de todos los habitantes”.

Para esto, la ONU publicó el Marco Internacional de Sendai para la reducción del marco de desastres en los que establece las metas globales para la resiliencia en los próximos 15 años. Este documento busca disminuir tanto las pérdidas humanas y económicas como los daños ocasionados en sectores estratégicos. A su vez, intenta aumentar la cooperación internacional para un acceso de las poblaciones a sistemas de alertas tempranas.

“Todas las instituciones que trabajan para el desarrollo sostenible deben aplicar este nuevo marco a fin de lograr un mundo más resiliente hacia 2030”, puntualizó Mena.

La responsabilidad sobre el cambio climático es de todos, por lo que es fundamental actuar ya para avanzar hacia la sostenibilidad.



mez, zeolita, vermiculita y perlita, mezclado con un 20 por ciento, como máximo, de materiales orgánicos como turba o compost.

“Un sustrato a base de compuestos inorgánicos permitirá que la profundidad no varíe, que el drenaje sea el correcto y se mantenga estable a través de los

años, y que –mediante un manejo nutricional adecuado– se logre tener la comunidad vegetal deseada”, detalló.

Con referencia a la selección de variedades aptas para estos ambientes, Soto ponderó la necesidad de que sean “altamente eficientes en el uso de agua con una composición de no menos de un 80 por ciento de especies Crassas”.

Y aclaró que “la diversificación de especies permite aumentar la estabilidad del sistema”, por lo que aconsejó utilizar entre 10 y 15 especies, en porcentajes diferentes dependiendo de la estrategia de cada una con respecto a la velocidad de crecimiento y propagación.

Asimismo, destacó la importancia de considerar el momento del año en el que va a ser implantado: “Las especies predominantes deben ser aquellas que respondan mejor a la estación de implantación para asegurar una rápida cobertura. Con los años cada comunidad adoptará una dinámica determinada para cada época del año”.

Y subrayó: “En estos sistemas la composición florística responde a las condiciones del lugar y a las estrategias de cada especie, observándose asociacio-

nes sinérgicas que presentan nichos específicos para el desarrollo y la sobrevivencia de cada genotipo”.

De acuerdo con la especialista, “si bien el único género apto para estos ecosistemas es el Sedum (*Sedum mexicanum*, *Sedum acre*, *Sedum album*, *Sedum kamtschaticum*, *Sedum rupestre* y *S. reflexum*), existen otros géneros nativos estudiados en el Instituto de Floricultura que podrían ser adecuados para este uso”.

Entre estas, se destacan *Gomphrena celosioides*, *Phyla canescens*, *Senecio ceratophylloides*, *Grahamia bracteata*, *Portulaca grandiflora*, *Portulaca gilliesii*.

Más información: *María Silvina Soto* soto.maria@inta.gob.ar; *Ricardo Mena* rmena@eird.org



ANTIMICROBIANOS

“Sin animales sanos, la salud del hombre no es posible”

El investigador Jorge Errecalde plantea que la resistencia a los antimicrobianos se trata de un problema de alcance global donde los organismos científicos y de control del Estado ponen de relieve garantizar un uso responsable y minimizar su utilización innecesaria sin comprometer la salud de las personas. Afirma que se requieren políticas en salud humana y animal para contener la resistencia.

POR MARIO MIGLIORATI
FOTOGRAFÍA MERCEDES DO EYO

La Argentina cuenta con especialistas que desde hace más de veinte años participan en las discusiones internacionales no ajenas a tensiones y controversias por el uso masivo de antimicrobianos que ha generado la aparición y el veloz desarrollo del fenómeno de la resistencia microbiana.

“Desde Alexander Fleming, descubridor de la penicilina, hubo una sensación general de que la batalla frente a las bacterias patógenas había sido ganada definitivamente”, dice Jorge Errecalde (67) entrevistado por la Revista RIA.

“Fue un error”, afirma este reconocido científico especializado en antimicrobianos y antiparasitarios para señalar: “Tuvo que caer ese paradigma, al demostrarse la resistencia bacteriana, para que el optimismo se amenguase y se comenzara a comprender la complejidad del tema”.

A casi 90 años de ese descubrimiento, apunta que el uso de los antibacterianos cambió no solamente los cuadros sintomatológicos, sino las bacterias mismas, sus susceptibilidades y, consecuentemente, las posibilidades de tratamiento y curación.

“Se llega al concepto de ‘Una salud’ que integra la salud animal con la salud humana y la del medioambiente”.

En relación con el diagnóstico, sostiene que los mecanismos de resistencia emergentes son cada vez más complejos y requieren de nuevos métodos para la detección temprana y confirmación de resistencia antimicrobiana a fin de poder administrar la terapia adecuada.

Asume que las buenas prácticas de producción de alimentos en todas las etapas y con todos los actores, sumados a un uso responsable de antimicrobianos, permitirá mantener la eficacia y utilidad en medicina humana y veterinaria; y, aunque esenciales, confía en los avances científicos de nuevas alternativas a los antimicrobianos frente a la multirresistencia de gérmenes.

Usted sostiene en sus publicaciones que para hablar de los antimicrobianos, primero hay que entender que es un problema de “Una salud”...

La salud no es un problema inherente al hombre o a la salud animal productiva. La salud es la salud del planeta, la de los seres vivos. Y se llega al concepto de “Una salud” que integra la salud animal con la salud humana y la del medioambiente. Y es fundamental porque permite integrar tanto el conocimiento como el avance de este con la investigación a través de este concepto.

¿Qué se señala desde los organismos internacionales en cuanto a cómo utilizar los antimicrobianos?

Cuando se participa de reuniones en organismos como la OIE –Organización Mundial de Salud Animal– y se plantea el

concepto científico de cómo se debe implementar el uso de antimicrobianos, es decir, la forma correcta de hacerlo, se encuentra con que eso se puede hacer en Europa pero no en los 180 países. Esto es directamente imposible de implementar en determinadas regiones de África o Asia. Latinoamérica, con altibajos, se encuentra en una posición intermedia.

¿Y cuáles son los debates actuales donde la Argentina tiene para decir y por hacer, en el tema de resistencia a los antimicrobianos?

Nuestro país tiene una tradición de dependencia europea en exportaciones en alimentos de calidad. Siempre hubo una adaptación de las políticas nacionales a esos requerimientos, lo cual es bueno porque, en términos generales, son más estrictos que los norteamericanos, aunque, muchas veces, sus políticas precaucionales nos parezcan exageradas. Y la Argentina cuenta con un organismo regulatorio con gente que está entrenada y responde a la mejora en lo que se puede hacer. Y en cuanto al tema de los antimicrobianos, se va adaptando a las novedades científicas y al trabajo con los organismos reguladores.

¿Y cómo se avanza en el control de los antimicrobianos?

En el Senasa existe una razonable preocupación por este tema. La resistencia microbiana y el uso racional y prudente de estos fármacos son continuamente considerados. He participado de reuniones con profesionales del Senasa



Doctor en ciencias veterinarias, médico y con vasta trayectoria como profesor de Farmacología en las universidades Nacionales del Centro y La Plata.

Ha sido reconocido como miembro de la Academia Americana de Farmacología y Terapéutica Veterinaria y miembro Honorario del Colegio Europeo de Farmacología y Toxicología Veterinaria.

Integra las Academias Nacionales de Agronomía y Veterinaria, y de Farmacia y Bioquímica. También la Real Academia de Ciencias Veterinarias de España.

Desde hace más de 20 años está vinculado a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación la Agricultura –FAO– y la Organización Mundial de Sanidad Animal –OIE– y, actualmente, integra el JECFA (Comité mixto de Expertos en Aditivos Alimentarios de la FAO-OMS, según su siglas en inglés).

Entre sus publicaciones se destaca el libro editado por la FAO: *Uso de antimicrobianos en animales de consumo. Incidencia del desarrollo de resistencias en la salud pública*, al que se puede acceder desde la página de ese organismo.

en la búsqueda por avanzar en el tema de control de antimicrobianos acerca de cómo evaluar la presentación de un nuevo antimicrobiano, como controlar los que están en uso y, en función del conocimiento disponible, ver más allá de su actividad antibacteriana considerando también la farmacocinética. Es decir, ¿cómo se comporta ese antimicrobiano dentro del organismo?, ¿cómo se absorbe, distribuye, metaboliza y elimina?, ¿cuánto tiempo permanece y a qué concentraciones?; y, además, conocer lo que el antimicrobiano le hace al microorganismo: ¿cómo lo inactiva?; ¿solo detiene su crecimiento o lo mata? Esto es farmacodinamia. Dos disciplinas que históricamente funcionaron por separado, pero que se comenzaron a integrar en el modelo PK/PD farmacocinética-farmacodinamia.

Y dónde se encuentra la raíz del problema con los antimicrobianos...

Es un problema de entrenamiento, algo que repito en mis disertaciones. Es un problema educativo porque te enfrentas, por un lado, al negocio de los antimicrobianos; por el otro, con explotaciones productivas que los necesitan, y finalmente, con el problema de las resistencias microbianas y su impacto en

la salud pública. Entonces, ¿cómo se llega a un equilibrio? La única forma es que aquel que usa antimicrobianos esté bien formado para saber taxativamente cuándo y cómo aplicarlos. Porque de lo contrario los va a usar mucho y mal.

Entonces, ¿qué lugar tienen las buenas prácticas en todo lo que señala?

Las buenas prácticas son necesarias y, aunque se sabe que son difíciles de implementar como indican los manuales, lo que sí se requiere es que aquel que aplique un antimicrobiano esté bien entrenado en su uso. El veterinario tiene que conocer bien cómo utilizar un antimicrobiano, pero lo que pasa es que muchas veces no es este el que lo usa. Puede ser un productor, un técnico o, simplemente un operario y aquí viene lo que muchas veces discutimos en OIE respecto a que en muchos lugares del mundo no hay veterinarios. Uno está acostumbrado a la explotación intensiva y extensiva en ganadería, por ejemplo, pero la explotación del ganado en el mundo no es solamente esto. Si miramos la ganadería trashumante, también presente en nuestro país, se eleva la complejidad. Se puede teorizar y aproximarse a la optimización del uso de los antimicrobianos, cosa factible en nuestro

medio, pero en otras regiones del planeta eso es muy difícil.

En la salud humana, ¿qué incidencia tienen los antibióticos que se aplican en la producción de alimentos?

Esta era una cuestión muy discutida hace unos años en que te podían decir que una determinada bacteria se había hecho resistente en los animales y pasado a niños desencadenando graves problemas, lo que tenía un fuerte componente emocional y eran casos aislados. Pero la realidad es que cuando se sigue trabajando, pasa el tiempo y el conocimiento aumenta, la resistencia comienza a ser percibida como lo que realmente es, un problema muy serio. Se pensaba que utilizando el antimicrobiano, a partir del conocimiento disponible, eventualmente, en algunos casos surgía resistencia. Una bacteria transmitía resistencia a su descendencia y rápidamente había una población resistente que podía transferirse entre individuos. No se mencionaba la posibilidad de que una bacteria resistente pudiera pasar al hombre o de zoonosis por bacterias resistentes, esos no eran considerados problemas. Cuando se comienza a hablar seriamente de esto y la discusión se generaliza es en los años 90; y en el 2000 aparece un

“La difusión de la resistencia microbiana empieza a ser un tema muy serio porque es mucho más rápida la formación de una población resistente”.

“La única forma es que aquel que usa antimicrobianos esté bien formado para saber taxativamente cuándo y cómo aplicarlos”.



concepto nuevo que es la transferencia de resistencia.

Pero sabemos que no es la única forma...

No es, entonces, la vertical, la única forma de transferencia de resistencia, ni de otro tipo de información entre las bacterias. En el tubo digestivo de cualquier animal hay una cantidad de bacterias que supera enormemente a la cantidad de células del organismo. Esto es tan importante que últimamente ha surgido el concepto de hologenoma del individuo, es decir, el genoma del individuo más el de todas las bacterias de su cuerpo interactuando simultáneamente. Estas bacterias se comunican entre sí continuamente, a través de señales químicas —aclara que incluso les pueden permitir llegar a comportarse como organismos pluricelulares—, de pilos, de conjugación, de virus intermediarios e intercambian porciones de ADN. Todo este intercambio, que es intenso, lleva, entre otras cosas, información de resistencia microbiana. Si una bacteria se hace resistente o entra una bacteria resistente en el tubo intestinal de un mamífero, empieza a pasar información a otras y esto constituye transferencia horizontal, un fenómeno mucho más rápido que la transferencia vertical. A partir de este conocimiento la difusión de la resistencia microbiana empieza a ser un tema muy serio porque es mucho más rápida la formación de una población resistente.

¿Y qué se espera de la investigación científica frente a los desafíos que presentan las bacterias?

Lo deseable es que antes que entremos en la era pos antibióticos de la que todos hablan, encontremos una alternativa, pero la única que tenemos y que sabemos que funciona, es la prevención. A través de vacunas, algunos probióticos y prebióticos vinculados a la inmunidad de manera de elevar las defensas. Hay algunas sustancias químicas que se aplican a las dietas animales, como lo son los taninos que aumentan la respuesta y que buscan reducir la magnitud de uso de antimicrobianos. Pero a efectos de mantener las cosas simples, la desinfección, lavado de manos, higiene en el sacrificio y procesado de animales, manipulación y cocinas higiénicas son claves para combatir la difusión bacteriana. Y no son cosas difíciles de implementar.

¿Cuáles son las principales bacterias que preocupan a los productores?

Todas las bacterias pueden adquirir o desarrollar resistencia a antimicrobianos y generar problemas productivos. Algunas de ellas tienen una mayor importancia por su impacto en salud pública. En aves, las salmonellas son un punto crítico. Y el problema es que se generen salmonellas resistentes a los antimicrobianos. Y es complejo por la formas de producción que se emplean. Un galpón con 50 mil animales hay que considerarlo como a un ser vivo. Porque si enferma y muere uno afecta al resto y el que no muere es porque está genéticamente preparado para resistir. *Escherichia coli* y *Campylobacter* son bacterias de riesgo también.

Y esto se observa en las producciones intensivas...

Al considerar un galpón completo como un organismo vivo se debe actuar cuando hay unos pocos animales enfermos. Pero en realidad, en avicultura esto se maneja razonablemente bien. Los técnicos de nuestro país están capacitados y tienen en claro cómo administrar los fármacos. Por lo que el uso de antimicrobianos terapéuticos en aves no debería ser un problema. Claro que, en cualquier tratamiento, sea animal o humano, se eliminan aquellas bacterias susceptibles y se seleccionan las resistentes. Y... ¿qué hacen las resistentes?, ocupan el nicho que dejan las susceptibles. Cuando el tratamiento cesa la población bacteriana se empieza a recomodar y las resistentes se retrotraen, salvo que logren generar una población estable aunque esto no suele ser lo común.

¿Y qué sucede con el feedlot?

En feedlot es relativamente nuevo en nuestro medio por lo que también debe revisarse el uso de antimicrobianos como promotores de crecimiento en animales para consumo humano. Aquí es otro el medioambiente, otra la fisiología del animal y es otra la patología.

¿Qué resta aprender para este tipo de producción?

Hay países que tienen una enorme experiencia, como los Estados Unidos y algunos países en Latinoamérica. Un animal que pasa del campo al feedlot sufre un importante estrés. El transporte suma-



“Todas las bacterias pueden adquirir o desarrollar resistencia a antimicrobianos y generar problemas productivos”.

do al cambio de dieta, de medioambiente y mezcla con otras tropas genera una patología distinta a la del animal que está en el campo. El uso de antimicrobianos es muy importante y una forma de utilizarlos prudente sería: ante la llegada de una tropa de riesgo, con animales chicos, de muy lejos o con algunos individuos con cuadros febriles. Es decir que se sospecha fuertemente que esos animales se están enfermando y van a contagiar al resto. Cuando entran se les realiza un tratamiento profiláctico o metafiláctico si ya hay algún signo mínimo de patología, el cual es preventivo y necesario.

¿Por qué los promotores de crecimiento son un tema crítico?

Los alimentos con antimicrobianos o antiparasitarios están en revisión. Hay una gran presión para disminuir el uso de antimicrobianos como promotores de crecimiento. Hay diferentes teorías sobre su mecanismo. Pero la más correcta quizás sea que el antimicrobiano suple carencias de manejo y sanitarias. Si el sistema no funciona del todo bien, el antibiótico controla las bacterias y el animal puede crecer como si estuviera en un lugar muy bueno cuando no lo es. Probablemente haya algún otro efecto, pero no ha sido bien demostrado, lo que es seguro es que funciona como muleta de manejo.

Uno de los grupos más importantes de antimicrobianos utilizados como promotores del crecimiento y también para tratamiento de Coccidiosis es el de los ionóforos, una clase no utilizada en el hombre. De producirse resistencia en animales esta no pasaría al hombre por-

que no se usan en salud humana. A diferencia de otros, como las tetraciclinas. Pero en algo hay coincidencia: todos los actores involucrados coinciden en que el uso de antimicrobianos, en dosis bajas y durante tiempos largos, como promotores de crecimiento, genera resistencia.

¿Pueden ser suprimidos?

Son una rueda de auxilio del sistema sanitario cuando este no funciona del todo bien. En Europa se fueron prohibiendo paulatinamente los promotores de crecimiento con relativo éxito. Esto fue logrado porque sus explotaciones son de muy elevado nivel y porque también cuentan con un mercado que puede pagar otra calidad de alimentos que los consumidores exigen.

¿Y cuál es su posición?

Que los antimicrobianos deben ser suprimidos como promotores de crecimiento y mantenidos como agentes terapéuticos, utilizados prudente y racionalmente. Pero el uso de promotores del crecimiento podrá ser abandonado cuando las explotaciones se rijan por buenas prácticas agrícolas, las instalaciones sean las adecuadas, los encargados de las explotaciones estén debidamente entrenados, los productos antimicrobianos sean de máxima calidad y utilizados correctamente.

En nuestro país se puede lograr este objetivo porque las explotaciones productivas (que las hay de nivel diverso), en general están agrupadas y reguladas en integraciones en las que el productor no está aislado, cuenta con asesoramiento y pueden alcanzar mejoras sustantivas.

Pero, además, se tienen que interesar todos los que integran la cadena productiva y contar con el apoyo de los organismos nacionales e internacionales.

¿Qué debemos hacer para contener la resistencia?

Hay que tomar consciencia. Se han perdido las barreras entre países y entre especies. Entre países porque la movilidad se ha incrementado, no solamente de los viajeros, sino de bienes comerciables. Entre especies porque donde antes pensábamos que lo que pasaba de un animal a otro era una bacteria, si bien eso ocurre, lo más grave es el intercambio de ADN, de genes que codifican resistencia a diferentes agentes e incluso a muchos de ellos, dando lugar al fenómeno de la multiresistencia transmisible.

Para finalizar, ¿cómo puede resumir este problema que hace a la salud humana y animal?

Sin animales sanos, la salud del hombre no es posible.

Más información: Jorge Errecalde
jerrecal@yahoo.com

Resistencia a los antihelmínticos en nematodos intestinales que parasitan a los equinos en la Argentina

ANZIANI O.¹, ARDUSSO G.²

RESUMEN

En la Argentina la prevalencia de la resistencia antihelmíntica (RA) es particularmente alta en nematodos de los rumiantes, pero también parece estar incrementándose rápidamente en los equinos. Los nematodos intestinales de mayor prevalencia e importancia sanitaria son los pequeños estróngilos en adultos y *Parascaris spp* en potrillos, y en ambos, se han desarrollado fenómenos de RA. El test *in vivo* conocido como test de reducción en el conteo de huevos es actualmente el más utilizado en todo el mundo para determinar el estatus de susceptibilidad o resistencia de las poblaciones de nematodos bajo condiciones de campo. De acuerdo a este test, la resistencia de los pequeños estróngilos a los bencimidazoles está extremadamente generalizada en el país mientras que la ivermectina mantiene una eficacia alta en equinos jóvenes y adultos parasitados por estos nematodos. Por el contrario, existen fallas de la ivermectina para controlar *Parascaris spp* en potrillos. La información en la Argentina es fragmentaria, pero ni las lactonas ni los bencimidazoles por sí solos están logrando un adecuado control de ambos parásitos simultáneamente. Debido a la relativa baja patogenicidad de los pequeños estróngilos (a excepción del síndrome de ciatostomiasis larval) la importancia clínica de la RA en estos nematodos no está bien determinada, pero existe preocupación sobre las fallas para controlar *Parascaris spp* ya que representa una seria amenaza para la salud de los potrillos menores al año de edad. El desarrollo de la RA implica que bajo condiciones de campo, las posibilidades de reversión a susceptibilidad son muy escasas. Hasta el momento, solo dos grupos químicos son de uso masivo en la Argentina (bencimidazoles y lactonas macrocíclicas) y los veterinarios involucrados con la especie equina deberían evaluar el estatus de susceptibilidad o resistencia en cada establecimiento antes de establecer un programa de control parasitario. En este contexto, son indispensables los análisis coproparasitológicos para garantizar la necesidad, así como la efectividad del tratamiento. Sin embargo, esta metodología está siendo muy pobremente adoptada y generalmente los antihelmínticos se administran sin considerar ninguna de las dos premisas. La RA en los equinos requiere de la documentación y sistematización de la información, abandonando las evidencias anecdóticas y circunstanciales como premisa inicial a una medicina veterinaria basada en evidencias para responder al uso racional y sustentable de los antihelmínticos.

Palabras clave: resistencia, antihelmínticos, equinos, Argentina.

ABSTRACT

In Argentina the prevalence of anthelmintic resistance (AR) is particularly high in nematodes of ruminants but also appears to be increasing rapidly in horses. Intestinal nematodes of higher prevalence and health importance in the horse are small strongyles (Cyathostomes) in adults and Parascaris spp in foals, and both

¹EEA INTA Rafaela-Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Católica de Córdoba. Correo electrónico: anziani.oscar@inta.gov.ar

²Facultad Ciencias Veterinarias-Universidad Nacional de Rosario.

parasite groups have developed AR. Under field conditions, the *in vivo* test, known as reduction in egg counts is currently the most used worldwide to determine the status of susceptibility or resistance of populations of nematodes. According to this test, the resistance of small strongyles to benzimidazoles is extremely widespread in the country while ivermectin maintains high efficiency in young and adult horses parasitized by these nematodes. On the contrary, there are evidences of failures of ivermectin to control *Parascaris* spp in foals. The information in Argentina is fragmentary, but either lactones or benzimidazoles by themselves are achieving adequate control of both parasites simultaneously. Due to the relative low pathogenicity of most cyathostomin infections the AR impact should be considered when this issue is discussed. In contrast, there is concern over the failure to control *Parascaris* spp as it represents a severe threat to the health of colts. The development of AR implies that under field conditions, the chances of reversion to susceptibility are very slim. So far, only two chemical groups are in widespread use in Argentina (benzimidazoles and macrocyclic lactones) and veterinarians involved with the equine species should assess the status of susceptibility or resistance in each establishment before establishing a parasite control program. In this context coproparasitological analysis are indispensable to ensure the need and effectiveness of treatment. However, this methodology is being poorly adopted and anthelmintics are generally administered without considering any of the two premises. The AR in horses requires documentation and systematization of information, leaving the anecdotal and circumstantial evidence as initial veterinary evidence-based medicine to respond to rational and sustainable use of anthelmintics drugs.

Keywords: horses, anthelmintic resistance, Argentina.

INTRODUCCIÓN

Los nematodos gastrointestinales constituyen serias limitantes a la productividad y al bienestar animal de todos los herbívoros domésticos y el control de estos parásitos actualmente depende casi exclusivamente en la administración de drogas antihelmínticas. Sin embargo, el desarrollo de nematodos resistentes a estas drogas se está transformando en un problema sanitario de importancia al comprometer la salud de los herbívoros y dificultar la reducción de los costos inherentes al parasitismo. En la Argentina la prevalencia de la resistencia antihelmíntica (RA) es particularmente alta en nematodos de los rumiantes, pero también parece estar incrementándose seriamente en los equinos (Anziani, 2013). La RA se define básicamente como la disminución de eficacia de un antihelmíntico frente a poblaciones parasitarias, que normalmente y a una dosis determinada son susceptibles a este (Sangster y Gill, 1999). Esto puede ser consecuencia de una modificación genética o de un incremento en la frecuencia de expresión de un carácter hereditario, pero en ambos casos, los nematodos que sobreviven al tratamiento van a transmitir estos alelos resistentes a su progenie.

En los equinos de nuestro país y al igual que en la mayor parte del mundo, los antihelmínticos se administran masiva y frecuentemente a todos los animales que constituyen la población del establecimiento y a intervalos relativamente fijos. Este tradicional método de control ejerce una severa presión de selección sobre los parásitos, lo cual ha resultado en el desarrollo de altos niveles de RA en algunos grupos de nematodos equinos (Peregrine *et al*, 2014). Los objetivos de la presente revisión son 1) actualizar el conoci-

miento sobre la prevalencia de este fenómeno en los equinos de nuestro país y 2) revisar y discutir estrategias para el manejo de la RA o para demorar su desarrollo y priorizar alternativas de control que limiten el uso de antihelmínticos en los equinos sin afectar la salud de esta especie.

CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LOS NEMATODOS INTESTINALES QUE PARASITAN A LOS EQUINOS

El intestino de los equinos hospeda a varios nematodos específicos de estos herbívoros, pero los de mayor importancia por su impacto clínico y patológico son *Parascaris* spp. (estados adultos en intestino delgado) y los grandes y pequeños estróngilos (estados adultos en intestino grueso). En el contexto de esta publicación se hará referencia exclusiva a estos tres grupos de nematodos intestinales.

El género *Parascaris* presenta dos especies *P. equorum* y *P. univalens* y contrariamente a la presunción general, la segunda es mucho más común y de mayor distribución mundial que la primera (Nielsen, 2014 a). Ambas especies son morfológicamente idénticas (difieren solo en el número de cromosomas) y la importancia clínica de estos hallazgos taxonómicos son considerados actualmente nulos, pero la nomenclatura más apropiada, en ausencia del diagnóstico de especie, es *Parascaris* spp. (Nielsen, 2016 a). Este nematode es el parásito de mayor patogenicidad para potrillos y equinos jóvenes y su ciclo de vida se inicia con la ingestión de los huevos cuyas larvas resultantes migran a través del hígado, pulmón y vías aéreas para luego retornar al intestino delgado donde ma-

durán y se reproducen (Clayton, 1986). Los huevos son eliminados en la materia fecal (figura 1) y permanecen viables en el ambiente por períodos muy prolongados (incluso años) lo cual contribuye a la prevalencia alta de este parásito en los equinos jóvenes de todo el mundo.

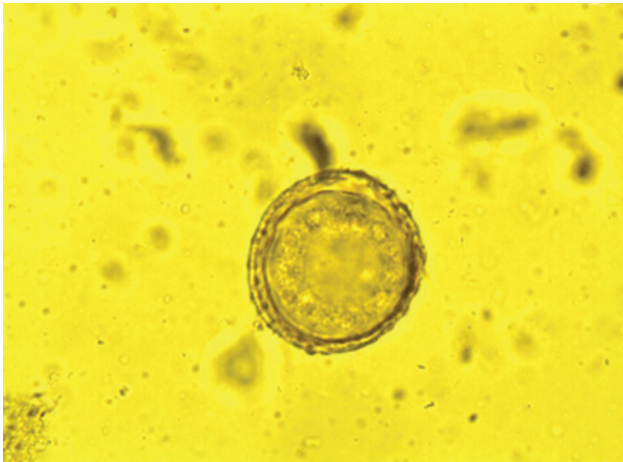


Figura 1. Huevo de *Parascaris* spp en la materia fecal de un potrillo de 8 meses de edad).

Las migraciones larvales ocasionan daño hepático-pulmonar (tos y descarga nasal comúnmente observada) y los nematodos adultos (generalmente 10 a 20 cm de longitud) pueden causar retardo en el crecimiento, pérdida de peso, cólico y muerte por impacción o perforación intestinal (Clayton, 1986; Crib *et al.*, 2006). El período prepatente (el tiempo entre la ingestión y la detección de huevos en las heces) es de 75 a 80 días. Los potrillos desarrollan una inmunidad adquirida sólida contra *P. equorum* y son muy raras las formas clínicas de este parásito en caballos mayores a los dos años de edad (Reinemeyer y Nielsen, 2009).

Los grandes estróngilos equinos (*Strongylus vulgaris*; *Strongylus equinus* y *Strongylus edentatus*) a pesar de su nombre vulgar son de mucho menor tamaño relativo que *P. equorum* alcanzando los adultos entre los 2 a 4,5 cm de longitud. En este grupo de nematodos (conocidos también como estróngilos migratorios) los estadios infectivos son las larvas que se encuentran en las pasturas y las que, una vez ingeridas por los equinos, comienzan una compleja y larga migración por arterias u órganos abdominales para finalmente alcanzar el intestino grueso como adultos jóvenes donde maduran y copulan. Los huevos son eliminados con la materia fecal y la eclosión de estos en el ambiente origina las larvas que contaminan las pasturas y cuya ingestión por los equinos cierra el ciclo biológico. El período prepatente (ingestión de larvas hasta la detección de huevos en las heces) es especie dependiente oscilando entre 6 meses para *S. vulgaris* hasta 12 meses para *S. edentatus* (Urquhart *et al.*, 1996). Si bien la alimentación de los nematodos adultos puede causar daños en la mucosa intestinal, síndromes de mala absorción y anemia, la mayor patogeni-

dad es producida por las migraciones larvales (Urquhart *et al.*, 1996). El más conocido de los grandes estróngilos y el de mayor patogenicidad es *S. vulgaris*, cuya migración larval por la arterias mesentéricas puede dar lugar al desarrollo de arteritis tromboembólica y a severos cólicos isquémicos, en muchos casos fatales (Drudge *et al.*, 1966; Drudge *et al.*, 1979; White, 1981). Desde la introducción de los antihelmínticos modernos y muy especialmente de la ivermectina, los grandes estróngilos están en retirada y actualmente su prevalencia es muy baja en poblaciones equinas que reciben algún tipo de tratamiento antihelmíntico (Herd, 1990) e incluso erradicadas (Reinemeyer y Nielsen, 2009) en establecimientos que realizan más de un tratamiento al año con lactonas macrocíclicas (ivermectina o moxidectina).

Los pequeños estróngilos (grupo *Ciathostoma* o *Trichonema*) son un grupo numeroso de nematodos no migratorios que pertenecen a 13 géneros reconocidos en los equinos (con más de 40 especies) los que se localizan como adultos en ciego y colon alcanzando los 2,5 cm de longitud. Actualmente y en todo el mundo son considerados (por lejos) los parásitos equinos de mayor prevalencia y prácticamente todos los caballos en pastoreo adquieren este nematode. (Brady y Nichols, 2009; Nielsen *et al.*, 2014 a; Scott *et al.*, 2015).

En nuestro país, por ejemplo, los análisis coproparasitológicos equinos para determinar el número de huevos por gramo de heces (hpg) muestran que más del 97% de los huevos observados en animales mayores de dos años (figura 2) pertenecen a los pequeños estróngilos (Laboratorios de Parasitología Veterinaria de Universidad Nacional de Rosario, Universidad Católica de Córdoba y EEA INTA Rafaela; datos no publicados).

Muchas de las especies que componen el grupo no desarrollan inmunidad protectora y, por lo tanto, son comunes en todas las categorías de equinos (Von Samson-Himmelstjerna, 2012). Todos tienen un ciclo de vida simi-

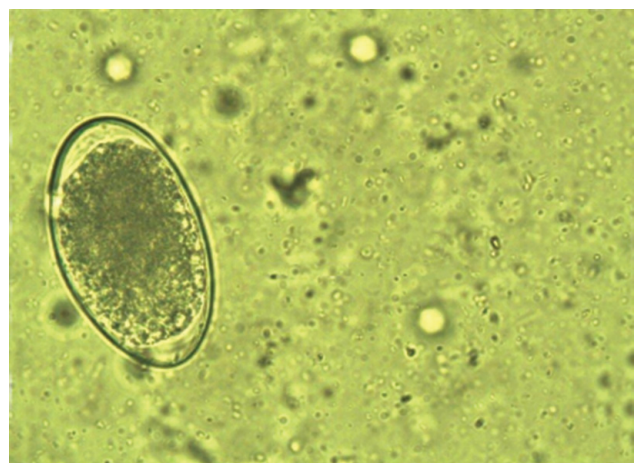


Figura 2. Huevo de nematodos del grupo *Ciathostoma* (pequeños estróngilos) en un equino de 4 años de edad).

lar y al igual que los grandes estróngilos, los equinos se infectan al consumir pasturas contaminadas con larvas. A diferencia de los grandes estróngilos, no realizan migraciones extraintestinales y las larvas permanecen enquistadas en la mucosa y submucosa del intestino grueso para luego emerger, madurar y reproducirse, cerrando de este modo el ciclo de vida. Una proporción de las larvas puede temporariamente detener su desarrollo en la mucosa y submucosa (inhibición larval similar a la observada en nematodos de rumiantes) por períodos prolongados. El período de prepatencia promedio es de aproximadamente dos meses aunque puede variar considerablemente en función de la inhibición larval (Urquhart *et al.*, 1996). En general, los adultos son de patogenicidad moderada a leve, pero un severo síndrome clínico denominado ciatostomiasis larval puede ocurrir cuando existe una masiva y sincronizada reactivación de las larvas inhibidas lo que produce inflamación y severas alteraciones de la mucosa con diarreas profusas y a veces fatales (Murphy y Love, 1997; Love *et al.*, 1999). A excepción del citado síndrome, y en contraposición a un estudio local que muestra una disminución en la eficiencia reproductiva de yeguas y padrillos (Mejía *et al.*, 2011) el consenso general actual parece indicar que en animales con los requerimientos nutricionales cubiertos, no existe una correlación ($p > 0,05$) entre los valores del hpg y el peso, el crecimiento, la condición corporal o parámetros hematológicos como el volumen globular, el conteo relativo de leucocitos y la eosinofilia (Von Samson-Himmelstjerna, 2012; Molento *et al.*, 2016; Abrahao *et al.*, 2016; Bellaw, 2016; Silva *et al.*, 2016; Nielsen 2016b).

CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LOS ANTIHELMÍNTICOS DE USO COMÚN EN LOS EQUINOS DE NUESTRO PAÍS

Los antiparasitarios mayoritariamente utilizados en la Argentina para el control de los nematodos de los equinos incluyen principalmente a los bencimidazoles (más utilizados mebendazole, febendazole, oxibendazole) y las lactonas macrocíclicas (ivermectina y moxidectina únicamente registrados para esta especie). La primera de estas lactonas es probablemente la droga antiparasitaria más utilizada en los equinos en la Argentina y, como regla general, presenta una mayor actividad contra artrópodos aunque menor persistencia nematodocida que la moxidectina (Xiao *et al.*, 1994; Schumacher y Taintor, 2008). Si bien existen numerosas formulaciones específicas de uso oral para esta especie, la utilización también *per os*, pero de formulaciones inyectables de ivermectinas al 1% para bovinos es una práctica extremadamente común en nuestro país (Cerutti *et al.*, 2012) y generalmente la más utilizada en equinos de trabajo. Existe también un tercer grupo de nematodocidas, el de las tetrahidropirimidinas con una formulación registrada conteniendo pyrantel, pero llamativamente y a diferencia de lo observado en otras partes del mundo como por ejemplo América del Norte (Kaplan, 2004; Owen, *et al.*, 2007), Europa (Traversa *et al.*, 2009; Traversa *et al.*, 2012) y Oceanía (Armstrong *et al.*, 2014; Scott *et al.*,

2015) el uso de esta droga en los equinos ha sido hasta el presente poco común en nuestro país. Todos los antihelmínticos mencionados se utilizan como nematodocidas de amplio espectro para el control de grandes y de pequeños estróngilos (con actividad reducida frente a larvas inhibidas de estos últimos) así como de *Parascaris* spp.

Los productos que contienen combinaciones de drogas nematodocidas como por ejemplo bencimidazoles más lactonas macrocíclicas o estas últimas más pyrantel, comunes en otros países como por ejemplo Brasil (Toscan *et al.*, 2012) o Nueva Zelanda (Scott *et al.*, 2015) no se encuentran disponibles en Argentina; aunque sí son de uso frecuente las presentaciones de ivermectina o moxidectina más praziquantel para el control simultáneo de nematodos y de cestodos (*Anoplocephala* spp). En general, la mayoría de los tratamientos contra parásitos internos en equinos de nuestro país se realizan bajo esquemas prefijados o en forma esporádica y son muy poco utilizados los análisis coproparasitológicos (aún menos que en los rumiantes) para la toma de decisiones en los programas de control o para evaluar la eficacia de estos.

Antecedentes en el mundo de RA en nematodos equinos y situación en nuestro país

1. *Parascaris equorum*: las primeras fallas para el control de este parásito fue informada en el año 2002 en Holanda con el uso de lactonas macrocíclicas en potrillos (Boersema, 2002) y en el 2006 Kaplan *et al.*, a través de infecciones experimentales, confirmaron la resistencia de *P. equorum* a la ivermectina. Desde entonces, en numerosos países se registraron evidencias clínicas crecientes sobre las fallas de la ivermectina o la moxidectina para reducir el número de huevos en las heces luego del tratamiento (algunos antecedentes son presentados en la tabla 1).

Con respecto a nuestro país, la información existente es escasa y se circunscribe al área central. En el 2006, se informó de fallas de la ivermectina sobre la eliminación de huevos de *Parascaris* spp en potrillos de un centro de transferencia embrionaria de caballos de polo de la provincia de Córdoba. En este estudio, once potrillos de tres a cinco meses de edad (sin manifestaciones de parasitismo, pero con presencia de huevos en las heces) fueron tratados con esta droga en forma oral (0,2 mg/kg) mientras que otros ocho animales de similares características permanecieron como controles sin tratamiento. Catorce días posteriores a la administración de ivermectina la eficacia de la droga no superó el 65% y en tres de estos potrillos el número de huevos se había incrementado; en cuatro se mantuvo constante y en cuatro decreció. Treinta días posteriores al tratamiento con ivermectina, seis potrillos que aún eliminaban huevos en las heces fueron tratados nuevamente con fenbendazole y 28 días más tarde todos los análisis coprológicos de estos animales fueron negativos (Anziani *et al.*, 2006).

En este mismo año en una caballeriza de caballos de trote de la provincia de Santa Fe, al realizar la necropsia

País	Droga	Eficacia (%)	referencias
EE. UU.	Ivermectina	< 75	Craig <i>et al.</i> , 2007
Canadá	Ivermectina	33	Owen <i>et al.</i> , 2007
	Moxidectina	47	
Alemania	Ivermectina	0	Von Samson-Himmelsjerma <i>et al.</i> , 2007
Dinamarca	Ivermectina	70	Schougaard y Nielsen 2007
Suecia	Ivermectina	0	Lindgren <i>et al.</i> , 2008
Brasil	Ivermectina	66	Molento <i>et al.</i> , 2008
	Moxidectina	84	
	Abamectina	42	
Italia	Ivermectina	63; 71	Veronesi <i>et al.</i> , 2009
Francia	Ivermectina	32, 55; 68	Laugier <i>et al.</i> , 2012
Nueva Zelanda	Ivermectina	0; 0	Bishop <i>et al.</i> , 2014
Australia	Ivermectina	0 ; 50; 61; 84	Armstrong <i>et al.</i> , 2014

Tabla 1. Estudios clínicos que mostraron resistencia de *P equorum* a las lactonas macrocíclicas en el extranjero.

de un potrillo se observó la presencia de numerosos ejemplares de *Parascaris* adultos en forma de ovillos ocluyendo la luz intestinal. El establecimiento realiza anualmente la recría de potrillos de 7 a 9 meses de edad y utiliza un programa de control basado en tratamientos con ivermectina en esta categoría de animales cada 60 días. En la nueva cohorte de potrillos 2007 y sujeta al mismo esquema de tratamientos se observó en la materia fecal la presencia de *Parascaris* adultos en animales tratados aproximadamente un mes antes con ivermectina lo cual motivó la consulta al Laboratorio de Parasitología Veterinaria de la Universidad Nacional de Rosario. Los análisis coprológicos realizados en dos potrancas y un potrillo que habían recibido el mismo tratamiento mostraron valores de 120 a 160 huevos de *Parascaris* spp. por gramo de heces. Debido a las fallas de tratamiento con ivermectina, estos potrillos fueron tratados (al igual que el caso anterior) con febendazole y posteriormente no se observaron huevos en la materia fecal. Desde entonces se realizan esporádicamente análisis coproparasitológicos luego de tratamientos con bencimidazoles, no registrándose hasta el presente (2016) fallas de eficacia con este grupo químico (Ardusso, comunicación personal).

2. Grandes y pequeños estróngilos: en todo el mundo los programas de control de los nematodos intestinales se orientaron originalmente sobre los grandes *Strongylus*, especialmente *S. vulgaris* debido a la reconocida patogenicidad de este parásito. Por su potencia contra estadios larvales y adultos, la aplicación masiva de ivermectina resultó en la disminución dramática de la prevalencia de estos parásitos y de los fenómenos de cólicos asociados a estos. En Brasil un trabajo reciente (Toscan *et al.*, 2012) detectó ineficacias de algunas formulaciones (pero no en otras) de abamectina o ivermectina para el control de *S. vulgaris*, *S. equinus* y *S. edentatus*. No obstante, hasta el

momento existe consenso para considerar que la RA no constituye un problema en el control de los grandes estróngilos y estos permanecen susceptibles a las drogas en uso (Nielsen *et al.*, 2013; Nielsen, 2016b).

Por el contrario, en los pequeños estróngilos el desarrollo de resistencia a los bencimidazoles ha sido informada en numerosos países (Kaplan, 2002 y 2004; Brady y Nichols, 2009; Von Samson-Himmelstjerna *et al.*, 2009) y por su elevada prevalencia, actualmente estos fenómenos parecen ser la regla más que la excepción (Kaplan, 2011). La resistencia de pequeños estróngilos a los bencimidazoles fue descrita por primera vez en la Argentina durante el año 2005 en un establecimiento del norte de la provincia de Santa Fe (Anziani y Catanzaritti, 2005). En el año 2012, un estudio en las provincias de Santa Fe y de Córdoba indicó ineficacias en la totalidad de nueve establecimientos evaluados (con antecedentes de uso de bencimidazoles) así como en más del 50% de los caballos remitidos al hospital veterinario de la Universidad Católica de Córdoba y en los que se desconocían antecedentes de tratamientos con estas drogas (Cerutti *et al.*, 2012). Más recientemente Vignaroli y Ardusso, 2014 informaron sobre ineficacias similares con este grupo químico en equinos de la provincia de Santa Fe. En este contexto, al menos para el área central de nuestro país, la utilización de tratamientos con bencimidazoles para controlar pequeños estróngilos de los equinos podría ser actualmente desaconsejada a menos que se realicen controles postratamiento para establecer la eficacia de estos.

A diferencia de lo observado con los bencimidazoles, la ivermectina mantiene una eficacia alta para reducir el conteo de huevos en la materia fecal de caballos jóvenes y adultos parasitados por pequeños estróngilos. Durante los últimos cinco años en estudios llevados a cabo en las

Estab y (N.º de Caballos)	HPG Pretrat.	Semanas Postrat. (% eficacia en Test Reducción Conteo de Huevos)								% larvas Ciatostoma (pre* y postratamiento)	
		2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	6. ^a	7. ^a	8. ^a			
A (12)	630 (300-1020)	100	100	98,4	89,6	88,2	90	88,5	>98	100	
B (17)	1047 (450-2040)	100	100	98,8	99,7	99,2	95,9	85,2	>95	100	
C (9)	980 (420-2100)	100	100	98,3	97,2	97	96,5	93,9	>98	100	
D (10)	521 (300-1000)	100	100	97	97	95,3	95,1	87,8	100	100	

Tabla 2. Promedio del hpg pre tratamiento (día 1), porcentajes de eficacia observado en el TRCH durante 8 semanas pos tratamiento con ivermectina y porcentaje de larvas de ciatostoma identificadas por coprocultivos.

*Estab 1 a 3, porcentaje restante perteneciente a larvas de grandes estróngilos (*Strongylus edentatus*).

provincias de Santa Fe y Córdoba (laboratorios de Parasitología Veterinaria de la Universidad Nacional de Rosario Y Universidad Católica de Córdoba) la droga produjo en más de 500 animales de diferentes biotipos y categorías reducciones en el TRCH > al 98,5% entre los 12 y 15 días posttratamiento, demostrando que luego de más de 30 años de uso esta droga mantiene una eficacia muy alta de acuerdo a este test *in vivo*. En 48 de estos equinos pertenecientes a cuatro establecimientos se estudió además durante el 2015 el período de reaparición de huevos (PRH) en la materia fecal luego del tratamiento con ivermectina (Arduzzo *et al.*, 2016). Este período se considera como un potencial alerta temprano al desarrollo de los fenómenos de resistencia y originalmente este era de 9 a 13 semanas cuando la droga fue registrada en el mercado veterinario mundial. Actualmente el PRH para la ivermectina es de 6 a 8 semanas y valores inferiores son interpretados como resistencia emergente (Lyons *et al.*, 2011; Nielsen *et al.*, 2013) y estarían asociados a la sobrevivencia de larvas ciatostomas de cuarto estadio ((Lyons *et al.*, 2011; Lyons y Tolliver, 2013). Si bien existen varias definiciones para determinar el PRH y por ende la duración de este) la utilizada en nuestras experiencias consideró como tal a la semana posttratamiento en la cual se observó en el TRCH valores inferiores al 90% (Larsen *et al.*, 2011; Nielsen *et al.*, 2013). Una síntesis de estas observaciones está presentada en la tabla 2.

En todos los establecimientos la eficacia de la ivermectina fue del 100% a las dos y tres semanas posteriores al tratamiento y ningún equino liberó en sus heces huevos de nematodos durante este período. Con respecto al PRH, en tres de los establecimientos (2, 3 y 4) y en el 84% de los individuos este período fue mayor a las seis semanas en línea con lo esperado para la ivermectina. En el establecimiento restante (1) la eficacia fue > al 90% solo durante las primeras cinco semanas lo cual podría sugerir el desarrollo incipiente de menor susceptibilidad a la ivermectina en esta población de ciatostomas. Estos datos comprenden un nú-

mero reducido de animales y obviamente son necesarios estudios adicionales antes de extraer conclusiones, pero este corto PRH en este establecimiento podría considerarse al menos como una situación sospechosa. Recientes trabajos en establecimientos con uso intensivo de ivermectina en EE. UU. informaron sobre resistencia emergente de ciatostoma a esta droga con PRH de cuatro a cinco semanas (Lyons *et al.*, 2008 y 2011).

En síntesis, la situación actual sobre RA en nematodos equinos muestra que en nuestro país, como en otros países del mundo, el uso de drogas de amplio espectro para el control de diferentes parásitos en diferentes categorías requiere una nueva visión del control químico. La información en la Argentina es fragmentaria, pero muestra que en el control de *P. equorum* en los potrillos o en el de los pequeños estróngilos de equinos jóvenes y adultos, ni las lactonas ni los bencimidazoles por sí solos están logrando un adecuado control de ambos parásitos simultáneamente. De particular preocupación son las fallas de las lactonas para controlar el primero de estos parásitos ya que son las drogas más utilizadas en la especie equina y *Parascaris* spp. representa una seria amenaza para la salud de los potrillos menores al año de edad.

¿La resistencia es para siempre?

En los rumiantes es comúnmente aceptado que, una vez que se desarrollan nematodos resistentes a un grupo químico, la persistencia de este fenómeno permanece por mucho tiempo después de que cesa el uso de estos antihelmínticos (Borgsteede y Duyn, 1989; Anziani *et al.*, 2011; Leathwick, 2013). Una situación similar ha sido documentada recientemente en los pequeños estróngilos que parasitan a los equinos, en donde una población de estos parásitos con resistencia a los bencimidazoles continúa con este estatus luego de nueve años sin el uso de estas drogas (Anziani *et al.*, 2016). Este estudio se llevó

Caballo N.º														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Promedio HPG	TRCH* (%)
HPG														
Día 0	320	300	400	860	400	600	840	300	120	400	220	520	440	No corresponde
Día 10	360	180	440	300	320	320	180	350	90	120	200	280	261,67	40,53
Día 36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100

Tabla 3. Número de huevos en materia fecal de equinos antes y luego del tratamiento con mebendazole (día 0) o ivermectina (tratamiento realizado día 12), promedio del hpg y porcentaje de reducción para cada tratamiento.

*Test Reducción Conteo de Huevos.

a cabo en un establecimiento del norte de la provincia de Santa Fe con una población equina relativamente estable, con documentación sobre nematodos resistentes a los bencimidazoles y donde la ivermectina había sido la droga de reemplazo desde el 2005. En el 2014, doce equinos de este mismo establecimiento fueron tratados con mebendazole (6,25 mg/kg oral) para determinar si la suspensión de su uso durante los nueve años previos podría haber recuperado la susceptibilidad de estos parásitos a los bencimidazoles. A los 10 días postratamiento el TRCH indicó una eficacia de 40,5% y ante estos resultados, dos días más tarde los mismos animales fueron tratados nuevamente con ivermectina (0,2 mg/kg oral) la cual resultó en una eficacia del 100% (tabla 3).

Estas observaciones de nuestro país concuerdan con trabajos realizados en Canadá donde poblaciones de campo de pequeños estróngilos resistentes a los bencimidazoles persistieron con esta condición luego de 10 años sin ser utilizados estos antihelmínticos (Owen *et al.*, 2008). Ambas experiencias muestran que bajo condiciones de campo y una vez que la RA se desarrolla en nematodos equinos como los pequeños estróngilos (y al menos con antihelmínticos como los bencimidazoles) las posibilidades de reversión a susceptibilidad son muy escasas.

DIAGNÓSTICO DE LA RESISTENCIA ANTIHELMÍNTICA

Los métodos *in vivo* son actualmente considerados como referencia o gold standard para el diagnóstico de la RA en los equinos. Estos métodos determinan, por necropsia de los animales tratados, el número de nematodos adultos que sobreviven al tratamiento (test de eficacia controlada) o en animales vivos, la postura de huevos por las hembras de los nematodos sobrevivientes a este a través de un test de reducción en el conteo de huevos (TRCH). El TRCH compara el número de huevos por gramo de heces (hpg) antes y después del tratamiento, no requiere el sacrificio de los hospedadores y es el más difundido en todo el mundo ya que se puede determinar la susceptibilidad o resistencia a todos los tipos de antihelmínticos bajo condiciones de campo. La reducción en el conteo de huevos puede ser

basada en los valores del hpg pre y postratamiento de los mismos caballos o comparada con un grupo control no tratado. En general, actualmente se considera que la primera de estas formas de evaluar la actividad de las drogas no solo es más simple, pero también reduce la variabilidad en las estimaciones de eficacia con resultados más consistentes (Mc Kenna, 2006; Dobson, 2012). El análisis de los mismos animales permite establecer porcentajes individuales en el TRCH y es la única alternativa para condiciones de campo donde generalmente el número de equinos disponibles es pequeño. En estas circunstancias un mínimo de seis (Nielsen *et al.*, 2013) a ocho equinos ha sido sugerido como aconsejable (Pook *et al.*, 2002) o al menos el 80% de la población equina del establecimiento (Coles *et al.*, 2006). Uno de las controversias suscitadas con el TRCH en equinos es el porcentaje de eficacia que debe tener una droga (línea de corte o cut off) para considerar a los parásitos como susceptibles o resistentes. En general, existe consenso para que eficacias menores al 85% para el pyrantel, 90% para bencimidazoles y 95% para las lactonas deberían ser consideradas como el cut off por debajo del cual podría asumirse presencia de resistencia (Kaplan, 2002; Kaplan y Nielsen, 2010; Nielsen *et al.*, 2013). Sin embargo, las determinaciones del hpg presentan una gran variabilidad intrínseca y, por ende, también influyen los resultados del TRCH. Por lo tanto y más aún cuando se utiliza un número reducido de animales y la variabilidad de los datos es grande se requiere de una actitud conservadora antes de establecer el estatus de resistencia bajo condiciones de campo.

Además de estos métodos *in vivo*, se están evaluando alternativas *in vitro* que determinan los efectos de los antihelmínticos sobre el desarrollo, crecimiento o movimiento de diferentes estadios de los nematodos. Hasta el momento su uso ha sido limitado y se hace necesario una mayor estandarización de estos para su empleo masivo y, por el momento, en los equinos no constituyen una alternativa confiable que pueda sustituir al TRCH (Von Samson-Himmelstjerna, 2012; Mathews, 2014). Existen también métodos que utilizan marcadores moleculares los que generalmente presentan mayor sensibilidad que los métodos *in vivo* para detectar nematodos resistentes, especialmente cuando estos fenómenos están emergiendo (Hoglund *et*

al., 2009; Guzman *et al.*, 2011). Sin embargo, actualmente estos métodos no pueden cuantificar o indicar la magnitud del fenómeno y, por lo tanto, la correlación entre la detección de resistencia y la eficacia de una determinada droga es difícil de establecer y para un determinado establecimiento no parece tener sentido el dejar de utilizar un antihelmíntico que muestra reducciones en la postura de huevos cercanos al 100% aunque los marcadores moleculares indiquen presencia de resistencia (Kaplan y Vidyashankar, 2012). En este contexto y hasta el presente, estos tests están siendo usados exclusivamente en trabajos de investigación y no están disponibles para servicios diagnósticos.

Cómo prevenir, demorar y manejar los problemas de resistencia

Presión de selección y poblaciones en “refugio”. La presión de selección que ejerce una droga antihelmíntica depende fuertemente del modo que esta es utilizada en el campo. Además del uso masivo y frecuente, otra forma de presión de selección es la aplicación cuando las posibilidades de reinfección son bajas (refugio mínimo). Se denomina refugio a las poblaciones de nematodos que no son alcanzadas por los antihelmínticos cuando se realizan los tratamientos (Van Wyk, 2001). El refugio lo constituyen mayormente los huevos y estados larvales que se encuentran en las pasturas, los nematodos que se encuentran en animales que no reciben tratamiento y también en el caso de los ciatostomas (pequeños estróngilos no migratorios) de los equinos, las larvas de tercer y cuarto estadio que permanecen enquistadas y que son generalmente refractarias a los tratamientos antihelmínticos convencionales. Estas subpoblaciones dejadas en refugio representan un reservorio de parásitos susceptibles que pueden reproducirse con los nematodos resistentes que sobreviven al tratamiento. De esta forma, los genes resistentes pueden “diluirse” con los susceptibles y, por lo tanto, cuando el refugio es incrementado, se reduce el desarrollo de la resistencia. En los rumiantes existen estudios de campo (Waghorn *et al.*, 2008; Anziani *et al.*, 2014) así como modelos simulados (Dobson *et al.*, 2011; Leathwick *et al.*, 2012) que señalan la importancia del refugio para aminorar la presión de selección y el desarrollo de la resistencia. En los equinos el efecto beneficioso de las poblaciones en refugio para el control parasitario es considerado como una hipótesis altamente probable, pero no existen aún estudios específicos en estos herbívoros que lo confirmen (Nielsen *et al.*, 2014c). Así, por ejemplo, ha sido sugerido que una de las potenciales causas sobre la ausencia de fenómenos generalizados de resistencia a las lactonas macrocíclicas por los ciatostomas, a pesar de más de treinta años de uso intensivo, podría ser la importante población en refugio que constituyen las larvas enquistadas en la mucosa del intestino grueso y sobre las cuales estas drogas prácticamente no tienen actividad (Kaplan, 2002; Matthews, 2008).

Tratamientos selectivos. La RA exige una profunda reformulación de los actuales programas de control así como de nuevas recomendaciones y estrategias para disminuir la

presión de selección que ejercen los antihelmínticos sobre el genoma parasitario y favorecer ciertos niveles de nematodos en refugio a través de tratamientos menos intensivos y masivos (VanWyk 2006; Greer *et al.*, 2009; Stafford *et al.*, 2009). Una de las estrategias que aparece como más promisorias es la de los tratamientos selectivos (T.S.) la cual se basa en el principio de seleccionar individuos dentro del grupo animal y dejar el resto sin tratamiento. Este principio muy simple se contrapone con los tratamientos masivos actuales y la mayor ventaja de estos T.S. es que todos los animales que probablemente se beneficiarían con los antihelmínticos son incluidos y aquellos con menor probabilidad de beneficiarse son excluidos. El fundamento es que los nematodos que parasitan a los herbívoros siguen la distribución de la binomial negativa con la minoría de estos últimos soportando el mayor número de parásitos o sufriendo el mayor impacto sanitario-productivo (Kenyon *et al.*, 2009). Este tipo de distribución es particularmente evidente en los equinos parasitados por pequeños estróngilos (Wood *et al.*, 2013) y desde una perspectiva teórica, los T.S. podrían dirigirse solamente al 20 o 30% de los animales que constituyen el principal grupo de riesgo. Si en un grupo de equinos determinados, estos T.S. se realizaran con drogas de alta eficacia (>99%) y solo sobre caballos que por ejemplo muestren valores del hpg > 200, se lograría una reducción en la contaminación por huevos (realizada por toda la tropilla) en las pasturas, cercanas al 95% a pesar de que los tratamientos alcanzarían solo a la mitad aproximada de los integrantes de esta (Kaplan y Nielsen, 2010). La correlación entre el hpg y la carga total de pequeños estróngilos es baja especialmente cuando la proporción de larvas enquistadas es alta (Dowdall *et al.*, 2002) en forma similar a la observada en con las larvas hipobióticas de los nematodos de los rumiantes. No obstante, y a diferencia de estos últimos, en los pequeños estróngilos, existen varios estudios que muestran en el tiempo una consistencia alta y estable en los valores individuales del hpg para un animal determinado (Gomez y Giorgi, 1991; Nielsen *et al.*, 2006). En este contexto, el valor del hpg ha sido propuesto en Europa y EE. UU. como un indicador confiable para los T.S. en pequeños estróngilos (grupo ciatostoma) de animales adultos utilizando un cut off para la administración de antihelmínticos de 100 a 300 hpg (Nielsen *et al.*, 2006; Nielsen *et al.*, 2014b). Existe actualmente una tendencia incluso a aumentar este valor del hpg como línea de corte y aparentemente valores de 400 en adultos jóvenes o de 600 en yeguas de cría no requerirían tratamientos específicos (Molento *et al.*, 2016; Abrahao *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2016). No obstante estas importantes ventajas (menor presión de selección y mayor refugio) existe actualmente preocupación ya que con los T.S. muchos equinos no reciben ningún tratamiento nematocidas por períodos prolongados lo cual podría favorecer la reemergencia de otros nematodos de mayor patogenicidad como por ejemplo *Strongylus vulgaris* cuya prevalencia se encuentra mundialmente en disminución (Nielsen, 2014b). Los huevos de *S. vulgaris* no pueden ser morfológicamente diferenciados de los pequeños estróngilos por su tamaño y forma, por lo que existe un riesgo alto para que los T.S. dejen infecciones con este

parásito sin tratamiento. En nuestro país, la prevalencia de los grandes estróngilos es muy baja (ver punto 2), pero “aún están aquí” y por ejemplo Fuse *et al.* (2013) demostraron que sobre 32 necropsias realizadas en el 2003 y 2004 en equinos de 2,5 a 3 años que no habían recibido tratamientos antihelmínticos previos, el 100% de estos animales presentaba lesiones de la mesentérica anterior compatibles con *Strongylus vulgaris*. Así mismo los T.S. basados en el hpg no se consideran actualmente aplicables tampoco en potrillos y equinos jóvenes donde *Parascaris spp.* puede dar lugar a falsos negativos (Nielsen, 2016 a y b) con un importante riesgo sanitario para estas categorías.

CONCLUSIONES Y PROPUESTAS

Al igual que en los rumiantes, los nematodos de mayor importancia y prevalencia que actualmente parasitan el intestino de los equinos han desarrollado resistencia a los antihelmínticos. Sin embargo, la real importancia clínica de la RA en ciatostomas (pequeños estróngilos) o *Parascaris spp.* que parasitan a la especie equina, hasta el momento no ha sido bien establecida y clarificada.

La relativa baja patogenicidad de la mayoría de las infecciones por ciatostomas (a excepción del síndrome poco frecuente de la ciatostomiasis larval) debería ser considerada al evaluar las implicancias de la RA. Debido a la presencia generalizada de las fallas de tratamiento con el uso de bencimidazoles, esta droga no debería ser recomendada para el control de estos nematodos a menos que se realicen controles postratamiento para evaluar la eficacia de estos. Por el contrario, las fallas para controlar *Parascaris spp.* en potrillos con el uso de lactonas macrocíclicas podría llevar a síndromes severos con diarrea, impacción gastrointestinal y ocasionalmente perforación o ruptura del intestino delgado. Estos fenómenos de RA en los equinos muestran que en nuestro país, como en otros países del mundo, el uso de drogas de amplio espectro para el control de diferentes parásitos en diferentes categorías requiere una nueva visión del control químico. La información disponible en Argentina es fragmentaria, pero denota que en el control de *Parascaris spp.* en los potrillos o en el de los pequeños estróngilos de equinos en los adultos, ni las lactonas ni los bencimidazoles por sí solos están logrando un adecuado control de ambos parásitos simultáneamente.

En este contexto, el objetivo de los programas de control actuales no debería dirigirse a la eliminación total de los nematodos, pero sí a reducir su transmisión y mantener las cargas parasitarias por debajo de niveles que potencialmente afecten la salud, productividad o performance de los equinos. No hay dudas de que la aplicación de antihelmínticos es actualmente el método más efectivo y práctico para el control parasitario, pero es imperativo disminuir la frecuencia de estos, maximizando su utilización racional para disminuir la presión de selección que resulta en poblaciones de nematodos resistentes. Las drogas disponibles pertenecen solo a tres grupos químicos y desde el lanzamiento de la ivermectina en 1981-1982, no han sido

introducidos al mercado veterinario equino mundial antihelmínticos con nuevos modos de acción. A pesar de estar comercialmente disponible, llamativamente el uso de pyrantel ha sido hasta el momento muy restringido en nuestro país y debido a los pocos grupos de antihelmínticos existentes, la droga podría jugar un papel importante en cualquier esquema de rotación (especialmente en presencia de RA) para el control de ciatostomas así como de *Parascaris spp.* y amerita la realización de estudios locales para obtener información actualizada sobre su eficacia.

En el control de ciatostomas en equinos adultos, el uso de tratamientos selectivos utilizando niveles de corte de 300 a 500 en los valores del hpg, aparece con un interesante potencial por su baja presión de selección sobre el genoma parasitario ya que disminuye el número de tratamientos y aumenta las poblaciones parasitarias en *refugio*. Los riesgos de la reaparición de los grandes estróngilos (especialmente *Strongylus vulgaris*) provocados por equinos sin tratamientos (lo cual permitiría cumplimentar el ciclo biológico y la contaminación de las pasturas) podrían ser reducidos con una única aplicación masiva anual de antihelmínticos. Esta práctica podría simplificarse si se realiza junto con la administración anual de praziquantel recomendada para el control de cestodes (Nielsen, 2016b) ya que esta droga se encuentra comercialmente disponible en combinación con bencimidazoles y lactonas macrocíclicas.

Los veterinarios involucrados con la especie equina deberían evaluar el estatus de susceptibilidad o resistencia en cada establecimiento antes de establecer un programa de control parasitario, y en este contexto el TRCH debería ser usado al menos anualmente para monitorear la eficacia de las drogas. A pesar de sus limitantes los análisis coparazitológicos están lejos de ser sofisticados o de alto costo y los TRCH pueden ser utilizados sin modificar el manejo habitual del establecimiento y actuar como prueba tamiz de eficacia luego del tratamiento. Las sospechas de ineficacia pueden ser identificadas y confirmadas posteriormente con protocolos de mayor exigencia permitiendo al veterinario cambiar rápidamente de droga y evitar potenciales problemas sanitarios o en la performance de los animales. En forma adicional, esta información basada en técnicas parasitológicas muy sencillas podría servir de base para un sistema de investigación diagnóstica temprana de estos fenómenos de resistencia a nivel regional. Estas acciones permitirían movernos desde las observaciones circunstanciales y anecdóticas actuales, hacia la documentación y sistematización de la información como premisa inicial a una medicina veterinaria basada en evidencias para responder al uso racional y sustentable de los antihelmínticos.

AGRADECIMIENTOS

Al convenio INTA AUDEAS CONADEV y a la Secretaría de Investigación de la Universidad Católica de Córdoba por el financiamiento de algunos de los trabajos de la presente revisión.

BIBLIOGRAFÍA

- ABRAHAO, C.I.; CASTRO, I.I.; MIYAZAKI, C.M.; YOSHITANI, U.Y.; ANTUNES, J.; MOLENTO, M.B. 2016. Body development of five Thoroughbred foal generations naturally infected with cyathostomins. *Jour. Equ. Vet. Sci.* 39 Supp: S45.
- ANZIANI, O.S.; CATANZARITTI, H. 2005. Resistencia a los benzimidazoles en nematodos de los equinos en Santa Fe, Argentina. *Vet. Arg.* 218: 571-578.
- ANZIANI, O.S.; CAFFE, G.; SALAMONE, J.; ROMANUTTI, J. 2006. Probable resistencia de *Parascaris equorum* a la ivermectina. Facultad Ciencias Agropecuarias. Primeras Jornadas de Difusión Científicas, Universidad Católica de Córdoba. Disponible: <http://rafaela.inta.gov.ar/info/documentos/anuarios/anuario2006/sanidad-27.pdf> verificado 03 de marzo de 2016).
- ANZIANI, O.; PAGGI, P.; BURGOS, G.; FERREIRA, M.; GALARZA, R. 2011. MACROCYCLIC LACTONES IN CATTLE IN ARGENTINA. PERSISTANCE OF STATUS OF RESISTANCE. (Abstract) Session L. 23rd International Conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology Proceedings; Buenos Aires, Argentina, p. 261.
- ANZIANI, O.S. 2013. Anthelmintic resistance in nematodes of herbivores hosts in Argentina. 2013. Proceedings 24th International Conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology, Perth, Australia.
- ANZIANI, O.S.; DIRUSCUI, I.; IBARLUCEA, J.; MACIEL, M.; COOPER, L.; CERUTTI, J. 2014. Los tratamientos masivos con ivermectina para erradicación de la garrapata común del bovino (*Rhipicephalus sanguineus*) y sus efectos sobre poblaciones de nematodos gastrointestinales. Observaciones sobre un caso de campo. *Rev Arg. Prod. Anim.* 34 (Sup. 1). 66.
- ANZIANI, O.S.; MUCHIUT, S.; COOPER, L.; CERUTTI, J. 2016. The small strongyles (cyathostomes) and benzimidazoles. Persistence of status of resistance after nine years without the use of these drugs and efficacy of ivermectin against this parasite population. *Jour. Equ. Vet. Sci.* 39 Supp: S52-S53.
- ARDUSSO, G.; CERUTTI, G.; CAFFE, G.; COOPER, L.; PI-RANI L.; ANZIANI, O. 2016. Anthelmintic resistance in equine nematodes in Argentina. *Jour. Equ. Vet. Sci.* 39 Supp: S52.
- ARMSTRONG, S.K.; WOODGATE, R.G.; GOUGH, S.; HELLER, J.; SANGSTER, N.C.; HUGHES, K.J. 2014. The efficacy of ivermectin, pyrantel and fenbendazole against *Parascaris equorum* infection in foals on farms in Australia. *Vet. Parasitol.* 205: 575-580.
- BELLAW, J.; PAGAN, J.; CADELL, S.; PHETHEAN, E.; DONECKER, J.; NIELSEN, M. 2016. Objective evaluation of two deworming regimens in young Thoroughbreds using parasitological and performance parameters. *Vet Parasitol.* 221:69-75.
- BISHOP, R.M.; SCOTT, I.; GEE, E.K.; ROGERS, C.W.; POMROY, W.E.; MAYHEW, I.G. 2014. Sub-optimal efficacy of ivermectin against *Parascaris equorum* in foals on three Thoroughbred stud farms in the Manawatu región of New Zealand. *New Z. Vet J.* 62 : 91-95.
- BOERSEMA, J.H.; EYSKER, M.; NAS, J.W. 2002. Apparent resistance of *Parascaris equorum* to macrocyclic lactones. *Vet. Rec.* 150: 279-281.
- BORGSTEEDE, F.; DUYN, S. 1989. Lack of reversion of a benzimidazole resistant strain of *Haemonchus contortus* after six years of levamisole usage. *Res. Vet. Sci.* 47: 270-2.
- BRADY, H.; NICHOLS W. 2009. Drug resistance in equine parasites: an emerging global problem. *J. Equine Vet. Sci.* 29: 285-295.
- CERUTTI, J.; COOPER, L.; CAFFE, G.; CERVILLA, N.; MUCHIUT, S.; ANZIANI, O.S. 2012. Resistencia de los pequeños strongilidos (grupo *Ciatostoma*) a los benzimidazoles en equinos del área central de la Argentina. *Rev. InVet. (Bs. As., Argentina)*, 14: 41-46.
- CLAYTON, H.M.; DUNCAN, J.L. 1979. The migration and development of *Parascaris equorum* in the foal. *Res. Vet. Sci.* 26: 383-384.
- CLAYTON, H.M. 1986. Ascarids. Recent advances. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 2: 313-328.
- COLES, G.C.; JACKSON, F.; POMROY, W.E.; PRICHARD, R. K.; Von SAMSON-HIMMELSTJERNA, G.; SILVESTRE, A.; TAYLOR, A.; VERCRUYSSSE, J. 2006. The detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Vet. Parasitol.* 85: 49-59.
- CRAIG, T.M.; DIAMMOND, P.I.; FERWERDA, N.S.; THOMPSON, J.A. 2007. Evidence of ivermectin resistance by *Parascaris equorum* on a Texas horse farm. *Jour. Equ. Vet. Sci.* 27: 67-71.
- CRIBB, N.C.; COTE, N.M.; BOURÉ, L.P.; PEREGRINE, A.S. 2006. Acute small intestinal obstruction associated with *Parascaris equorum* infection in young horses: 25 cases (1985-2004). *N. Z. Vet. J.* 54: 338-343.
- DOBSON, R.J.; BARNES, E.H.; TYRELL, K.L.; HOSKING, B.C.; LARSEN, J.W.A.; BESIÉ, R.B.; LOVE, S.; ROLFE, P.F.; BAILEY, J.N. 2011. A multi-species model to assess the impact of refugia on worm control and anthelmintic resistance in sheep grazing systems. *Aust. Vet. J.* 89: 200-208.
- DOBSON, R.J.; HOSKING, B.C.; JACOBSON, C.L.; COTTER, J.L.; BESIÉ, R.B.; STEIN, P.A.; REID, S.A. 2012. Preserving new anthelmintics: A simple method for estimating faecal egg count reduction test (FECRT) confidence limits when efficacy and/or nematode aggregation is high. *Vet. Parasitol.* 186: 79-92.
- DOWDALL, S.M.J.; MATTHEWS, J.B.; MAIR, T.; MURPHY, D.; LOVE, S.; PROUDMAN, C.J. 2002. Antigen-specific IG (T) responses in natural and experimental Cyathostome infections in horses. *Vet. Parasitol.* 106: 225-242.
- DRUDGE, J.H. 1979. Clinical aspects of strongylus vulgaris infection in the horse. Emphasis on diagnosis, chemotherapy and prophylaxis. *Vet. Clin. North Am. Large Anim. Pract.* 1: 251-265.
- DRUDGE, J.H.; LYONS, E.T.; SZATO, J. 1966. Pathogenesis of migrating stages of helminthes with special reference to *Strongylus vulgaris*. En: SOULSBY, E.J.L. (editor). *Biology of parasites. Emphasis on veterinary parasites.* Nueva York y Londres; Academic Press Inc. pp. 199-214.
- FUSÉ, L.; SAUMELL, C.; IGLESIAS, L. 2013. Variación estacional del parasitismo interno en equinos: fenómeno de hipobiosis de los pequeños strongilidos (Cyathostominae) en Tandil, Buenos Aires, Argentina. *Rev. Med. Vet. (Bs. As.)* 3: 62-72. Symposium. 385-389.
- GOMEZ, H.H.; GEORGI, J.R. 1991. Equine helminth infections: control by selective chemotherapy. *Equine Vet. J.* 23:198-200.
- GREER, A.W.; KENYON, F.; BARTLEY, D.J.; JACKSON, E.B.; GORDON, Y.; DONNAN, A.A., MCBEAN, D.W. 2009. Development and field evaluation of a decision support model for anthelmintic treatments as part of a targeted selective treatment (TST) regime in lambs. *Vet. Parasitol.* 164: 12-20.
- GUZMÁN, M.; FIEL, C.; STEFFAN, P.; RIVA, E.; SCARCELLA, S.; LUCCHESI, P. 2011. Genotype characterization of strains of *Haemonchus contortus* susceptible or resistant to benzimidazole treatment in Argentina. (Abstract) Session D. 23rd International Conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology Proceedings; Buenos Aires, Argentina, p. 104.
- HERD, R.P. 1990. The changing world of worms: the rise of the cyathostomes and the decline of strongylus vulgaris. *Compend. Contin. Educ. Vet.* 12: 732-736.

- HOGLUND, J.; GUSTAFSSON, K.; LJUNGSTROM, B. L.; ENGSTROM, A.; DONNAN, A.; SKUCE, P. 2009. Anthelmintic resistance in Swedish sheep flocks based on a comparison of the results from the faecal egg count reduction test and resistant allele frequencies of the beta-tubulin gene. *Vet. Parasitol.* 161: 60-68.
- KAPLAN, R. 2002. Anthelmintic resistance in nematodes of horses. *Vet. Res.* 33: 491-507.
- KAPLAN, R. 2004. Drug resistance in nematodes of veterinary importance: a status report. *Trends Parasitol.* 20:477-481.
- KAPLAN, R. 2011. It is time for change: the rationale for evidence-based parasite control in horses (Abstract) Session H. 23rd International Conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology. Proceedings; Buenos Aires, Argentina, p. 173.
- KAPLAN, R.M.; REINEMEYER, C.R.; SLOCOMBE, J.O.; MURRAY, M.J. 2006. Confirmation of ivermectin resistance in a purportedly resistant Canadian isolate of *Parascaris equorum* in foals. Proceedings of the American Association of Veterinary Parasitologists, 51st Annual Meeting, Honolulu, Hawaii, 69-70.
- KAPLAN, R.; NIELSEN, M.K. 2010. An evidence-based approach to equine parasite control: it ain't the 60s anymore. *Equine Vet. Educ.* 22: 306-316.
- KAPLAN, R.; VIDYASHANKAR, A.N. 2012. An inconvenient truth: global worming and anthelmintic resistance. *Vet. Parasitol.* 186: 28-37.
- KENYON, F.; GREER, A.W.; COLES, G.C.; CRINGOLI, G.; PAPAPDOULUS, E.; CABARET, J.; BERRAG, B.; VARADY, M.; VAN WYK, J.A.; THOMAS, E.; VERCRUYSE, J.; JACKSON F. 2009. The role of targeted selective treatments in the development of refugia-based approaches to the control of gastrointestinal nematodes of small ruminants. *Vet. Parasitol.* 164: 3-11.
- LARSEN, M.L.; RITZ, C.; PETERSEN, S.L.; NIELSEN, M.K. 2011. Determination of ivermectin efficacy against cyathostomins and *Parascaris equorum* on horse farms using selective therapy. *Vet. J.* 188: 44-47.
- LAUGIER, C.; SEVIN, C.; MENARD, S.; MAILLARD, K. 2012. Prevalence of *Parascaris equorum* infection in foals on French stud farms and first report of ivermectin-resistant *P. equorum* populations in France. *Vet Parasitol* 188:185-189.
- LEATHWICK, D. M.; WAGHORN, T.S.; MILLER, C.M.; CANDY, P.M.; OLIVER, A.M.B. 2012. Managing anthelmintic resistance - use of a combination anthelmintic and leaving some lambs untreated to slow the development of resistance to ivermectin. *Vet. Parasitol.* 187: 285-294.
- LEATHWICK, D. M. 2013. Managing anthelmintic resistance - Parasite fitness, drug use strategy and the potential for reversion towards susceptibility. *Vet. Parasitol.* 198: 145-153.
- LINDREN, K.; LJUNGVALL, Ö.; NILSSON, O.; LJUNGSTRÖM, B.L.; LINDAHL, C.; HÖGLUND; J. 2008. *Parascaris equorum* in foals and in their environment on a Swedish stud farm, with notes on treatment failure of ivermectin. *Vet. Parasitol.* 151: 337-343.
- LOVE, S.; MURPHY, D.; MELLOR, D. 1999. Pathogenicity of cyathostome infection. *Vet. Parasitol.* 85: 113-121.
- LYONS, E.T.; TOLLIVER, S.C.; IONITA, M.; LEWELEN, A.; COLLINS, S.S. 2008. Field studies indicating reduced activity of ivermectin on small strongyles in horses on a farm in Central Kentucky. *Parasitol. Res.* 103: 209-215.
- LYONS, E.T.; TOLLIVER, S.C.; COLLINS, S.S. 2009. Probable reason why small strongyle EPG counts are returning "early" after ivermectin treatment of horses on a farm in central Kentucky. *Parasitol. Res.* 104: 569-574.
- LYONS, E.T.; TOLLIVER, S.C.; COLLINS, S.S. 2011. Field tests demonstrating reduced activity of ivermectin and moxidectin against small strongyles in horses on 14 farms in Central Kentucky in 2007-2009. *Parasitol. Res.* 108: 355-360.
- LYONS, E.T.; TOLLIVER, S.C. 2013. Further indication of low-level activity of ivermectin on immature small strongyles in the intestinal lumen of horses on a farm in Central Kentucky. *Parasitol. Res.* 112: 889-891.
- MATTHEWS, J.B. 2008. An update on cyathostomins: anthelmintic resistance and worm control. *Eq. Vet. Educ.* 20: 552-560.
- MATTHEWS, J.B. 2014. Anthelmintic resistance in equine nematodes. *Int. J. Parasitol: Drugs and Drug Resistance* 4: 310-315.
- MC KENNA, P.B. 2006. Further comparison of faecal egg count reduction test procedures: Sensitivity and specificity. *N. Z. Vet. J.* 54: 365-366.
- MEJIA, M., LICOFF, N.; RIERA, F.; ROLDAN, J.; LACAU-MEN-GIDO, I.M. 2011. Gastrointestinal nematode effect on the reproductive performance of mares and stallions under an intensive equine embryo transfer program. (Abstract) Session H. 23rd International Conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology Proceedings; Buenos Aires, Argentina, p. 168.
- MOLENTO, M.B., ANTUNES, J.; BENTES, R.N.; COLES, G.C. 2008. Anthelmintic resistant nematodes in Brazilian horses. *Vet. Rec.* 162: 384-385.
- MOLENTO, M.B.; CASTRO, I.; ABRAHAO, C.I.; ANTUNES, J. 2016. The perfect tripod for raising healthy horse: simple management, good diagnostic, and a smart team. *Jour. Equ. Vet. Sci.* 39 Supp: S48.
- MURPHY, D.; LOVE, S. 1997. The pathogenic effects of experimental cyathostome infections in ponies. *Vet. Parasitol.* 70: 99-110.
- NIELSEN, M.K. 2016a. Evidence-based considerations for control of *Parascaris* spp. infections in horses. *Equine Vet. Educ.* (en prensa) 01/2016; Doi: 10.1111/eve.12536. (Disponible: <https://www.researchgate.net/publications/288838038> verificado 20 de febrero 2016).
- NIELSEN, M.K. 2016b. Anthelmintic resistance-the need for diagnostic surveillance. 10th International Equine Infectious Diseases Conference. Abril 4-8, Buenos Aires, Argentina.
- NIELSEN, M.K.; HAANING, N.; OLSEN, S.N. 2006. Strongyle egg shedding consistency in horses on farms using selective therapy in Denmark. *Vet. Parasitol.* 135: 333-335.
- NIELSEN, M.K.; MITTEL, L.; GRICE, A.; ERSKINE, M.; GRAVES, E.; VAALA, W.; TULLY, R.C.; FRENCH, D.D.; BOWMAN, R.; KAPLAN, R.M. 2013. AAEP Parasite Control Guidelines, American Association of Equine Practitioner, p. 24 Disponible: www.aaep.org on verificado 03 de marzo de 2016).
- NIELSEN, M.K.; PFISTER, K.; Von SAMSON HIMMELSTJERNA. 2014a. Selective therapy in equine parasite control- Application and limitations. *Vet. Parasitol.* 202: 95-103.
- NIELSEN, M.K.; REINEMEYER, C.R.; DONECKER, J.M.; LEATHWICK, D.M.; MARCHIONDO, A.A.; KAPLAN, R.M. 2014b. Anthelmintic resistance in equine parasites - current evidence and knowledge gaps. *Vet. Parasitol.* 204: 55-63.
- OWEN, J.; SLOCOMBE, D.; DE GANNES, R.; LAKE, M.C. 2007. Macrocyclic lactone-resistant *Parascaris equorum* on stud farms in Canada and effectiveness of fenbendazole and pyrantel pamoate. *Vet. Parasitol.* 145: 371-376.
- OWEN, J.; SLOCOMBE, D.; COTE, J.; DE GANNES, R. 2008. The persistence of benzimidazole-resistant cyathostomes on horse farms in Ontario over 10 years and the effectiveness of ivermectin and moxidectin against these resistant strains. *Can. Vet. J.* 49: 56-60.

- PEREGRINE, A.; MOLENTO, B.; KAPLAN, R.; NIELSEN, M.K. 2014. Anthelmintic resistance in important parasites of horses: does it really matter? *Vet Parasitol* 201: 1-8.
- POOK, J.; POWER, M.; SANGSTER N.; HODGSON, J.; HODGSON, D. 2002. Evaluation of tests for anthelmintic resistance in cyathostomes. *Vet. Parasitol.* 106: 331-343.
- REINEMEYER, C.R.; NIELSEN, M.K. 2009. Parasitism and colic. *Vet. Clin. Equine* 25: 233-245.
- SANGSTER, N.C.; GILL, J. 1999. Pharmacology of anthelmintic resistance. *Parasitol. Today.* 15:141-146.
- SCHOUGAARD, H.; NIELSEN, M.K. 2007. Apparent ivermectin resistance of *Parascaris equorum* in foals in Denmark. *Vet. Rec.* 160: 439-440.
- SCHUMAGER, J.; TAINTOR, J. 2008. A review of the use of moxidectin in horses. *Equine Vet. Educ.* 20: 546-551.
- SCOTT, I.; BISHOP, R.M.; POMROY, W.E. 2015. Anthelmintic resistance in equine helminth parasites – a growing issue for horse owners and veterinarians in New Zealand? *N. Z. Vet. J.* 63: 188-198.
- SILVA PRADO, R.H.; CARNEIRO, A.S.; SALIBA, S.O.; DA SILVA, I.F.; MARTINS, S.J.; BORGES, I.; RALSTON, S.L. 2016. The effect of deworming on apparent digestion, body weight, and condition in heavily parasitized mare. *Jour. Equ. Vet. Sc.* 36: 83-89.
- STAFFORD, K.A.; MORGAN, E.R.; COLES, G. 2009. Weight-based targeted selective treatment of gastrointestinal nematodes in a commercial sheep flock. *Vet. Parasitol.* 164: 59-65.
- TOSCAN, G.; CESAR, A.S.; PEREIRA, R.C.F.; SILVA, G.B.; SANGIONI, I.A.; OLIVEIRA, L.S.S.; VOGEL FSF. 2012. Comparative performance of macrocyclic lactones against large strongyles in horses. *Parasitol International* 61: 550-553.
- TRAVERSA, D.; VON SAMSON-HIMMELSTJERNA, G.; DEMELER, J.; MILILLO, P.; SCHURMANN, S.; BARNES, H.; OTRANTO, D.; PERRUCCI, S.; DI REGALBONO, A.F.; BERALDO, P.; BOECKH, A.; COBB R. 2009. Anthelmintic resistance in cyathostomin populations from horse yards in Italy, United Kingdom and Germany *Parasite Vectors* 2 (Suppl. 2), p. 2.
- TRAVERSA, D.; CASTAGNA, G.; VON SAMSON-HIMMELSTJERNA, G.; MELONI, S.; BARTOLINI, R.; GEURDEN, T.; PEARCE, M.C.; WORINGER, E.; BESOGNET, B.; MILILLO, P.; D'ESPOIS, M. 2012. Efficacy of major anthelmintics against horse cyathostomins in France. *Vet. Parasitol.* 188: 294-300.
- URQHART, G.M.; ARMOUR, J.; DUNCAN, J.L.; DUNN, A.M. 1996. *Veterinary Parasitology*. 2nd ed. Blackwell Science Ltd. Oxford. pp. 4-10, 42-47.
- VAN WYK, J.A. 2001. Refugia-Overlooked as Perhaps the Most Potent Factor Concerning the Development of Anthelmintic Resistance. *Onderstepoort J. Vet. Res.* 68: 55-67.
- VAN WYK, J.A. 2006. Face facts: drenching with anthelmintics for worm control selects for worm resistance - and no excuses! En: *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 66: 4-13.
- VERONESI, F.; MORETTA, I.; MORETTI, A.; FIORETTI, D.P.; GENCHI, C. 2009. Field effectiveness of pyrantel and failure of *Parascaris equorum* egg count reduction following ivermectin treatment in Italian horse farms. *Vet. Parasitol.* 161: 138-141.
- VIGNAROLI, S.; ARDUSSO, G. 2014. Estudio de la acción antiparasitaria de los benzimidazoles (BZD) en caballos criados y mantenidos en distintos ambientes. xv Jornadas de Divulgación Técnico Científicas 2014 – II Jornada Latinoamericana Facultad de Ciencias Veterinarias – Universidad Nacional de Rosario.
- VON SAMSON-HIMMELSTJERNA, G. 2012. Anthelmintic resistance in equine parasites-detection, potential clinical relevance and implications for control. *Vet. Parasitol.* 185: 2-8.
- VON SAMSON-HIMMELSTJERNA, G.; FRITZEN, B.; DEMELER, J.; SCHURMANN, S.; ROHN, K.; SCHNIEDER, T.; EPE, C. 2007. Cases of reduced cyathostomin egg-reappearance period and failure of *Parascaris equorum* egg count reduction following ivermectin treatment as well as survey on pyrantel efficacy on German horse farms. *Vet. Parasitol.* 144: 74-80.
- VON SAMSON-HIMMELSTJERNA, G.; TRAVERSA, D.; DEMELER, J.; ROHN, K.; MILILLO, P.; SCHURMANN, S. 2009. Effects of worm control practices examined by a combined fecal egg count and questionnaire survey on horse farms in Germany, Italy and the UK. *Parasite Vectors* 2 (suppl 2) S 3, p. 7.
- WAGHORN, T.; LEATHWICK, D.; MILLER, C.; ATKINSON, D. 2008. Brave or gullible: testing the concept that leaving susceptible parasites in refugia will slow the development of anthelmintic resistance. *N. Z. Vet J.* 56: 158-163.
- WHITE, N.A. 1981. Intestinal infarction associated with mesenteric vascular thrombotic disease in the horse. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 178: 259-262.
- WOOD, E.L.D.; MATTHEWS, J.B.; STEPHENSON, S.; SLOTE, S.; NUSSEY, D.H. 2013. Variation in fecal egg counts in horses managed for conservation purposes: individual egg shedding consistency, age effects and seasonal variation. *Parasitology* 140: 115-128.
- XIAO, L.; HERD, R.P.; MAJEWSKI, G.A. 1994. Comparative efficacy of moxidectin and ivermectin against hypobiotic and encysted cyathostomes and other equine parasites. *Vet. Parasitol.* 53: 83-90.

Especies de virus y pulgones encontrados en cultivos de frutilla en Argentina

DUGHETTI, A.C.¹; KIRSCHBAUM, D.S.²; CONCI, V.C.³

RESUMEN

La frutilla (*Fragaria x ananassa* Duch.) es propagada vegetativamente por lo cual las enfermedades causadas por patógenos sistémicos constituyen uno de los problemas sanitarios más importantes. Más de 30 enfermedades provocadas por virus, fitoplasmas y otros patógenos sistémicos han sido reportadas en frutilla en el mundo. En esta especie se han detectado numerosos áfidos transmisores de los virus colonizando el cultivo. Las plantas libres de virus son usadas en el control de estas enfermedades, lo cual debe ser complementado con la regulación de las poblaciones de los insectos vectores, que son los responsables de dichas enfermedades. El objetivo de esta revisión fue brindar información actualizada de las especies de virus y pulgones encontrados en el cultivo de frutilla en Argentina, como un aporte para definir acciones fitosanitarias tendientes a minimizar el daño producido por estas amenazas bióticas. Los virus detectados en frutilla en Argentina son *Strawberry mild yellow edge virus*, *Strawberry mottle virus*, *Strawberry crinkle virus* y *Strawberry polerovirus 1*, describiéndose en este trabajo sus aspectos taxonómicos, epidemiológicos y los vectores reportados. Las especies de áfidos detectadas en frutilla en Argentina son: *Aphis forbesi* Weed, *Aphis gossypii* Glover, *Chaetosiphon fragaefolii* (Cockerell), *Chaetosiphon minor* (Forbes), *Chaetosiphon thomasi* Hille Ris Lambers, *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) y *Myzus persicae* (Sulzer). Las especies de *Chaetosiphon* han sido reportadas como responsables de las mayores transmisiones de virus en frutilla.

Palabras clave: *Fragaria x ananassa*, *Aphis*, *Chaetosiphon*, *Macrosiphum*, *Myzus*, *Polerovirus*, *Potexvirus*, *Sadwavirus*, *Cytorhabdovirus*.

ABSTRACT

The strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) is vegetatively propagated, being the diseases caused by systemic pathogens one of the most important phytosanitary problems. More than 30 virus and phytoplasma diseases have been reported in strawberry crops worldwide. Virus-free and phytoplasma-free plants are used to control these diseases, which must be complemented with the regulation of the populations of vector insects, which are responsible of disseminating these diseases. The purpose of this review is to provide updated description of the virus and aphid species found in strawberry crops in Argentina, as a contribution to take phytosanitary actions in order to minimize the damage caused by these biotic threats. The virus species reported in Argentina are *Strawberry mild yellow edge virus*, *Strawberry mottle virus*, and *Strawberry crinkle virus* and *Strawberry polerovirus 1*, being described in this work their taxonomic and epidemiologic aspects, and their reported vectors. The aphid species found in strawberry crops in Argentina are *Aphis forbesi* Weed, *Aphis gossypii* Glover, *Chaetosiphon fragaefolii* (Cockerell), *Chaetosiphon minor* (Forbes), *Chaetosiphon thomasi*

¹Estación Experimental Agropecuaria Hilario Asacasubi, INTA. Correo electrónico: dughetti.arturo@inta.gob.ar

²Estación Experimental Agropecuaria Famailá, INTA. Correo electrónico: kirschbaum.daniel@inta.gob.ar

³Instituto de Patología Vegetal (IPAVE) INTA y CONICET. Correo electrónico: conci.vilma@inta.gob.ar

Hille Ris Lambers, Macrosiphum euphorbiae (Thomas), and Myzus persicae (Sulzer). Chaetosiphon species have been reported as responsible for most of the strawberry virus transmissions.

Keywords: *Fragaria x ananassa, Aphis, Chaetosiphon, Macrosiphum, Myzus, Polerovirus, Potexvirus, Sadwavirus, Cytorhabdovirus.*

INTRODUCCIÓN

En Argentina se cultivan anualmente alrededor de 1300 ha de frutilla para fruta y 200 ha para la producción de plantines, abarcando un amplio rango de latitud, que va desde los 24° hasta los 42° LS (Kirschbaum *et al.*, 2016; Miserehindino, 2010; Kirschbaum y Hancock, 2000). La frutilla se produce en numerosas provincias argentinas, si bien la mayor producción se concentra en Tucumán, Santa Fe y Buenos Aires, también se produce en Corrientes, Jujuy, Neuquén, Río Negro, Córdoba, entre otras a escalas más pequeñas. Los viveros responsables de abastecer de plantines a las áreas de producción se encuentran en Chubut, Neuquén y Mendoza. La actividad frutillera en Argentina es relevante por ser altamente demandante de mano de obra y porque el 40% de la fruta se destina a la industria, con el correspondiente valor agregado que esto le genera al producto (Kirschbaum *et al.*, 2016).

Los pulgones o áfidos, junto con la arañuela roja y los trips, se mencionan entre las plagas más importantes de este cultivo en los principales países productores de Sudamérica, incluida la Argentina (Kirschbaum y Hancock, 2000). En frutilla se han detectado numerosos áfidos transmisores de virus causantes de daños muy significativos a este cultivo (Delfino *et al.*, 2007).

Debido a que la frutilla es propagada agámicamente, las enfermedades causadas por patógenos sistémicos constituyen uno de los problemas sanitarios más relevantes en todo el mundo, con más de 30 enfermedades atribuidas a virus, fitoplasmas y bacterias en el género *Fragaria* (Converse, 1987; Martín y Tzanetakis, 2006). Las virosis registradas, generalmente producen enanismo, deformaciones de la planta y de sus hojas, mosaico, amarillamiento, ocasionalmente manchas necróticas, disminución del número y tamaño de los frutos, reducción de la producción y calidad (fig. 1). La importancia económica de estas patologías dependen de los virus involucrados, cultivar afectado y condiciones ambientales.

Se han detectado virus en frutilla transmitidos por nematodos, moscas blancas, trips y pulgones entre otros vectores. Dentro de ellos, los más importantes por los daños que producen son aquellos transmitidos por áfidos: *Strawberry crinkle virus* (SCV), *Strawberry mild yellow edge virus* (SMYV), *Strawberry mottle virus* (SMoV), *Strawberry vein banding virus* (SMYEV), *Strawberry pseudo mild yellow edge virus* (SPMYEV), *Strawberry chorotic fleck virus*, *Strawberry latent C virus* (SLCV), *Strawberry polerovirus 1*

(SPV1) (Converse, 1987; Maas, 1998; Martín y Tzanetakis, 2006; Xiang *et al.*, 2015).

El control de los virus en frutilla se basa en el uso de plantines libres de virus que son multiplicados en viveros. Para mantener la sanidad de estas plantas es importante considerar algunos aspectos. La presencia de los vectores naturales es muy frecuente en todas las regiones productoras de frutilla por consiguiente es necesario evitar la proximidad de plantas infectadas con virus en los viveros, ya que estas constituyen una fuente de inóculo. Paralelamente es necesario hacer un control riguroso de las poblaciones de vectores.

Entre los insectos transmisores más importantes de virus en frutilla se mencionan los áfidos, dado que frecuentemente están presentes en el cultivo. El daño directo que causan rara vez es severo, pero su eficiencia como vectores de virus los convierte en un problema de considerable importancia.

En trabajos previos realizados en Argentina solo se han detectado virus transmitidos por pulgones afectando los cultivos de frutilla, y en algunos ciclos de cultivo se ha registrado una fuerte incidencia de enfermedades virales en diversas regiones productoras del país, llegando en algunos lotes a producir pérdidas mayores al 90% (ej. período 2009-2012).

En este marco, el objetivo del presente manuscrito fue actualizar el conocimiento sobre las especies de virus y pulgones encontrados en el cultivo de frutilla en Argentina, como un aporte para definir acciones fitosanitarias tendientes a minimizar el daño producido por estas amenazas bióticas.

Especies de virus identificadas en cultivos de frutilla en Argentina

En la Argentina, fue detectada la presencia de SMoV, SMYEV, SCV y SPV1 en las principales regiones productoras de frutilla del país (Nome y Yossen, 1980; Conci *et al.*, 2009; Perotto *et al.*, 2014; Luciani *et al.*, 2016).

Strawberry mild yellow edge virus (SMYEV)

El SMYEV fue reportado por primera vez en frutilla hace aproximadamente un siglo en California (Horne, 1922) y actualmente es uno de los virus de mayor distribución. Ha



Figura 1. Planta de frutilla con síntomas de infección viral rodeada de plantas de frutilla asintomáticas.

sido detectado en Australia, Europa, Israel, Japón, Sudáfrica y América del Norte. En América del Sur, fue encontrado infectando *Fragaria chiloensis* en los Andes chilenos (Hepp y Martin, 1992; Martin y Spiegel, 1998 a) y en Brasil (Betti, 1980; Betti *et al.*, 1980;). En la Argentina fue reportado por primera vez en 2009 en la provincia de Tucumán y posteriormente encontrado en todas las regiones productoras en porcentajes que variaron entre 3 y 35% de incidencia dependiendo del ciclo de cultivo (Conci *et al.*, 2009, Conci, 2014; Torrico *et al.*, 2010 a; Luciani *et al.*, 2015). Este virus fue originalmente citado como *Luteovirus* transmitido por pulgones de manera persistente circulativa (Converse, 1987). Posteriormente fue detectado un virus del género *Potexvirus* asociado a esta patología que fue clonado, secuenciado y se produjo antisuero a partir de la proteína de cápside proteica del virus, expresada en bacteria (Jelkmann *et al.*, 1990).

Mediante la comparación de secuencias genómicas de distintos aislamientos de este *Potexvirus* se han podido detectar diferentes variantes, o razas del virus, infectando los cultivos de frutilla (Thompson y Jelkmann, 2004; Torrico *et al.*, 2016).

La transmisión por áfidos no está completamente aclarada ya que este virus fue originalmente descrito como un *Luteovirus* del cual se reportó que los áfidos responsables de la transmisión pertenecen al género *Chaetosiphon* (*C. fragaefolii*, *C. jacobii*, *C. thomasi* y *C. minor*) en forma persistente circulativa (Converse *et al.*, 1987). Como se dijo antes, posteriormente, SMYEV fue asociado a un *Potexvirus* y se observó que el virus no puede ser transmitido por *C. fragaefolii* cuando estaba aislado (infecciones simples). Solo fue transmitido desde infecciones mixtas sugiriendo que la transmisión de SMYEV por áfidos podría estar mediada por un *Luteovirus* en las infecciones mixtas (Lamprecht y Jelkmann, 1997).

El SMYEV se encuentra frecuentemente asociado a otros virus en infecciones múltiples, produciendo enanismo y deformaciones de hojas (fig. 2). El virus puede ser fácilmente detectado mediante técnicas moleculares como

transcripción reversa más reacción en cadena de la polimerasa (RT-PCR), serológicas como técnicas inmunoenzimática de ELISA y por injerto a plantas indicadoras tales como *F. vesca* 'UC-4', 'UC-5' y 'Alpina' (Martin y Tzanetakis, 2006; Conci *et al.*, 2009).

El comportamiento del género *Fragaria* frente a la infección con SMYEV es incierto todavía. Sin embargo se ha reportado que los cultivares sensibles desarrollan enanismo, clorosis marginal, distorsión de las hojas y frutos pequeños, mientras que los tolerantes como "Totem" y "Northwest" no muestran síntomas, ni siquiera en infecciones mixtas de SMYEV con SMOv, o SVBV (Daubeny *et al.*, 1972; Martin y Tzanetakis, 2006), aunque en estos trabajos no se muestran comparaciones de rendimiento entre plantas sanas e infectadas.

Los informes sobre el impacto económico de SMYEV mencionan los importantes daños que el virus produce en infecciones mixtas reduciendo o anulando la producción de frutas en las plantas atacadas. Respecto al efecto del virus sobre los rendimientos cuando está en infecciones simples los reportes son contradictorios, probablemente como resultado de diferencias entre razas o variantes del virus, de los cultivares evaluados, o de las condiciones ambientales en los diferentes estudios (Martin y Tzanetakis, 2006). Investigaciones realizadas en Argentina nos permitieron detectar que el SMYEV en infecciones simples (asintomático en las plantas comerciales de frutilla) produjo una considerable reducción de la producción y calidad de las frutas en el cv Camarosa (Torrico *et al.*, 2010 b; Conci, 2014).

Strawberry mottle virus (SMoV)

Este virus es probablemente el más común de los virus de frutilla (Martin y Spiegel, 1998 b; Tzanetakis y Martin, 2013). El SMOv fue reconocido por primera vez como un virus distinto en 1946, cuando fue separado del SMYEV según la diferencia de transmisión por los áfidos (Prentice y Harris, 1946). La secuencia de nucleótidos completa del SMOv sugiere que pertenece al género *Sadwavirus*, familia *Sequiviridae* (Thompson *et al.*, 2002). Se mencionan numerosas razas de este virus que, en su mayoría, son asintomáticas en infecciones simples. Sin embargo, las razas severas pueden reducir el vigor de la planta y el rendimiento del cultivo hasta 30% (Freeman y Mellor, 1962).

Los clones indicadores de *F. vesca* y *F. virginiana* son sensibles a SMOv y producen síntomas típicos luego del injerto de folíolo o de la infección por áfidos. *F. vesca* 'Alpina' y el clon 'UC-5' son las indicadoras de uso más frecuente para SMOv. En las plantas de *F. vesca* los síntomas aparecen generalmente 7 a 10 días después de la inoculación y pueden ser apenas perceptibles, jaspeado suave de las hojas, retardo severo del crecimiento, distorsión e incluso causar la muerte de la planta. El virus puede ser detectado mediante RT-PCR con iniciadores específicos (Mellor y Krzczal, 1987; Martin y Tzanetakis, 2006).

Especies de *Chaetosiphon* y *Aphis gossypii* han sido mencionadas como vectores de este virus (Mellor y Fra-

zier, 1970; Mellor y Krczal, 1987; Martin y Spiegel, 1998 b; Tzanetakis y Martin, 2013). Los vectores más eficientes en la transmisión natural del virus son especies del género *Chaetosiphon* spp. Dentro de este género han sido reportados *C. fragaefolli*, *C. minor* y *C. thomasi* (Mellor y Frazier, 1970). La transmisión es semipersistente, los áfidos pueden adquirir el virus durante la alimentación sobre la planta infectada y transmitirlo a plantas sanas en pocos minutos, aunque períodos largos son más efectivos. No hay período de latencia en el vector y generalmente pierde la capacidad de transmitirlo pocas horas después de dejar la planta (Mellor y Krczal, 1987). Hepp y Converse (1990) lograron transmitir SMOV por retroalimentación desde *Chenopodium quinoa* Willd. (Amaranthaceae) a plantas de frutilla sanas empleando *C. fragaefolli*.

Cuando en el cultivo predomina *A. gossypii* el problema no es grave dado que este pulgón transmite principalmente este virus y la mayoría de los cultivares de frutilla son tolerantes a la infección simple de SMOV. En cambio, en áreas de cultivo donde predomina *Chaetosiphon* el rendimiento del cultivo puede ser afectado en gran medida debido al potencial de este áfido para transmitir simultáneamente otros virus, y por consiguiente provocar la presencia de infecciones mixtas (Martin y Tzanetakis, 2006).

En la Argentina se reportó su presencia en 1980 y se logró transmitir el virus con *C. fragaefolli* (Nome y Yossen, 1980). En trabajos posteriores el SMOV fue detectado en plantas de frutillas que manifestaban enanismo, aspecto achaparrado, con hojas deformadas, mediante RT-PCR con iniciadores específicos, formando infecciones mixtas con otros virus en todas las regiones productoras del país (fig. 2) (Luciani *et al.*, 2015; Conci, 2014). Parte del genoma de un aislamiento de SMOV proveniente de la provincia de Tucumán fue clonado y secuenciado y permitió el desarrollo de una sonda de hibridación molecular para el diagnóstico de este patógeno (Asinari *et al.*, 2016).

Strawberry crinkle virus (SCV)

El SCV es considerado como uno de los virus más dañinos del cultivo de frutilla y todas las especies de *Fragaria* han sido detectadas susceptibles. Fue reportado por primera vez en Oregon en 1932 y luego, en todo el mundo (Zeller y Vaughan, 1932; Converse, 1987). En América del Sur fue citado en Brasil (Betti, 1980; Betti *et al.*, 1980), y en Chile (Thompson *et al.*, 2003). En la Argentina fue registrado originalmente en plantas de frutilla en Lules, provincia de Tucumán (Perotto *et al.*, 2014). Se presenta con sintomatologías desde débiles hasta fuertes, causantes de graves pérdidas. Esto sugiere la existencia de distintas razas, o bien, de infecciones mixtas, de acuerdo a lo documentado por Martin y Tzanetakis (2006).

Las razas severas de SCV pueden reducir el rendimiento y el tamaño de frutos. Clones sensibles de *F. vesca* son confiables para verificar la infección de SCV, y los síntomas incluyen: hojas deformadas, arrugadas y de menor tamaño, con peciolo distorsionados y a menudo folíolos con man-

chas cloróticas (fig. 2). Además, las lesiones necróticas en los estolones, los peciolo y pétalos a menudo aparecen en las plantas indicadoras (Martin y Tzanetakis, 2006).

Este virus pertenece al género *Cytorhabdovirus* que ha sido completamente secuenciado (Schoen *et al.*, 2001), aunque la secuencia completa aún no se encuentra publicada en el GenBank. Un aislamiento argentino del SCV fue parcialmente secuenciado mostrando alto porcentaje de identidad con otros aislamientos publicados (Perotto *et al.*, 2014). Es un virus baciliforme de 163-383 nm de longitud cubierto de una membrana glicoproteica, y su rango de hospedante, en la naturaleza, está limitado al género *Fragaria* (Posthuma *et al.*, 2000). El virus puede ser detectado por RT-PCR anidado con iniciadores específicos (Posthuma *et al.*, 2002).

Es transmitido por áfidos del género *Chaetosiphon*, de manera persistente propagativa, siendo *C. fragaefolli* su principal vector. Se ha reportado un período de latencia del virus de 10 a 19 días en condiciones óptimas. Cuando la temperatura es muy baja el período de latencia se incrementa. El áfido es infectivo durante toda la vida después de adquirir el virus. *Chaetosiphon jacobii* también ha sido reportado como un importante vector del virus en el cultivo (Martin y Spiegel, 1998 c). Babovic (1976) reconoció la transmisión de SCV por *A. forbesi*, sin embargo este dato aún no ha sido reconfirmado.

Strawberry polerovirus 1 (SPV1)

Este virus ha sido recientemente reportado en frutilla provenientes de Canadá (Xiang *et al.*, 2015).

Existe una situación confusa entre SMYEV y SPV1 ya que Converse, en 1997, reporta la presencia de un *Luteovirus* como responsable de la enfermedad denominada "Strawberry mild yellow edge disease, SMYED". Posteriormente se detecta un *Potexvirus* en plantas con estos síntomas y se asume que el agente causal de SMYED es un virus del género *Potexvirus* y se lo denomina SMYEV. Recientemente se detecta, por primera vez en frutilla el genoma de un virus de la familia *Luteovirus* (género *Polerovirus*), frecuentemente formando infecciones mixtas con el *Potexvirus* y fue tentativamente denominado "Strawberry polerovirus 1, SPV1", Xiang *et al.* (2015).

En trabajos realizados en Argentina se detectaron secuencias genómicas parciales de un virus del género *Polerovirus* que luego fue identificado como SPV1 mediante comparación de las secuencias genómicas con el virus detectado en Canadá (Luciani *et al.*, 2016). El SPV1 fue encontrado en infecciones simples y mixtas con los otros virus detectados en frutilla (Xiang *et al.*, 2015; Luciani *et al.*, 2016).

Especies de pulgones asociados a cultivos de frutilla en la Argentina

Los pulgones transmiten varios virus capaces de causar serias pérdidas económicas en plantas de frutilla para fruta, y en los viveros productores de plantines. Cuando



Figura 2. Plantas de frutilla con síntomas de virus. Fueron detectados *Strawberry crinkle virus*, *Strawberry mild yellow edge virus*, *Strawberry mottle virus* y *Strawberry polerovirus 1* (izquierda) y asintomática (derecha).

las plantas permanecen en el campo por varios años, los riesgos de adquirir varios virus (infecciones mixtas) aumentan y por lo tanto las pérdidas son mayores. En estos casos pueden ser necesarios los tratamientos con insecticidas para regular las poblaciones de áfidos tendientes a prevenir la dispersión de los virus. En cambio, estos insectos no causan problemas de significancia en sistemas de plantación anual de frutilla, donde hay menos oportunidad de adquirir infecciones múltiples (Martin y Tzanetakis, 2006).

Las especies de áfidos encontradas en la Argentina sobre plantas de frutilla fueron identificadas como: *Aphis forbesi* Weed, *A. gossypii* Glover, *Chaetosiphon fragaefolii* (Cockerell), *C. minor* (Forbes), *C. thomasi* (Hille Ris Lambers), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) y *Myzus persicae*

cae Sulzer (Ortego, 1997; Kirschbaum y Hancock, 2000; Delfino, 2004; Delfino *et al.*, 2007; Recalde, 2008; Cédola y Greco, 2010; Dughetti *et al.*, 2014) (tabla 1).

Las especies del género *Chaetosiphon* son las responsables de la mayoría de las transmisiones de virus en frutilla (Converse, 1987). Este género posee cerca de 20 especies ampliamente distribuidas en el hemisferio norte, mayormente asociadas con *Rosaceae* del grupo *Rosa-Fragaria-Potentilla* (Blackman y Eastop, 2000).

De todos los pulgones que colonizan frutilla en Argentina, algunos viven específica o preferentemente sobre especies de *Fragaria*, como *C. fragaefolii* y *A. forbesi* mientras que otros son polífagos, como *A. gossypii*, *M. euphorbiae* y *M. persicae*, por lo que el cultivo de frutilla representa un sustrato alimentario alternativo para ellas (Nieto Nafría *et al.*, 1994; Ortego, 1997; Blackman y Eastop, 2000).

***Aphis forbesi* Weed “pulgón de la raíz de la frutilla”**

Los adultos ápteros son de color verde azulado oscuro casi negro, presentan el cuerpo globoso, de tamaño pequeño, cerca de 1,6 mm de longitud. Las antenas son blancuecinas, excepto los antenitos V y VI que son grisáceos; las patas también blancuecinas algo más oscuras hacia los tarsos. La cauda y los cornículos o sifones son igualmente oscuros (fig. 3). Nieto Nafría (1976) señala que el flagelo de las antenas no llega nunca a medir más de 2,5 veces de su base en los ápteros y algo más en los alados; además la longitud de los cornículos duplica la de la cola. Poseen un rostro largo que sobrepasa ampliamente, tanto en los ápteros como en los alados, al tercer par de coxas.

Los adultos alados poseen cabeza y tórax de color verde oscuro a negro y abdomen verdoso, con un tinte marrón

Virus	Especies de Aphididae						
	<i>Aphis forbesi</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Chaetosiphon minor</i>	<i>Chaetosiphon fragaefolii</i>	<i>Chaetosiphon thomasi</i>	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	<i>Myzus persicae</i>
<i>Strawberry mild yellow edge</i> ²			+	+	+		+ ³
<i>Strawberry mottle</i> ²		+	+	+	+		
<i>Strawberry crinkle</i> ²	+ ³			+			
<i>Strawberry vein banding</i>				+	+		+ ³
<i>Strawberry pseudo mild yellow edge</i>		+	+ ⁴	+ ⁴	+ ⁴		
<i>Strawberry latent C</i>			+ ³	+	+		
<i>Strawberry chlorotic fleck</i>		+					

Tabla 1. Virus de frutilla transmitidos por áfidos identificados en la Argentina¹

¹La información contenida en esta tabla fue reportada en Mass, (1998) y completada para *Strawberry chlorotic fleck virus* según Horn y Carver (1962); *Strawberry vein banding virus* según Frazier (1960) y Mellor y Forbes, (1960); *Strawberry mottle virus* según Mellor y Frazier (1970) y Mellor y Krczal, (1987) ² Virus detectados en Argentina. ³ El áfido ha transmitido el virus en laboratorio, pero no se ha confirmado su transmisión en el campo. ⁴ Se ha reportado *Chaetosiphon* sin identificar especie.

hacia el ápice. Las antenas son grisáceas claras y estas últimas carecen de sensorios secundarios en el IV antenúmero (Nieto Nafría, 1976). Las patas son también grisáceas. Las ninfas son de color verde azulado, con los sifones negros. (Cermelli, 1973; Maas, 1998).

Ha sido hallado en las coronas, pecíolos y raíces de plantas de frutilla cultivada (Marcovitch, 1925; Allen, 1959). Estos pulgones succionan savia debilitando a las plantas atacadas, que toman una apariencia verde pálida a amarillenta, reducen el tamaño, pierden turgencia y los frutos se desecan. En el verano se produce una generación cada 10 a 15 días, en forma partenogenética telitónica.

En Argentina este áfido fue detectado en cultivos de frutilla localizados en Hilario Ascasubi, Buenos Aires (Delfino y Dughetti, 1992, datos no publicados). En el valle bonaerense del Río Colorado (VBRC) durante la primavera y verano de los años 1991, 1992 y 2014 se observó *A. forbesi* colonizando los pecíolos de hojas jóvenes y en la cara abaxial de estas, como así también en los pedúnculos de flores y frutos.

En este mismo valle, en la temporada 2013-2014 se estudió la fluctuación poblacional de los principales áfidos que atacan a la frutilla por recuento directo de plantas. *Aphis forbesi* inició la invasión al cultivo en primavera, registrando las máximas densidades a principios del verano. A fines de esa temporada las colonias de pulgones descendieron a la parte inferior de la planta para establecerse en la corona, parte superior de las raíces y porciones basales de tallos y pecíolos. Al llegar el otoño se instalaron nuevamente sobre los pecíolos de las hojas, agrupándose en densas colonias (Delfino y Dughetti, 1992, datos no publicados; Dughetti *et al.*, 2014).

Según las condiciones ambientales, las colonias suelen alcanzar niveles de densidad alta.

Bernardi *et al.* (2013) al estudiar la dinámica poblacional de las especies de áfidos del cultivo de frutilla en el sur de Brasil, determinaron que los áfidos *C. fragaefolii* y *A. forbesi* fueron las principales especies asociadas al cultivo y observaron que la población máxima de pulgones se produjo entre septiembre y noviembre. Esta información puede ayudar a los productores a implementar estrategias para monitorear y controlar las principales especies de áfidos que se atacan a la frutilla.

Se ha reportado que estos pulgones son visitados y protegidos por hormigas, las cuales construyen hormigueros próximos a las plantas y diseminan los pulgones ápteros de una planta a otra, mediante su traslado (Meliá Masiá, 1978).

Los principales enemigos naturales de *A. forbesi* fueron parasitoides himenópteros braconídeos, y depredadores tales como larvas y adultos de vaquitas de coccinélidos (Dwight Sanderson, 1900) y adultos de la chinche *Orius insidiosus* (Mendes *et al.*, 2002). En el VBRC se registraron abundantes depredadores: coccinélidos (*Eriopis connexa*, *Hippodamia convergens*, *Coccinella ancoralis*, *Hyperaspis festiva*, *Cycloneda sanguinea* y *Scymnus* sp.) y arañas (Dughetti *et al.*, 2014).



Figura 3. *Aphis forbesi* Weed “pulgón de la raíz de la frutilla”.

Aphis gossypii Glover “pulgón del algodónero”

Los adultos ápteros varían mucho en su coloración; del amarillento, al verde grisáceo y verde oscuro hasta casi el negro. Los ojos son rojos a negros. El dorso del tórax es imbricado y reticulado. Las patas son amarillento parduzcas con los ápices de las tibias oscuros y los tarsos negros. Los sifones cilíndricos negros e imbricados. La cauda de color verde oscuro a casi negro, con 5 a 6 pelos. Se trata de un áfido pequeño, cuyos adultos ápteros miden de 0,9 a 1,8 mm, en promedio aproximadamente 1,5 mm de talla (fig. 4). Los adultos alados, con la cabeza negra, al igual que los ojos y las antenas. El protórax es negro, pero con una banda al principio y final de color verde, el abdomen verde oscuro y los sifones negros. El tamaño es semejante al de la hembra áptera (Nieto Nafría, 1976; Quintanilla, 1979; Nieto Nafría *et al.*, 1994; Blackman y Eastop, 2000).

Se trata de una especie polífaga y anholocíclica (Nieto Nafría, 1976; Nieto Nafria *et al.*, 1994; Blackman y Eastop, 2000). La frutilla es la especie vegetal entre las numerosas plantas de interés agrícola que hospeda. Además ataca cítricos, cucurbitáceas, algodónero, frutales de pepita, café, cacao, pimienta, papa y muchas plantas ornamentales, incluyendo *Hibiscus* (Quintanilla, 1979; Blackman y Eastop, 2000). Sus colonias son moderadamente mirmecófilas y se localizan sobre todos los órganos epigeos todavía tiernos de la planta (envés de las hojas, brotes estoloníferos e inflorescencias).

Esta es una especie cosmopolita y transmite más de 50 virus entre ellos el SMOV (Blackman y Eastop, 2000; Hildebrand y Lewis, 2014). Este áfido es conocido en todos los continentes: en regiones tropicales (es más abundante) y templadas, pero también se lo encuentra en las zonas templado-frías confinado a invernáculos (donde es la principal plaga). En América del Sur se lo cita en Argentina, Paraguay, Brasil, Bolivia y Chile (Blackman y Eastop, 2000; Nieto Nafría *et al.*, 1994). Fue reportado en plantaciones comerciales de frutilla cerca de La Plata (Buenos Aires) (Cédola y Greco, 2010).



Figura 4. *Aphis gossypii* Glover "pulgón del algodón". Fotografía tomada del sitio Flickr, Autor: Christoph Quintin. Licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>

Chaetosiphon minor (Forbes)

Los adultos ápteros son de color verde amarillento, muy pequeños entre 1,0 a 1,4 mm. Tienen setas, o pelos capitados en su cabeza y en los últimos segmentos del abdomen a diferencia de *C. fragaefolii* que posee en todo el dorso del cuerpo (Toennisson y Burrack, 2013). Schafers (1960) señala que es posible diferenciar *C. fragaefolii* de *C. minor* por la ubicación de sus pelos en el abdomen (fig. 5 y 6).

Este áfido ha sido registrado en el este de los Estados Unidos y en el sur de Canadá desde la década de 1900. *C. minor* y *C. thomasi* son los pulgones más importantes en Ohio, Estados Unidos (Maas, 1998). También fue detectado en Venezuela y Japón (Blackman y Eastop, 2000). En la Argentina fue identificado en muestras de frutilla colectadas en la localidad de Hilario Ascasubi, provincia de Buenos Aires (Delfino y Dughetti, 1992, datos no publicados). Sin embargo, sus infestaciones rara vez alcanzan niveles de daño económico, y como resultado de ello se ha investigado poco para estudiar su comportamiento biológico (Toennisson y Burrack, 2013).

Fue detectado formando colonias en los brotes y en la cara abaxial de las hojas cerca de las nervaduras de *Fragaria* spp. (Toennisson y Burrack, 2013). En Estados



Figura 6. *Chaetosiphon minor*. Fotografía gentilmente cedida por el PhD Matthew Bertone, Entomólogo, Plant Disease & Insect Clinic, North Carolina State University.

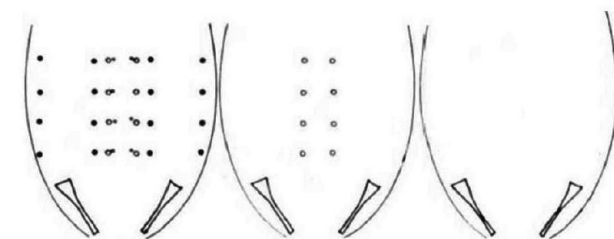
Publicada en Toennisson y Burrack (2013), <https://entomology.ces.ncsu.edu/2013/10/an-unexpected-aphid-in-strawberries/>

Unidos, se ha reportado que se reproducen sexualmente y que pasan el invierno al estado de huevo, al menos en los estados del norte. Se ha reportado que *C. minor* es vector SMYEV, pero otras especies de *Chaetosiphon*, tales como *C. fragaefolii* están mejor documentadas como vectoras de los virus de frutilla (Toennisson y Burrack, 2013).

Chaetosiphon fragaefolii (Cockerell) "pulgón verde amarillento de la frutilla"

Los adultos ápteros son verde amarillento claro o pálido, cubiertos por setas o pelos largos capitados sobre el cuerpo oval alargado y miden de 0,9 a 1,5 mm de longitud. Las antenas son largas o casi tanto como la longitud del cuerpo. Los sifones son largos, pálidos y delgados, alcanzando cerca de la cuarta parte de la longitud del cuerpo, y las patas de color verde pálido, casi translúcidas. En la superficie dorsal del cuerpo poseen pelos capitados con tubérculos basales, por lo menos con 2 pelos largos espinales y 2 laterales de igual característica en cada segmento abdominal anterior al sifón o cornículo. El abdomen tiene una hilera lateral longitudinal de pelos largos capitados a cada lado del cuerpo y también 4 hileras medio dorsales de pelos largos capitados (Nieto Nafría, 1976; Blackman y Eastop, 2000; Moreau., 2013) (fig. 7 y 8). Las ninfas son pequeñas de 0,8 a 1,1 mm y morfológicamente similares a los adultos. Los adultos alados tienen la cabeza negra y el abdomen verdoso pálido con una mancha marrón dorsal de tamaño medio, miden de 1,3 a 1,8 mm de longitud y la longitud de las alas es el doble de la longitud del cuerpo (Nieto Nafría, 1976; Moreau, 2013).

Es una especie ampliamente distribuida en todo el mundo, presente en los cinco continentes donde se cultiva frutilla (Blackman y Eastop, 2000; Moreau, 2013). Fue observada por primera vez en Argentina como *Capitophorus fragaria* Theobald (Blanchard, 1935; Chiesa Molinari, 1942) en frutilla. Ortego (1997) la cita en la localidad de Malargüe (Mendoza), en especies de frutilla silvestre y en Tucumán



Chaetosiphon fragaefolii

Chaetosiphon minor

Figura 5. Diferencias en las setas o pelos en los abdómenes entre *Chaetosiphon fragaefolii* y *C. minor*. (Tomado de Schafers, 1960).

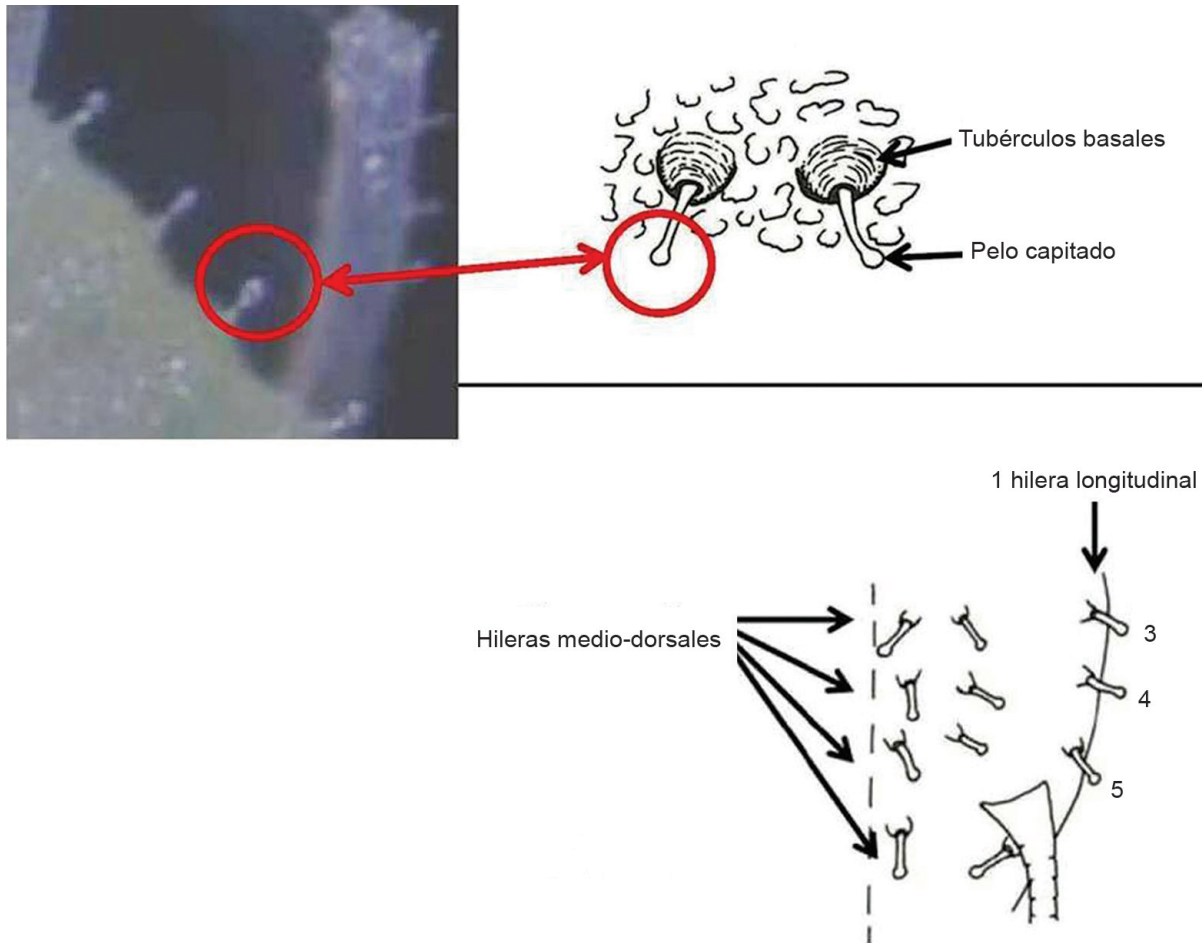


Figura 7. Características sistemáticas, de la hembra áptera de *Chaetosiphon fragaefolii*: mostrando la distribución de la hileras de pelos en la superficie dorsal del áfido, forma y tubérculos de estos (Tomado de Moreau, 2013).

asociada al cultivo de frutilla (Ovruski, 2001). También fue registrada en las provincias de Buenos Aires y Córdoba en cultivos de frutilla (Cordo *et al.*, 2004; Delfino, 2004; Delfino *et al.*, 2007; Cédola y Greco, 2010; Dughetti *et al.*, 2014).

Las formas partenogénicas se encuentran durante todo el año (Moreau, 2013; Rondon y Cantliffe, 2004 y 2005). En la mayor parte del área de distribución, este pulgón tiene comportamiento anholocíclico (con producción continua de hembras partenogénicas) por lo que sus poblaciones pueden aumentar rápidamente hacia la primavera e invadir sus plantas hospedantes (Schaefer y Allen, 1962). Cuando la densidad de población es elevada los individuos establecidos en las hojas pasan a colonizar también los estolones y pedúnculos. Según Moreau (2013), en Canadá, *C. fragaefolii* pasa por el estado de huevo, por cuatro estadios ninfales y luego al estado adulto. El período prereproductivo promedio es menor a 13 días a 25 °C (Krczal, 1982). Se reproducen rápidamente y cada hembra pare entre 50 a 100 ninfas, produciendo muchas generaciones por año, las cuales se solapan. Algunos áfidos pasan el invierno en el estado de huevo. Estos son de color negro brillante y se encontraron refugiados en

las hojas inferiores de las plantas de frutilla (Pate *et al.*, 2014). También puede hibernar como ninfa y adulto (Moreau, 2013). Nieto Nafria (1976) comenta que la especie de este áfido se comporta como monoica holocíclica viviendo en *Fragaria* sp.

Rondon *et al.* (2005) observaron que las ninfas de *C. fragaefolii* se encuentran más frecuentemente en las hojas que en los pimpollos, pero los adultos ápteros predominan en los pimpollos. En la mayoría de las plantas en las hojas jóvenes se encontraron ataques intensos porque son más apetecidas que las hojas maduras. Una razón sería que las hojas jóvenes no son tan duras y así más fáciles de succionar y es mayor su valor nutricional. Las hojas jóvenes tienen de dos a cuatro veces más nitrógeno que las hojas maduras (Mattson y Scriber, 1987; Coley y Aide, 1991).

En *Fragaria* spp., estos pulgones colonizan la cara inferior de las hojas, los pecíolos y los pedúnculos. Las ninfas y los adultos se alimentan de savia disminuyendo el crecimiento de la planta. Los síntomas típicos de daño son hojas enrolladas, manchas amarillentas y la presencia de melado pegajoso excretado por el áfido. No obstante,



Figura 8. *Chaetosiphon fragaefolli*, Fotografía de Jeffrey W. Lotz, Florida "Department of Agriculture and Consumer Services", Bugwood.org. <http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5385152>

La mayor abundancia de esta especie en estudios realizados en dos localidades cercanas a La Plata se observó en primavera y otoño (Cédola y Greco, 2010); mientras que en el VBRC la mayor densidad de este áfido se observó en primavera y fines de verano (Dughetti *et al.*, 2014).

C. fragaefolli ha sido reportado como el principal vector de virus en frutilla, SMYEV, SCV, SMoV, SLCV y SVBV (Converse 1987; Maas, 1998; Moreau, 2013; Pate *et al.*, 2014).

En el control biológico natural están involucrados depredadores de varias especies de coccinélidos, tales como *Hippodamia convergens* y *Coleomegilla maculata*, los crisópidos *Chrysoperla rufilabris* y *Chrysopa carnea*, y el díptero *Aphidioletes aphidimyza* (Rondon y Cantliffe, 2005). En el VBRC los depredadores fueron los principales enemigos naturales de estos áfidos, encontrándose dentro de ellos varias especies de vaquitas (coccinélidos). Además, se registraron pulgones momificados por microhimenópteros parasitoides (Dughetti *et al.*, 2014).

estas excreciones no atraen a las hormigas como en el caso de los áfidos mirmecófilos. En la hojas puede desarrollarse fumagina afectando la fotosíntesis y posiblemente reduciendo rendimientos de la planta (Rondon y Cantliffe, 2005).

Chaetosiphon thomasi (Hille Ris Lambers)

Los adultos ápteros son de color verde pálido y tienen la superficie dorsal del cuerpo cubierta con pelos largos capitados con tubérculos basales; con por lo menos 2 pe-

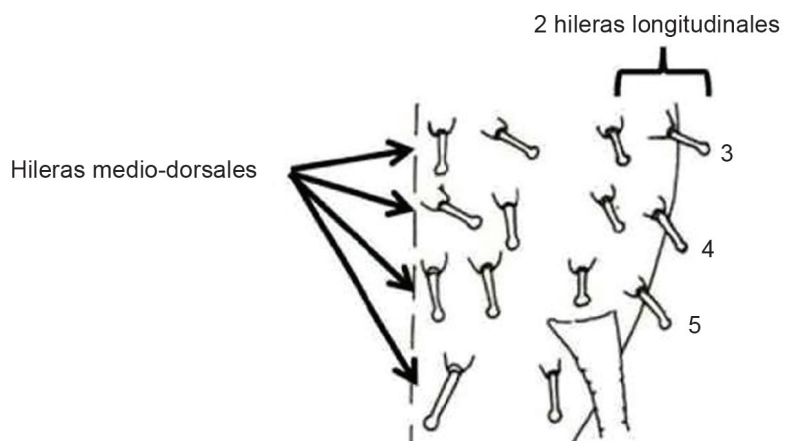
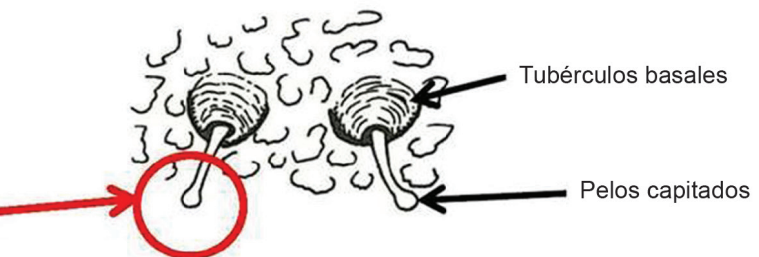


Figura 9. Características sistemáticas, de la hembra áptera de *Chaetosiphon thomasi*: distribución de las hileras de pelos en la superficie dorsal del áfido, forma, longitud de estos y tubérculos (Tomado de Moreau, 2013).

los largos espinales y 2 laterales también capitados en cada segmento abdominal anterior al sifón o cornículo. El abdomen tiene dos hileras de pelos largos capitados longitudinales laterales, a cada lado del cuerpo (la mayoría de los segmentos abdominales con 2 pelos laterales) y también 4 hileras medio dorsales de pelos largos capitados (Blackman y Eastop, 2000; Moreau, 2013), (fig. 9 y 10). Este áfido es muy similar a *C. fragaefolii*, pero los adultos ápteros miden entre 1,0 a 2,6 mm, con el cuerpo en promedio algo más ensanchado y con la cutícula dorsal más fuertemente esclerosada. Los adultos alados miden de 1,2 a 2,4 mm (Blackman y Eastop, 2000).

Blackman y Eastop (2000) comentan que, debido a la muy variable quetotaxia dorsal de *C. fragaefolii*, hubo alguna confusión acerca del número de especies que viven sobre frutilla en Norteamérica, sobre todo con algunas poblaciones que han sido asignadas a *C. thomasi*; por ello consideran que el nombre *C. thomasi* ahora es usado para poblaciones holocíclicas sobre *Rosa* y que los registros de esta especie sobre *Fragaria* deberían referirse a *C. fragaefolii*.

Coloniza principalmente frutilla cultivada y ciertas especies silvestres de *Fragaria*, especialmente *F. chiloensis*. También vive en *Rosa*, tanto cultivada como silvestre. Está ampliamente distribuido en América del Norte, Brasil y Chile (Carrillo, 1974). Este pulgón fue identificado por Miguel Delfino, en 1992 de muestras colectadas de frutilla en un lote para producción de plantines en Hilario Ascasubi, provincia de Buenos Aires (datos no publicados). También se observó en *Fragaria* en Malargüe, Mendoza (Ortego, 1997).

***Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) “pulgón de la papa”**

Los adultos ápteros poseen el cuerpo de color variable: verde, amarillo verdoso, rosado, carmín o parduzco; son de forma ahusada o piriforme y miden de 1,7 a 3,6 mm. Las antenas, las patas y los sifones son verde pálido y se oscurecen hacia el ápice. Los tubérculos anteníferos bien desarrollados y las antenas algunas veces enteramente



Figura 10. *Chaetosiphon thomasi*. Fotografía tomada del sitio Flickr EOL Images. Autor: Andrew Jensen. Licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/>



Figura 11. *Macrosiphum euphorbiae*. Fotografía tomada del sitio Wikimedia Commons. Autor: Whitney Cranshaw, Colorado State University, Bugwood.org. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Macrosiphum_euphorbiae.jpg?uselang=es

oscuras. Los adultos alados tienen los lóbulos torácicos verdosos a marrón amarillentos y miden de 1,7 a 3,4 mm. En los alados, las antenas y los sifones son notablemente más oscuros que en los ápteros (Nieto Nafría *et al.*, 1994; Blackman y Eastop, 2000), (fig. 11).

Macrosiphum euphorbiae posee gran polifagia, alimentándose de 200 especies vegetales en más de 20 familias y con la capacidad de transmitir virosis: 45 tipos de virus (40 virus no persistentes y 5 persistentes); es muy perjudicial para los cultivos (Blackman y Eastop, 2000). Normalmente estos pulgones forman sus colonias en la cara abaxial de las hojas, brotes, corona y pequeños pimpollos de la planta de frutilla.

Se trata de un pulgón de distribución mundial (Nieto Nafría *et al.*, 1994; Blackman y Eastop, 2000). En Argentina se distribuye en las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Jujuy, Mendoza, La Pampa, Río Negro, Salta, San Juan, San Luis, Santa Cruz, Santa Fe, Tierra del Fuego y Tucumán (Delfino, 2004). Además, fue citado sobre *Fragaria vesca* L. en Malargüe, Mendoza, Argentina (Ortego, 1997).

***Myzus persicae* (Sulzer) “pulgón verde del duraznero”**

Los adultos ápteros son verde brillante a casi translúcido, y algunas veces llegan al rosado intenso o color durazno. Tienen un tamaño promedio de 1,8 a 2 mm, pudiendo llegar hasta los 2,6 mm de largo. La forma de su cuerpo es aovada, tiene casi del mismo ancho desde el tórax hasta la base de los sifones, luego se redondea suavemente hasta encontrarse con la cauda en forma abrupta. La cabeza es casi incolora, amarillo pálido, verde amarillento y hasta oscura, con dos prominentes tubérculos anteníferos que se dirigen o apuntan al interior. Los ojos son morados casi negros. Las antenas tienen los dos primeros antenitos del mismo color de la cabeza, mientras que el 3.º, 4.º y 5.º antenitos son casi incoloros y el 6.º es oscuro, casi negro. (Quintanilla, 1979; Mac Gillivray, 1979 a y b).

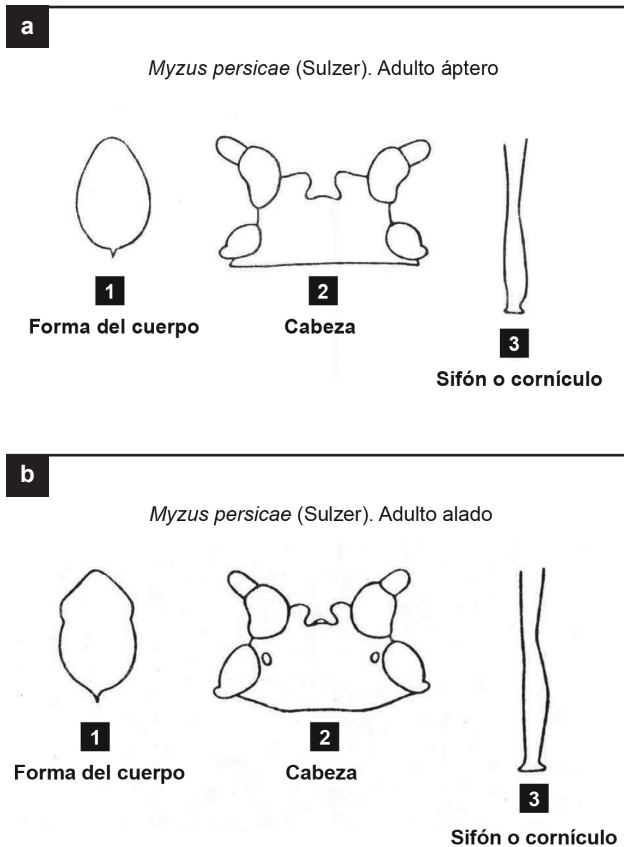


Figura 12. *Myzus persicae* Sulzer. Forma del cuerpo, detalle de la cabeza y del sifón en un adulto áptero y alado (Tomado de Mac Gillivray, 1979).

Las patas son claras verde pálidas a pardo amarillentas mientras que los tarsos son oscuros a negros. Los sifones o cornículos son de un tono similar al cuerpo, son cilíndricos, pero suavemente ensanchados en la parte media apical. La cauda es corta, de color amarillo claro, amarillento verdosa a casi incolora (Van Emden *et al.*, 1969; Mac Gillivray, 1979 a y b; Quintanilla, 1979).

Los adultos alados son de tamaño semejante a los ápteros. La cabeza y el tórax son de color marrón oscuro a negro. Las antenas negras y los antenitos imbricados. Al igual que en las formas ápteras tienen dos prominentes tubérculos anteníferos que se dirigen o apuntan al interior. La forma del cuerpo se ve modificada en las formas inmaduras por la presencia de los esbozos alares en crecimiento. Las patas con los fémures claros, intensificándose el color hacia la parte proximal llegando al negro y los tarsos color negro. Los sifones son de la misma tonalidad del abdomen o un poco más oscuros, también suavemente ensanchados en la parte media apical, pero con la terminación oscura. El abdomen es de color verde amarillento, verde, rosado o rojo suave, con una mancha bien notoria negruzca en la parte central sobre la cara dorsal de este, quedando un es-



Figura 13. *Myzus persicae*. Fotografía tomada del sitio Flickr EOL Images. Autor: Andrew Jensen. Licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/>

pacio verde claro por encima de los cornículos y manchas laterales (Van Emden *et al.*, 1969; MacGillivray, 1979 a y b; Quintanilla, 1979), (fig. 12 y 13).

Este pulgón ha sido citado en la Argentina produciendo daños en los cultivos de frutilla (Kirschbaum y Hancock, 2000; Delfino, 2004; Recalde, 2008). Las colonias de este áfido (adultos ápteros y alados, y ninfas) se ubican con preferencia en la cara abaxial de las hojas de frutilla, hojas tiernas y brotes, distribuyéndose en el cultivo en forma agregada.

Myzus persicae ha demostrado que puede comportarse solo como holocíclico, solo como anholocíclico o bien, si las condiciones ambientales lo permiten, de ambas maneras. En las regiones frías de la Argentina, *M. persicae* presenta formas holocíclicas con formas sexuadas sobre durazneros y anholocíclicas sobre varios huéspedes secundarios (Ortego *et al.*, 2002). En el año 1968 se señaló por primera vez en la Argentina la reproducción sexual de este áfido, en la cual se describen las observaciones realizadas en las hembras sexúparas y sexuadas, machos y huevos (Espul y Mansur, 1968).

Este pulgón se caracteriza por ser polífago, ataca frutas, hortalizas, ornamentales, florales y malezas. (Quintanilla, 1979). En la Argentina se registró sobre 120 especies vegetales diferentes (Cordo *et al.*, 2004), entre ellas se encuentran *Abutilon* sp., amaranto (*Amaranthus quitensis*), manzanilla hedionda (*Anthemis cotula*), boca de dragón (*Antirrhinum majus*), apio (*Apium graveolens*), aralia (*Aralia* sp.), flor de sangre (*Asclepias curassavica*), áster (*Aster squamatus*), *Bardanesia odorata*, *Begonia* sp., *Bellius* sp., *Beta* sp., acelga (*Beta vulgaris* var *cycla*), remolacha (*Beta vulgaris* var *rapacea*), mostaza blanca (*Brassica alba*).

En el duraznero se ubica en los brotes florales y en las hojas tiernas, y cuando las densidades de las poblaciones son elevadas puede ocasionar la defoliación del frutal. En

el caso de las hortalizas, ornamentales y florales provoca enrulamiento y deformaciones en las hojas.

En lo referente al control biológico de *M. persicae*, Coorea *et al.* (2012) observaron una importante acción depredadora de Chrysopidae: *Chrysoperla argentina*, *C. externa* y *Ceraeochrysa paraguayana* (visitante ocasional) asociadas al cultivo de frutilla.

CONCLUSIÓN

El manejo de las patologías virales en el cultivo de frutilla se basa en el empleo de plantas libres de virus, siendo necesario el monitoreo de los áfidos vectores de estas infecciones, para lo cual resulta imprescindible conocer la identidad de las especies presentes.

Es esencial que el monitoreo de los áfidos del cultivo se realice en forma efectiva y oportuna, pues estos insectos poseen la habilidad de desarrollar grandes poblaciones en cortos períodos. Las observaciones sobre el ingreso y crecimiento de las poblaciones de áfidos en el cultivo deben iniciarse a comienzos del otoño en zonas de producción invierno-primaveral (Litoral, NEA, NOA) y en la primavera en zonas de producción primavera-verano (Buenos Aires, Cuyo y Patagonia) y continuarse durante todo el ciclo de cultivo, especialmente en plantaciones que van a dejarse de un año para el otro. Deben inspeccionarse los brotes, hojas y pimpollos de plantas seleccionadas al azar. Un tamaño de muestra recomendado son 50 folíolos o pimpollos, aunque el tamaño de la muestra variará de acuerdo a la superficie del predio cultivado (Rondon y Cantliffe, 2005).

El Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Alimentaria (SENASA) suministra y actualiza periódicamente un listado de plaguicidas para el control químico de enfermedades y plagas de la frutilla, incluidos los pulgones, (Viglianichino y Huarte, 2014), de utilidad en un esquema de manejo integrado de plagas de este cultivo.

La problemática de los pulgones y los virus transmitidos por estos puede agravarse en el contexto del cambio climático. Hay indicios de que los aumentos de la temperatura global y del contenido de CO₂ del aire pueden afectar positivamente a los pulgones y su tasa de transmisión de virus (Van Baaren *et al.*, 2010). Así lo muestran estudios sobre el tiempo de desarrollo de *A. gossypii*, el cual se redujo de 4,8 a 3,2 días cuando la temperatura aumentó de 20 °C a 30 °C; de igual modo, la tasa de nacimiento (ninfas/hembra) aumentó de 59,9 a 69,8 en el mismo rango térmico (Van Steenis y Elkhawass, 1995). Asimismo, la abundancia de *M. persicae* se incrementó cuando el aire normal se enriqueció con 200 μmol/mol CO₂ (Bezemer *et al.*, 1998).

En lo concerniente a virus, dado que estas alteraciones ambientales promoverían el aumento del porcentaje de áfidos, también se elevaría la tasa de transmisión de virus en los agroecosistemas (Fabre *et al.*, 2005). El período de latencia del SCV en *C. fragaefolii* aumenta cuando las temperaturas son frías, disminuyendo la eficiencia de transmisión (Krczal, 1982), pero incrementos de temperatura

pueden revertir este proceso, mejorando la eficiencia para transmitir este virus.

Por un lado, en este escenario se torna imprescindible profundizar los conocimientos de la ecología del sistema planta de frutilla-pulgón-virus y de los enemigos naturales de los áfidos. Se debe aspirar a poner en marcha sistemas de alarma, con la finalidad de regular las poblaciones de las especies de áfidos que afectan al cultivo de frutilla en el país, especialmente en las regiones donde están localizados los viveros y en aquellas donde se mantienen las plantaciones por más de un año.

Por otro lado, no es menor la creciente importancia que van adquiriendo los virus transmitidos por otros vectores como moscas blancas y nematodos. En este último caso, la eliminación del bromuro de metilo como desinfectante de suelo, puede causar aumentos de las poblaciones de nematodos en las regiones donde se cultiva frutilla, y esto podría generar incrementos de los niveles poblacionales de aquellas especies de nematodos que transmiten virus y que hasta el momento se mantienen controladas, o en niveles no perjudiciales para el cultivo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. Miguel Ángel Delfino, exdocente de la Cátedra de Entomología, Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, por haber iniciado los borradores de este trabajo con el propósito de reunir en un artículo la problemática actualizada de los pulgones y la transmisión de virus en frutilla en Argentina. También agradecen al PhD Matthew Bertone que gentilmente cedió la foto de *Chaetosiphon minor*.

BIBLIOGRAFÍA

- ALLEN, W. 1959. Strawberry pests in California. A guide for commercial growers. Division of Agricultural Sciences. University of California. California Agricultural Experiment Station Extension Service. Circular 484, 39 p.
- ASINARI, F.; CAFRUNE, E.E.; TORRICO, A.K.; CONCI, V.C. 2013. Avances en la caracterización molecular de un aislamiento argentino de *Strawberry mottle virus* en frutilla. Horticultura Argentina 32 (79), 76.
- ASINARI, F.; CAFRUNE, E.E.; GUZMÁN, F.A.; CONCI, L.R.; CONCI, V.C. 2016. Development of a non-radioactive molecular hybridization probe for detecting *Strawberry mottle virus* in strawberry. Agriscientia 33 (1), 39-45.
- BABOVIC, M.V. 1976. Investigation of strawberry virus diseases in Yugoslavia. Acta Horticulturae 66, 19-24.
- BERNARDI, D.; ARAUJO, E.S.; ZAWADNEAK, M.A.C.; BOTTON, M.; MOGOR, A.F.; GARCIA, M.S. 2013. Aphid Species and Population Dynamics Associated with Strawberry. Neotropical Entomology 42 (6), 628-633.
- BETTI, J.A. 1980. Viroses do morangueiro e seu controle. Fitopatologia Brasileira 6, 217-218.
- BETTI, J.A.; COSTA, A.S.; YUKI, V.A. 1980. Incidência de viroses em plantações de morangueiro no Est. S. Paulo, em

amostras coltadas de 1970 a 1974. Resúmen. Fitopatología Brasileira 5, 387-388.

BEZEMER, M.T.; JONES, T.H.; KNIGHT, K.J. 1998. Long-term effects of elevated CO₂ and temperature on populations of the peach potato aphid *Myzus persicae* and its parasitoid *Aphidius matricariae*. Oecologia 116, 128-135.

BLACKMAN, R.L.; EASTOP, V.F. 2000. Aphids on the World's Crops. John Wiley, Chichester, 466 p.

BLANCHARD, E.E. 1935. Aphid miscellanea. Parte II. Physis, Buenos Aires 11, 366-383.

CARRILLO, R. 1974. Aphidoidea of Chile. I. Agro Sur 2, 33-40.

CÉDOLA, C.; GRECO, N. 2010. Presence of the aphid, *Chaetosiphon fragaefolii*, on strawberry in Argentina. Journal of Insect Science 10, 9. doi:10.1673/031.010.0901.

CERMELLI, M. 1973. Los áfidos (Homoptera: Aphididae) de Venezuela y sus plantas hospedadoras. Suplemento II. Agronomía Tropical 23(2), 163-173. (Disponible: http://sian.inia.gov.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at2302/arti/cermeli_m.htm verificado: agosto de 2014).

CHIESA MOLINARI, O. 1942. Entomología Agrícola. Identificación y control de insectos y otros animales dañinos o útiles a las plantas. San Juan, Argentina. 571 p.

COLEY, P.D.; AIDE, T.M. 1991. Comparison of herbivory and plant defenses in temperate and tropical broad-leaved forests. En: Price, P.W.; Lewinsohn, T.M.; Fernandes, G.W.; Benson, W.W. (Eds.) Plant-Animal Interactions: Evolutionary Ecology in Tropical and Temperate Regions. Wiley & Sons, NY. pp. 25-49.

CONCI, V.C. 2014. Enfermedades virales que afectan al cultivo de frutilla en Argentina en la Mesa Redonda "Actualización de enfermedades producidas por virus y fitoplasmas en el país". 3.º Congreso Argentino de Fitopatología, del 4 al 6 de junio, San Miguel de Tucumán, Argentina, 151 p.

CONCI, V.C.; TORRICO, A.K.; CAFRUNE, E.; QUEVEDO, V.; BAINO, O.; RAMALLO, J.C.; BORQUEZ, A.M.; MOLLINEDO, V.A.; AGÜERO, J.J.; KIRSCHBAUM, D. 2009. First Report of *Strawberry mild yellow edge virus* in Argentina. Acta Horticulturae 842, 303-306.

CONVERSE, R.H. 1987. Virus Diseases of Small Fruits. Agriculture Handbook N.º 631, United States Department of Agriculture, Washington, DC. EUA. 277 p.

CONVERSE, R.H.; MARTIN, R.R.; SPIEGEL, S. 1987. *Strawberry mild yellow-edge*. En: CONVERSE R. H. (Ed.). Virus Diseases of Small Fruits. Agriculture Handbook N.º 631, United States Department of Agriculture, Washington, DC. EUA, 25-29 pp.

CORDO, H.; LOGARZO, G.; BRAUN, K.; DI ORIO, O. 2004. Catálogo de insectos fitófagos de la Argentina y sus plantas asociadas. South American Biological Control Laboratory USDA-ARS y Sociedad Entomológica Argentina. Buenos Aires, Argentina. 720 p.

CORREA, M.; REGUILÓN, C.; LEFEBVRE, M.G.; KIRSCHBAUM, D. 2012. Acción depredadora de especies de Chrysopidae (Insecta: Neuroptera) sobre el pulgón *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) asociadas al cultivo de frutilla (Tucumán) en condiciones de laboratorio. Horticultura Argentina 31 (76), 47.

DAUBENY, H.A.; NORTON, R.A.; BARRITT, B.H. 1972. Relative differences in virus tolerance among strawberry cultivars and selections in the Pacific Northwest. Plant Disease Reporter, 56, 792-795.

DELFINO, M.A. 2004. Áfidos (Homoptera: Aphidoidea) de la Argentina. En: CORDO, H.; LOGARZO, G.; BRAUN, K.; DI IORIO, O. (Eds.). Catálogo de los insectos fitófagos de la Argentina y sus plantas hospedadoras. 1.º ed. South American Biological Control Laboratory USDA-ARS. Sociedad Entomológica Argentina. 734 p.

DELFINO, M.A.; CONCI, V.C.; DUGHETTI, A.C. 2007. Áfidos transmisores de virus de frutilla en la Argentina. Horticultura Argentina 26 (61), 45.

DUGHETTI, A.C.; MAIROSSER, A.; SÁNCHEZ ANGONOVA, P.A.; ZÁRATE, A.O. 2014. Fluctuación de la población de los áfidos que atacan a la frutilla y registro de sus enemigos naturales en el valle bonaerense del Río Colorado. XXXVII Congreso Argentino de Horticultura, Mendoza, Argentina, 152 p.

DWIGHT SANDERSON, E. 1900. The strawberry root louse. Delaware College. Agricultural Experiment Station. Newark, Delaware. Bulletin 49, 3-8.

ESPUL, J.C.; MANZUR, P.S. 1968. Reproducción sexual del "pulgón verde del duraznero" *Myzus persicae* (Sulz.) en Mendoza (Argentina). RIA Serie 5, Patología Vegetal 6 (V), 1-71.

FABRE, F.; PLANTEGENEST, M.; MIEUZET, L.; DEDRYVER, C.; LETERRIER, J.L.; JACQUOT, E. 2005. Effects of climate and land use on the occurrence of viruliferous aphids and the epidemiology of barley yellow dwarf disease. Agriculture, Ecosystems & Environment 106, 49-55.

FRAZIER, N.W. 1960. Differential transmission of strains of strawberry vein banding virus by four aphid vectors. Plant Disease 44, 436-437.

FREEMAN, J.A.; MELLOR, F.C. 1962. Influence of latent viruses on vigor, yield and quality of British Sovereign strawberries. Canadian Journal of Plant Science 42, 602-610.

HEPP, R.F.; CONVERSE, R.H. 1990. Aphid transmission of *Strawberry mottle virus* from *Chenopodium quinoa* to *Fragaria vesca*. Plant Disease 74, 32-321.

HEPP, R.F.; MARTIN, R.R. 1992. Occurrence of strawberry mild yellow-edge associated virus in wild *Fragaria chiloensis* in South America. Acta Horticulturae 308, 57-59.

HILDEBRAND, P.; LEWIS, J. 2014. Epidemiology of aphid vectored strawberry viruses. PowerPoint presentation for Strawberry Virus Management Workshop, Kentville.

HORN, N.L.; CARVER, R.G. 1962. Effects of three viruses in plant production and yields of strawberries. Plant Disease 46, 762-765.

HORNE, W.T. 1922. Strawberry troubles. Calif. Agric. Exp. Stn. Rep. 1921-22, 122-123.

JELKMANN, W.; MARTIN, R.R.; LESEMANN, D.E.; VETTEN, H.J.; SKELTON, F. 1990. A new potyvirus associated with strawberry mild yellow edge disease. Journal of General Virology 71, 1251-1258.

KIRSCHBAUM, D.S.; HANCOCK J.F. 2000. The strawberry industry in South America. HortScience 35, 807-811.

KIRSCHBAUM, D.S.; VICENTE, C.E.; CANO-TORRES, M.A.; GAMBARELLA-CASANOVA, M.; VEIZAGA-PINTO, F.K.; CORRREA-ANTUNES, L.E. 2016. Strawberry in South America: from the Caribbean to Patagonia. Acta Horticulturae (En prensa).

KRCZAL, H. 1982. Investigations on the biology of the strawberry aphid (*Chaetosiphon fragaefolii*), the most important vector of strawberry viruses in West Germany. Acta Horticulturae 129, 63-68.

LAMPRECHT, S.; JELKMANN, W. 1997. Infectious cDNA clone used to identify strawberry mild yellow edge associated potyvirus as causal agent of the disease. Journal of General Virology 78, 2347-2353.

LUCIANI, C.E.; ASINARI, F.; ADLERCREUTZ, E.G.; MENE-GUZZI, N.; QUIROGA, R.J.; NAVARRO, M.E.; KIRSCHBAUM, D.S.; CONCI, V.C. 2015. Avances en los estudios de distribución de virus en cultivos de frutilla en Argentina. XV Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Del 7 al 9 de octubre, Santa Fe. F-82.

LUCIANI, C.E.; CELLI, M.G.; MERINO, M.C.; PEROTTO, M.C.;

- POZZI, E.; CONCI, V.C. 2016. First report of Strawberry polerovirus 1 in Argentina. *Plant Disease* 100 (7), 1510.
- MAAS, J.L. 1998. Compendium of strawberry diseases. 2nd ed. APS Press. St. Paul Minnesota, EUA, 98 p.
- MAC GILLIVRAY, M.E. 1979 a. Aphid infesting potatoes in Canada: a field guide. Publication 1676. Information Services, Agriculture Canada, Ottawa, 23 p.
- MAC GILLIVRAY, M.E. 1979 b. Aphid infesting potatoes in Canada: life cycle and field key. Publication 1678. Information Services, Agriculture Canada, Ottawa, 14 p.
- MARCOVITCH, S. 1925. The strawberry root louse in Tennessee. Agricultural Experiment Station of the University of Tennessee. *Journal of Agricultural Research*, Washington, Vol. XXX (5), 441- 449.
- MARTIN, R.; SPIEGEL, S. 1998 a. Strawberry mild yellow edge disease. In: J.R. Maas (ed.), *Compendium of Strawberry Virus Diseases*, 2nd edition. APS Press, St. Paul, MN, 65-66 pp.
- MARTIN, R.; SPIEGEL, S. 1998 b. Strawberry mottle virus. In: J.R. Maas (ed.), *Compendium of Strawberry Virus Diseases*, 2nd edition. APS Press, St Paul, MN, 66-67 pp.
- MARTIN, R.R.; SPIEGEL, S. 1998 c. Strawberry crinkle virus. Page 64. *En: Compendium of Strawberry Disease*. Maas, J. L. (Ed.). The American Phytopathological Society. 2nd edition. APS Press, St Paul, MN, 64 p.
- MARTIN, R.R.; TZANETAKIS, I.E. 2006. Characterization and recent advances in detection of strawberry viruses. *Plant Disease* 90, 384-396.
- MATTSON, W.J.; SCRIBER, J.M. 1987. Nutritional ecology of insect folivores of woody plants: Nitrogen, water, fiber and mineral considerations. *En: SLASKY J.F.; RODRÍGUEZ, J.G.* 1987. Nutritional ecology of insect, mites, spiders and related invertebrates. John Wiley & Sons, 105-146 pp.
- MELIÁ MASIÁ, A. 1978. Notas sobre cinco especies de pulgones (*Hom. Aphidinea*) nuevas para la fauna española. *Boletín de la Asociación Española de Entomología* 2, 123-127. (Disponible: <http://www.entomologica.es/cont/publis/boletines/63.pdf> verificado mayo de 2015).
- MELLOR F.C.; FRAZIER, N.W. 1970. Strawberry mottle p 4-8. *En: Frazier, N.W. (ed) Virus diseases of small fruits and grapevines*, University of California, Division of Agricultural Sciences, Berkeley, 290 p.
- MELLOR, F.C.; FORBES, A.R. 1960. Studies of virus diseases of strawberries in British Columbia. III Transmission of strawberry viruses by aphids. *Canadian Journal of Botany* 38, 343-352.
- MELLOR, F.C.; KRCZAL, H. 1987. *Strawberry mottle*. *En: CONVERSE R. H. (Ed.) Virus diseases of small fruits*. Agriculture Handbook N.º 631, United States Department of Agriculture, Washington, DC. EUA, 10-16 pp.
- MENDES, S.M.; BUENO, V.H.P.; ARGOLLO, V.M.; SILVEIRA, L.C.P. 2002. Type of prey influences biology and consumption rate of *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera, Anthocoridae). *Revista Brasileira de Entomologia* 46 (1), 99-103.
- MISERENDINO, E.E. 2010. Posibilidad de producción de frutilla en Bariloche. *Revista Presencia*, INTA EEA Bariloche, 55, 16-20.
- MOREAU, D. 2013. The Strawberry Aphid. Atlantic Food & Horticultural Research Centre. Agriculture and Agri-Food Canada. 20 pp.
- NIETO NAFRÍA, J.M. 1976. Los pulgones (*Hom. Aphidinea*) de las plantas cultivadas en España, I: rosales, fresales, frambuesos. *Boletín del Servicio de Plagas* 2, 97-112. (Disponible: http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_plagas%2FBSVP-02-01-097-112.pdf verificado: diciembre de 2014).
- NIETO NAFRÍA, J.M.; DELFINO, M.A.; MIER DURANTE, M.P. 1994. La afidiofauna de la Argentina, su conocimiento en 1992. *Universidad de León*, 107-108 pp.
- NOME, S.F.; YOSSEN, V. 1980. Identificación de virus de frutilla en Argentina. I. virus del moteado de la frutilla (*Strawberry mottle virus*). *RIA* 15 (2), 245-257.
- ORTEGO, J. 1997. Pulgones de la Patagonia Argentina con la descripción de *Aphis intrusa* sp. n. (Homoptera: Aphididae). *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata* 102 (1), 59-80.
- ORTEGO, J.; PARAVANO, A.S.; IMWINKELRIED, J.M. 2002. Actualización de los registros afidológicos (Homoptera: Aphidoidea) de la provincia de Santa Fe, Argentina. *Revista FAVE-Ciencias Agrarias* 1 (1), 47-55.
- OVRUSKI, N. 2001. Pulgones y sus enemigos naturales en áreas de producción frutihortícola de Tucumán (2.ª parte). *Horizonte* N.º 6. Serie Técnica N.º 19-20 pp.
- PATE, E.; FISHER, P.; HALLETT, R. 2014. Monitoring and Management of Strawberry Aphid: What we learned this summer. The Ontario Berry Grower. University of Guelph. OMAFRA- USEL Project. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Canadá. (Disponible: <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/hort/news/allontario/ao0614.pdf> verificado: febrero de 2015).
- PEROTTO, M.C.; LUCIANI, C.; CELLI, M.G.; TORRICO, A.; CONCI, V.C. 2014. First report of *Strawberry crinkle virus* in Argentina. *New Disease Reports* 30, 5.
- POSTHUMA, K.I.; ADAMS, A.N.; HONG, Y. 2000. *Strawberry crinkle virus*, a cytorhabdovirus needing more attention from virologists. *Molecular Plant Pathology*. 1 (6), 331-336.
- POSTHUMA, K.I.; ADAMS, A.N.; HONG, Y.; KIRBY, M.J. 2002. Detection of *Strawberry crinkle virus* in plants and aphids by RT-PCR using conserved L gene sequences. *Plant Pathology* 51, 266-274.
- PRENTICE, I.W.; HARRIS, R.V. 1946. Resolution of strawberry virus complexes by means of the aphid vector *Capitophorus fragariae*. *Theo. Annals of Applied Biology* 33, 50-53.
- QUINTANILLA, R.H. 1979. Pulgones. Características morfológicas y biológicas. Especies de mayor importancia agrícola. Editorial Hemisferio Sur. 44 p.
- RECALDE, J. 2008. Guía de reconocimiento de animales perjudiciales en cultivos frutales. EEA INTA Esquel, Chubut, Argentina, 18-21 pp.
- RICHARSON, J; FRAZIER, N.W.; SYLVESTER, E.S. 1972. *Rhabdovirus* particles associated with strawberry crinkle virus. *Phytopathology* 62, 491-492.
- RONDON, S.I.; CANTLIFFE, D.J. 2004. *Chaetosiphon fragaefolii* (Homoptera: Aphididae) a potencial new pest in Florida? *Florida Entomologist* 87 (4), 612-615.
- RONDON, S.I.; CANTLIFFE, D.J. 2005. Biology and control of the strawberry aphid, *Chaetosiphon fragaefolii* (Cockerell) (Homoptera: Aphididae) in Florida. Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Publication #HS 1009. 5 p. (Disponible: <http://www.hos.ufl.edu/protectedag/EDIS/HS25300.pdf> verificado: marzo de 2015).
- RONDON, S.I.; CANTLIFFE, D.J.; PRICE, J. 2005. Population dynamics of the aphid *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae), on the strawberry grown under protected structure. *Florida Entomologist* 88 (2), 152-158.
- SCHAEFERS G.A. 1960. A systematic study on the strawberry aphid complex (*Pentatrichopus* spp.). *Ann. Ent. Soc. Amer.* 53 (6), 783-93.
- SCHAEFERS, G.A.; ALLEN, W.W. 1962. Biology of the strawberry aphids, *Pentatrichopus fragaefolii* (Cockerell) and *P. thomasi* Hille Ris Lambers, in California. *Hilgardia* 32, 393-431. Doi: 10.3733/hilg.v32n08p393.
- SCHOEN, C.D.; LIMPENS, W.; MOLLER, I.; GROENEVELD, L.; KLERKS, M.M.; LINDNER, J.L. 2001. The complete genomic

sequence of Strawberry crinkle virus, a member of the Rhabdoviridae. *Acta Horticulturae* 65, 45-50.

THOMPSON, J.R.; JELKMANN, W. 2004. Strain diversity and conserved genome elements in *Strawberry mild yellow edge virus*. *Archive of Virology* 149, 1897–1909. Doi:10.1007/s00705-004-0353-4

THOMPSON, J.R.; LEONE, G.; LINDNER, J.L.; JELKMANN, W.; SCHOEN, C.D. 2002. Characterization and complete nucleotide sequence of *Strawberry mottle virus*: A tentative member of a new family of bipartite plant picorna-like viruses. *Journal of General Virology* 83, 229-239.

THOMPSON, J.R.; WETZEL, S.; KLERKS, M.M.; VASKOVÁ, D.; SCHOEN, C.D.; SPAK J.; JELKMANN, W. 2003. Multiplex RT-PCR detection of four aphid-borne strawberry viruses in *Fragaria* spp. in combination with a plant mRNA specific internal control. *Journal of Virological Methods* 111 (2), 85-93.

TOENNISSON, T.; BURRACK, H. 2013. An unexpected aphid in strawberries. *Entomology – Insect Biology and Management*. North Carolina Cooperative Extension. NC State University (Disponible: <https://entomology.ces.ncsu.edu/2013/10/an-unexpected-aphid-in-strawberries/> verificado: marzo de 2015).

TORRICO, A.K.; CELLI, M.G.; CAFRUNE, E.E.; KIRSCHBAUM, D.S.; CONCI, V.C. 2016. Genetic variability and recombination analysis of the coat protein gene of Strawberry mild yellow edge virus. *Australasian Plant Pathology*. First online: 06 July 2016, pp. 1-9. Doi 10.1007/s13313-016-0426-3.

TORRICO, A.K.; FERNÁNDEZ, F.; ISHIKAWA, A.; MENEGUZZI, N.G.; CONCI, L.R.; SORDO, M.H.; BORQUEZ, A.M.; PACHECO, R.; OBREGÓN, V.; KIRSCHBAUM, D.S.; CONCI, V.C. 2010 a. Incidence and prevalence of *Strawberry mild yellow edge virus* (SMYEV) in Argentina. 11th International Plant Viruses Epidemiology Symposium, 3rd Workshop of the Plant Virus Ecology Network. Junio 20-24. Cornell, University, Ithaca, Nueva York. 138 p. (Disponible: <http://www.isppweb.org/ICPVE/> verificado marzo de 2015).

TORRICO, A.K.; SALAZAR, S.M.; KIRSCHBAUM D.S.; BORQUEZ A. M.; CONCI, V.C. 2010 b. Preliminary results of yield losses produced by *Strawberry mild yellow edge virus*. 28th International Horticultural Congress, Berries Symposium. Agosto 22-27 Lisboa, Portugal.

TZANETAKIS, I.E.; MARTIN, R. 2013. Expanding field of strawberry viruses which are important in North America. *International Journal of Fruit Science* 13, 184–195.

VAN BAAREN, J.; LE LANN, C.; VAN ALPHEN, J.J.M. 2010. Consequences of climate change for aphid-based multi-trophic systems. En: KINDLMANN, P.; DIXON, A.F.G.; MICHAUD J.P. (Eds.). *Aphid Biodiversity under Environmental Change: Patterns and Processes*. Springer Science+Business Media B.V. Doi 10.1007/978-90-481-8601-3_4, C.

VAN EMDEN, H.F.; EASTOP V.F.; HUGHES, R.D.; WAY, M.J. 1969. The Ecology of *Myzus persicae* *Annual Review of Entomology* 14, 197-270.

VAN STEENIS, M.J.; EL-KHAWASS, K.A.M.H. 1995. Life history of *Aphis gossypii* on cucumber—influence of temperature, host-plant and parasitism. *Entomologia Experimentalis Et Applicata* 76, 121–131.

VIGLIANCHINO, L.; HUARTE, D. 2014. Ficha técnica para el cultivo de frutilla. Proyecto Regional con Enfoque Territorial del Sudeste. INTA Mar del Plata. (Disponible: http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_frutilla_3.pdf verificado febrero de 2015).

XIANG, Y.; BERNARDY, M.; BHAGWAT, B.; WIERSMA, P. A.; DEYOUNG, R.; BOUTHILLIER, M. 2015. The complete genome sequence of a new polerovirus in strawberry plants from eastern Canada showing strawberry decline symptoms. *Archive of Virology* 160, 553-556.

ZELLER, S.M.; VAUGHAN, E.K. 1932. Crinkle disease of strawberry. *Phytopathology*. 22, 709-13.

Evaluación ambiental y planificación de la expansión agropecuaria y forestal en la cuenca del río Miriñay

GINZBURG, R.¹; TORRELLA, S.A.¹; MENÉNDEZ, A.¹; SABAROTS GERBEC, M.²; ADÁMOLI, J.²; RUJANA, M.³

RESUMEN

La cuenca del río Miriñay en la provincia de Corrientes constituye un área de creciente actividad económica en relación con el cultivo de arroz. Con el objetivo de evaluar ambientalmente la realización y acumulación de proyectos agropecuarios y forestales en la cuenca, se consideró el consumo de agua y la pérdida de ambientes naturales tanto de los proyectos ya realizados como de las posibilidades de expansión a futuro. Se elaboraron mapas de cobertura del suelo para los años 2000 y 2014 a partir de imágenes satelitales. Se desarrolló un modelo hidrológico con el cual se simuló un escenario natural, representativo de las condiciones anteriores al cambio del uso del suelo. Se generaron tres escenarios de expansión considerando la construcción de nuevas represas para riego de arroz y el desarrollo de otras actividades productivas. Al año 2014 las áreas transformadas representaban 12,9% de la cuenca, con 114.260 ha de arroz/pasturas, 15.058 ha de embalses y 26.745 ha de forestaciones. Comparando los indicadores de balance hídrico entre el escenario natural y el actual se observaron variaciones de distinto signo y magnitud en las diferentes subcuencas, con disminuciones que no superan el 8% y aumentos que no llegan al 2%. Del análisis de la pérdida de ambientes naturales en los escenarios futuros se observó que, si bien a nivel de toda la cuenca no pareciera superarse un límite crítico, tres subcuencas llegan a muy altos niveles de transformación en el escenario a largo plazo. Para esos escenarios los cambios en el balance hídrico anual serán relativamente menores. Con el propósito de mitigar el impacto de la pérdida de ambientes naturales, se propone la planificación integrada y el ordenamiento territorial de la cuenca a través de la regulación del porcentaje máximo de cambio de uso del suelo, permitiendo así desarrollar el potencial productivo sin poner en riesgo la conservación de los ambientes naturales.

Palabras clave: usos del suelo, modelo hidrológico, escenarios productivos, pérdida de ambientes naturales, ordenamiento territorial.

ABSTRACT

An environmental assessment of the cumulative effects of implementing agricultural (mainly rice crop) and forestry projects in the Miriñay River Basin, an area of growing economic activity located in Corrientes Province (Argentina), was performed. Increment of water consumption and loss of natural environments related to both implemented projects and potential future expansions were considered. Land-use maps for years 2000 and 2014 were produced based on satellite images. A hydrological model was developed and calibrated based on hydrometric data, and later used to simulate a natural scenario, representing the conditions previous to human

¹GESEAA-FCEN-UBA (Grupo de Estudios de Sistemas Ecológicos en Ambientes Agrícolas, Departamento de Ecología, Genética y Evolución, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires). Correo electrónico: rubenginzburg@yahoo.com.ar

²LH-INA (Laboratorio de Hidráulica, Instituto Nacional del Agua) y FIUBA (Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires).

³ICAA (Instituto Correntino del Agua y del Ambiente) y FCA-UNNE (Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Nordeste).

impacts of the land use changes, and three expansion scenarios for agriculture and forestry (short term, middle term, and long term), including the construction of new dams for irrigation. An annual water balance indicator was built based on the model results. Non-natural areas constituted 12.9% of the basin in 2014, including 114,260 ha of rice/pastures, 15,058 ha of dams for irrigation, and 26,745 ha of forestry. Comparing the water balance indicator for the present conditions with the one for the natural scenario, variations of different sign and magnitude were obtained for the different sub-basins, with reductions which do not exceed 8%. In turn, comparing the water balance indicator for future scenarios with the one for the present one, a maximum reduction of about 10% was obtained, which is considered relatively small. From the analysis of losses of natural environments for the three future scenarios it was observed that, although no critical conditions would be attained at the basin scale for all of them, some degree of criticality would be reached for three sub-basins in the case of the long-term scenario. In order to avoid those critical conditions, allowing the development of sustainable production without jeopardizing the conservation of natural environments, an integrated land-use management policy is proposed, through the regulation of the maximum percentage of land use change.

Keywords: *land-use, hydrological model, productive scenarios, loss of natural environments, land-use management.*

INTRODUCCIÓN

Desde principios de la década de 1990, diversas causas motivaron un desplazamiento de la producción arrocerá en el litoral argentino (Domínguez *et al.*, 2010). La cuenca del río Miriñay, dada su excelente aptitud agrícola (Acosta *et al.*, 2009), experimenta desde entonces una expansión del cultivo y de la infraestructura hídrica destinada a atender sus demandas. Al año 2010, la cuenca contaba con 38 embalses de más de 50 ha, concentrados en las subcuencas del Ayuí Grande y del Yaguarí, la mayoría de ellos construidos durante la década de 1990 (Alarcón e Insaurralde, 2011). Esta expansión productiva y el consecuente aumento en el consumo de agua, despertó el interés de investigadores, técnicos y gestores en determinar el balance hídrico de la cuenca y evaluar la capacidad de esta para responder a la nueva demanda. En este sentido, se han realizado distintos balances hídricos basados en la comparación entre precipitación y evapotranspiración potencial, o entre oferta y demanda de agua (Alarcón, 2013; Pagliettini y Gil, 2008; Ruberto y Currie, 1999), y de ellos surge que existe una oferta hídrica suficiente a escala anual, pero se produce déficit para los meses de mayor demanda, que es justamente la causa por la cual es necesario recurrir al riego con agua embalsada.

El ICAA (Instituto Correntino del Agua y del Ambiente) junto con la Asociación Correntina de Plantadores de Arroz (ACPA) efectúan el monitoreo de la calidad de agua en 6 estaciones ubicadas en la cuenca del río Miriñay. No se han detectado situaciones problemáticas o alarmantes en relación con los niveles guía establecidos por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación para la actividad agropecuaria (ICAA 2013). Por un lado, en términos generales, se ha destacado la falta de estudios hidrológicos detallados como una limitación para la planificación del uso del recurso hídrico (Domínguez *et al.*, 2010). Por otro lado,

no se ha realizado hasta el momento un análisis particular del reemplazo de ambientes naturales provocado por el cambio de uso del suelo. Para asegurar la sustentabilidad ambiental en la cuenca resultaría necesaria una planificación de la producción enmarcada en un programa de ordenamiento territorial integral. El presente estudio provee información relevante para ser utilizada en la elaboración de estas herramientas de gestión (el informe técnico completo, "Estudio para definir los parámetros y criterios ambientales de la cuenca del río Miriñay", está disponible en la página web del organismo www.icaa.gov.ar, quien es autoridad de aplicación de la ley de impacto ambiental y código de aguas de la provincia de Corrientes. Dicho estudio fue declarado de interés legislativo por el Honorable Senado de la Provincia de Corrientes).

El objetivo del presente estudio fue evaluar ambientalmente la realización y acumulación de proyectos de desarrollo agropecuarios y forestales en la cuenca del río Miriñay. Se tuvo en cuenta no solo a los proyectos ya realizados, sino también las posibilidades de expansión a futuro. Particularmente se consideró: a) el consumo de agua y su efecto sobre el balance hídrico; y b) la expansión productiva y la pérdida de ambientes naturales asociada (cambio de uso del suelo).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La cuenca del río Miriñay está ubicada en el centro-sur de la provincia de Corrientes (figura 1), ocupa un área de 10.300 km². El río tiene una extensión de 217 km, desemboca en el río Uruguay en cercanía de la localidad de Monte Caseros. Su cuenca está conformada por una llanura de inundación con tipos de suelo impermeables que favorecen

la retención de agua superficial y de muy escasa pendiente (no superior al 0,15%). La precipitación media anual en la cuenca supera los 1.100 mm, concentrados entre diciembre y mayo. El balance de agua se da principalmente en la dirección vertical (entre precipitación, evapotranspiración e infiltración), jugando un rol secundario el movimiento horizontal (Ruberto y Currie, 1999).

Modelación hidrológica de la cuenca

Se dispuso de series temporales diarias de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial, datos de aforo y niveles medios del río Miriñay (Penalba *et al.*, 2014). Se construyeron leyes de ajuste entre el caudal y la altura de escala. Se estableció el período 2002-2014 como ventana de tiempo de análisis debido a que ya tiene incorporada la mayoría de los embalses y representa las condiciones actuales de la cuenca. Se realizó un balance hídrico completo a través de la modelación hidrológica de la cuenca basado en el software HEC-HMS, método SMA (Bennett y Peters, 2000). Se tomaron como base las 8 subcuencas definidas por Alarcón (2013); su topografía se calculó a partir de un Modelo Digital de Elevación del terreno utilizando datos del SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission). El uso del suelo se categorizó a partir de los mapas de coberturas generados en este mismo estudio. Los forzantes del modelo fueron la precipitación y la evapotranspiración potencial. Se simuló la operación de los embalses, sustrayendo a cada subcuenca el área que captura el volumen total embalsado. Como indicador del balance hídrico se adoptó el volumen medio anual escurrido a la salida de cada subcuenca. Para evaluar el cambio en el balance hídrico se reprodujo un escenario natural representativo de las condiciones anteriores al impacto producido por el cambio de uso del suelo a agrícola/forestal y la construcción de represas para riego.

Mapas y coberturas del suelo de los años 2000 y 2014

Se trabajó con dos escenas Landsat, 225-80 y 225-81. Se utilizaron las imágenes Landsat 7 del 18/11/2000 y Landsat 8 del 23/4/2014. Para la obtención de los mapas y coberturas del suelo se realizó una aproximación mixta. Las coberturas naturales se obtuvieron a partir de clasificaciones digitales, utilizando el algoritmo Isodata (80 clases, 20 iteraciones, convergencia del 98%) del programa ENVI 3.5. Se confeccionó un dendograma con la estadística de las clases (análisis multivariado de conglomerados del programa Infostat) para una mejor evaluación de las distintas clases digitales. Para quitar el ruido producido por píxeles aislados se realizó el "clump de 5x5" y el "sieve de 10". Para las coberturas de usos antrópicos se realizó interpretación visual y digitalización manual de las coberturas a escala 1:100.000, utilizando el programa QGIS. Dada la rotación de actividades en un mismo lote, la cobertura arroz/pastura comprende el área destinada a arroz, pasturas implantadas e infraestructura. Se consideraron aquellos embalses de superficies mayores a 20 ha y las forestaciones mayores a 10 ha. La cobertura de bosques nativos fue provista por la Dirección

de Bosques de la Provincia. La versión final de los mapas se obtuvo cruzando ambos productos, coberturas naturales y de usos antrópicos. Para realizar un chequeo general del mapa 2014 se realizó un viaje de campo entre el 15 y 19 de septiembre de 2014.

Generación de escenarios futuros de expansión agropecuaria y forestal

Se generaron 3 escenarios de expansión, a corto, mediano y largo plazo, considerando las distintas actividades productivas. Para el desarrollo de la actividad arrocera se consideró la identificación de potenciales represas para riego de arroz (Fontán, 2011; Fontán, 2013). Se tuvieron en cuenta 3 criterios que modifican tanto la potencia de riego por alcanzar, como la superficie arrozable asociada (lotes arroceros + lotes en rotación –sea esta con pasturas o en descanso–) sobre la que efectivamente se hará un cambio de uso del suelo: a) la cantidad de represas potenciales identificadas; b) la eficiencia en el uso del agua; y c) la rotación arrocera. Para las pasturas implantadas para ganadería se consideró la expansión asociada a la rotación arrocera y las pasturas independientes de esta rotación. Para la evolución de la actividad forestal y la agrícola no arrocera, se consideró la tendencia de estas prácticas en el período 2000-2014. Para evaluar el cambio en el balance hídrico bajo los escenarios planteados, se incorporaron al modelo hidrológico las combinaciones de aumento de represamientos y cambios de uso de suelo manteniendo la misma ventana de tiempo climatológica (2002-2014).

Para el escenario a corto plazo (10 años) se consideraron las 12 represas potenciales que están en marcha (al menos con anteproyecto), se contempló una eficiencia en el uso del agua similar a la media actual, de 1,2 m³/m²; y se consideró una superficie en rotación arrocera de 1:2 (similar a la media actual en la cuenca), es decir, por cada 1 ha de arroz hay otras 2 ha en rotación –con pasturas o en descanso–. Para el escenario a mediano plazo (20 años) se tomaron 36 potenciales represas. La producción alcanzada bajo este escenario coincide con las metas planteadas a 15-20 años por las instituciones gubernamentales y organizaciones productivas de la provincia. Para la elección de las 24 represas que se incorporan se evaluó la tendencia general de distribución de los embalses construidos en el período 2000-2014 y del total de represas potenciales. Se consideró una mejoría en la eficiencia en el uso del agua, pasando a 1,1 m³/m². En cuanto a la rotación se consideró el mismo valor de 1:2. Para el escenario a largo plazo (máxima expansión, 50 años) se tomó la totalidad de las 74 represas potenciales. Se consideró una mejoría en la eficiencia en el uso del agua, pasando a 1 m³/m²; y una rotación de 1:2.

RESULTADOS

Evaluación de los años 2000 y 2014

Entre los años 2000 a 2014 se construyeron 7 represas, alcanzando un total de 53 con embalses mayores a 20 hectá-

reas. Al año 2000 las áreas transformadas (aquellas donde la cobertura natural ha sido reemplazada por otra de uso antrópico) representaban 7,6% de la cuenca (tabla 1), aumentando al 12,9% en 2014. Los pastizales fueron los ambientes más afectados por la expansión agropecuaria y forestal, seguidos de pajonal-bañado y malezales; en todos los casos, estos ambientes todavía se encuentran bien representados en la cuenca (figura 1). En las subcuencas del Ayuí y del Ayuí Grande, con un importante desarrollo arrocero, el porcentaje de áreas transformadas al 2014 alcanza 37% y 24%, respectivamente.

La expansión de las áreas productivas no se ha dado en forma homogénea, el 85% se concentra solamente en 3 subcuencas. Ayuí Grande registró la mayor parte de la expansión de arroz y pasturas en rotación, con un aumento de 24.500 ha. En la subcuenca del Norte del Ayuí Grande se

concentró la expansión forestal, 12.500 ha. En la de Yaguari se dio un aumento importante en la superficie destinada a arroz/pasturas, 13.200 ha, y a otros cultivos, 5.100 ha.

Al evaluar el cambio en el balance hídrico comparando los indicadores del modelo entre el escenario natural y el actual, se observaron variaciones de distinto signo y magnitud en las diferentes subcuencas, fruto de procesos contrapuestos. La forestación (por el aumento del almacenamiento en follaje) y el embalsamiento de agua tienden a reducir el volumen escurrido, en tanto que la actividad agrícola (por disminución del volumen anual evapotranspirado) produce un aumento de la escorrentía. Las disminuciones por el cambio de uso no superan el 8% (subcuencas de Ayuí Grande, Quiyatí, Ayuí y San Roquito) mientras que los aumentos no llegan al 2% (figura 2).

	Año 2000 (ha)	Año 2014 (ha)	Variación (ha)	Variación %
Pajonal-Bañado (ríos y arroyos)	231.789	221.812	-9.977	-4,30
Malezal	211.309	208.105	-3.204	-1,52
Pastizal	652.120	603.540	-48.580	-7,45
Forestación	9.659	26.745	17.086	176,89
Embalse	11.459	15.058	3.599	31,41
Arroz/Pastura	73.150	114.260	41.110	56,20
Otros cultivos	2.360	9.115	6.755	286,23
Uso urbano	1.081	1.081	0	0,00
Otras coberturas	8.967	3.127	-5.840	-65,13
Bosque nativo	91.959	91.010	-949	-1,03
Total	1.293.853	1.293.853		

Tabla 1. Superficies (en hectáreas) y variación (en hectáreas y porcentual) de las coberturas del suelo de la cuenca del río Miriñay, Corrientes, para los años 2000 y 2014.

Fuente: elaboración propia.

	Año 2014 (ha)	Escenario corto plazo (ha)	Variación %	Escenario mediano plazo (ha)	Variación %	Escenario largo plazo (ha)	Variación %
Embalses	15.058	24.486	62,61	33.619	123,26	50.024	232,21
Arroz	33.000	44.734	35,56	67.832	105,55	108.718	229,45
Infraestructura	15.840	22.880	44,45	40.699	156,95	65.231	311,82
Rotación y pasturas	66.200	99.668	50,56	180.664	172,91	287.435	334,19
Otros cultivos	8.335	12.335	47,99	18.335	119,98	28.335	239,95
Forestaciones	26.745	34.745	29,91	46.745	74,78	66.745	149,56
Total áreas transformadas	165.178	238.848	44,60	387.893	134,83	606.488	267,17
Total cobertura natural	1.128.675	1.055.005	-6,53	905.960	-19,73	687.365	-39,10

Tabla 2. Superficies (en hectáreas) y variación (porcentual respecto al año 2014) de las coberturas del suelo de la cuenca del río Miriñay, Corrientes, para el año 2014 y los escenarios de expansión a corto, mediano y largo plazo. Los escenarios a corto, mediano y largo plazo representan la posible expansión a futuro de las distintas actividades productivas a 10, 20 y 50 años, respectivamente.

Fuente: elaboración propia.

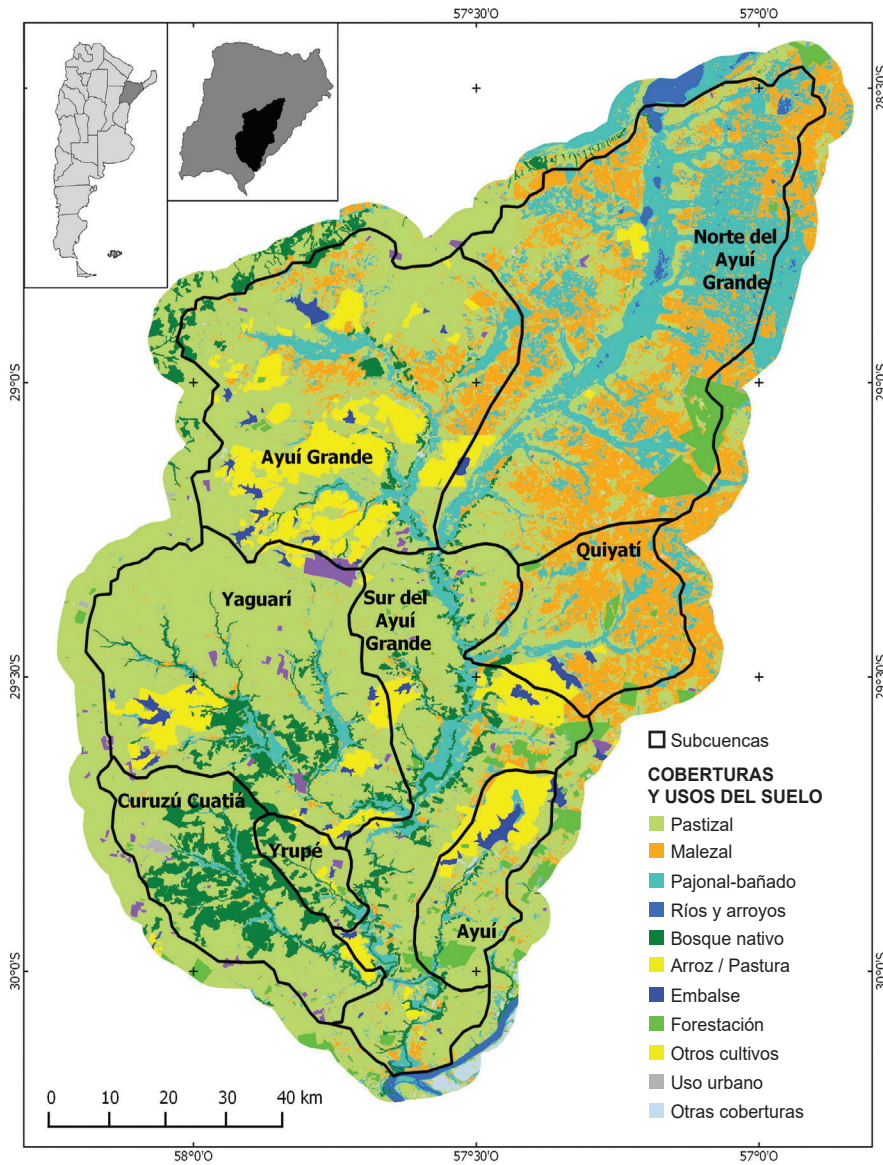


Figura 1. Mapa de coberturas del suelo de la cuenca del río Miriñay, Corrientes, para el año 2014. Arriba a la izquierda, ubicación de la cuenca en la provincia de Corrientes, Argentina.

Fuente: elaboración propia.

Escenarios futuros de expansión agropecuaria y forestal

En el escenario a corto plazo se incrementa más de 35% la superficie arrocera; las áreas con cobertura natural cubren el 81,5% de la cuenca. En el escenario a mediano plazo aumenta algo más de 100% la superficie cultivada con arroz; la superficie transformada se duplica, en tanto que las áreas con cobertura natural comprenden el 70% de la cuenca. En el escenario a largo plazo se desarrolla todo el potencial arrocero de la cuenca, lo que implica un incremento de casi el 230% de la superficie cultivada con arroz; el total de áreas transformadas superan las 600

mil hectáreas, ocupando las áreas con cobertura natural el 53,1% de la superficie (tabla 2).

En los escenarios a corto y mediano plazo, la mayoría de las represas que se incorporan (11 de 12 y 23 de 36, respectivamente) se ubican en las subcuencas de Ayuí Grande y Yaguari. En el escenario a largo plazo toma importancia también la del Sur del Ayuí Grande, donde estas tres subcuencas concentran el 78% de la potencia de riego para el cultivo de arroz (figura 3). Bajo este escenario la expansión productiva implicaría un fuerte aumento en los porcentajes de áreas transformadas, alcanzando los niveles más altos en las subcuencas de

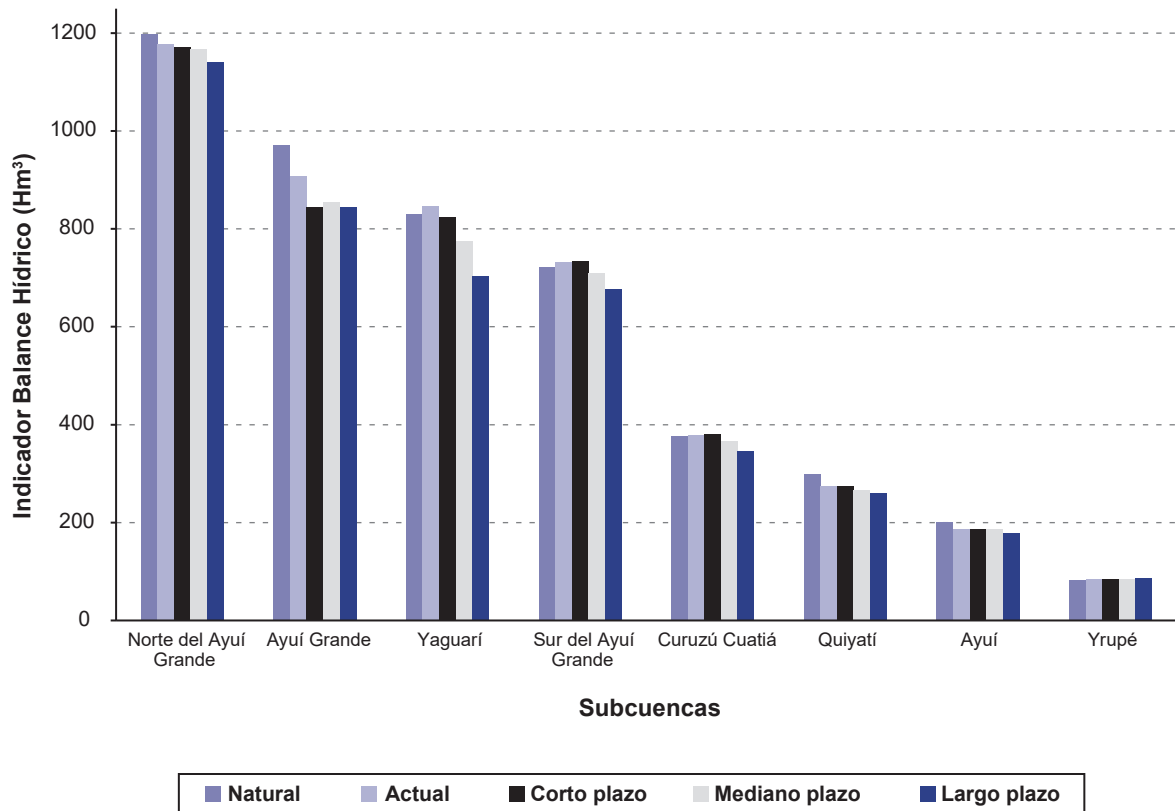


Figura 2. Indicador del balance hídrico (Hm^3) para las diferentes subcuencas del río Miriñay, Corrientes, para los escenarios natural, actual y de expansión a corto, mediano y largo plazo. El escenario natural es representativo de las condiciones anteriores al cambio del uso del suelo. El escenario actual representa el año 2014. Los escenarios a corto, mediano y largo plazo representan la posible expansión a futuro de las distintas actividades productivas a 10, 20 y 50 años, respectivamente.

Fuente: elaboración propia.

Ayuí Grande, Ayuí y Yaguarí (69%, 70% y 76%, respectivamente).

La aplicación del modelo hidrológico a los escenarios futuros (figura 2) indica que habría una merma de los caudales producidos para la mayoría de las subcuencas (debido al incremento de la cantidad de presas o al aumento del área forestada), salvo para las del norte del Ayuí e Yrupé (donde se registran incrementos debido al aumento del área agrícola). Los cambios en el balance hídrico anual, aun en el escenario de máxima expansión, serán relativamente menores, con reducciones que no alcanzarán el 10%, con excepción de la subcuenca del Yaguarí donde la disminución llegaría a 16,8%.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El modelo hidrológico permitió determinar que no ha habido un cambio importante en el balance hídrico anual debido al desarrollo agropecuario y forestal respecto del escenario natural. Bajo los distintos escenarios futuros, los cambios en el balance hídrico anual serán relativamente

menores y la reducción de los caudales que se produciría en la mayoría de las subcuencas no pondrá en riesgo la sustentabilidad de los ambientes naturales en torno al cauce del río Miriñay. Sería importante realizar periódicamente mediciones y calibraciones que permitan ajustar el modelo hidrológico, y así poder corroborar sus resultados, incrementar la certidumbre y ampliar sus alcances.

Si bien las áreas transformadas aumentaron 70% en el período 2000-2014, los ambientes naturales se encuentran bien representados cubriendo 87,1% de la cuenca. En el análisis de los escenarios futuros se pudo observar que a nivel de toda la cuenca no pareciera superarse un límite crítico, aunque tres subcuencas llegarían a muy altos niveles de transformación en el escenario a largo plazo. El panorama es aún más complicado al considerar que: a) un alto porcentaje de los pastizales de la provincia, y en particular de la cuenca del Miriñay, se encuentran sobrepastoreados y degradados, de manera que los porcentajes de áreas naturales sin sobrepastoreo en estas subcuencas apenas alcanzarían valores cercanos al 10%; y b) este escenario representa el máximo potencial para la producción

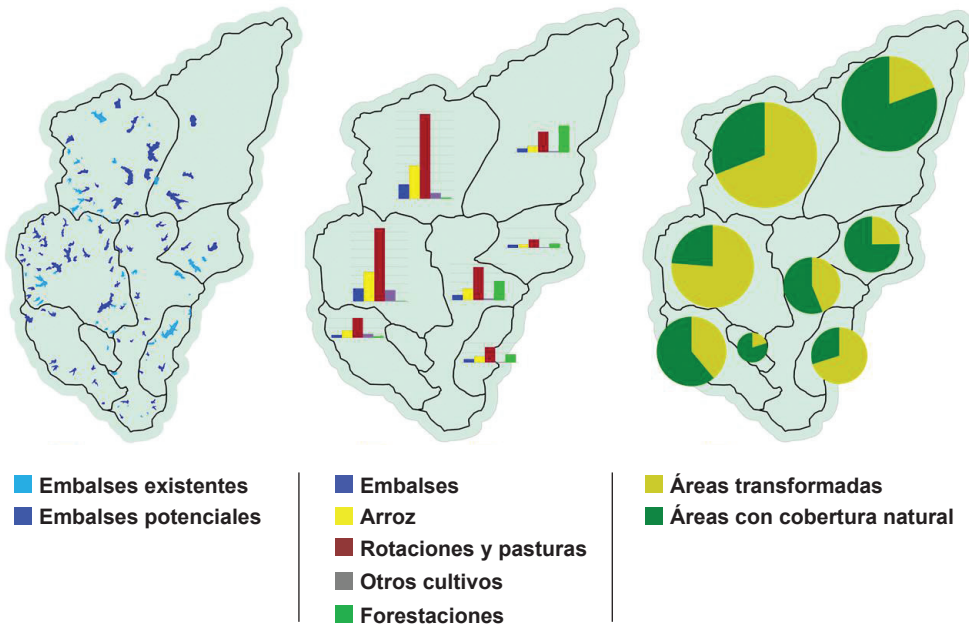


Figura 3. Embalses (existentes al año 2014 y potenciales del escenario futuro), superficies destinadas a cada actividad productiva y porcentaje de áreas transformadas y con cobertura natural, en el escenario a largo plazo (a 50 años), a nivel de subcuencas.

Fuente: elaboración propia.

de arroz con el sistema de riego dominante hoy en la cuenca, pero las otras actividades podrían expandirse aún más elevando así el porcentaje de áreas transformadas.

Un cambio de uso del suelo de la magnitud planteada a futuro debe ser tenido en cuenta en la planificación del desarrollo de la cuenca del Miriñay, en virtud de los impactos ambientales que este proceso puede acarrear. La pérdida y la fragmentación de ambientes naturales constituyen a nivel mundial una de las principales amenazas para la conservación de la biodiversidad (Lindenmayer y Fischer, 2006). Por un lado, la Argentina en general y la ecorregión del espinal en particular no son ajenas a esta problemática; el cambio de uso del suelo sobre el ambiente de sabana ubica a la ecorregión como la segunda del país –luego del gran Chaco– en pérdida de bosques nativos (UMSEF 2015). Por otro lado, al sur del área de estudio, se han documentado variaciones de las densidades de diferentes especies de aves en función de cambios en el uso del suelo, lo que repercute potencialmente en diferentes servicios ecosistémicos, como el control de plagas (Gavier-Pizarro *et al.*, 2012). Al mismo tiempo, este proceso de intensificación agropecuaria estaría acompañado por un mayor uso de productos fitosanitarios que si no son aplicados con las precauciones correspondientes, pueden tener consecuencias negativas sobre el ambiente, en particular sobre los ambientes acuáticos y la biodiversidad asociada a ellos (Vera *et al.*, 2010; Annet *et al.*, 2014), de vital importancia en la cuenca estudiada.

Con el objetivo de mitigar los impactos ambientales asociados a la pérdida de ambientes naturales, se plantea impulsar la regulación del porcentaje de cambio de uso del suelo (CUS) a nivel de subcuencas, aplicable de forma predial. Se establecen dos zonas con diferentes porcentajes según subcuencas, atendiendo a su grado de desarrollo productivo actual y potencial, y a sus características ambientales: a) máximo CUS 70%. Subcuencas de Ayuí Grande, Yaguarí, Yrupé, Curuzú Cuatiá, sur de Ayuí Grande y Ayuí; y b) máximo CUS 40%. Subcuencas de Quiyatí y norte de Ayuí Grande. Con esta medida se promueve la planificación integrada y el ordenamiento territorial de la cuenca del Miriñay, asegurando la conservación de los ambientes naturales y permitiendo el desarrollo de las distintas actividades productivas.

La regulación planteada asegura la preservación de al menos 520.000 ha de ambientes naturales, con mayor representación en las zonas mejor conservadas (zonas de malezales y bañados del NE de la cuenca) y garantizando que los ríos y arroyos con sus planicies y bañados sigan funcionando como corredores naturales. Vale la pena remarcar que esta medida puede impulsarse sin restringir las posibilidades de expansión del cultivo de arroz, principal actividad económica de la cuenca. Desarrollando el máximo potencial de riego y la misma eficiencia en el uso del agua que en el escenario a largo plazo, pero cambiando la rotación hacia el modelo “chacra espejo” (1 ha de pastura por cada ha de arroz), los porcentajes transformados en las

subcuencas críticas se reducen a valores admisibles, que en ningún caso superan el 58%.

La cuenca del río Miriñay posee los recursos hídricos necesarios para sostener las posibilidades futuras de expansión. El cambio de uso del suelo asociado a este desarrollo debería darse en un marco de planificación integrada de las distintas actividades productivas y de ordenamiento territorial. Será importante que se fomenten las Buenas Prácticas Ganaderas y la Ganadería Sustentable en los ambientes naturales para revertir el alto grado de degradación y sobrepastoreo que presentan particularmente los pastizales nativos. Y continuar con el monitoreo de la calidad de agua, incrementando las estaciones de muestreo a medida que se vaya produciendo el aumento del área cultivada; esto permitirá seguir en el tiempo la evolución del desarrollo de la actividad productiva y su influencia o no sobre la calidad de los recursos hídricos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los ingenieros y profesionales del ICAA, a los técnicos e ingenieros de la ACPA, al ministro de la producción Ing. J. Vara y al director de Bosques Ing. L. Mestres. Y muy especialmente al Ing. J. Fedre y al Ing. C. Jetter por brindarnos toda la información que les solicitamos, y al Ing. R. Fontán por facilitarnos la información sobre la identificación de represas.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, F.; GIMENEZ, L.; RICHIERI, C.; CALVI, M. 2009. Zonas agroeconómicas homogéneas: Corrientes. Estudios Socioeconómicos de la Sustentabilidad de los Sistemas de Producción y Recursos Naturales.

ALARCÓN, M.F.; INSAURRALDE, J.A. 2011. Recursos hídricos y aprovechamiento de la cuenca del río Miriñay, provincia de Corrientes, Argentina. *Contribuciones Científicas G/EA* 23, 21-36.

ALARCÓN, M.F. 2013. Aproximación al análisis de la capacidad de acogida del territorio para el desarrollo de la actividad agrícola: el caso de la cuenca del río Miriñay, provincia de Corrientes (Argentina). XIV EGAL, Perú.

ANNETT, R.; HABIBI, H.R.; HONTELA, A. 2014. Impact of glyphosate and glyphosate-based herbicides on the freshwater environment. *Journal of Applied Toxicology*, 34(5), 458-479.

BENNETT, T.H.; PETERS, J.C. 2000. Continuous soil moisture accounting in the Hydrologic Engineering Center Hydrologic Modeling System (HEC-HMS), Joint conference on water resource engineering and water resources planning and management 2000,

Water resources 2000, en: HOTCHKISS, R.H.; M. GLADE (Eds.), 30 de julio – 2 de agosto, Minneapolis, Minnesota, EUA.

DOMÍNGUEZ, J.; PAGLIETTINI, L.; STORTINI, M.; ROBLES, D. 2010. Cambios en la estructura agraria del departamento de Mercedes, provincia de Corrientes (Argentina), al difundirse el arroz en la zona. *Análisis de la Subcuenca del Arroyo Ayuí. Ambiente y Desarrollo* 14(26), 127.

FONTÁN, R. 2011. Identificación de emprendimientos de riego, Región Centro Sur de la Provincia de Corrientes, 1º etapa, Departamentos Curuzú Cuatiá y Sauce, Provincia de Corrientes, Consejo Federal de Inversiones.

FONTÁN, R. 2013. Identificación de emprendimientos de riego, Región Centro Sur de la Provincia de Corrientes, 2º etapa, Departamentos Mercedes, Monte Caseros y Paso de los Libres, Provincia de Corrientes, Consejo Federal de Inversiones.

GAVIER-PIZARRO, G.I.; CALAMARI, N.C.; THOMPSON, J.J.; CANAVELLI, S.B.; SOLARI, L.M.; DECARRE, J.; ZACCAGNINI, M.E. 2012. Expansion and intensification of row crop agriculture in the Pampas and Espinal of Argentina can reduce ecosystem service provision by changing avian density. *Agriculture, ecosystems & environment*, 154, 44-55.

ICAA, 2013. Indicadores de calidad de agua vinculados con la actividad arrocera en cuencas hídricas de la Provincia de Corrientes. XXIV Congreso Nacional del Agua, San Juan, 14-18 octubre.

LINDENMAYER, D.B.; FISCHER, J. 2006. Habitat fragmentation and landscape change: an ecological and conservation synthesis. Island Press.

PAGLIETTINI, L.; GIL, G. 2008. El valor del agua en el proceso productivo. *Análisis en la cuenca del río Miriñay. Revista brasileira de recursos hídricos* 13(3), 165-175.

PENALBA, O.C.; RIVERA, J.A.; PANTANO, V.C. 2014. The CLARIS LPB database: constructing a long-term daily hydro-meteorological dataset for La Plata Basin, Southern South America. *Geoscience Data Journal*. doi: 10.1002/gdj3.7

RUBERTO, A.; CURRIE, H. 1999. Oferta y demanda de los recursos hídricos en la cuenca del río Miriñay (Pcia. de Corrientes). Arandú, publicación técnica, Resistencia (Chaco).

UMSEF (Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal). 2015. Monitoreo de la superficie de bosque de la República Argentina período 2013-2014. Secretaría de Ambiente y Desarrollo sustentable de la Nación. Informe técnico, 85 pp. (Disponible en: <http://obio.ambiente.gob.ar/multimedia/files/monitoreo-de-la-superficie-debosque-nativo-de-la-republica-argentina-2013-2014.pdf> verificado 16 de julio de 2015).

VERA, M.S.; LAGOMARSINO, L.; SYLVESTER, M.; PEREZ, G.L.; RODRIGUEZ, P.; MUGNI, H.; PIZARRO, H. 2010. New evidences of Roundup® (glyphosate formulation) impact on the periphyton community and the water quality of freshwater ecosystems. *Ecotoxicology*, 19(4), 710-721.

Epidemiología y efecto de las parasitosis internas en la recría bovina en la región del pastizal serrano del noroeste argentino (NOA)

SUÁREZ, V.H.¹; VIÑABAL, A.E.¹; BASSANETTI, A.²; BIANCHI, M.I.²

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue estudiar la epidemiología y efecto productivo de los nematodos gastrointestinales (NGI) sobre las terneras de destete en la región del pastizal serrano del NOA durante los períodos A (julio de 2013 a junio de 2014) y B (abril de 2014 a noviembre de 2015). En cada período se formaron tres grupos de terneras: GTM con tratamiento mensual (moxidectin: 200 mcg/kg), GTL con el tratamiento del establecimiento al inicio del ensayo (albendazole: 10 mg/kg en A y doramectina: 200 mcg/kg en B) y GST sin tratamiento antihelmíntico. Se realizó conteo de huevos por gramo de heces (hpg) y coprocultivos para diferenciación de géneros y se registró la ganancia de peso vivo (GPV). Las diferencias entre grupos de estos parámetros se compararon por mínimos cuadrados. En las terneras de destete los hpg más elevados se observaron a mediados de invierno, descendieron en primavera, para elevarse nuevamente a fines de verano en las terneras de sobreaño. Los géneros *Haemonchus*, *Cooperia* y *Ostertagia* predominaron dentro de un plano de infestación moderada, aunque *Oesophagostomum* y *Trichostrongylus* estuvieron presentes a lo largo de las observaciones. Durante el período A se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la GPV total entre grupos (GTM: 102,4 kg; GTL: 94,0 kg; GST: 86,6 kg). Durante el período B las diferencias entre grupos fueron significativamente ($p < 0,0002$) mayores (GTM: 43,1 kg; GTL: 29,9 kg; GST: 26,9 kg). El presente estudio mostró un pico invernal posdestete y otro a fines de verano en el hpg y un efecto negativo de los NGI sobre la GPV, aun con infestaciones moderadas.

Palabras clave: bovinos, nematodos gastrointestinales, epidemiología, noroeste argentino.

ABSTRACT

The aim of this work was to study the epidemiology and the harmful effect of gastrointestinal nematodes (GINs) on replacement heifers in the mountain grassland region of northwestern Argentina (NOA). For this purpose, during the periods A (July 2013 to June 2014) and B (April 2014 to November 2015) weaned calves were monitored. Calves were divided into three groups: CTM (calves treated monthly with 200 mcg/kg moxidectin), CUT (calves treated at the start of the assay as usually done in the dairy farm, with 10 mg/kg albendazol for group A and 200 mcg/kg doramectin in B) and NTC: calves not receiving any anthelmintic treatment. Eggs per gram of feces (epg) were counted and feces mix cultures were performed for genus differentiation. Live weight

¹INTA AISA-IIACS Salta, Centro de Investigaciones Agropecuarias. Correo electrónico: suarez.victor@inta.gob.ar

²EEA Salta, CC 228, Cerrillos, 4400, Salta, Argentina.

gain (LWG) was recorded. Differences among groups were compared using least squares test. The highest epg count in weaned calves was observed in mid-winter, decreasing in spring and then increasing in late summer in yearling heifers. The genera *Haemonchus*, *Cooperia* and *Ostertagia* prevailed in moderately infested animals, although *Trichostrongylus* and *Oesophagostomum* were also present throughout the observation period. During period A, there were significant differences ($P < 0.05$) in total LWG among groups (CTM: 102.4 kg; CUT: 94.0 kg; NTC: 86.6 kg). During period B, differences among groups were significantly ($P < 0.0002$) higher (CTM: 43.1 kg; CUT: 29.9 kg; NTC: 26.9 kg). The present study showed a post-weaning winter peak in epg and another peak at the end of summer, and a negative effect of GINs on LWG, even in moderately infected calves.

Keywords: cattle, gastrointestinal nematodes, epidemiology; northwestern Argentina.

INTRODUCCIÓN

Las parasitosis internas por nematodos gastrointestinales (NGI) son unas de las principales afecciones sanitarias que perjudican a la producción bovina a nivel mundial como también en la Argentina (Barger, 1983; Suárez, 1993). La ubicación geográfica y el manejo de los animales determinan la intensidad del problema debido a que los NGI están íntimamente ligados al clima y al hospedador vacuno. Generalizando, se puede decir que los NGI disminuyen la producción de carne (20%) y de leche (6%) a través de una pobre utilización del alimento de calidad y por las muertes que ocasionan. Así mismo, incrementan los costos en antiparasitarios y otros productos veterinarios debido a que son causa predisponente de otros problemas sanitarios. Los estudios realizados en el centro del país dan cuenta de su importancia de los NGI en la producción bovina (Suárez *et al.*, 2013).

El noroeste argentino (NOA) se caracteriza por un clima subtropical con estación seca invernal y lluvias estivales que ocurren desde fines de noviembre a principios de abril y para el ambiente donde se llevó a cabo el ensayo promedian los 650-800 mm (Bianchi, 1992). En el caso del pastizal serrano, al ascender por las serranías por sobre los 1500 m s.n.m., este ambiente se presenta como una estepa gramínea, llamada localmente "pampa", comprendiendo superficies más o menos planas que contrastan fuertemente con el escarpado paisaje circundante. Estas "pampas" o pastizales de altura son aprovechadas por los productores para la cría de ganado y se extienden por las laderas elevadas y cumbres de los sistemas serranos del centro y noroeste del país.

La producción de carne bovina en el NOA ha ido incrementándose en importancia en los últimos años, al igual que se ha ido intensificando para adaptarse a las mayores demandas y crecer en competitividad. Pero la creciente intensificación ha descubierto limitantes que permanecían ocultas bajo regímenes productivos más extensivos, como aquellas relacionadas con la sanidad animal. Dentro de esta problemática, algunos casos clínicos recientes de parasitosis debidas a NGI hallados en la región alertan sobre la probable importancia de los efectos nocivos de las parasitosis en la cría bovina (Micheloud *et al.*, 2014) y ponen en evidencia

los escasos antecedentes sobre los parásitos internos que parasitan a los bovinos en el NOA (Le Riche *et al.*, 1982; Kühne *et al.*, 1986).

Este vacío de información, sobre todo en lo referente a la epidemiología y efectos 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 del NOA.

Debido a esto, el objetivo del presente ensayo fue estudiar la epidemiología y los efectos de los NGI en la recría bovina en una región representativa del pastizal serrano en Salta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Datos generales

El estudio se llevó a cabo en la Estancia Pampa Grande ubicada a una altitud de 1685 m s.n.m. en el Dpto. de Guachipas, Salta. La región tiene un régimen de lluvias estivales que se interrumpe con un período seco que se prolonga de abril a noviembre.

El lote en estudio estuvo compuesto por terneras Aberdeen Angus colorado y Pardo Suizas. El manejo forrajero se basó en el pastoreo bajo riego artificial de alfalfa, pasturas consociadas y verdeos, y pastoreo en secano de pasto llorón o pasturas naturales a razón de 6 a 10 terneras por ha.

Diseño experimental

Durante los períodos de 2013-2014 y 2014 se monitorearon dos cohortes (A y B) de terneras naturalmente infestadas por NGI. (A) Desde el 5 de julio de 2013 hasta el 26 de junio de 2014 se monitoreó la infestación parasitaria de 60 terneras (destetadas en abril), desde los 8 hasta los 20 meses de edad. (B) A partir del 8 de abril 2014 se monitoreó un lote de 60 terneras destetadas el 21 de marzo con 5-6 meses de edad hasta el 4 de noviembre del 2014 cuando llegaron al año de edad.

Con tal fin, se formaron en cada seguimiento (A) y (B), tres grupos de 20 terneras de destete cada uno para com-

parar una posible respuesta frente a los tratamientos anti-helmínticos y el efecto de los parásitos sobre la ganancia de peso. Los grupos fueron: grupo sin tratamiento (GST); grupo con tratamiento sistemático mensual (GTM) con moxidectina (MXD) subcutánea a razón de 200 mcg/kg; grupo sujeto al tratamiento implementado localmente de acuerdo al manejo sanitario del establecimiento (GTL). Este grupo durante el monitoreo A fue tratado únicamente con albendazole oral (ABZ: 10 mg/kg) al inicio (2-7-13), mientras que durante el monitoreo B fue tratado con doramectina (DRM: 200 mcg/kg) al destete, 18 días antes del inicio (21-3-14). Los grupos pastorearon juntos con todo el lote de 350 vaquillonas de recría.

Métodos parasitológicos

Mensualmente se realizaron conteos de huevos (hpg) y diferenciación de géneros de NGI, además de la técnica de Baermann para recuperar larvas de vermes pulmonares (Suárez, 1997). Así mismo, se realizó el diagnóstico de *Fasciola* mediante el método de sedimentación y coloración de azul de metileno descrito por Viñabal *et al.* (2015) para la observación de huevos de este trematode.

Evaluación productiva

La ganancia de peso vivo (GPV) se evaluó mediante pesadas mensuales de los bovinos con desbaste previo de 18 h.

Análisis de los datos

Las diferencias entre la ganancia de peso y los conteos de huevos se compararon por mínimos cuadrados mediante el programa InfoStat.

RESULTADOS

Datos meteorológicos:

Las temperaturas medias y precipitaciones promedio mensuales de los últimos 40 años y las precipitaciones mensuales acontecidas durante el ensayo se muestran en la figura 1.

Datos parasitológicos:

Al inicio de las observaciones del seguimiento A los conteos de huevos (hpg) muestran un descenso natural en el GST muy marcado desde julio a fines de agosto continuando el descenso hasta principios de verano. El GTL señala una buena eficacia del tratamiento inicial, que luego de descender a cero muestra una pequeña elevación en primavera luego de pastorear una alfalfa bajo riego. Luego tanto el GST como el GTL muestran un descenso posterior del hpg en verdes para elevarse a mediados de verano al comienzo de las lluvias estivales. Finalmente, ya las vaquillonas de sobreaño muestran un descenso otoñal de los hpg (figura 2).

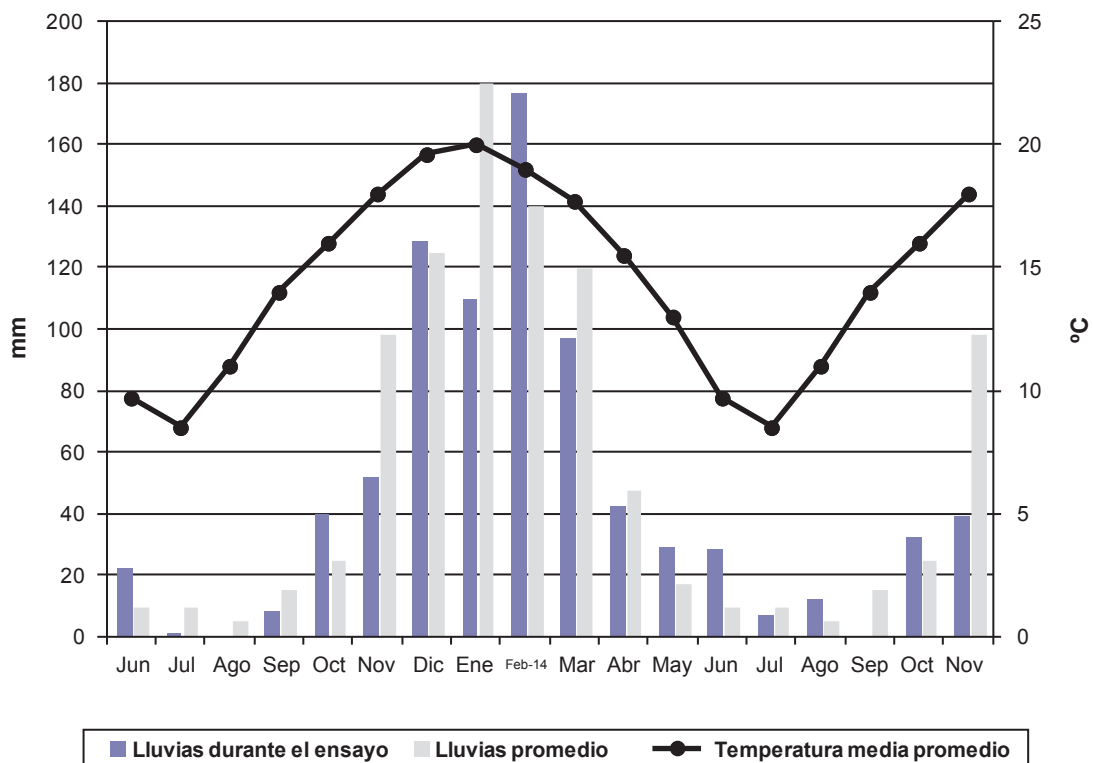


Figura 1. Temperatura medias y precipitaciones mensuales promedio de los últimos 40 años y las precipitaciones mensuales registradas durante el ensayo.

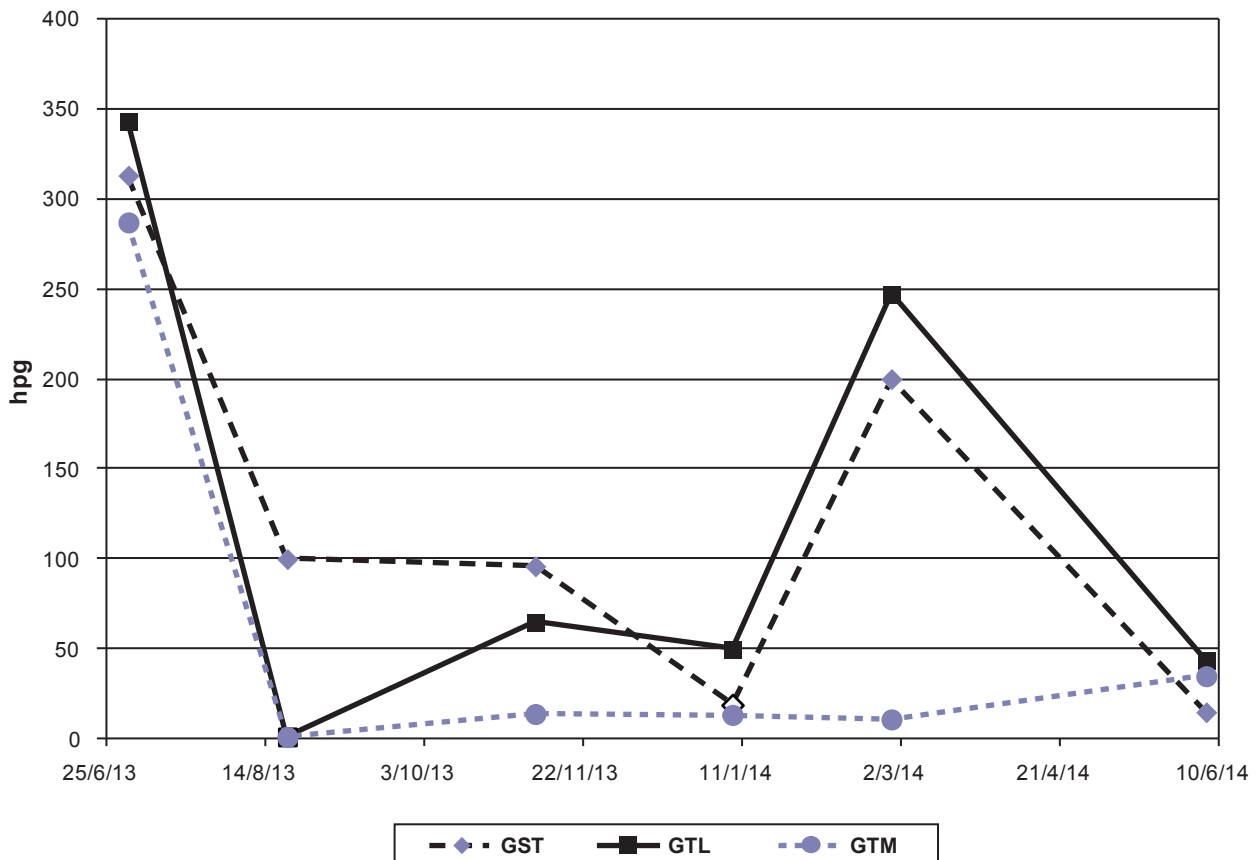


Figura 2. Media de los conteos de huevos (hpg) de la recría durante el período A (julio de 2013/ junio de 2014) en los grupos. GTM (Tratamiento sistémico), GTL (tratamiento local) y GST (sin tratamiento).

El seguimiento B también muestra bajos hpg al inicio de este en abril, probablemente debido a una baja infestación al pie de las madres ya que habían sido destetados a fines de marzo (figura 3) y probablemente estas propiciaron un efecto de dilución de la contaminación del potrero reduciendo las posibilidades de infestación para los terneros. El grupo GTL que fue tratado con doramectina 17 días previos al inicio de las observaciones (8 de abril de 14) mostró que la eficacia del tratamiento fue absoluta ya que los hpg fueron cero. Luego, los muestreos muestran una elevación de los hpg del GST y del GTL hasta el inicio de la primavera, cuando se observa un descenso hacia el final de las observaciones.

El hpg de los grupos GTM desparasitados sistemáticamente en los períodos A y B cayó inicialmente a cero para luego mantenerse en valores muy bajos indicando una buena actividad de la MXD.

En cuanto a la prevalencia de géneros de NGI integrando a ambos seguimientos (A y B) en los lotes GST o GTL sin y con un solo tratamiento respectivamente se puede describir la misma tendencia (figura 4). A partir del destete a principios del otoño, se observa un predominio del género *Cooperia*, *Haemonchus* y *Ostertagia* hasta agosto, aunque con un descenso de *Haemonchus* en los meses de junio y julio. Hacia la primavera disminuye el porcentaje

de *Ostertagia* y al promediar el año de edad de las terneras disminuye *Cooperia* y aumenta la presencia de *Trichostrongylus*. Hacia el final del verano el pico estival de las vaquillonas se debe a un aumento de *Haemonchus* y de *Oesophagostomum*, aunque igualmente todos los géneros están presentes.

Se recuperaron huevos de *Fasciola hepatica* en baja cantidad en los muestreos de otoño; los pools llegaron a promediar 9 y 8 huevos por gramo en agosto y noviembre respectivamente. Los huevos de *Fasciola* recuperados en el seguimiento (B) fueron más bajos que el seguimiento A, no sobrepasando los 2 huevos por gramo en los pools. En ningún momento se observaron diferencias entre grupos.

Solo se recuperaron larvas de *Dictyocaulus* en escaso número de los pools en los muestreos de mayo, julio y agosto en los grupos GST y GTL.

Datos productivos:

Durante ambos períodos no se observaron en las terneras signos clínicos de gastroenteritis verminosa, ni hubo signos de otros problemas sanitarios evidentes en la tropa.

Durante el período A se observó al inicio en los grupos tratados GTL y GTM una diferencia significativa ($p < 0,004$ y

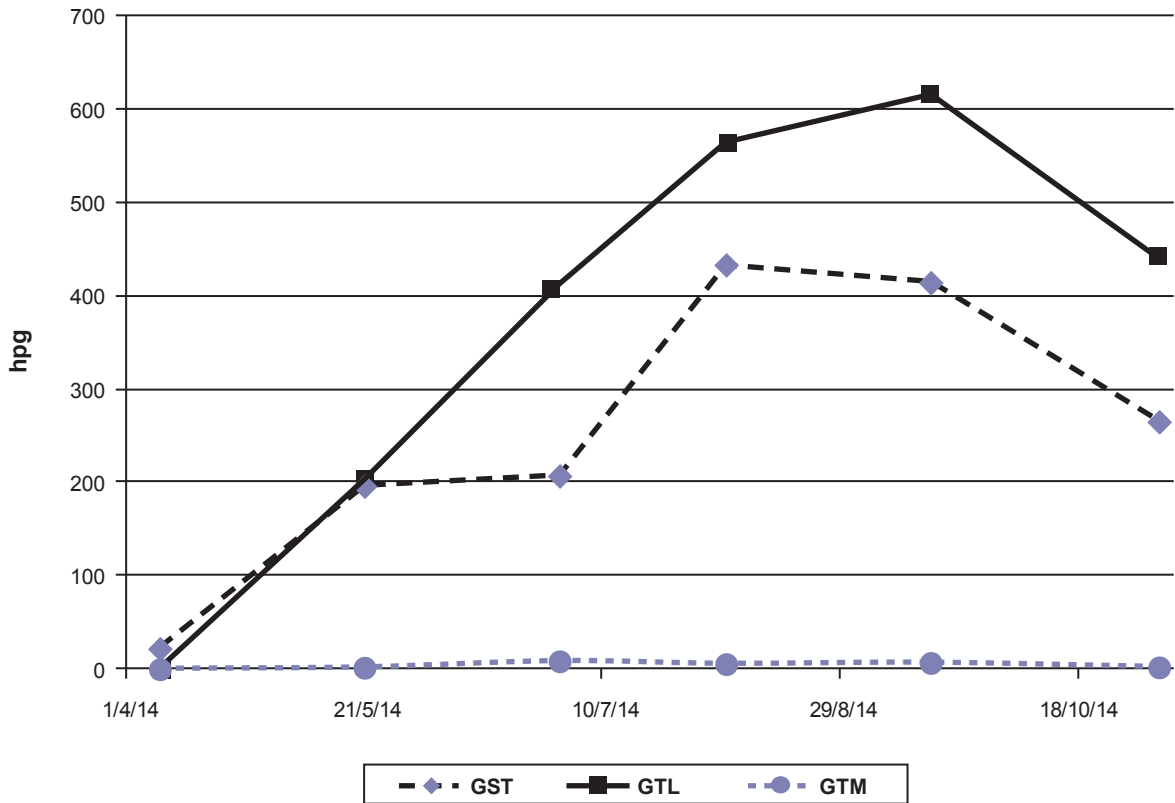


Figura 3. Media de los conteos de huevos (hpg) de la recría durante el período B (abril de 2014/noviembre de 2014) en los grupos GTM (Tratamiento sistémico), GTL (tratamiento local) y GST (sin tratamiento).

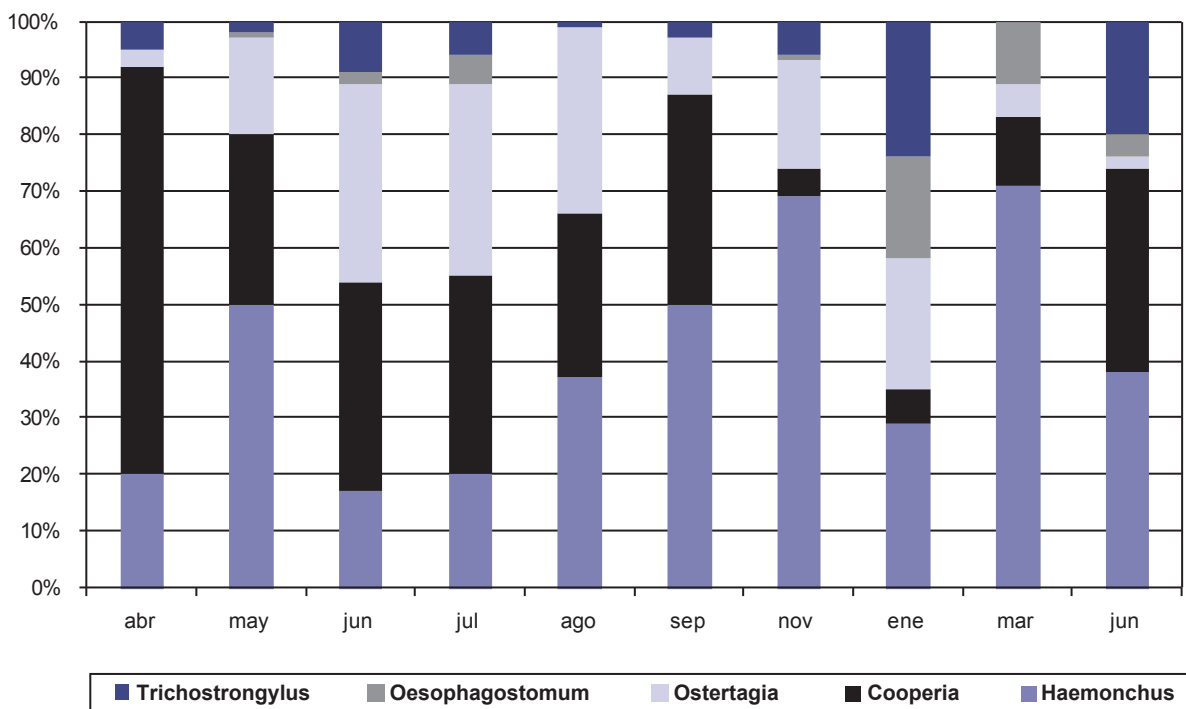


Figura 4. Proporción de los géneros de nematodos recuperados de los coprocultivos en relación con el conteo promedio de huevos (hpg) de todo el ensayo.

Grupos	Peso inicial 2/7/13	GPV 2/7/13- 21/08/2013	GPV 21/8/13- 07/11/2013	GPV 7/11/13 8/1/14	GPV 8/1/14- 27/2/14	GPV total	Peso final 27/02/2014
GST	142,2 a	11,6 a	12,4 a	30,6 a	32,0 a	86,6 a	228,8 a
GTL	140,7 a	11,6 a	12,4 a	30,6 a	32,0 a	94,0 a	234,7 a
GTM	140,0 a	19,3 b	11,1 a	28,4 a	35,2 ab	102,4 b	242,7a

Tabla 1. Ganancias de peso vivo en kg (GPV) de las terneras durante el período A. GST: grupo sin tratamiento; GTM grupo con tratamiento mensual con moxidectina; GTL grupo con el tratamiento del establecimiento.

Columnas con letras distintas indican diferencias significativas, $p < 0,05$.

Grupos	Peso inicial 8/4/14	GPV 8/4/14- 21/5/14	GPV 21/5/14 1/7/14	GPV 1/7/14- 5/8/14	GPV 5/8/14- 17/9/14	GPV 17/9/14 4/11/14	GPV total	Peso final 4/11/2014
GST	152,5 a	-4,3 a	9,3 a	1,7 a	-0,4 a	20,6 a	26,9 a	179,4 a
GTL	148,1 a	-5,7 a	10,5 a	3,0 a	-2,1 a	24,2 ab	29,9 a	178,0 a
GTM	148,0 a	-4,6 a	15,3 b	2,2 a	5,0 b	25,2 b	43,1 b	191,1 b

Tabla 2. Ganancias de peso vivo en kg (GPV) de las terneras durante el período B. GST: grupo sin tratamiento; GTM grupo con tratamiento mensual con moxidectina; GTL grupo con el tratamiento del establecimiento.

Columnas con letras distintas indican diferencias significativas, $p < 0,05$.

$p < 0,001$) en la GPV postratamiento con respecto a la del GST. Posteriormente, las ganancias entre grupos fueron similares, hasta la pesada final de marzo donde se obtuvieron diferencias significativas ($p < 0,02$) entre las GPV obtenidas durante el verano del GTM con respecto a las del GST. Al final de las observaciones hubo diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las GPV totales entre grupos. La tabla 1 resume estos resultados.

Durante el período B al inicio no hubo diferencias postratamientos entre grupos, aunque a medida que aumentaban los hpg se evidenciaron diferencias en la GPV. Estas fueron significativas en las pesadas de julio ($p < 0,02$), septiembre ($p < 0,003$) y noviembre ($p < 0,02$). La ganancia de peso de este período se resume en la tabla 2. También, al final de este período las diferencias entre las ganancias de peso de los grupos fueron significativas ($p < 0,0002$).

DISCUSIÓN

Las precipitaciones totales registradas durante los 17 meses de ensayo (801 mm), aunque algo inferiores del promedio de los últimos 40 años (944 mm) muestran la misma tendencia histórica para esta región, otorgándole a estos resultados mayor validez epidemiológica debido a la estrecha relación entre los NGI y el clima.

Los resultados parasitológicos muestran que al destete en el inicio del otoño, los hpg son bajos en los terneros, dependiendo su número sobre todo de las lluvias de fin de verano y la consecuente probable infestación de los terneros al pie de la madre. Luego del destete, se observa una elevación de los hpg, similar a lo observado en la llanura pampeana (Fiel *et al.*, 2013; Suárez *et al.*, 2013). Esto se explica, porque al concentrar sobre pasturas contaminadas por la reposición el destete, la categoría más susceptible, maximiza la multiplicación de los nematodos ingeridos, contaminando los potreros. El pie de infestación de fin de verano o de inicios de otoño se mantiene gracias a la humedad ambiente o las lluvias en caso de que estas se prolonguen hasta mediados de otoño y a la irrigación artificial de algunas pasturas. Luego, a mediados del invierno, el período seco minimizaría la disponibilidad de larvas en los potreros, reflejándose esto en la caída de los hpg hacia el verano. También, el fortalecimiento de la inmunidad de los terneros de año de edad disminuiría la ovipostura de los nematodos. Luego, el alza del hpg observado hacia mediados del verano en la reposición respondería a una mayor oferta parasitaria favorecida por las lluvias. Finalmente, el inicio del período seco conjuntamente con la consolidación de la inmunidad de las vaquillonas y el pastoreo del pastizal no irrigado, marcaría la caída de los hpg.

Estos resultados son similares a los obtenidos en 1979-80 por Kühne *et al.* (1986) quien observó dos picos del hpg, el primero a partir del destete hasta fines de invierno y el segundo más bajo en las hembras de reposición a principios de otoño. También en la región pampeana central (Suárez *et al.*, 1999; Suárez *et al.*, 2013) se describió una variación del hpg similar.

Al analizar la variación estacional de los géneros de nematodos eliminados por materia fecal del grupo no tratado (fig. 4), se puede observar un descenso invernal de *Haemonchus*, probablemente debido a que las bajas temperaturas perjudicaron la supervivencia de las larvas de vida libre, disminuyendo su disponibilidad en los potreros, mientras que, inversamente, el género *Ostertagia* se podría haber visto favorecido, ya que se halló en forma creciente.

Hacia el final, el porcentaje de *Cooperia* disminuyó drásticamente, elevándose *Haemonchus*. Probablemente, el descenso de *Cooperia* se deba a la consolidación de la inmunidad frente a este verme. También, hay un descenso primaveral del género *Ostertagia*. Esto podría deberse a un freno estacional de su desarrollo como "larva inhibida" en primavera para reactivarse a mediados de verano, tal como fue descrito en la llanura pampeana (Suárez, 1990). Esta hipótesis surge de un caso de mortandad por gastroenteritis verminosa en bovinos de sobreaño y adultos observado en febrero 2013 por Micheloud *et al.* (2014), donde a la necropsia se observaron lesiones de los cuajos de ostertagiasis tipo II, similares a las halladas en la región centro de Argentina (Suárez *et al.*, 1999, Fiel *et al.*, 2013). Esto indicaría que el ciclo de *Ostertagia* podría ser similar con una inhibición del desarrollo primaveral de las larvas ingeridas.

Los resultados productivos muestran que al inicio del período de observaciones A hubo una respuesta postratamiento en las ganancias de peso de los grupos tratados, tanto de la MXD como del ABZ, que se evidencia con la caída de los hpg. Esta respuesta muestra la eficacia de tratar en invierno cuando las cargas de nematodos se elevan. Este tratamiento al inicio de julio además impidió la contaminación de los potreros por largo tiempo, mientras se prolongó el período de seca. Luego, en el verano se volvieron a estimar diferencias significativas entre las GPV de los grupos a favor del lote tratado (GTM), coincidiendo con el alza del hpg. Similares respuestas a los tratamientos se observaron en la región central del país, que son explicadas a partir del efecto de la desinhibición de las larvas de 4.º estadio de *Ostertagia ostertagi* que frenaron su desarrollo en primavera (Steffan *et al.*, 1985; Suárez *et al.*, 1999).

El seguimiento B se inició con terneras de destete de menor edad y al inicio del otoño con infestaciones bajas. Debido a esto es que no hubo respuesta al tratamiento entre los lotes al inicio y solo se observaron diferencias en las ganancias de peso a favor del GTM desde mediados del otoño hasta el final del invierno al incrementarse la infestación de las terneras.

Al final de las observaciones la GPV total del GTM (43,1 kg) mostró un incremento del 44,1% y del 60,2% con respecto a la ganancia del GTL (29,9 kg) y GST (26,9 kg).

Las diferencias evidenciadas entre tratamientos seguramente hubiesen sido mayores de hallarse los grupos pastoreando en parcelas separadas, ya que este ensayo, como otros tantos que intentan medir el efecto de los nematodos gastrointestinales, tiene en su diseño algunas deficiencias insalvables bajo condiciones de campo. Esto es debido a que cuando diferentes grupos pastorean juntos en los mismos potreros, acarrear interferencias entre la ingestión de larvas y el tratamiento antihelmíntico (Brunsdon, 1980). Estas interferencias llevan a que el lote tratado sistemáticamente (GTM) siempre se vea expuesto a un desafío larval y no pueda expresar la respuesta en la ganancia de peso frente a la desparasitación en forma completa. Ensayos llevados a cabo en la EEA INTA Anguil con los tratamientos ubicados en parcelas separadas, pero con igual oferta forrajera, muestran siempre mayores efectos nocivos que otros en pastoreo conjunto, pero tienen el inconveniente de que es muy difícil mantener las pasturas en condiciones similares en las diferentes parcelas (Suárez *et al.*, 1991).

CONCLUSIONES

Los géneros *Haemonchus*, *Cooperia* y *Ostertagia* fueron los NGI prevalentes, aunque *Oesophagostomum* y *Trichostrongylus* también estuvieron presentes a lo largo de las observaciones. La mayor incidencia de los NGI sobre la recría se evidenció a través de los hpg, los cuales mostraron dos picos, uno hacia mediados de invierno posdestete y otro hacia el final del verano en la recría de sobreaño. También, en estos mismos períodos se evidenció a través de las diferencias observadas entre tratamientos en la GPV el impacto de los NGI sobre la recría bovina, fundamentalmente hasta el año de edad de los animales, aunque mostrando también un efecto nocivo menor desde mediados de verano en animales de sobreaño.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Sr. Rodolphe De Spoelberch propietario del establecimiento Pampa Grande por permitirnos trabajar en sus instalaciones y con sus animales; a los señores Antonio Leach, Nicolás Uriburu, Anselmo Seewald y a todo el personal por su ayuda tanto en la organización como en la realización de las tareas con el ganado, como por la hospitalidad brindada.

BIBLIOGRAFÍA

- BARGER, I.A. 1993. Helminth parasites and animal production. Symposium of Parasitology, University of Sydney, Australia, pp. 133-155.
- BIANCHI, A., 1992. Regiones productivas de Salta y Jujuy. Rev. Panorama Agropecuario N.º 41, pp. 4-14.
- BRUNSDON, R.V. 1980. Principles of helminth control. Vet Parasitol, 6, 185-212.
- FIEL, C; STEFFAN, P.; ENTROCASSO, C. 2013. Epidemiología e impacto productivo de nematodos en la Pampa Húmeda. En Enfermedades parasitarias de importancia clínica y productiva en

- rumiantes. Fundamentos epidemiológicos para su diagnóstico y control. (Eds. Fiel, C; Nari, A.) Editorial Hemisferio Sur. Cap. 2, pp. 29-58.
- KÜHNE, G.I. 1985. Efectos de tratamientos antiparasitarios sobre la ganancia de peso post destete en bovinos cruce cebú en pastoreo de la provincia de Salta. *Rev Arg Prod Anim*; 5 (Supl. 1), 67-68.
- KÜHNE, G.I.; LE RICHE, P.D.; DWINGER, R.H. 1986. Parasitismo gastrointestinal en bovinos en cuatro zonas ecológicas de la provincia de Salta. *Rev Med Vet (Bs. As.)*, 67 (3), 128-136.
- LE RICHE, P.D.; KÜHNE, G.I.; DWINGER, R.H. 1982. An epidemiological study of helminthiasis in cattle in subtropical Argentina. *Trop Anim Health Prod*, 14, 207-215.
- MICHELOUD, J.F.; CAFRUNE, M.M.; CSEH, S.; AGUIRRE, D.H.; SUÁREZ, V.H. 2014. Mortandad por gastroenteritis verminosa en bovinos adultos de cría de la región del Pastizal Serrano, Salta. *Rev Med Vet (Bs. As.)*, 95, 2, 22-26.
- STEFFAN, P.E.; FIEL, C.A.; AMBRUSTOLO, R.R.; BIONDANI, C.A. 1985. Avances en el estudio de la gastroenteritis verminosa de los bovinos: efecto sobre la ganancia de peso e implicancias epidemiológicas con la aplicación de ivermectina. X Congreso Panamericano de Veterinaria y Zootecnia, Bs As, Arg. N.º 137, p. 36.
- SUÁREZ, V.H. 1990. Inhibition patterns and seasonal availability of nematode for beef cattle grazing on Argentina's Western Pampas. *Int. J. Parasitol*, 20, 1031-1036.
- SUÁREZ, V.H. 1993. Las parasitosis internas del bovino en la región Semiárida y Subhúmeda Pampeana: ¿Cuáles son, qué producen? *Bol. Divulgación Técnica (INTA-Anguil)*, 45, 27 p. (Cuadernillo de divulgación con una 2.ª actualización en 1995).
- SUÁREZ, 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, p. 50.
- SUÁREZ, V.H.; BEDOTTI, O.D.; LARREA, S.; Busetti, M.R.; GARRIZ, C.A. 1991. Effect of an integrated control programme with ivermectin on growth carcass and nematode infection on beef cattle in Argentina's Western Pampas. *Research in Veterinary Science*, 50, 195-199.
- SUÁREZ, V.H.; LORENZO, R.M.; Busetti, M.R.; SANTUCHO, G.M. 1999. Physiological and parasitological responses to nematode infections of fattening cattle in the western pampas of Argentina. *Vet. Parasitol.*, 81, 137-148.
- SUÁREZ, V.H.; ROSSANIGO, C.E.; DESCARGA, C. 2013. Epidemiología e impacto productivo de nematodos en la Pampa Central de Argentina. En *Enfermedades parasitarias de importancia clínica y productiva en rumiantes. Fundamentos epidemiológicos para su diagnóstico y control.* (Eds. Fiel, C; Nari, A.) Editorial Hemisferio Sur. Cap. 3., pp. 59-88.
- VIÑABAL, A.E.; CAFRUNE, M.M.; AGUIRRE, D.H.; BASSANETTI, A.F.; BERTONI, E.A.; SUÁREZ, V.H. 2015. Propuesta y evaluación de una técnica de sedimentación y tinción con Azul de Metileno (y de una variante) para el diagnóstico de *Fasciola hepática*. *Rev Vet. Arg. Vol. XXXII*, 327, 1-11 (Disponible: www.veterinariargentina.com, verificado: julio de 2015).

Control químico de *Pythium* spp. en plántulas de soja

GRIJALBA, P.E.¹; RIDAO, A. DEL C.²

RESUMEN

La podredumbre por *Pythium* en soja puede aparecer desde la germinación de la semilla hasta mediados de la época de crecimiento. Se evaluó la eficacia de control de cuatro fungicidas aplicados en forma preventiva en semillas de soja. Estas se colocaron en bandejas plásticas conteniendo sustrato comercial tinalizado inoculado con *Pythium*. Se efectuaron dos ensayos: A) A partir de los fungicidas recomendados para esta enfermedad en la Argentina: metalaxil-M y carbendazim+tiram y B) A partir de los fungicidas de amplio uso en Argentina: azoxistrobina y difenoconazol, pero no como curasemillas. Los tratamientos fueron asignados a las unidades experimentales (bandejas) de acuerdo a un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones por tratamiento. A los 21 días se evaluó la incidencia de la enfermedad por bandeja y se calculó el porcentaje de control de cada fungicida. Los resultados obtenidos se analizaron mediante un Análisis de Varianza y las medias fueron comparadas aplicando el Test DGC con un nivel de significancia del 5%. Metalaxil presentó aproximadamente un 100% de control mientras que para carbendazim+tiram fue solo del 4,30%. La aplicación tanto de azoxistrobina como de difenoconazol difirió significativamente de la de metalaxil con un control de 61% y 28,80% respectivamente. El control químico de la podredumbre por *Pythium* en plántulas de soja fue más eficaz con la aplicación del fungicida metalaxil de manera preventiva con respecto a los otros tres fungicidas probados.

Palabras clave: fungicidas, metalaxil, oomycetes, curasemillas, *Glycine max* L.

ABSTRACT

Pythium rot in soybean may appear from seed germination to the middle of the growing season. Effective control of four fungicides applied preventively in soybean was evaluated. These seeds were placed in plastic trays containing commercial substrate tyndallized, inoculated with Pythium. Two trials were conducted A) Based on fungicides recommended for this disease in Argentina: metalaxyl-M and carbendazim + thiram and B) Based on fungicides widely used in Argentina: azoxystrobin and difenoconazole but not for seed treatment. The treatments were assigned to experimental units (trays) according to a completely randomized design with three replicates per treatment. After 21 days the incidence per pot was evaluated and the percentage of control of each fungicide was calculated. The results were analyzed by analysis of variance and the means were compared using the DGC Test with a significance level of 5%. Metalaxyl presented approximately 100% control while for carbendazim + thiram it was only 4.30%. The application of both azoxystrobin and difenoconazole

¹Universidad de Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: grijalba@agro.uba.ar

²Universidad Nacional de Mar del Plata. Correo electrónico: ridao.azucena@inta.gob.ar

differed significantly from metalaxil (61% and 28.80% control respectively). Chemical control of *Pythium* rot in soybean seedlings was more effective with the implementation of preventive fungicide metalaxyl with respect to the other three fungicides tested.

Keywords: fungicides, metalaxil, oomycetes, seed treatment, *Glycine max* L.

INTRODUCCIÓN

Mundialmente se considera que las enfermedades de la soja (*Glycine max* L.) son las responsables del 10-15% de las pérdidas ocasionadas en la producción de esta oleaginosa (Wrather *et al.*, 2001). Las principales enfermedades de la raíz y base del tallo son producidas por un complejo de microorganismos del suelo. *Pythium* es uno de los principales agentes causales de la pudrición de semillas y raíces de pre y posemergencia. Su desarrollo se ve favorecido por un deficiente drenaje y la consecuente baja aireación del suelo, que permite la dispersión de las zoosporas. Se han citado muchas especies de *Pythium* que infectan soja, cada una tiene diferentes requerimientos de temperatura para crecer, germinar e infectar (ej. Hartman *et al.*, 1999). La infección con *P. aphanidermatum* es más severa entre 30 y 35 °C y temperaturas por debajo de 23 °C son más favorables para la infección de *P. ultimum* (Thomson *et al.*, 1971).

Hasta el presente se han identificado 160 especies de *Pythium* (Abad, 2010). En Argentina, en 1956 Frezzi (1956) describió 16 especies nuevas y actualmente solo se hallan descritas 17 (Ploper *et al.*, 2010; Palmucci *et al.*, 2011). Recientemente se ha citado a *P. irregulare*, *P. ultimum* var. *ultimum*, *P. sylvaticum*, *P. inflatum*, *P. debaryanum*, *P. rostratum*, *P. catenulatum* y *Phytopythium helicoides* asociados a plántulas de soja (Grijalba *et al.*, 2011 y 2014; Pastor *et al.*, 2011).

La mayor prevalencia de enfermedades de plántulas ocasionadas por especies de *Pythium* se ha asociado con el aumento en las prácticas de labranza reducida (Pankhurst *et al.*, 1995). En Argentina, la rápida expansión del área con siembra directa pasó de nueve millones de hectáreas en 1999 a 25 millones en 2009 y se sigue mostrando un creciente interés por esta tecnología en la agricultura (Aapresid, 2009). Reducir el laboreo deja más superficie del suelo cubierto de restos de cosecha, lo que evita el rápido secado, como también impide el rápido aumento de temperatura del suelo en primavera, retardando la germinación y el crecimiento de las plántulas (Griffith *et al.*, 1977; Van Doren y Triplett, 1973). El género *Pythium* pertenece a la familia Pythiaceae (Peronosporomycetes, ex Oomycetes), anteriormente considerados hongos, y que han sido reubicados en el reino Straminipila. Este género causa enfermedades en el cultivo de soja en todo el mundo y ocasiona serios problemas. El control de este patógeno se logra principalmente a través del tratamiento químico con curasemillas específicos y eficientes contra Peronosporomycetes.

Por una parte, el metalaxil es un fungicida perteneciente a las fenilamidas que inhibe específicamente la síntesis de ARN ribosomal en Peronosporomycetes, pero si bien es muy eficiente se ha encontrado resistencia en varias especies de *Pythium*, incluyendo *P. irregulare* y *P. ultimum*. Por otra parte los resultados obtenidos con fungicidas como tiram y captan son inconsistentes. Además, la mayoría de los ensayos de eficacia de fungicidas se llevaron a cabo antes de la década de 1980 y hay escasa información sobre la eficacia de nuevos productos químicos, por ejemplo, las estrobilurinas (Weiland *et al.*, 2014).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta de diferentes productos químicos formulados como curasemillas frente al ataque de *Pythium* spp. en semillas de soja. Específicamente, se evaluaron metalaxil, carbendazim+tiram, difenoconazol y azoxistrobina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención y selección de los aislamientos

Los aislamientos fueron colectados en campos de las localidades de Pergamino y Balcarce durante los años 2009 a 2011. Se utilizó la técnica de trampa con plántulas de soja, aislando *Pythium* a partir de suelo con varios años de agricultura y principalmente soja en su historial. Raíces con síntomas de necrosis o de podredumbre se lavaron para remover partículas de suelo y se desinfectaron superficialmente con hipoclorito de sodio (al 1,5% de Cl activo) durante 30 segundos. Luego se lavaron con agua destilada estéril y se secaron con servilletas de papel. Dichas raíces se sembraron en medio PARP-APD (Agar Papa Dextrosado) (Jeffers y Martin, 1986) mediante la técnica de la burbuja o del agar invertido para evitar el desarrollo de bacterias (Schmitthenner, 1973). Después de 24-48 h, los aislamientos se transfirieron a nuevas placas de Petri con APD. Los aislamientos de *Pythium* spp. se identificaron mediante técnicas morfológicas y, en caso de dudas para su confirmación, se utilizaron técnicas moleculares (no descritas en este trabajo, Levesque *et al.*, 2004). Además se evaluó su patogenicidad *in vitro* e *in vivo* sobre plántulas.

Para inducir la formación de estructuras reproductivas de los aislamientos obtenidos, 3-4 secciones de 0,5 cm de diámetro de agar con micelio de 7 días de crecimiento, se colocaron en cajas de Petri que contenían agua destilada estéril con 15-20 trocitos de *Agrostis* sp. de 0,5 a 1 cm de

longitud, hervidos durante 10-15 minutos. Después de 48-72 h, los segmentos colonizados se observaron en microscopio óptico (Abad *et al.*, 1994). La identificación y caracterización se efectuó teniendo en cuenta la morfología de las colonias en los medios APD y AV8 (Schmitthenner, 1973), y las estructuras vegetativas y reproductivas sexuales y asexuales (Frezzi, 1956 y 1977; Van der Plaats-Niterink, 1981; Dick, 2001).

Ensayos de patogenicidad

Se probó la patogenicidad de los aislamientos *in vitro* e *in vivo* según la metodología de Dorrance *et al.* (2004).

- A. *in vitro*:** cada aislamiento se sembró en el centro de cajas de Petri de 9 cm de diámetro conteniendo APD. Cuando las colonias crecieron hasta casi completar las cajas (2-3 días aproximadamente) se colocaron en cada una 10 semillas de soja previamente desinfectadas con hipoclorito de sodio (al 1,5% de Cl activo) durante 30 segundos. A los siete días desde la siembra se contaron las semillas y/o plántulas muertas.
- B. *in vivo*:** sustrato comercial (previamente tinalizado dos veces con vapor de agua durante una hora y regado hasta saturación) se colocó en macetas plásticas de 12 cm de diámetro hasta su mitad. Sobre el sustrato se puso el contenido de una caja de Petri de 9 cm, por aislamiento, desarrollado en APD durante 4 días a 22 °C. Luego se cubrió con un cm de espesor de sustrato tinalizado. Finalmente, se sembraron 20 semillas de soja a las que se agregó un centímetro de espesor de sustrato tinalizado. Las macetas inoculadas se mantuvieron durante 15 días a 20-22 °C hasta el momento de realizar el recuento de plántulas emergidas.

Eficacia de los diferentes fungicidas

Sensibilidad *in vitro*

Los fungicidas utilizados fueron los recomendados para el control de esta enfermedad en soja (CASAFE, 2007): 1) Metalaxil con una dosis de 10 ppm en APD y 2) Carbendazim+tiram con una dosis de 100 ppm en APD (Dorrance *et al.*, 2004). Se sembró un trocito de APD de 0,5 cm de diámetro de cada aislamiento en el centro de una caja de Petri de 9 cm. Se efectuaron cuatro repeticiones para cada tratamiento incluyendo los testigos en blanco que solo contenían APD. La variable respuesta fue el crecimiento micelial, medido en mm con regla.

Eficacia en semillas

Se efectuaron dos ensayos: A) con el uso de los fungicidas recomendados para esta enfermedad en la Argentina, con la aplicación para el ensayo de sensibilidad *in vitro*: metalaxil-M (35% p/v) con una dosis de 50 cm³/100 kg de semilla y carbendazim+tiram, 200 cm³/100 kg de semilla y B) con la aplicación de fungicidas de amplio uso en Argentina

como azoxistrobina (10%) con una dosis de 250 cm³/100 kg de semilla y difenoconazol (3%), 300 cm³/100 kg de semilla; estos se formularon como curasemillas (de acuerdo a las indicaciones de la compañía química proveedora). En ambos ensayos, la semilla fue sembrada dos días después de su tratamiento con el método semihúmedo (Syngenta, 2014).

Sobre una capa de sustrato tinalizado en el fondo de una bandeja plástica (10 x 20 x 5 cm) se colocó inóculo de cada uno de los 10 aislamientos (aproximadamente 15 cc de APD colonizado), que fueron cubiertos con otra capa de sustrato tinalizado. Sobre esta última se sembraron 25 semillas de soja, las que se cubrieron con una nueva capa de sustrato tinalizado. Los testigos se trataron de igual forma, pero en uno se colocó APD sin micelio y en otro no se aplicó fungicida. Los tratamientos fueron asignados a las unidades experimentales (bandejas) de acuerdo a un diseño completamente aleatorizado con 3 repeticiones por tratamiento. Las evaluaciones se realizaron a los 21 días desde la siembra mediante el cálculo de incidencia de la enfermedad por bandeja y el porcentaje de control de cada fungicida. Los resultados obtenidos se analizaron mediante un ANOVA y las medias fueron comparadas aplicando el Test DGC con un nivel de significancia del 5% (Infostat, 2009). La eficiencia de los fungicidas se determinó calculando el porcentaje de control mediante la fórmula de Abbott (1925).

RESULTADOS

Obtención y selección de aislamientos para ensayos

Para el ensayo de sensibilidad *in vitro*, de los 114 aislamientos obtenidos se seleccionaron 40 (20 aislamientos de Pergamino y 20 de Balcarce) pertenecientes a las especies *P. ultimum*, *irregulare* y *sylvaticum*. Mientras que para los ensayos de eficacia de los formulados se seleccionaron 10 aislamientos con una patogenicidad del 100% *in vitro* y más de 80% *in vivo* de las especies de mayor prevalencia, cinco de *P. irregulare* y cinco de *P. ultimum*.

Sensibilidad *in vitro*

Con la dosis de 10 ppm de metalaxil *in vitro*, el 100% de los aislamientos fue inhibido, pero cuando el medio de cultivo contenía una dosis de 100 ppm de carbendazim+tiram inhibió solo al 40% de los aislamientos.

Eficacia en semillas

Ensayo A: el metalaxil controló eficazmente los diez aislamientos en forma conjunta, ya que presentó más plántulas emergidas en promedio que el resto de los tratamientos, e inclusive presentó el mismo número de plántulas emergidas que el testigo sin inocular. La mezcla de fungicidas carbendazim+tiram no generó ningún tipo de protección, ya que el testigo inoculado y el tratamiento con esta mezcla de fungicidas no presentaron una diferencia significativa. El metalaxil presentó un 95,70% de control mientras que carbendazim+tiram solo un 4,30% (tabla 1).

	Tratamiento	Emergencia promedio %	Control %
Ensayo A	Testigo con inóculo	16 A	
	Carb+ Tir con inóculo	16,33 B	4,3
	Metalaxil con inóculo	23,33 C	95,7
	Testigo sin inóculo	23,66 C	
	Metalaxil sin inóculo	23 C	
	Carb+Tir sin inóculo	24 C	
Ensayo B	Testigo con inóculo	2,33 A	
	Difenoconazol con inóculo	8 B	28,8
	Azoxistrobina con inóculo	14,33 C	61
	Metalaxil con inóculo	22 D	100
	Testigo sin inóculo	22 D	

Tabla 1. Porcentaje de emergencia promedio y Porcentaje de control de 25 semillas de soja tratadas con fungicidas curasemillas y sembradas en suelo inoculado con *Pythium* spp.

Carb+ Tir: Carbendazim + Tiram

Test DGC letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Ensayo B: todos los tratamientos se diferenciaron estadísticamente del testigo inoculado en la cantidad de plántulas emergidas, metalaxil presentó un 100% de control comparable con el resultado del ensayo A) difenoconazol y azoxistrobina se diferenciaron estadísticamente entre ellos, con azoxistrobina se obtuvo la mayor cantidad de plántulas normales emergidas y un 61% de control mientras que difenoconazol solo controló un 28,80% (tabla 1).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El metalaxil, fenilamida con acción sistémica y específico para Peronosporomycetes, y fungicida recomendado para *Pythium* (CASAFE, 2007) en el cultivo de soja en la República Argentina, presentó un muy buen nivel de control de los aislamientos patógenos tanto en los ensayos *in vitro* como en los realizados en semillas de soja. Por su parte, la mezcla de los fungicidas carbendazim+tiram que presenta tanto acción sistémica como de contacto no controló de manera eficaz a los mismos aislamientos de *Pythium*. Esta mezcla presentó solo un 40% de control en los ensayos *in vitro* y 4,30% en el realizado en semillas de soja. Por esta razón, no se aconseja para el tratamiento de semillas de soja que pueden ser atacadas por este patógeno en los primeros estadios del cultivo.

Por un lado, en referencia a los fungicidas de amplio uso en Argentina, pero no recomendados como curasemillas en el cultivo de soja, los resultados obtenidos coinciden con Reis *et al.* (2010) quienes indicaron que al ser *Pythium* un Peronosporomycete, los triazoles (inhibidores de la síntesis del ergosterol) no ofrecen una buena respuesta. La ruta bioquímica del ergosterol es una característica de la mayoría de los hongos (Ascomycetes, Deuteromycetes y Basidiomycetes), pero está ausente en los Peronosporomycetes (*Peronospora*, *Plasmopara*, *Phytophthora*,

Pythium, etc). Estos últimos son insensibles a los triazoles, dado que no sintetizan el ergosterol, satisfaciendo sus necesidades por la absorción micelial del compuesto a partir del sustrato. Esta diferencia es la base de la selectividad de los inhibidores de la biosíntesis de esteroides, que no se pueden utilizar para el control de las enfermedades causadas por Peronosporomycetes.

Por otro lado, las estrobirulinas poseen un amplio espectro de control y cierto grado de absorción sistémica por las raíces, aumentando la protección de las plántulas y su acción fungicida resulta de la inhibición de la respiración mitocondrial en los hongos, debido a que previenen la transferencia de los electrones entre el citocromo b y el citocromo c. Estos fungicidas no son específicos para los Peronosporomycetes, pero pueden controlar al género *Pythium*, aunque con eficiencias relativamente bajas a medias, y dependen del momento de aplicación (acción preventiva). Dentro de este grupo químico, azoxistrobina de uso en tratamientos de semillas (DYNASTY® 10 FS SEMILLERO – Syngenta, 2014) está recomendada para *Plasmopara halstedii* agente causal del mildiu del girasol, que también pertenece al reino Straminipila. Sin embargo bajo las condiciones de este ensayo el control de los aislamientos de *Pythium* utilizados fue intermedio y bastante menor que el producido por el tratamiento con metalaxil.

Por lo tanto, se concluye que el control químico de la podredumbre por *Pythium* en plántulas de soja fue más eficaz con la aplicación del fungicida metalaxil, de manera preventiva, con respecto a los otros tres fungicidas probados. Aun así, y dado que en varios países se han reportado cepas resistentes a metalaxil (Sanders, 1987; Porter *et al.*, 2009; Van Jaarsveld *et al.*, 2002; Weiland *et al.*, 2014) se deberían utilizar otras técnicas de manejo para esta enfermedad, tanto químico como biológico, que provean un control adecuado. Sería necesario que las compañías químicas

micas y los productores de soja focalicen la atención en utilizar alternadamente fungicidas eficaces con diferente modo de acción que prevenga el futuro desarrollo de aislamientos resistentes.

BIBLIOGRAFÍA

- ABAD, Z. 2010. Symposium on Oomycete Pathosystems. Challenges in Understanding and Managing Oomycetes. Mayo 27 de 2010. Penn State University Pennsylvania, EUA.
- ABAD, Z.G.; SHEW, H.D.; LUCAS, L.T. 1994. Characterization and pathogenicity of *Pythium* Species isolated from Turfgrass with Symptoms of Root and Crown Rot in North Carolina. *Phytopathology* 84: 913-921.
- ABBOTT, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18:265-267.
- AAPRESID. 2009. Evolución de la superficie en siembra directa. (Período 77/01). (Disponible: www.aapresid.org.ar/apadmin/img/upload/evolucion.xls verificado: diciembre de 2010).
- CÁMARA DE SANIDAD AGROPECUARIA Y FERTILIZANTES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA (CASAFE). 2007. Guía de Productos Fitosanitarios. p. 2248.
- DICK, M.W. 2001. Straminipilous Fungi: Systematics of the Peronosporomycetes including accounts of the marine straminipilous protists, the plasmodiophorids and similar organisms. Kluwer Academic Publishers. Países Bajos. p. 670.
- DORRANCE, A.E.; BERRY, S.A.; BOWEN, P.; LIPPS, P.E. 2004. Characterization of *Pythium* spp. from three Ohio fields for pathogenicity on corn and Soybean and metalaxyl sensitivity. (Disponible: <http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/research/2004/pythium/> verificado: octubre de 2011).
- FREZZI, M. J. 1956. Especies de *Pythium* fitopatógenas identificadas en la República Argentina. *Revista de Investigaciones Agrícolas*. 10 (2): 113-241. Eds. INTA.
- FREZZI, M. J. 1977. Especies del género *Pythium* y *Phytophthora* fitopatógenas identificadas en Argentina. *Boletín, serie didáctica* 2. Inst. de Cs Agronómicas. UNCb. p. 96.
- GRIFFITH, D.R.; MANNERING, J.V.; MOLDENHAUER, W.C. 1977. Conservation tillage in the eastern corn belt. *J. Soil & Water Conservation*, 32:20-28.
- GRIJALBA, P.; PALMUCCI, H.; MOHS, A.; PASE, S. 2011. Identificación de especies de *Pythium* asociadas con plántulas de soja. 2.º Congreso Argentino de Fitopatología. Mar del Plata, Argentina. Del 01 al 03 de junio de 2011. p. 115.
- GRIJALBA, P.; STECIOW, M.; RIDAO, A.C. 2014. *Pythium Catenulatum* y *Phytophthora helicoides* asociados a plántulas de soja. 3.º Congreso Argentino de Fitopatología. 4-6 de junio 2014. San Miguel de Tucumán. p. 187.
- HARTMAN, G.L.; SINCLAIR, J.B.; RUPE, J.C. 1999. 4th. Ed. Compendium Soybean Diseases. APS Press. Inc., St. Paul, MN. p.100.
- INFOSTAT 2009. Software estadístico. Universidad Nacional de Córdoba (FCA-UNC). ((Disponible: www.infostat.com.ar verificado: junio de 2010).
- JEFFERS, S.N.; MARTIN, S.B. 1986. Comparison of two media selective for *Phytophthora* and *Pythium* species. *Plant Diseases* 70:1038-1043. <http://dx.doi.org/10.1094/PD-70-1038>
- LÉVESQUE, C.A.; DE COCK, A.W.A.M. 2004. Molecular phylogeny and taxonomy of the genus *Pythium*. *Mycological Research* 108: 1363-1383.
- PALMUCCI, H.E.; WOLCAN, S.E.; GRIJALBA, P.E. 2011. Status of the Pythiaceae (Kingdom Stramenopila) in Argentina. I. The Genus *Pythium*. *Revista de la Sociedad Argentina de Botánica*. 46 (3-4).
- PANKHURST, C.E.; MCDONALD, H.J.; HAWKE, B.G. 1995. Influence of tillage and crop rotation on the epidemiology of *Pythium* infections of wheat in red-brown earth of south Australia. *Soil Biol. Biochem.*, 27:1065-1073.
- PASTOR, S.; FERRI, M.; SCANDIANI, M.M. 2011. Identificación de especies de *Pythium* spp. aisladas con trampas de plántulas de soja. 2.º Congreso Argentino de Fitopatología. Mar del Plata, Argentina. Del 01 al 03 de junio de 2011. p. 130.
- PLOPER, L.D.; GONZÁLEZ, V.; NOME, S.F.; LAGUNA, I.G.; PÉREZ, B.A.; PIOLI, R.; RODRÍGUEZ PARDINA, P.; SCANDIANI, M.; DISTEFANO, S.; SILLÓN, M. 2010. Enfermedades de *Glycine max* (L.) Merrill (soja, soya, poroto soja, frijol soja). En: ATLAS FITOPATOLÓGICO ARGENTINO. VOL. 4, N.º 1. Marzo 2011. Eds: Nome, S.F.; Docampo, D.M.; Conci, L.R. y Laguna, I.G. Córdoba, Argentina. (Disponible: <http://www.fitopatoatlas.org.ar/default.asp?hospedante=635> verificado: diciembre de 2014).
- PORTER, L.D.; HAMM, P.B.; DAVID, N.L.; GIECK, S.L.; MILLER, J.S.; GUNDERSEN, B.; INGLIS, D.A. 2009. Metalaxyl-M-Resistant *Pythium* species in potato production areas of the Pacific Northwest of the U.S.A. *American Journal of Potato Research* 86: 315-326.
- REIS, E.M; REIS, A.C.; CARMONA, M. 2010. Manual de fungicidas Controle químico de doenças de plantas. (en portuges) ISBN 97885-7515-464-9 Ed: Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, Brasil, p. 226.
- SANDERS, P.L. 1987. Failure of metalaxyl to control *Pythium* blight on Kentucky golf courses. *Phytopathology* 77: 121.
- SCHMITTHENNER, A.F. 1973. Isolation and identification methods for *Phytophthora* and *Pythium*. En: Millikan, D.F. Disease Workshop. University of Missouri, Columbia. 94:110.
- SYNGENTA 2014. Protección de Cultivos. (Disponible: <http://www.syngenta.com.ar/Cultivos/productos.aspx?produc=774> verificado: marzo de 2015).
- THOMSON, T.B.; ATHOW, K.L.; LAVIOLETTE, F.A. 1971. The effect of temperature on the pathogenicity of *Pythium aphanidermatum*, *P. dearyanum* and *P. ultimum* on soybean. *Phytopathology* 61: 933-935.
- VAN DER PLAATS-NITERINK, A.J. 1981. Monograph of the genus *Pythium*. *Studies in Mycology* N.º 21. Baarn, the Netherlands: Centraalbureau Voor Schimmelcultures, p. 242.
- VAN DOREN, D.M.; TRIPLETT, G.B. 1973. Mulch and tillage relationships in corn culture. *Soil science society of America proceedings*. 37: 766-769.
- VAN JAARVELD, E.; WINGFIELD, M.J.; DRENTH, A. 2002. Effect of metalaxyl resistance and cultivar resistance on control of *Phytophthora nicotianae* in tobacco. *Plant Dis.* 86:362-366.
- WEILAND, J.E.; SANTAMARIA, L.; GRÜNWARD, N.J. 2014. Sensitivity of *Pythium irregulare*, *P. sylvaticum*, and *P. ultimum* from forest nurseries to mefenoxam and fosetyl-AI, and control of *Pythium* damping-off. *Plant Dis.* 98: 937-942.
- WRATHER, J.A.; ANDERSON, T.R.; ARSYAD, D.M.; TAN, Y.; PLOPER, L.D.; PORTA-PUGLIA, A.; RAM, H.H.; YORINORI, J.T. 2001. Soybean disease loss estimates for the top ten soybean-producing countries in 1998. *Canadian Journal of Plant Pathology* 23: 115-121.

Bovinos machos jóvenes castrados versus enteros; calidad de carne y propiedades del tejido conectivo

LATORRE, M.E.¹; IEZZI, S.^{1,2}; CHRISTENSEN, S.^{1,3}; PURSLOW, P.P.³

RESUMEN

La optimización de la producción y la calidad de carne son los principales objetivos de los productores y del sector comercial de la carne. Actualmente la producción de animales de engorde a corral presenta una buena eficiencia productiva. Asimismo, en Argentina una nueva categoría de animales, machos enteros jóvenes, ha sido recientemente implementada, presentado interés e inquietud por parte de los productores y la industria de la carne. Desde el punto de vista de la tecnología de los alimentos es interesante estudiar e investigar los parámetros fisicoquímicos y reológicos que ayuden a explicar la presencia/ausencia de cambios sobre la calidad de la carne. El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad de la carne y las características térmicas del tejido conectivo en animales alimentados a corral, castrados versus no castrados. La ausencia de testosterona, esperable en machos castrados, no produjo diferencias significativas en la calidad de carne respecto al grupo no castrado. El color, las pérdidas por cocción y la terneza resultaron equivalentes entre ambos grupos de animales. Sin embargo la respuesta de la contracción máxima generada por el tejido conectivo perimisio del músculo LD durante el tratamiento térmico mostró diferencias significativas entre los grupos. Además la fuerza de contracción máxima también varió entre los perimysios musculares LD, ST y PP de animales castrados mientras no así la temperatura de inicio de la contracción (Tonset). Los resultados indicarían la posibilidad de que la ausencia de testosterona afecte de manera diferente la síntesis de tejido conectivo intramuscular *in vivo* en los diferentes músculos. Al respecto, se requerirán nuevas investigaciones que profundicen estos hallazgos.

Palabras clave: músculo; terneza; tejido conectivo intramuscular; perimisio; engorde a corral.

ABSTRACT

Optimization of production and meat quality are the main objectives of producers and the commercial beef sector. Currently, the production of animals in feedlots has a good productive efficiency. A new category young non-castrated male animals has also recently been implemented in Argentina, and this has stimulated interest and concern from animal producers and the meat industry. From the food technology point of view it is interesting to study the physicochemical and rheological parameters which help explain the presence or absence of changes on the meat quality. The aim of this study was to evaluate the meat quality and the thermal characteristics of perimysial connective tissue, perimysium in muscle from castrated versus non-castrated animals produced in a feedlot. The absence of testosterone that is expected in castrated males did not produce significant differences in meat quality compared to meat from non-castrates. Color, cooking loss and tenderness did not show differences, but the maximum shrinkage force generated by the perimysium of longissimus

¹Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET), Argentina. Correo electrónico: latorre.emilia@gmail.com

²Laboratorio de Farmacología, Centro de Investigación Veterinaria de Tandil, (CIVETAN, CONICET-CICPBA), Facultad de Ciencias Veterinarias, UNCPBA, Tandil, Argentina (CONICET).

³Departamento de Tecnología y Calidad de los Alimentos, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNCPBA, Tandil, Argentina.

muscle during heat treatment was significantly higher in non-castrates than castrated animals. The maximum shrinkage force also varied between perimysium in LD, ST and PP muscle of castrated animals, but not the onset temperature (Tonset). The results suggest that the absence of testosterone may affect the synthesis of intramuscular connective tissue to a different extent in different muscles, and further investigations are required in this regard.

Keywords: muscle; tenderness; intramuscular connective tissue; perimysium; feedlot.

INTRODUCCIÓN

Al hablar de calidad de carnes frescas nos referimos a los atributos que el consumidor frecuentemente busca y valora. Estas propiedades de calidad son la ternera, la jugosidad y el color. Dentro de estas, la de mayor interés es la ternera, cualidad más importante por medio de la cual se determina la aceptabilidad general de la carne; este atributo es detectado en la carne cocida. Estudios realizados por Martens *et al.* (1982) han demostrado que el aumento de la dureza de la carne a temperaturas mayores a los 60 °C puede asociarse principalmente a la desnaturalización del colágeno dentro del tejido conectivo intramuscular (IMCT). Por su parte, Cartaginense y Purslow (2014) han observado y registrado mediante estudios de tensión hidrotérmica isométrica (HIT) que fuerzas de contracción del IMCT son considerables a temperaturas por encima de 65 °C.

Estas propiedades organolépticas están influenciadas por varios factores que afectan a la calidad de la carne tales como la raza, edad y alimentación del animal, manejo de los animales *pre mórtem*, procesos de matanza, manejo de las reses *post mórtem*, características intrínsecas del músculo y del tejido conectivo, intensidad de proteólisis *post mórtem* (almacenamiento y maduración) y tiempo-temperatura de cocción (Pearson y Dutson, 1994).

Con respecto a la alimentación animal, es conocido y está probado que el sistema de engorde a corral (feedlot) permite obtener una productividad promedio mayor que la ganadería extensiva (pastura). De este modo, permite obtener animales con terminaciones uniformes, valoradas por el mercado demandante y proveer una cantidad de carne constante y de calidad homogénea a la industria frigorífica. En la Argentina este sistema, debido a la eficiencia productiva y apertura al mercado europeo viene creciendo en los últimos años de acuerdo a los datos de la Cámara Argentina de Feedlot (CAF). Junto con ello, como una obligación para este nuevo mercado ha comenzado a tipificarse el marmoleo en nuestro país, dado que a mayor nivel de marmoleo, mejores precios. Es así que para la mitad del año 2015, el porcentaje de animales engordados a corral fue del 58% (CAF, 2015).

Las razas vacunas principales en la región pampeana son: Angus, raza productora de carne, elegida por ser "la de mayor rendimiento"; Hereford, propósito principal producción de carne y esta se distribuye en las áreas periféricas de la región Pampeana y Careta, cruza Hereford-

Angus, propósito rendimiento y calidad carne (Asociación Argentina de Angus, 2007).

En Argentina, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación estableció en el año 2010 la creación de una nueva categoría vacuna Macho Entero Joven (MEJ): animal macho joven entero (con testículos) con hasta dos dientes incisivos (resolución N° 4906/2010). Asimismo, en razas menos precoces, los MEJ no superan los 24 meses de edad y la calidad de la carne se relaciona directamente con la edad del animal. Además, estudios llevados a cabo por la empresa Quickfood/Marfrig junto con Conecar S.A. (2010) han observado que los valores de conversión alimenticia mejoran un 15% en los MEJ (Morao y Adrién Rügger, 2010).

Con el fin de facilitar la comunicación entre los diferentes eslabones de la cadena de producción de carne, se han uniformado los métodos y términos mediante el Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne (Braña-Varela, *et al.*, 2011). Es así que el músculo más utilizado tradicionalmente para la evaluación de la calidad ha sido el músculo "largo dorsal" o "gran dorsal" (*Longissimus dorsi*). Las mediciones para evaluar la calidad de la carne involucran: medición del pH, los parámetros de color (L^* , a^* y b^*), capacidad de retención de agua; pérdida por goteo, pérdida por cocción y textura (Braña-Varela, *et al.*, 2011).

El presente trabajo tuvo por objetivos: a) evaluar y comparar la calidad de carne de animales vacunos machos jóvenes enteros versus castrados alimentados a corral mediante mediciones tradicionales de calidad: color, pérdida por cocción y textura; b) evaluar aspectos de ternera en diferentes músculos mediante estudio HIT en el IMCT perimysio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de carne fueron obtenidas a partir de animales bovinos ($n=22$), novillos *Careta* (novillos ≥ 12 meses de edad y ≈ 400 kg) todos provenientes del establecimiento de cadena de supermercado local (Tandil, Buenos Aires, Argentina). Dos grupos de animales ($n=11$ animales por grupo) machos jóvenes castrados (C) y machos jóvenes enteros, no castrados (NC), con pesos equivalentes de terminación fueron ensayados. Ambos grupos fueron alimentados bajo la misma dieta a corral. La composición de la dieta (tabla 1) fue dividida en cuatro periodos diferenciados: el primero (0 a 15 día), el segundo (16 a 30 día), el

tercero (31 a 60 día), períodos de adaptación progresiva, y el cuarto (61 a 90 día), período de terminación.

Todas las muestras fueron tomadas en el local de desposte (Carnicería) 48 h posfaena. Previa almacenamiento, se evaluó el color. Luego cada muestra fue colocada individualmente en bolsas de polietileno termosellables, transparentes y envasadas al vacío. Estas fueron almacenadas durante 7 días en heladera (4-8 °C) y luego a -18 °C durante 15 días. Todas las muestras fueron descongeladas a temperatura ambiente bajo corriente de agua previo a ser sometida a los análisis térmicos.

Las características determinadas sobre calidad de carne fueron: color, pérdida por cocción y textura (evaluadas solo sobre el músculo Longissimus dorsi (LD) entre las costillas 12 y 13) para ambos grupos de animales. Las propiedades hidrotérmicas isométricas (HIT) del tejido conectivo perimio se evaluaron en los músculos: Longissimus dorsi (LD); Semitendinosus (ST) y Pectoralis profundus (PP).

Color

El color fue evaluado utilizando un fotocolorímetro (Konica Minolta® CR400) con iluminante D65 y ángulo de observador α de 10°. Cada espécimen fue colocado sobre una base blanca, registrándose el color a través de las coordenadas cromáticas $L^* a^* b^*$ del espacio CIELab, en los once (n=11) especímenes de cada grupo. Tres lecturas se tomaron de cada muestra sobre puntos distales del músculo LD, extremos próximos al lateral y centro.

Pérdida por Cocción (PPC)

Las muestras de LD una vez descongeladas fueron pesadas y luego sometidas al tratamiento térmico (baño de agua 70 °C) durante 60 min. La temperatura del baño fue utilizada como punto de control para la cocción. Las muestras fueron introducidas en el baño, luego una vez reestablecida la temperatura del baño, se mantuvieron en cocción durante 60 min. Finalizado el tratamiento térmico todas fueron enfriadas a baño maría inverso y luego pesadas. La PPC se evaluó

como el porcentaje del cociente entre la diferencia de pesos, pre y poscocción dividido el peso inicial, precocción.

Textura

La medición de la terneza de la carne se obtuvo mediante la determinación de esfuerzo o resistencia al corte de la carne previamente cocida, basado en Bratzler (1949), utilizando el sistema de columna única para prueba de materiales (Instron®) con celda de Warner-Bratzler (W-B) de 500 kg a una velocidad de ensayo de 40 mm/min. De cada muestra se extrajeron de 5 submuestras de 1,3 cm de diámetro en el sentido de las fibras musculares las cuales fueron sometidas a la fuerza de corte de la cizalla de W-B. Los datos obtenidos corresponden a la fuerza necesaria para cortar la muestra de carne y se expresan en valores promedios (N) para cada músculo.

Tensión hidrotérmica isométrica (HIT)

Previamente se descongelaron a temperatura ambiente los cortes de carne cruda de los músculos LD, ST y PP y utilizando bisturí quirúrgico se aislaron pequeñas tiras de tejido conectivo perimisial.

Las tiras de perimio fueron colocadas en porta-muestras para la medición de la fuerza de tensión a longitud fija en H₂O destilada utilizando el aparato de HIT descrito por Purslow *et al.*, (1998). El sistema (muestra-agua) fue sometido bajo un régimen de calentamiento constante a 3 °C/min desde temperatura ambiente hasta 85 °C utilizando una placa con agitación (EchoTherm™). Alcanzado los 85 °C las muestras se mantuvieron a dicha temperatura durante otros 10 minutos. La fuerza en función del tiempo y la temperatura fue registrada a lo largo de todo el ensayo. Del ensayo HIT se obtuvo la temperatura mínima de calentamiento para el desarrollo de la fuerza de contracción (Temperatura Onset; T_{OnSet}) y la fuerza máxima a la mayor temperatura.

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante un análisis de varianza (ANOVA) con nivel

PERÍODO DÍAS	primer 0-15	segundo 26-30	tercer 31-60	cuarto 61-90
INGREDIENTES	g/100g	g/100g	g/100g	g/100g
Silo	75	61	44,2	27
Maíz	16	28	43,6	60
Malta	2,5	3	4,5	5
Soja	5,4	6,5	5,8	5,8
Urea	0,18	0,2	0,3	0,4
Minerales	0,92	1,3	1,6	1,8

Tabla 1. Composición centesimal (g/100g) de los ingredientes utilizados en cada período, en las dietas suministradas a los animales a corral.

de significancia (α) de 0,05. La comparación de muestras se llevó a cabo mediante test de Tukey a posteriori. Para el análisis se utilizó el utilitario Prism5 (Statistical Software para Windows; GraphPad, USA).

RESULTADOS

En la tabla 2 y en la figura 1 se pueden observar los resultados de la evaluación de la calidad de carne en músculo Longissimus dorsi (LD) proveniente de animales vacunos del sistema feedlot, castrados y no castrados (enteros).

La figura 1 muestra los parámetros de color: luminosidad (L^*); rojo-verde (a^*); amarillo-azul (b^*) tomado en las muestras de LD, inmediatamente posterior al despostado y corte de la muestra muscular. Los valores promedio obtenidos de los parámetros de color no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos: L^* 42,3 (0,4) y 40,9 (0,5); a^* 22,1 (0,2) y 21,5 (0,3); b^* 14,8 (0,6) y 12,1 (0,2) para no castrados y castrados, respectivamente.

	Pérdida peso por cocción (% peso)	Terneza (W-B) Fuerza Max (N)
Castrados	18 ± 6	29 ± 7
No castrado	22 ± 5	32 ± 8

Tabla 2. Valores promedio y SEM de los parámetros de calidad; pérdida porcentual de peso por cocción y terneza (Warner-Bratzler -W-B-) para músculo LD de animales machos jóvenes castrados (C) y no castrados (NC).

El estudio de las propiedades HIT presentó notorias diferencias en la fuerza máxima de contracción entre el tejido conectivo perimysio del músculo LD de animales castrados y no castrados (figura 2). La fuerza máxima de tensión fue notoriamente menor en animales castrados. Sin embargo la temperatura onset no presentó diferencias entre los dos grupos de animales (63,6 y 63,9 °C para castrados y no castrados, respectivamente).

Por su parte las propiedades HIT en los otros dos músculos Semitendinosus (ST) y Pectoral profundo (PP), evaluadas en animales castrados, tal como se muestran los resultados en la tabla 3, presentaron diferencias significativas en la fuerza máxima de contracción siendo esta equivalente entre perimysios musculares de ST y PP y ambas significativamente mayores a la fuerza máxima presentada por el perimysio del músculo LD. Sin embargo, la temperatura onset no presentó diferencias significativas entre los tres músculos analizados.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se pudo observar que los porcentajes de las pérdidas por cocción y la terneza, medidos mediante la fuerza máxima de corte, no presentaron diferencias significativas entre animales machos jóvenes castrados y enteros. Asimismo, los valores de terneza obtenidos resultaron comparables a los resultados obtenidos en trabajos previos en carne argentina por otros investigadores. Latimori *et al.*, (2016) no hallaron diferencias entre dietas ni biotipos, valores de W-B entre 28-33 N. Según los valores obtenidos, todas las muestras se pudieron caracterizar como tiernas. Por su parte los valores de W-B y PPC observados por Rébak *et al.*, (2012) en LD de raza del noroeste argentino, alimentados a pastura

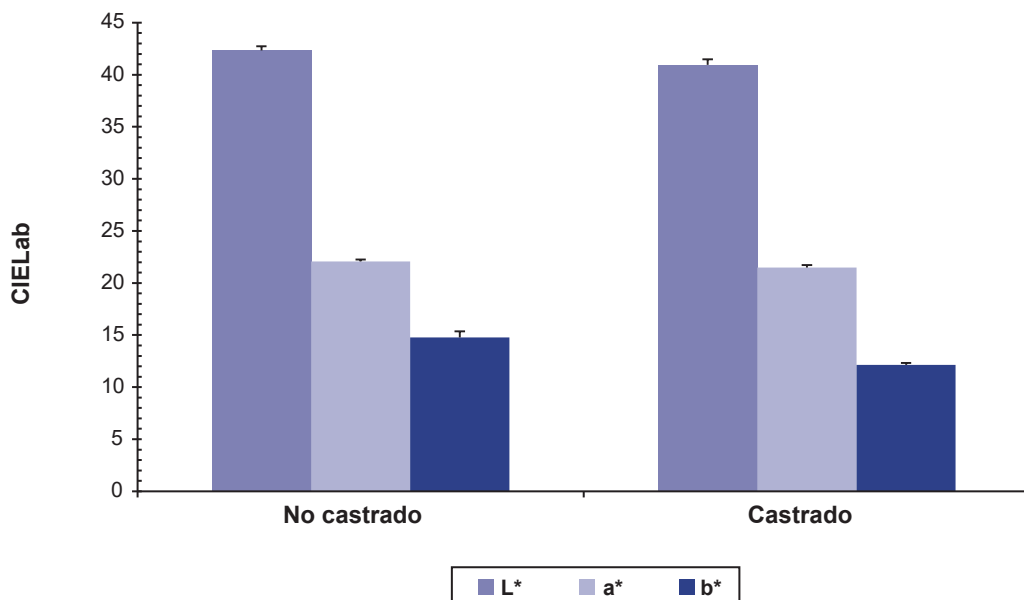


Figura 1. Parámetros de color CIELab, valores promedio y SEM de L^* , a^* , b^* ; en músculo LD para animales castrados y no castrados.

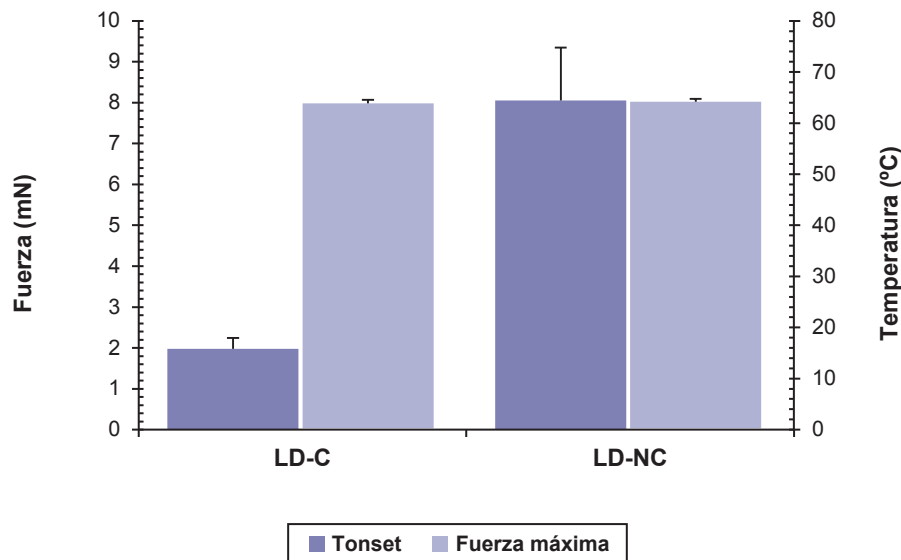


Figura 2. Estudio HIT, fuerza máxima de contracción (mN) eje izquierdo y Temperatura onset (°C) eje derecho. Las barras muestran los valores promedios y SEM para Longissimus dorsi (LD) castrados (C) y no castrados (NC).

MÚSCULOS			
	LD	ST	PP
Fuerza Máx. (mN)	2,1 ± 0,8 (0,4) ^a	9,5 ± 3,1 (1,1) ^b	7,9 ± 2,8 (1,2) ^b
Temp. onset (°C)	63 ± 3 (1,7)	62 ± 3 (1,1)	61 ± 4 (1,6)

Tabla 3. Propiedades HIT en músculos LD, ST y PP de animales castrados, alimentados a feedlot.

*Valores promedios y SEM entre paréntesis.

Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$)

y suplementación (peso de terminación ≈ 400 kg) a los 14 y 21 días de almacenamiento fueron 26-31 N y 27-31% para W-B y PPC, respectivamente. Santini *et al.*, (2006) obtuvieron valores de W-B mayores (52-64 N) en el estudio de Angus alimentados a corral con diferentes concentraciones energéticas. Sin embargo, dichos investigadores no hallaron diferencias entre genotipo de animal y tipo de dieta.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo con respecto al color de las muestras de LD no presentaron diferencias entre los grupos de animales. Sin embargo, pudo observarse que los animales no castrados presentaron una tendencia de aumento de los tres parámetros de color CIELab.

Asimismo, estudios realizados por el INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial) indican que no se han observado diferencias sobre las características organolépticas de la carne de MEJ; estas resultaron compatibles con los parámetros requeridos por los consumidores (Morao y Rügger, 2010).

Los resultados del estudio HIT del músculo LD proveniente de animales castrados vs. enteros mostraron una importante y significativa diferencia en el valor de fuerza máxima de contracción, sin diferencias en la temperatura onset. Frente a la notoria diferencia en la fuerza máxima de contracción desarrollada por el tejido conectivo perimio LD durante el tratamiento térmico se evaluaron las propiedades HIT en otros dos músculos Semitendinosus (ST) y Pectoral profundo (PP). Los valores de fuerza máxima de contracción del perimio en estos dos músculos fueron significativamente mayores a LD. En la temperatura onset no se observaron diferencias entre los perimios de los músculos evaluados (ST, PP y LD). En este sentido, trabajos previos realizados por Latorre y Purslow (2015) en perimio del músculo ST proveniente de animales castrados alimentados a pastura y terminación a correal, observaron una fuerza máxima de contracción equivalente y una temperatura onset mayor (67 °C) en comparación con la obtenida en ST de animales castrados alimentación completa a corral.

Las diferencias de la fuerza máxima de tensión podrían responder a la diferencia en la composición del tejido conectivo en los diferentes músculos. Bendall (1967) informó que el músculo pectoral (P) contiene entre 4,2 a 7,0% de colágeno (% desgrasado y en peso seco (FFDW)) y 0,41% elastina (como % del FFDW), dando la elastina el 5,5% del total conectivo tejido (CT). Sin embargo, esta medición es solo en una muestra. Los valores de Bendall para la composición de tejido conectivo de ST (3,1% de colágeno, 1,82% de elastina; elastina=37% de la TC total) y los valores de composición del CT para Longissimus: colágeno 2,3%, 0,07% elastina (elastina=2,9% del total CT).

Los datos de la tabla 2 son consistentes con la hipótesis de que el aumento de la tensión isométrica inducida por calor se puede producir en las tiras ("especímenes") más gruesas de tejido perimisial muscular de PP y ST en comparación con LD. Achille *et al.*, (2010) han demostrado previamente porqué las células de fibroblastos sintetizan colágeno en diferentes músculos de la especie bovina respondiendo de maneras diferentes a una serie de estímulos. Sin embargo, en el trabajo de Archile *et al.*, (2010) no se probó el efecto de la presencia o ausencia de testosterona, y es posible que la respuesta de los fibroblastos a la síntesis de tejido conectivo intramuscular en ausencia de esta hormona pudiera ser diferente en cada músculo. Esta posibilidad será objeto de nuevas investigaciones. Cabe señalar, además, que la diferencia en la fuerza isométrica entre el tejido conectivo del músculo LD observado en animales castrados frente a animales no castrados en este estudio no se asoció con ninguna diferencia significativa en la fuerza de cizallamiento Warner-Bratzler.

Datos sobre el contenido de colágeno total y colágeno soluble sobre 14 músculos han sido previamente informados por Torrescoano *et al.* (2003). Los autores observaron que el músculo ST presentó una menor solubilidad (10% menor) en comparación con observada para LD y PP (colágeno soluble ≈27%).

Aunque es difícil de relacionar los valores absolutos de contenido de colágeno y la solubilidad entre estos diversos estudios, el Longissimus parece presentar el contenido de colágeno más bajo y el calor de solubilidad más alto. Podría entonces pensarse que es este factor, el contenido de colágeno, el que estaría influyendo más fuertemente en la fuerza de tensión (HIT), y que la respuesta a la presencia/ausencia de testosterona a la síntesis de tejido conectivo intramuscular podría ser diferente en cada músculo. Nuevos estudios serán necesarios con el fin de explicar las diferencias observadas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo financiero de CONICET y de la Universidad Nacional de Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA).

BIBLIOGRAFÍA

ARCHILE-CONTRERAS, A.C.; MANDELL, I.B.; PURSLOW, P.P. 2010. Phenotypic differences in matrix metalloproteinase 2

activity between fibroblasts from three bovine muscles. *J. Anim. Sci.* 88: 4006-4015.

ASOCIACIÓN ARGENTINA DE ANGUS. 2007. La raza Angus. (Disponible: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/raza_angus/13-la_raza.pdf verificado enero de 2016).

BENDALL, J.R. 1967. The elastin content of various muscles of beef animals. *J.Sci. Food Agric.* 18: 553-558.

BRAÑA VARELA, D.; RAMÍREZ RODRÍGUEZ, E.; RUBIO LOZANO, M.S.; SÁNCHEZ ESCALANTE, A.; TORRESCANO URRUTIA, G.; ARENAS DE MORENO, M.L.; PARTIDA DE LA PEÑA, J.A.; PONCE ALQUICIRA, E.; RÍOS RINCÓN, F.G. 2011. Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne (2011). Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Folleto técnico N.º1, octubre 2011. ISBN: 978-607-425-612-3.

BRATZLER, L.J. 1949. Determining the tenderness of meat by use of the Warner-Bratzler method. *Proc. Recip. Meat Conf.* 2:117-121.

CÁMARA ARGENTINA DE FEEDLOT (CAF), Informe agosto 2015. (Disponible: http://www.feedlot.com.ar/sitio/wp-content/uploads/Inf_CAF_Ago15.pdf verificado diciembre de 2015).

CARTAGINESE, A.M.; PURSLOW, P.P. 2014. Hydrothermal isometric tension properties of perimisial connective tissue in bovine semitendinosus muscle. Conference: 60th International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST), Punta del Este, Uruguay.

LATIMORI, N.J.; KLOSTER, A.M.; AMIGONE, M.A.; GARCÍA, P.T.; CARDUZA, F.J.; PENSEL, N.A. 2016. High meat quality in grazing fattening systems with supplementation. Alta calidad de carne en sistemas pastoriles con suplementación. Informe IPCVA. (Disponible: <http://www.ipcva.com.ar/vertext.php?id=558> verificado diciembre de 2015).

LATORRE, M.E.; PURSLOW, P.P. 2015. Propiedades hidrotérmicas-isométricas del tejido conectivo perimisial del músculo semitendinoso bovino. *CYTAL. Libro de Actas del XV Congreso Argentino CYTAL*, 2015. ISBN 978-987-22165-7-3.

MARTENS, H.; STABURSVIK, E.; MARTENS, M. 1982. Texture and colour changes in meat during cooking related to thermal denaturation of muscle proteins. *Journal Texture Studies*, 13, 291-309.

MORAO, G.; ADRIÉN RÜEGGER, M.J. 2010. Nace una nueva categoría bovina: MEJ (macho entero joven). Raza: Holando argentino. (Disponible: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/comercializacion/58NUEVA_CATEGORIA_BOVINA.pdf verificado diciembre de 2015).

PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. 1994. Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products, 18-19, 48-50, 79, 289-331, 480, 486, 489, 1.a edición. Blackie Academic & Professional, Nueva York.

PURSLOW, P.P.; WESS, T.J.; HUKINS, D.W.L. 1998. Collagen orientation and molecular spacing during mechanical transients in soft connective tissues. *The Journal of Experimental Biology*, 201 (1), 135-142.

RÉBAK, G.I.; YNSAURRALDE, A.E.; CAPELLARI, A.; PRESTER, N.; VÁZQUEZ, L. 2012. Calidad de carne de novillos 3/8 Bradford producidos en Chaco, Argentina. *Calidad de carne. Rev. Vet.* 23: 2, 95-99.

SANTINI, F.J.; VILLARREAL, E.L.; FAVERIN, C.; DEPETRIS, G.; PAVAN, E.; GRIGERA NAÓN, J.J.; GRIGERA, J.M.; COSSU, M.E.; SCHOR, A. 2006. Características productivas, composición de carcasa y calidad de carne de novillos de diferentes tamaños estructural alimentados a feedlot con dietas de concentraciones energéticas distintas. *Revista Argentina de Producción Animal* 26: 231-244.

TORRESCANO, G.; ESCALANTE, A.S.; GIMÉNEZ, B.; RONCALÉS, P.; BELTRÁN, J.A. 2003. Shear values of raw samples of 14 bovine muscles and their relation to muscle collagen characteristics. *Meat Sci.* 64:85-91.

Vegetación espontánea en el cinturón hortícola platense hospedante de Thripidae (Thysanoptera) vectores de Tospovirus

CARRIZO, P.I.¹; AMELA GARCÍA, M.T.^{2,3}

RESUMEN

El virus de la peste negra (TSWV) es un Bunyaviridae que causa diferentes síntomas a las plantas, incluso la muerte. En Argentina existen 4 especies de tisanópteros transmisoras: *Frankliniella occidentalis*, *Frankliniella schultzei*, *Frankliniella gemina* y *Thrips tabaci*. El objetivo del estudio fue conocer las plantas de la vegetación espontánea circundante a los invernaderos de pimiento que actúan como hospedantes verdaderas (de reproducción) de los trips vectores mediante identificación de adultos y de larvas. El estudio se llevó a cabo en tres sitios ubicados en el cinturón hortícola platense (Buenos Aires, Argentina). Durante los años 2000 a 2003 se realizaron relevamientos mensuales en las áreas de los establecimientos en donde no se lleva a cabo el control de las malezas, extrayendo flores de la vegetación espontánea. A través de 60 fechas de muestreo se recolectaron y procesaron 14.636 flores de la vegetación espontánea de las cuales se obtuvieron 54.050 individuos de Thysanoptera, 40.356 adultos (96,96% Thripidae y 3,04% Phlaeothripidae) y 13.694 larvas de primer y segundo estadio (94,1% Thripidae vs. 5,9% Aeolothripidae y Phlaeothripidae). Se registró la presencia de las cuatro especies de trips vectores en el área. La familia botánica no mostró relación con la presencia de trips vectores, ya sea como adulto o larva. De las 40 especies de la vegetación espontánea relevadas resultaron: 19 no hospedantes (NoH), 21 hospedantes de alimentación (HA), 18 hospedantes reproductivos (HR) tanto en sentido amplio (18 sp.) como en sentido estricto (11 sp.) para una, dos, tres o las cuatro especies.

Palabras clave: *Frankliniella occidentalis*, *Frankliniella schultzei*, *Frankliniella gemina*, *Thrips tabaci*, hospedantes de alimentación, hospedantes reproductivas.

ABSTRACT

The tomato spotted wilt virus (TSWV) is a Bunyaviridae that causes different symptoms to plants, even death. In Argentina, there are 4 thrips species reported as vectors of Tospovirus: *Frankliniella occidentalis*, *Frankliniella schultzei*, *Frankliniella gemina* and *Thrips tabaci*. The spontaneous vegetation growing within uncontrolled weedy areas near greenhouse peppers were identified as true reproductive hosts of thrips vectors, by means of adult and larval identification. Three sites were studied within the horticultural belt, a strip of 40 km around La Plata City (34°54' lat. S, 57°55' long. O), Argentina. During 2000-2003, monthly surveys were performed in the areas of the greenhouses where weed control does not take place, extracting flowers from the

¹Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía. Depto. de Producción Vegetal. Cátedra de Zoología Agrícola. Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: pcarrizo@agro.uba.ar

²Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Depto. de Biodiversidad y Biología Experimental. Buenos Aires, Argentina.

³CONICET, Universidad de Buenos Aires. Instituto de Micología y Botánica (INMIBO). Buenos Aires, Argentina.

spontaneous vegetation. Through 60 sampling dates, 14,636 flowers of spontaneous vegetation were collected, and 54,050 Thysanoptera individuals were obtained, 40,356 were adults (96.96% Thripidae vs. 3.04% Phlaeothripidae) and 13,694 were larvae of 1st and 2nd stage (94.1% Thripidae and 5.9% Aeolothripidae and Phlaeothripidae). The four species seem to have very similar requirements, due the overlap respect to their feeding and breeding hosts. The botanical family was not related to the presence of thrips vectors, neither in adult or larval stage. Out of 40 surveyed weed species, 19 resulted non-host (NoH), 21 feeding host (HA), and the remnant 19, reproductive hosts (HR), (18 in wide sense and 11 in strict sense) for one, two, three or four species of thrips.

Keywords: *Frankliniella occidentalis*, *Frankliniella schultzei*, *Frankliniella gemina*, *Thrips tabaci*, feed hosts, reproductive hosts.

INTRODUCCIÓN

El virus de la peste negra (o Tomato spotted wilt virus TSWV) es un Bunyaviridae que ocasiona síntomas diferentes a las plantas como marchitez, manchas de diverso tipo, alteraciones en el crecimiento e incluso la muerte. Los Tospovirus son los únicos transmitidos por trips, los cuales lo adquieren a partir de una planta infectada durante los estadios larvales y lo transmiten durante su etapa adulta (Moritz *et al.*, 2004). Entre las 14 especies reportadas como vectores, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) es considerada la más peligrosa dado que es cosmopolita, y la más eficiente para la transmisión en la mayoría de los lugares testeados y para la mayor parte de los tospovirus (Riley *et al.*, 2011). Desde el año 1995, cuando se registró una de las epidemias más severas de peste negra en la Argentina (Tomato Spotted Wilt Virus: TSWV) y luego de los primeros registros del trips *F. occidentalis* (De Santis, 1995; Dal Bó *et al.*, 1995), el vector y el virus han provocado pérdidas económicas considerables en tomate, pimiento, lechuga, alcaucil, apio y varias especies ornamentales (Dal Bó, 2011).

Solo cuatro vectores fueron hallados en nuestro país: *F. occidentalis*, *Frankliniella schultzei* (Trybom), *Frankliniella gemina* Bagnall y *Thrips tabaci* Lindemann (De Borbón *et al.*, 2006); la primera es una plaga en la etapa reproductiva de los cultivos florihortícolas, y dominante en invernadero (Carrizo y Klasman, 2001; Carrizo y Benítez, 2002). *Frankliniella occidentalis*, en particular, ha sido detectada en estado adulto, aún en el invierno, en la provincia de Chubut (Rodríguez *et al.*, 2012). Para el área hortícola platense, las condiciones térmicas durante la mayor parte del año (IdCyA 2014) serían adecuadas (Bergant y Trdan, 2006) tanto para el desarrollo como para la reproducción de, al menos, tres de las cuatro especies presentes.

Los trips vectores son capaces de sobrevivir dentro de las flores de la vegetación espontánea, desde donde migran hacia los cultivos. Aun cuando no produjeran descendencia en la vegetación espontánea, si los individuos que persisten en sus flores son portadores de virus, pueden infectar las plantas en almácigo o en postransplante durante la primavera temprana. Durante el período de desarrollo

de los cultivos, la vegetación espontánea resulta un hábitat transitorio para los adultos que escaparon a los tratamientos químicos. Finalmente, cuando se produce la senescencia de los cultivos, estas actúan como un hábitat para los trips en el período de poscosecha (Cho *et al.*, 1989).

Si bien el control químico por calendario de los vectores constituye aún la estrategia de manejo más común, el productor bonaerense ha adoptado el uso de variedades de plantas resistentes y de medidas culturales, como la eliminación de plantas enfermas y el control de la vegetación espontánea. Sin embargo, esta última es llevada a cabo en franjas estrechas que rodean al cultivo y a los invernaderos, a través del corte periódico o en su defecto, por desflorado (Dal Bó, 2011).

Por una parte, el virus TSWV y sus vectores son considerados polífagos ya que se han reportado más de 200 especies hospedantes en todo el mundo (Cho *et al.*, 1989 y 1995; Chellemi *et al.*, 1994; Cho *et al.*, 1995, entre muchos otros). Sin embargo, su polifagia es aparente ya que la captura de una especie determinada de trips en una planta no es *per se* evidencia del carácter de hospedante. Por otra parte, si bien algunas asociaciones entre trips y plantas pueden considerarse alimentarias, no todas implican verdaderas relaciones de *planta-trips*, condición que requiere de la recolección repetida en esa planta, junto con la identificación de los adultos y de las larvas de las especies de trips recolectadas (Mound y Marullo, 1996).

Aunque debido a su importancia en el manejo de los tisanópteros plaga, el concepto de planta hospedante ha sido bastante discutido, aún no ha sido resuelto y es aplicado de forma ambigua (Mound, 2013). Asimismo, el término "breeding host" es traducido al español indistintamente como hospedante verdadero, reproductivo, o de cría; sin embargo tales términos no son equivalentes. El hospedante reproductivo se refiere a la generación de descendientes sin otra salvedad (o *sensu lato*) y solo por la presencia de larvas de la especie. Sin embargo, el hospedante de cría implica que la población puede, al menos, autosostenerse (o *sensu stricto*) lo cual es valorado mediante la proporción entre la densidad de larvas/adultos de la especie en esa planta (Northfield *et al.*, 2008; Ripa *et al.*, 2009).

El impacto que la vegetación espontánea produce en la población de los vectores dependerá de su capacidad para refugiarlos y sustentar su desarrollo; por ende, la proliferación de aquellas que resultan hospedantes verdaderas, representa un riesgo para los cultivos. Tanto las hospedantes reproductivas y las de cría, como aquellas utilizadas como refugio o alimentación para los adultos pueden considerarse como fuentes potenciales para la migración de trips virulíferos hacia el cultivo. A fin de reducir las pérdidas producidas por la peste negra es necesario llevar a cabo un conjunto de medidas dirigidas al control de los hospedantes alternativos (Cho *et al.*, 1989) dado que la eliminación de toda la vegetación es insostenible tanto desde el punto de vista económico como ambiental (Mound, 2013).

El objetivo del presente trabajo fue identificar las especies de vegetación espontánea que actúan como hospedantes para los Thripidae vectores de TSWV, en el agroecosistema hortícola del cinturón platense.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Se seleccionaron tres sitios de muestreo dentro del cinturón hortícola del Gran La Plata (provincia de Buenos Aires, Argentina) que ocupa un radio de unos 40 km hacia el N, O y S de la ciudad de La Plata (34°54' lat. S, 57°55' long. O). Cada uno de estos sitios fue considerado como una unidad de experimento (UE):

- **(GOR)** Chacra Experimental Gorina, Ministerio de Asuntos Agrarios de la prov. de Buenos Aires; ubicada entre las calles 501 y 149 en el partido de La Plata. 34°54'36,10" lat.S, 58°02'13,05" long. O.
- **(PER)** Establecimiento comercial de producción de hortalizas; ubicado a 1 km de la estación Pereyra (Ferrocarriil Roca) en el partido de Berazategui. 34°50'34,77" lat.S; 58°05'59,83" long. O.
- **(OLM)** Estación Experimental Julio Hirschorn, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata; ubicada en Avenida 66 entre 167 y 173 en el partido de los Hornos. 34°59'05,63" lat.S, 57°59'58,01" long. O.

Para este estudio fue considerada el área sin control periódico de malezas: lugares incultos, bordes y caminos (dentro de los límites de cada UE o en su zona más inmediata de influencia). Las flores de distintas especies fueron tomadas al azar de los parches de vegetación, dado que los insectos tienden a distribuirse de forma agrupada.

Las plantas correspondieron a 40 especies de dicotiledóneas (Cabrera y Zardini, 1978), para las cuales se contó con referencias previas respecto de la detección de Thripidae en sus flores (Carrizo, 1996 y 1998). No fueron consideradas las monocotiledóneas ya que en ellas la captura de trips vectores es rara u ocasional (De Borbón y Cardello, 2006). Las flores fueron cortadas por el pedicelo o pedúnculo y depositadas en bolsas de polietileno que se cerraron

y conservaron en heladera hasta tres días posteriores a su recolección. Durante 1999 se realizaron muestreos cualitativos preliminares para definir la lista de especies vegetales para estudiar. Los criterios de selección fueron los siguientes:

- a. que la especie de planta se encontrara en los tres sitios de muestreo;
- b. que las poblaciones de las especies de plantas fueran abundantes (> 5);
- c. que el número de trips recolectados en la muestra fuera >1.

Las plantas que cumplieron con estos tres criterios fueron muestreadas entre noviembre de 2000 y mayo de 2003, llevándose a cabo 1 a 3 muestreos por mes, de acuerdo a la estación del año (menor intensidad en otoño e invierno y mayor en primavera y verano). En todos los casos, la unidad de muestreo (u.d.m.) fue de 1 flor o inflorescencia según correspondiera, concretando 25 u.d.m./sp./fecha, tamaño muestral que resultó adecuado para detectar a las especies de trips de menor densidad relativa (Carrizo, 2002).

Los datos fueron expresados como densidad relativa por especie de trips, considerando el n.º de individuos de cada morfoespecie/n.º de muestras/especie de planta.

Procesamiento de las muestras

Las flores fueron sumergidas y agitadas en un recipiente de 15 cm de alto por 15 cm de diámetro que contenía etanol 60%, luego se volcó el contenido sobre un trozo de muselina ajustado a la boca de un frasco o vaso de donde fueron extraídos y colocados en una caja de Petri para luego proceder al recuento total de los individuos por estado de desarrollo (adulto o larva). Todo el material se conservó en frascos con alcohol 70% etiquetados.

Identificación de los tisanópteros

Los trips fueron agrupados preliminarmente en morfoespecies (morfortipos) y luego acondicionados en preparaciones microscópicas semipermanentes en líquido de Hoyer. Fueron identificados bajo el microscopio óptico Zeiss Axio Imager dotado de contraste diferencial por interferencia mediante claves para el estado adulto (De Borbon, 2009 y 2013; Nakahara, 1994; Mound y Marullo, 1996) y para el segundo estadio de larva (Speyer y Parr, 1941; De Borbon, 2007 y Kucharzcyk, 2010).

RESULTADOS

La lista completa de especies de plantas de la vegetación espontánea relevadas se detalla en la tabla 1; 19 de ellas no cumplieron con los criterios especificados en las recolecciones preliminares. Los resultados informados corresponden a los datos de captura de trips para las 21 especies de la vegetación espontánea restantes provenientes

Familia botánica	Especie	Nombre vulgar	Baja densidad de maleza	Baja densidad de trips	Localizada en solo 1 sitio
Apiaceae	<i>Conium maculatum</i>	cicuta			
Asteraceae	<i>Baccharis sp.</i>	romerillo			
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	amor seco	*	*	
Asteraceae	<i>Carduus acanthoides</i>	cardo, cardo negro			
Asteraceae	<i>Centaurea sp.</i>	centaurea	*	*	
Asteraceae	<i>Cichorium intybus</i>	achicoria, radicheta			
Asteraceae	<i>Cirsium vulgare</i>	cardo negro			
Asteraceae	<i>Cynara cardunculus</i>	cardo grande, cardo de castilla	*	*	PER
Asteraceae	<i>Hypochaeris sp.</i>				
Asteraceae	<i>Matricaria chamomilla</i>	manzanilla			
Asteraceae	<i>Pascalía glauca</i>	sunchillo, yuyo sapo			
Asteraceae	<i>Picris echioides</i>	pega-pega			
Asteraceae	<i>Solidago chilensis</i>	vara de oro, romerillo amarillo			
Asteraceae	<i>Sonchus sp.</i>	cerraja		*	
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i>	diente de león, amargón			
Boraginaceae	<i>Echium plantagineum</i>	flor morada			
Brassicaceae	<i>Brassica rapa</i>	nabo silvestre			
Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	bolsita de pastor		*	
Brassicaceae	<i>Raphanus sativus</i>	rábano, rabanito			
Brassicaceae	<i>Rapistrum rugosum</i>	nabo			
Brassicaceae	<i>Stellaria media</i>	caapiquí		*	
Caprifoliaceae	<i>Dipsacus sativus</i>	carda de cardar, cardencha, cardón			
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i>	corregüela, campanilla			
Iridaceae	<i>Herbertia sp.</i>	iris azul, iris enano	*	*	GOR
Lamiaceae	<i>Lamiun amplexicaule</i>	ortiga mansa, zapatito	*	*	
Leguminosae	<i>Galega officinalis</i>	galega			
Leguminosae	<i>Lotus tenuis</i>	trébol pata de pájaro			
Leguminosae	<i>Medicago lupulina</i>	trébol	*	*	OLM
Leguminosae	<i>Medicago polymorpha</i>	trébol de carretilla	*	*	OLM
Leguminosae	<i>Melilotus albus</i>	trébol blanco de olor			
Leguminosae	<i>Trifolium repens</i>	trébol blanco			
Oxalidaceae	<i>Oxalis sp.</i>	falso trébol, vinagrillo		*	
Plantaginaceae	<i>Plantago sp.</i>	llantén		*	
Portulacaceae	<i>Portulacca oleracea</i>	lagunilla		*	
Primulaceae	<i>Anagallis sp.</i>	pimpinela, hierba del pájaro	*	*	
Scrophulariaceae	<i>Veronica sp.</i>	verónica	*	*	
Solanaceae	<i>Solanum sisymbriifolium</i>	revienta caballo, espina colorada	*	*	
Solanaceae	<i>Jaborosa sp.</i>	flor de sapo	*	*	GOR
Verbenaceae	<i>Phyla nodiflora</i>	yerba del mosquito	*	*	
Verbenaceae	<i>Verbena sp.</i>	verbena	*	*	

Tabla 1. Especies de plantas de la vegetación espontánea relevadas para el muestreo de trips en flores en el cinturón hortícola platense, 2000 - 2003.

Referencias: GOR, PER, OLM. Sitios de estudio.

Fuente: elaboración propia.

tes de 60 fechas de muestreo: 26 correspondieron al sitio GOR con 224 muestras, 18 a PER con 160 muestras y 16 a OLM con 127 muestras.

En las 21 especies de la vegetación espontánea relevadas fueron recolectadas y procesadas 14.636 u.d.m. (flores de la vegetación espontánea), se extrajeron en total 54.050 ejemplares de Thysanoptera, de los cuales 40.356 individuos (74,66%) eran adultos (96,96% correspondieron a Thripidae y 3,04% a Phlaeothripidae) y los restantes 13.694 ejemplares (25,34%) eran larvas de primer y segundo estadio (94,1% correspondieron a Thripidae y 5,9% a Aeolothripidae y Phlaeothripidae).

Los adultos de dos especies de Thripidae, *Thrips trehernei* Priesner y *Tenothrips frici* (Uzel) –ambas de color muy oscuro, casi negro– no pudieron distinguirse entre sí. Al no ser consideradas vectores (Riley *et al.*, 2011), el número de cada una fue sumado e indicado en forma conjunta (tabla 2b).

De modo similar, para las larvas no fue posible establecer la correlación entre morfotipos y especies en los recuentos. Por ello, cada uno de los tres morfotipos larvales, en esta etapa se asignaron como: Phlaeothripidae (Tubulifera), Aeolothripidae (Terebrantia) y Thripidae (Terebrantia). Posteriormente, las larvas fueron identificadas hasta especie junto

con la determinación de adultos, por especie de planta.

En las tablas 2a y 2b se sintetizan la presencia y distribución temporal de las especies de la vegetación espontánea en flor y de los trips capturados en ellas por mes calendario, respectivamente. El número de taxones de plantas en flor por mes fue variable a través del año, los valores máximos (18-15 especies) se registraron entre noviembre y marzo y los mínimos (3-13 especies) entre abril y agosto (tabla 2a). Los trips adultos fueron capturados en todos los meses de muestreo mientras que las larvas fueron registradas entre septiembre y mayo (tabla 2b). Para los meses y fechas de muestreo en los cuales se registraron larvas de los trips vectores, en la tabla 3 se reflejó su rango de abundancia promedio en dos categorías, de modo que: (x) corresponde a una abundancia promedio (en cada evento de captura positiva) ≥ 1 , y (+) corresponde a abundancia promedio (en cada evento de captura positiva) entre 0 y 1.

En las flores de todas las especies de la vegetación espontánea se halló a *Frankliniella gemina*, aunque en muy baja abundancia en *Picris echioides* y *Echium plantagineum*. De modo similar, *Thrips tabaci* fue hallada en todas las plantas, pero en mínima abundancia en *P. echioides*, *Solidago chilensis*, *Taraxacum officinale*, *Baccharis* sp. y

Malezas	MES										
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
<i>Brassica rapa</i>	x	x	x	x	x	x				x	x
<i>Raphanus sativus</i>	x		x	x	x	x			x		x
<i>Rapistrum rugosum</i>	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Matricaria chamomilla</i>	x		x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Taraxacum officinale</i>	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
<i>Trifolium repens</i>		x	x	x	x	x	x	x	x		x
<i>Convolvulus arvensis</i>			x	x	x	x	x	x	x		
<i>Hypochaeris</i> sp.			x	x	x	x	x	x	x		
<i>Lotus tenuis</i>			x	x	x	x	x	x	x		
<i>Conium maculatum</i>			x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Picris echioides</i>			x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Cichorium intybus</i>			x		x	x	x	x	x	x	x
<i>Echium plantagineum</i>			x	x	x	x	x				
<i>Galega officinalis</i>					x	x					
<i>Dipsacus sativus</i>					x	x	x	x			
<i>Melilotus albus</i>					x	x	x	x	x		
<i>Cirsium vulgare</i>					x	x	x	x	x	x	
<i>Carduus acanthoides</i>					x	x	x	x	x	x	x
<i>Pascalía glauca</i>							x	x	x	x	
<i>Solidago chilensis</i>								x	x	x	x
<i>Baccharis</i> sp.									x	x	x
Total de especies de malezas en flor	5	3	13	12	18	18	16	15	16	12	10

Tabla 2a. Registro temporal de las capturas de trips en flores de la vegetación espontánea en el cinturón hortícola platense, 2000-2003.

	MES										
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
<i>Frankliniella occidentalis</i>	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Frankliniella schultzei</i>			x		x	x	x	x	x	x	x
<i>Frankliniella gemina</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Thrips tabaci</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Aeolothrips fasciatipennis</i>			x	x	x	x	x	x			
<i>Tubulifera</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Thrips australis</i>	x		x		x	x	x	x	x	x	x
<i>Thrips trehernei-Tenothrips frici</i>	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Chirothrips sp.</i>	x		x			x	x	x	x		x
<i>Microcephalothrips abdominalis</i>			x				x	x	x	x	x
N.º de especies de trips (adultos)	6	3	10	6	8	9	10	10	9	8	9
Larvas de Phlaeothripidae			x	x	x	x	x	x	x	x	x
Larvas de Aeolothripidae			x	x	x	x					
Larvas de Thripidae			x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabla 2b. Distribución temporal de las capturas de trips por especie y estado de desarrollo en el cinturón hortícola platense, 2000 - 2003. Fuente: elaboración propia.

MALEZAS	MES									
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	
<i>Baccharis sp.</i>									+++	x
<i>Brassica rapa</i>	x+	+	+++	x+		x		+		
<i>Carduus acanthoides</i>			+	XX+++	X++++++	+++++	+	++	+	
<i>Cichorium intybus</i>			+	+++++	+++++	+++	+			+
<i>Cirsium vulgare</i>			++	++++	+++++	+++		+		
<i>Conium maculatum</i>	++	xxx++	xxxxxxxx	xxxxxx	xxxx+			+		
<i>Convolvulus arvensis</i>		+	++	+++	+	++	+			
<i>Dipsacum sativus</i>				xx++	+++++	+				
<i>Echium plantagineum</i>	+	x+	xxx+++	xxxxxx	+++					
<i>Galega officinalis</i>			x+	x++						
<i>Hypochaeris sp.</i>			++++	++	+++	+++				
<i>Lotus tenuis</i>		+	++	+++++	++	++	+			
<i>Matricaria chamomilla</i>		+	+++++	xx+++		+		+		
<i>Melilotus albus</i>			x	xx	xxxx	xx+	+			
<i>Pascalía glauca</i>						++	+	++		
<i>Picris echioides</i>		++	+++++	x+++++	xx+++	xx+++		+		
<i>Raphanus sativus</i>	x+	x+++	+++	x++		x	x			++
<i>Rapistrum rugosum</i>	x++++	xx+	xx+++	xxx+++	xx	xxxx++	xx+	xx++	xx++	x++
<i>Solidago chilensis</i>						x+	xx++++	++++		x+
<i>Taraxacum officinale</i>		+		+				++		+
<i>Trifolium repens</i>	+	++	++++	+++++	+++	++	+			+

Tabla 3. Captura y abundancia de larvas de Thripidae en flores de la vegetación espontánea en el cinturón hortícola platense, 2000-2003. Referencias: muestras con abundancia de larvas ≥ 1 (x) y $1 > \text{larvas} > 0$ (+). Cada símbolo corresponde a la detección de larvas en ese mes y esa especie de planta. Fuente: elaboración propia.

Pascalía glauca. Respecto de *F. occidentalis*, fue hallada en general en muy baja abundancia en todas las plantas y no fue capturada en *Baccharis* sp. Por último, *Frankliniella schultzei* fue en general muy poco abundante y no se registró en *Baccharis* sp., *E. plantagineum*, *Galega officinalis*, *Matricaria chamomilla* ni *Melilotus albus*.

Con respecto a los trips que no son vectores de la peste negra, se registraron ocasionalmente abundancias elevadas de adultos de *Tenothrips frici* - *Thrips trehernei* en *P. echinoides*, *Cichorium intybus*, *P. glauca*, *Hypochoeris* sp. y *T. officinale*, mientras que en las demás plantas el registro fue nulo o esporádico. También fue esporádica la captura de *Chirothrips* sp. y del trips del eucalipto, *Thrips australis*. El pequeño trips de las compuestas *Microcephalothrips abdominalis* se encontró en muy baja abundancia y solo en cinco de las 10 especies de Asteraceae relevadas: *Cirsium vulgare*, *M. chamomilla*, *S. chilensis*, *Baccharis* sp. y *P. glauca*. El único trip predador correspondió a *Aeolothrips fasciatipennis* Blanchard, y fue hallado en una densidad relativamente alta solo en *E. plantagineum*, tanto en su etapa adulta como larval; en *Conium maculatum*, *M. albus*, *M. chamomilla*, *Dipsacum sativus*, *T. officinale* y *Brassica rapa*

su captura fue esporádica y no fue registrado en las restantes plantas (figura 1).

En la tabla 4 se resumen los diferentes estados para las especies de trips vectores (adultos y larvas) hallados en cada especie de planta. Los adultos de *F. schultzei* fueron capturados en 16 especies de plantas, los de *F. occidentalis* en todas excepto en *Baccharis* sp. (20 especies) mientras que los de *F. gemina* y *T. tabaci* fueron recolectados en 21 especies de plantas. Respecto de su detección en la etapa larval, *F. gemina* se halló en las flores de 16 plantas, *T. tabaci* en 11, *F. occidentalis* en siete y *F. schultzei* en seis. Larvas de los cuatro vectores en una misma planta solo se encontraron en tres de las 21 especies: *E. plantagineum*, *M. chamomilla* y *Raphanus sativus*. En las flores de tres plantas se hallaron tres especies de vectores mientras que en seis plantas se hallaron dos y solo en dos plantas fueron hallados uno o ninguno de los vectores. En la última columna de la tabla 4 se reflejó la proporción entre la abundancia de larvas/adultos para los trips vectores. En esta se observa que 19 de las 21 especies de plantas relevadas pueden considerarse como hospedantes reproductivos *sensu lato* y de estas, 11 especies como hospedantes reproductivos *sensu stricto*.

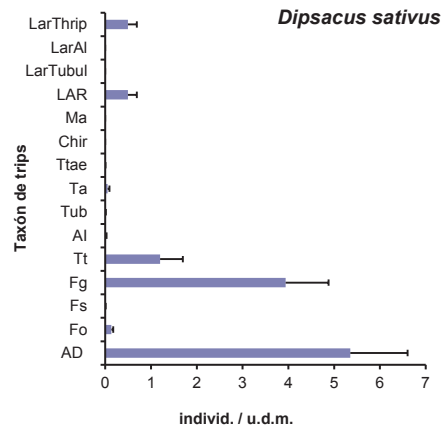
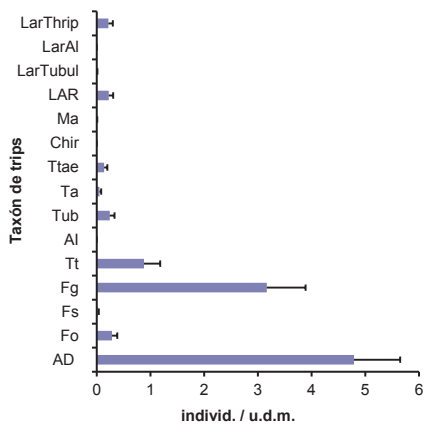
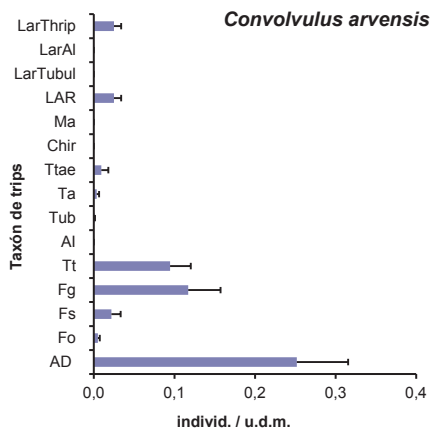
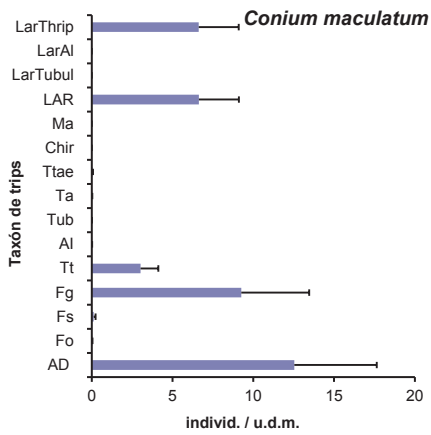
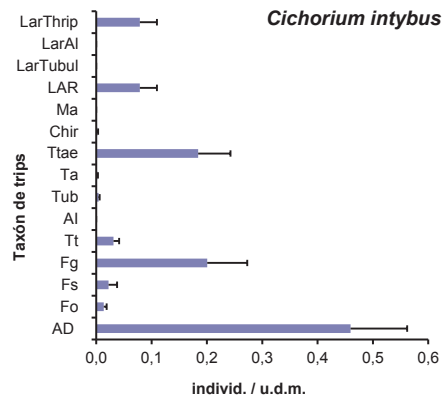
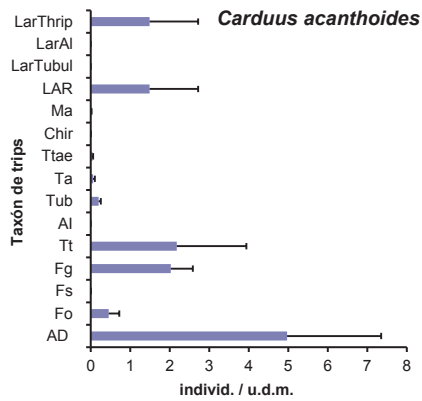
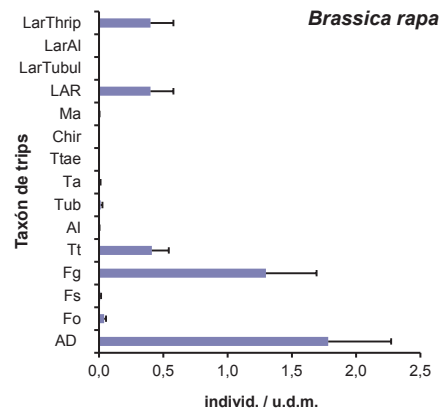
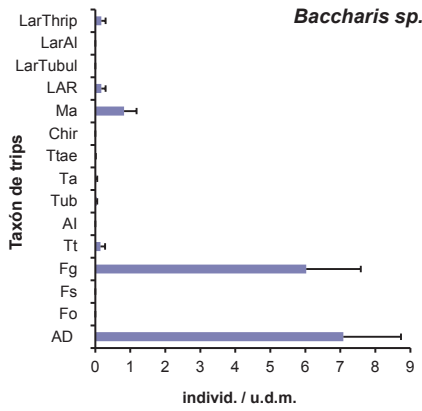
Malezas / Vectores	Fo	Fg	Fs	Tt	L/A
<i>Baccharis</i> sp.		AL		A	< 1
<i>Brassica rapa</i>	AL	AL	A	AL	≥ 1
<i>Carduus acanthoides</i>	AL	AL	A	AL	≥ 1
<i>Cichorium intybus</i>	A	A	A	A	(-)
<i>Cirsium vulgare</i>	A	AL	A	A	< 1
<i>Conium maculatum</i>	A	AL	A	A	≥ 1
<i>Convolvulus arvensis</i>	A	A	AL	A	≥ 1
<i>Dipsacum sativus</i>	A	AL	A	A	< 1
<i>Echium plantagineum</i>	AL	AL	L	AL	≥ 1
<i>Galega officinalis</i>	AL	A	-	AL	≥ 1
<i>Hypochoeris</i> sp.	A	A	A	A	(-)
<i>Lotus tenuis</i>	A	A	AL	AL	≥ 1
<i>Matricaria chamomilla</i>	AL	AL	L	AL	≥ 1
<i>Melilotus albus</i>	A	AL	-	AL	≥ 1
<i>Pascalía glauca</i>	A	AL	A	A	< 1
<i>Picris echinoides</i>	A	AL	A	AL	< 1
<i>Raphanus sativus</i>	AL	AL	AL	AL	≥ 1
<i>Rapistrum rugosum</i>	AL	AL	A	AL	≥ 1
<i>Solidago chilensis</i>	A	AL	AL	A	< 1
<i>Taraxacum officinale</i>	A	AL	A	A	< 1
<i>Trifolium repens</i>	A	AL	A	AL	< 1

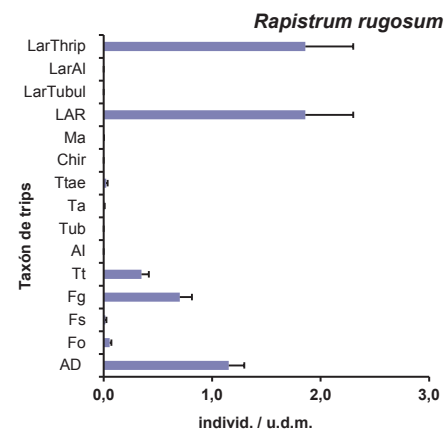
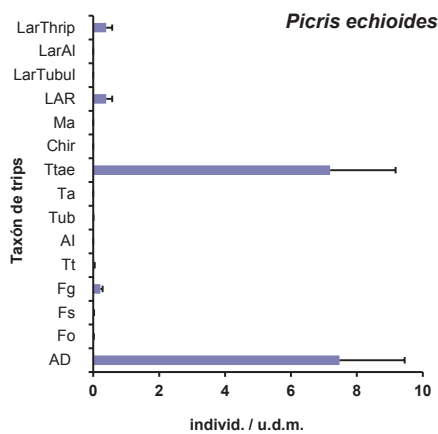
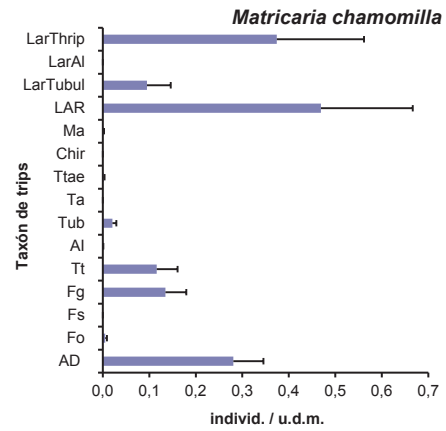
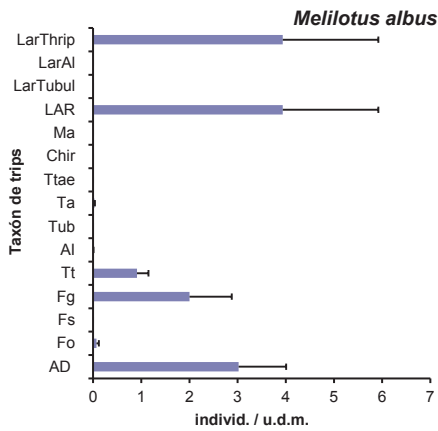
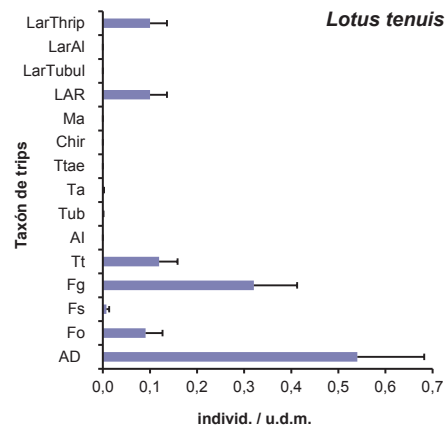
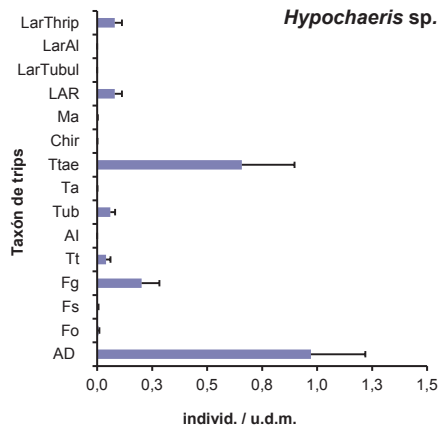
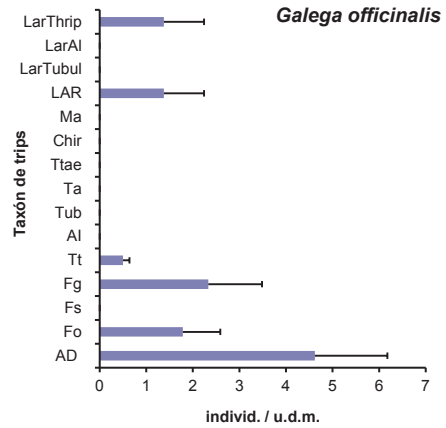
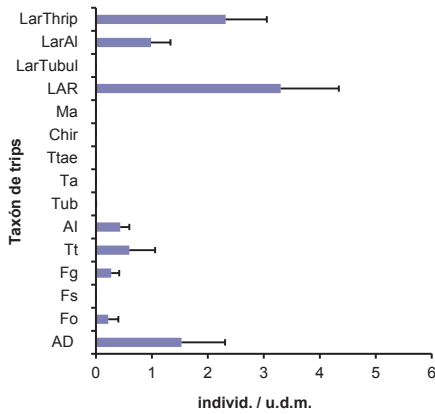
Tabla 4. Síntesis del registro de adultos y larvas de Thripidae vectores en flores de la vegetación espontánea en el cinturón hortícola platense, 2000 – 2003.

Especies de trips vectores: Fo: *Frankliniella occidentalis*; Fg: *Frankliniella gemina*; Fs: *Frankliniella schultzei*; Tt: *Thrips tabaci*

A: detección de adultos, L: detección de larvas

L/A: Proporción: densidad promedio larvas/adultos; (-) no se hallaron larvas de los vectores





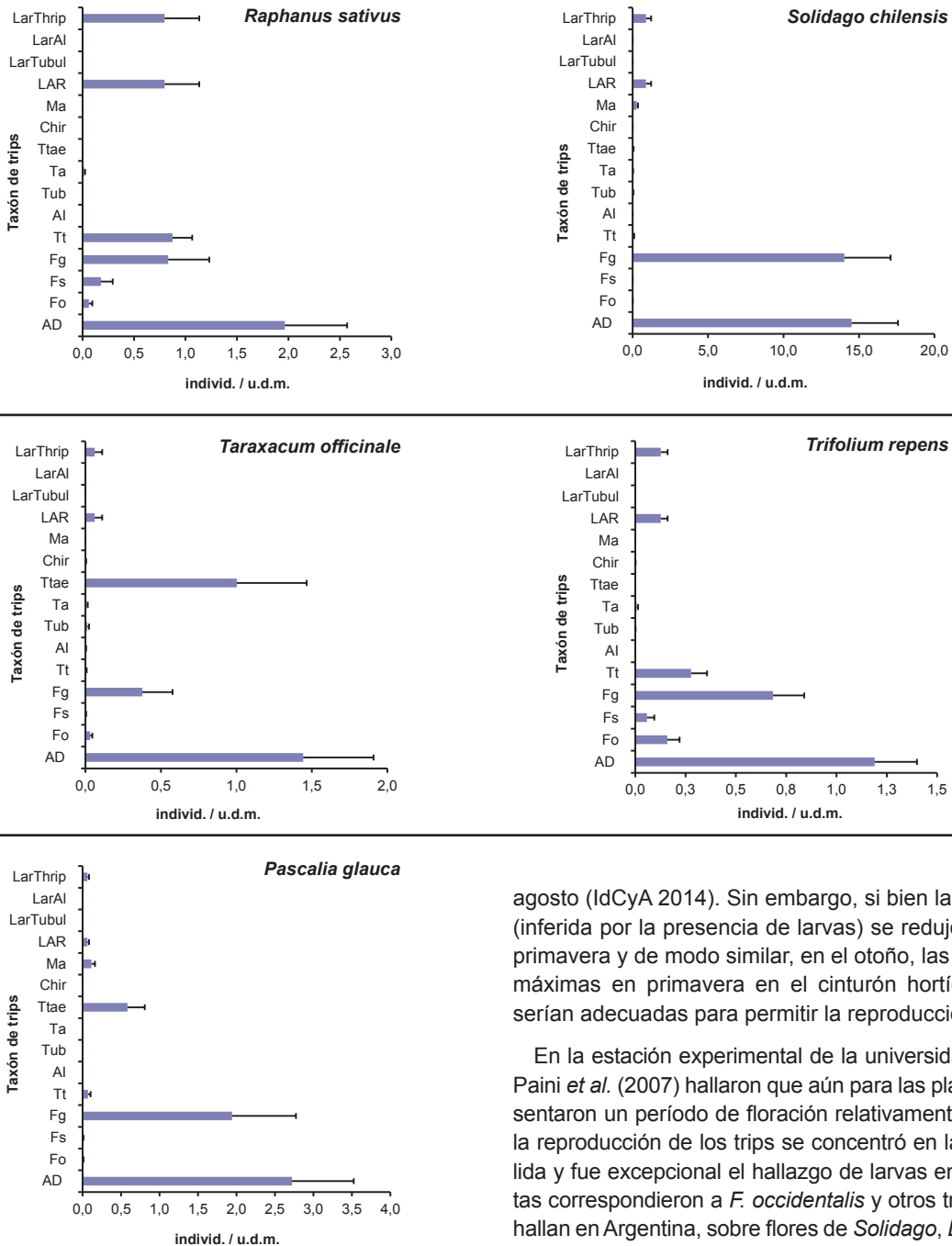


Figura 1. Abundancia promedio de adultos y larvas de trips por especie de planta en el cinturón hortícola platense, 2000-2003. Las barras representan el error estándar.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Dado que la temperatura basal de desarrollo para *Frankliniella occidentalis* se sitúa alrededor de los 10 °C (Bergant y Trdan, 2006), se esperaría que hubiera escasa o nula actividad reproductiva entre mayo y octubre en los sitios de este estudio, ya que los registros históricos (1960-2011) muestran una temperatura mínima media de 6-8 °C para mayo, junio y septiembre y de 4-6 °C para julio y

agosto (IdCyA 2014). Sin embargo, si bien la reproducción (inferida por la presencia de larvas) se redujo en invierno-primavera y de modo similar, en el otoño, las temperaturas máximas en primavera en el cinturón hortícola platense serían adecuadas para permitir la reproducción.

En la estación experimental de la universidad de Florida, Paini *et al.* (2007) hallaron que aún para las plantas que presentaron un período de floración relativamente prolongado, la reproducción de los trips se concentró en la estación cálida y fue excepcional el hallazgo de larvas en el otoño; estas correspondieron a *F. occidentalis* y otros trips que no se hallan en Argentina, sobre flores de *Solidago*, *Lagerstroemia* y *Ambrosia* (Asteraceae). También Stewart *et al.* (1989) y Chellemi *et al.* (1994) encontraron hospedantes reproductivos durante casi todo el año en Florida.

Como en el presente trabajo, Ripa *et al.* (2009) hallaron larvas de *F. occidentalis* durante los meses de abril y mayo en el Valle de Aconcagua (Chile). De Borbón y Cardello (2006) registraron adultos de *F. occidentalis* y larvas de otros Thripidae durante agosto en la provincia de Mendoza. Cho *et al.* (1995) registraron larvas de *Frankliniella* spp. en Carolina del Norte, de las cuales solo las de *F. occidentalis* sobrevivieron hasta la primavera siguiente en la base de plantas de trigo.

Mucho más al sur, en el valle de cultivo de cerezo de los alrededores de Gaiman en Chubut, Rodríguez *et al.* (2012)

hallaron larvas de Thripidae y adultos de *F. occidentalis* en varias especies de la vegetación espontánea durante todo el invierno. Si bien las bajas temperaturas limitan el vuelo y la dispersión de los adultos, a latitudes tan altas como 50° lat. n en Columbia Británica (Canadá), los adultos pueden refugiarse durante el invierno en las flores de las plantas de bajo porte, como *T. officinale* (Pearsall 2000). Por lo tanto, las latitudes altas no serían limitantes para la supervivencia y reproducción de *F. occidentalis*, aun durante la época invernal.

Al menos *F. occidentalis* no presenta diapausa obligada por la temperatura o la cantidad de horas de luz (Ishida *et al.*, 2003). Por lo tanto, y tal como se desprende de los registros obtenidos para el área hortícola platense, los adultos vectores podrían sobrevivir al invierno aun en el exterior del invernadero, manteniendo su actividad alimentaria gracias a las especies de la vegetación espontánea que se hallan en flor, tales como *Brassica rapa*, *Raphanus sativus*, *Rapistrum rugosum*, *Matricaria chamomilla*, *Taraxacum officinale* y *Trifolium repens*. Al respecto, si bien los adultos durante el invierno-primavera se distribuyeron en las flores de varias especies, no fueron hallados en algunas típicas de ciclo invernal en el área, como *Stellaria media* y *Capse-lla bursa-pastoris* y otras especies de floración más tardía, como *Sonchus sp.*, *Bidens pilosa* y *Portulacca oleracea*, registradas en otros países como hospedantes del virus.

La polifagia de las cuatro especies de trips vectores se demostró a través del registro de 16 plantas hospedadoras debido a la presencia de larvas de estas especies. La familia botánica de pertenencia no se relacionó con la presencia de los trips vectores, ya sea en estado adulto, larval o ambos. De modo similar, en Florida (Paini *et al.*, 2007, Northfield *et al.*, 2008, Baez *et al.*, 2011) y en Chile (Ripa *et al.*, 2009) no pudieron relacionar hospedantes reproductivos con patrones de endemismo o familia botánica. Por lo tanto, esta no podría utilizarse para predecir que determinada planta pueda actuar como hospedante verdadera. Sin embargo, Rodríguez *et al.*, (2012) y De Borbón y Cardello (2006) consideran a *Sisymbrium irio* y *Eruca sativa* (ambas Brassicaceae) como hospedantes para *F. occidentalis* en Chubut y Mendoza, respectivamente. Incluso se hallaron algunas coincidencias a nivel de género o entre géneros cercanos. Al respecto, entre los hospedantes reproductivos de *F. occidentalis* y otras especies cogenéricas no presentes en el área platense (*F. australis*) o en nuestro país (*F. tritici*, *F. bispinosa*, *F. fusca*) se han considerado como hospedantes reproductivas a las mismas plantas halladas en este estudio u otras especies pertenecientes a los géneros *Raphanus*, *Brassica* o *Solidago* (Paini *et al.*, 2007, Northfield *et al.*, 2008; Ripa *et al.*, 2009; Baez *et al.*, 2011).

Por lo tanto, de las 40 especies de plantas relevadas, 19 no resultaron hospedantes de alimentación. De las 21 especies restantes, todas serían hospedantes de alimentación para uno, dos, tres o los cuatro trips vectores y 14 plantas (todas menos *Hypochoeris sp.*, *P. echinoides* y *C. intybus*) serían hospedantes de reproducción *sensu lato*. Sin embargo, respecto de la consideración de una planta como hospedante reproductiva *sensu stricto*, solo 11 especies de plantas en las cuales la proporción entre la abun-

dancia registrada para las larvas y adultos es ≥ 1 (última columna en la tabla 4), podrían sustentar poblaciones de, al menos, uno de los cuatro trips vectores presentes en el área platense.

La mayor abundancia relativa de estos trips, reportada por diversos autores, en las flores de plantas perteneciente a los géneros *Solidago*, *Brassica*, *Sisymbrium*, *Raphanus*, *Cardaria*, *Baccharis* o *Conium* podría deberse al mayor tamaño de sus inflorescencias respecto del resto de las plantas. Los adultos utilizan las flores como refugio y sitio de apareamiento, prefiriendo flores que posean cavidades que brinden protección, por lo cual las inflorescencias densas los favorecen, aun en aquellas plantas en donde no se reproducen. Se esperaría por tanto, que una planta con mayor volumen individual posea más sitios y recursos alimenticios. Al respecto, Logarzo *et al.* (2012) concluyeron que para 26 especies de trips pertenecientes a dos subórdenes, 18 géneros y cuatro familias, incluyendo a *F. occidentalis*, el 80% de la variación en la abundancia en sus hospedantes puede explicarse por las diferencias en el volumen de las plantas. Al menos para *F. occidentalis* se demostró que es capaz de diferenciar formas (Mainali y Lim 2011), lo cual podría estar relacionado con la capacidad de distinguir tamaños (o volúmenes).

Por su parte, Pearsall (2000) demostró que la mayor abundancia de trips en una especie de planta respondía al tamaño individual de la inflorescencia y no a la densidad relativa de las plantas en el paisaje. Además *F. occidentalis* prefiere las flores de determinadas plantas en respuesta a señales químicas ya que es fuertemente atraída por las flores con mayor aroma. Existen varios estudios respecto de los compuestos involucrados en la preferencia de ovipostura de este trips (Mainali y Lim 2011 y otros allí citados). Si bien *F. occidentalis* es considerado generalista, las hembras no se orientan indistintamente hacia las plantas, sino que muestran una fuerte preferencia o repelencia, no solo frente a un hospedante preferido, sino aun en su ausencia (Cao *et al.*, 2014). En las pruebas con seis hospedantes cultivados de estos autores, la relación entre la preferencia y el desempeño de la descendencia (desarrollo y supervivencia de los inmaduros) mostraron una correspondencia óptima.

Otro factor para considerar es la respuesta de los trips respecto de las fases florales en cada flor individual, y el resultado de la sucesión de las fases en una inflorescencia de tamaño considerable, como *Brassica*, *Raphanus*, *Rapistrum*, *Melilotus* o *Baccharis*. Tanto los adultos de *F. schultzei* (Milne y Walter, 2000) como los de otras tres especies de *Frankliniella* (Alves-Silva *et al.*, 2013) prefieren flores desde el inicio de la antesis, cuando no están completamente abiertas y aun cuando no tiene polen, como en el clavel cultivado (Carrizo y Klasman, 2001). Esa etapa de máxima atracción se presenta paulatinamente a través de cada una de las unidades que forman una inflorescencia. A su vez, esta apertura escalonada varía entre los ejemplares de la población y en períodos de floración de diversa duración dependiendo de cada especie de planta.

Familia	Especie	NoH	HA	HR
Apiaceae	<i>Conium maculatum</i>		todos	Fg
Asteraceae	<i>Baccharis sp.</i>		Fg, Tt	Fg
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	x		
Asteraceae	<i>Carduus acanthoides</i>		todos	Fo, Fg, Tt
Asteraceae	<i>Centaurea sp.</i>	x		
Asteraceae	<i>Cichorium intybus</i>		todos	
Asteraceae	<i>Cirsium vulgare</i>		todos	Fg
Asteraceae	<i>Cynara cardunculus</i>	x		
Asteraceae	<i>Hypochaeris sp.</i>		todos	
Asteraceae	<i>Matricaria chamomilla</i>		Fo, Fg, Tt	Fo, Fg, Tt
Asteraceae	<i>Pascalía glauca</i>		todos	Fg
Asteraceae	<i>Picris echioides</i>		todos	Fg, Tt
Asteraceae	<i>Solidago chilensis</i>		todos	Fg, Fs
Asteraceae	<i>Sonchus sp.</i>	x		
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i>		todos	Fg
Boraginaceae	<i>Echium plantagineum</i>		Fo, Fg, Tt	todos
Brassicaceae	<i>Brassica rapa</i>		todos	Fo, Fg, Tt
Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	x		
Brassicaceae	<i>Raphanus sativus</i>		todos	todos
Brassicaceae	<i>Rapistrum rugosum</i>		todos	Fo, Fg, Tt
Brassicaceae	<i>Stellaria media</i>	x		
Caprifoliaceae	<i>Dipsacus sativus</i>		todos	Fg
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i>		todos	Fs
Iridaceae	<i>Trifurcia sp.</i>	x		
Lamiaceae	<i>Lamiun amplexicaule</i>	x		
Leguminosae	<i>Galega officinalis</i>		Fo, Fg, Tt	Fo, Tt
Leguminosae	<i>Lotus tenuis</i>		todos	Fs, Tt
Leguminosae	<i>Medicago lupulina</i>	x		
Leguminosae	<i>Medicago polymorpha</i>	x		
Leguminosae	<i>Melilotus albus</i>		Fo, Fg, Tt	Fg, Tt
Leguminosae	<i>Trifolium repens</i>		todos	Fg, Tt
Oxalidaceae	<i>Oxalis sp.</i>	x		
Plantaginaceae	<i>Plantago sp.</i>	x		
Portulacaceae	<i>Portulacca oleracea</i>	x		
Primulaceae	<i>Anagallis sp.</i>	x		
Scrophulariaceae	<i>Veronica sp.</i>	x		
Solanaceae	<i>Solanum sisymbriifolium</i>	x		
Solanaceae	<i>Jaborosa sp.</i>	x		
Verbenaceae	<i>Phyla nodiflora</i>	x		
Verbenaceae	<i>Verbena sp.</i>	x		

Tabla 5. Conclusiones: listado de plantas y categoría como hospedantes de Thripidae vectores en el cinturón hortícola platense, 2000 a 2003.

Referencias: NoH: no hospedantes; HA: hospedante de alimentación; HR: hospedante reproductiva

Especies de trips vectores: Fo: *Frankliniella occidentalis*; Fg: *Frankliniella gemina*; Fs: *Frankliniella schultzei*; Tt: *Thrips tabaci*

En conclusión, las 40 especies de plantas relevadas en el cinturón hortícola platense se clasificaron en una de las tres siguientes categorías: no hospedantes (NoH), hospedantes de alimentación (HA), hospedantes reproductivas (HR), ya sea *sensu lato* o *sensu stricto*, respecto de una, dos, tres o las cuatro especies de Thripidae vectores (tabla 5). La presencia de las verdaderas hospedantes reproductivas, no solo ofrece sitios de refugio y de alimentación durante todo el año y asegura la supervivencia de los trips hasta la siguiente temporada de siembra y las reinfestaciones durante la estación cálida, sino que también aseguran la reproducción de los trips vectores posteriormente a la finalización del cultivo.

AGRADECIMIENTOS

A María Elena Manna y Marisa Regonat del Departamento de Acarología y Entomología, Dirección de Laboratorio Vegetal (SENASA), por autorizar el uso del instrumental para la determinación en la fase larvaria. Este trabajo fue parcialmente financiado por los I.F.S. (Grantees, 5/2000) y G.W.I.S. (Vessa Notchev Fellowships, 7/2003).

BIBLIOGRAFÍA

- ALVES-SILVA, E.; MARUYAMA, P.K.; CAVALLIERI, A.; DEL-CLARO, K. 2013. Flower stage and host plant preference by floral herbivore thrips (Insecta: Thysanoptera: *Frankliniella*) in a Brazilian savanna. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 48: 25-31.
- BAEZ, I.; REITZ, S.R.; FUNDERBURK, J.E.; OLSON, S.M. 2011. Variation within and between *Frankliniella* thrips species in host plant utilization. *J. Insect Sci.* 11: 41.
- BERGANT, K.; TRDAN, S. 2006. How reliable are thermal constants for insect development when estimated from laboratory experiments? *Entomol. Experim. Appl.* 120: 251-256.
- CABRERA, A.L.; ZARDINI, E.M. 1978. Manual de la flora de la Provincia de Buenos Aires. Acme, Buenos Aires.
- CAO, Y.; ZHI, J.; CONG, C.; MARGOLIES, D.C. 2014. Olfactory cues used in host selection by *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) in relation to host suitability. *J. Insect Behav.* 27: 41-56.
- CARRIZO, P. 1996. Especies de trips (Insecta: Thysanoptera) presentes en flores de malezas en el área hortícola de La Plata (provincia de Buenos Aires, Argentina). *Rev. Chilena de Entomología* 23: 89-95.
- CARRIZO, P. 1998. Hospederas naturales para trips vectores de peste negra: propuesta de calificación de riesgo. *Bol. San. Veg., Plagas, España.* 24 (1): 155-166.
- CARRIZO, P.; KLASMAN, R. 2001. Infestación por *Frankliniella occidentalis* a través del proceso de apertura floral, en dos variedades de clavel para corte *Dianthus carioophyllus*. *Bol. San. Veg., Plagas* 27: 185-191.
- CARRIZO, P.; BENITEZ, D. 2002. *Frankliniella occidentalis*. Captura con trampas adhesivas amarillas. *Rev. Fac. Agr. Cuyo* 35: 87-91.
- CARRIZO, P. 2002. Establishing a weed host ranking for thrips vectors of tospovirus in La Plata horticultural belt of Buenos Aires, Argentina. Thrips and tospoviruses: Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera. Section VII: Control Strategies: 239-248.
- CHELLEMI, D.; FUNDERBURK, J.; HALL, D. 1994. Seasonal abundance of flower-inhabiting *Frankliniella* species on wild plant species. *Environ. Entomol.* 23: 337-42.
- CHO, J.J.; MAU, R.F.L.; GERMAN, T.L.; HARTMAN, R.W.; YU-DIN, L.S.; GONSALVES, D.; PROVIDENTI, R. 1989. A multidisciplinary approach to management of tomato spotted wilt virus in Hawaii. *Plant Dis.* 73: 375-83.
- CHO, K.; ECKEL, C.S.; WALGENBACH, J.F.; KENNEDY. 1995. Overwintering of thrips in North Carolina. *Environmental entomology* 24: 58-67.
- DAL BÓ, E. 2011. Detección de virus transmitidos por trips: el caso particular de Argentina. *Métodos en Ecología y Sistemática* 6: 27-32.
- DAL BÓ, E.; RONCO, L.; ALIPPI, A.; FERNÁNDEZ, R. 1995. TSWV on Chrysanthemum in Argentina. *Plant Disease* 79: 538.
- DE BORBÓN, C.M. 2007. Clave para la identificación del segundo estadio larval de algunos trips comunes (Thysanoptera: Thripidae) en Mendoza, Argentina. *Rev. FCA UN Cuyo* 34: 69-81.
- DE BORBÓN, C.M. 2009. Tres nuevas citas de trips (Thysanoptera: Thripidae) para la Argentina y clave de los géneros de la familia Thripidae presentes en el país. *Rev. FCA UN Cuyo.* 36: 93-104.
- DE BORBÓN, C.M. 2013. Especies del género *Frankliniella* (Thysanoptera: Thripidae) registradas en la Argentina, una actualización. *Rev. FCA UN Cuyo* 45: 259-284.
- DE BORBÓN, C.M.; CARDELLO, F. 2006. Daños en brotes de duraznero asociado a trips y su relación con las malezas. *RIA*, 35 (3): 65-81.
- DE BORBÓN, C.M.; GRACIA, O.; PICCOLO, R. 2006. Relationships between tospovirus incidence and thrips populations on tomato in Mendoza, Argentina. *J. Phytopathology* 15: 93-99.
- DE SANTIS, L. 1995. La presencia en la República Argentina del trips californiano de las flores. *Acad. Nac. Agr. y Vet.* 49: 3-18.
- INSTITUTO DE CLIMA Y AGUA, INTA. 2014. Isotermas. Registros históricos. Período 1960-2011. (Disponible: climayagua.inta.gov.ar/estadísticas_temperaturas_mínimas_verificado_01_de_octubre_de_2013).
- ISHIDA, H.; MURAI, T.; SONODA, S.; YOSHIDA, H.; IZUMI, Y.; TSUMUKI, H. 2003. Effects of temperature and photoperiod on development and oviposition of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). *Appl. Entomol. Zool.* 38: 65-68.
- KUCHARCZYK, H. 2010. Comparative morphology of the second larval instar of the Thrips species (Thysanoptera: Thripidae) occurring in Poland. *Mantis publ. Co. Ed. A.S. Jadrniszczak. Lublind, Polonia.*
- LOGARZO, G.; ZAMAR, M.I.; RICHMAN, D.; BRUZZONE, O. 2012. Structure and composition of a thrips community in the Chihuahu desert, New Mexico, U.S. *Florida Entomologist* 95: 35-42.
- MAINALI, B.P.; LIM, U.T. 2011. Behavioral response of western flower thrips to visual and olfactory cues. *J. Insect Behav.* 24: 436-46.
- MILNE, M.; WALTER, G.H. 2000. Feeding and breeding across host plants within a locality by the widespread thrips, *Frankliniella schultzei*. *Divers. & Distrib.* 6: 243-57.
- MORITZ, G.; KUMM, S.; MOUND, L. 2004. Tospovirus transmission depends on thrips ontogeny. *Virus Research* 100: 143-149.
- MOUND, L. 2013. Homologies and host-plant specificity: recurrent problems in the study of thrips. *Florida Entomologist* 96: 318-322.
- MOUND, L.; MARULLO, R. 1996. The thrips of Central and South America. An Introduction (Insecta: Thysanoptera). *Memoirs on Entomol., Internat. v6. Assoc. Publ. Fla. EUA.*

- NAKAHARA, S. 1994. The genus *Thrips* Linnaeus (Thysanoptera: Thripidae) of the New World. USDA Technical Bulletin N.º 1822.
- NORTHFIELD, T.D.; PAINI, D.R.; FUNDERBURK, J.E.; REITZ, S.R. 2008. Annual cycles of *Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Thripidae) thrips abundance on north Florida uncultivated reproductive hosts: Predicting possible sources of pest outbreaks. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 101: 769-778.
- PAINI, D.R.; FUNDERBURK, J.E.; JACKSON, C.T.; REITZ, S.R. 2007. Reproduction of four thrips species (Thysanoptera: Thripidae) on uncultivated hosts. *J. Entomol. Sci.* 42: 610-615.
- PEARSALL, I.A. 2000. Flower preference behaviour of western flower thrips in the Similkameen Valley, British Columbia, Canada. *Entomol. Exper. et Appl.* 95: 303-313.
- RILEY, D.G.; JOSEPH, S.V.; SRINIVASAN, R.; DIFFIE, S. 2011. Thrips vectors of Tosspoviruses. *J. Integ. Pest Manag.* 1: 1-10.
- RIPA, R.; FUNDERBURK, J.; RODRÍGUEZ, F.; ESPINOZA, F.; MOUND, L. 2009. Population abundance of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) and natural enemies on plant hosts in Central Chile. *Environ. Entomol.* 38: 334-344.
- RODRIGUEZ, J.; NEIRA, P.; CARRIZO, P. 2012. Variación estacional de los Thripidae en los montes de cerezo y la vegetación asociada al cultivo en el Valle Inferior del Río Chubut, Argentina. *RIA* 38: 46-54.
- SPEYER, E.W.; PARR, J. 1941. The external structure of some thysanopterous larvae. *Trans. R. Entomol. Soc. Lond.* 91: 559-635.
- STEWARTT, J.W.; COLE, C.; LUMMUS, P. 1989. Winter survey on Thrips (Thysanoptera: Thripidae) from certain suspected and confirmed hosts of tomato spotted wilt virus in South Texas. *J. Entomol. Sci.* 4: 392-401.

Análisis de la consanguinidad de la población de bovinos Holando inscriptos en el sistema de Control Lechero Oficial de la República Argentina

ANDERE, C.I.¹; RUBIO, N.¹; RODRIGUEZ, E.¹; AGUILAR, I.²; CASANOVA, D.¹

RESUMEN

Valores crecientes de consanguinidad pueden reducir la fertilidad, salud y productividad de los bovinos lecheros. El objetivo fue estimar el coeficiente de consanguinidad de la población de bovinos Holando Argentino con registro genealógico en la base de datos de la Asociación Criadores de Holando Argentino. La población en estudio comprendió 422.563 animales con ancestros conocidos, origen argentino y nacidos entre los años 1990 y 2009, referente a la genealogía de hembras de Registro de Crías (grado) y Registro de Pedigrí del Sistema Nacional de Control Lechero Oficial. Los coeficientes de consanguinidad fueron obtenidos mediante la implementación de un algoritmo recursivo modificado que considera la consanguinidad de padres desconocidos. La consanguinidad promedio para los 422.563 animales fue 3,38%. La tendencia del coeficiente de consanguinidad, por año de nacimiento de los animales, para la población fue 0,13%. Se observó que el valor para las hembras de Registro de Pedigrí (n=22.174) fue del 4%; el estimado para las 394.239 hembras del Registro de Crías fue del 3,3%. En los 6.150 machos el coeficiente de consanguinidad promedio calculado fue de 3,9%. La consanguinidad promedio para las hembras de la población Holando Argentino fue menor a la observada en poblaciones Holstein de otros países con lechería de relevancia. Sin embargo, debido a su tendencia positiva se sugiere considerar estrategias para controlar su incremento y así mantener una variación genética adecuada en las características de importancia económica.

Palabras clave: consanguinidad; bovinos de leche; genealogía.

ABSTRACT

Increasing values of inbreeding can reduce fertility, health and productivity of dairy cattle. The objective of this study was to estimate the inbreeding coefficient of the population of registered Argentine Holstein dairy cattle with genealogical records in the Argentine Holstein Breeders Association database. The population comprised 422563 animals with known ancestors, from Argentine origin, and born between 1990 and 2009 corresponding to the genealogy of females from Offspring Registration (grade) and Pedigree Registration listed in the National Official Milk Control System with genetic values for the characteristics milk kg, fat kg, protein kg. Inbreeding coefficients were obtained by implementing a modified recursive algorithm which considers the consanguinity of unknown parents. The average inbreeding for the 422563 animals was 3.38%. The trend of

¹Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires Paraje Arroyo Seco s/n Tandil, CP 7000, Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: candere@vet.unicen.edu.ar

²Facultad 2 INIA Las Brujas – Ruta 48 Km 10 - Canelones, Rincón del Colorado, Uruguay.

inbreeding coefficient by year of birth of the animals for the entire population was 0.13%. When analyzing the average inbreeding according to type of animal registration, it was observed that the value for the females from Pedigree Registry ($n = 22174$) was 4%, and 3.3% the estimated for the 394239 females from the Offsprings Registry. With regard to males ($n = 6150$, Pedigree Registry) the estimated average inbreeding coefficient was 3.9%. The average inbreeding for the Argentine Holstein female population was lower than that observed in Holstein populations from countries with a dairy activity of relevance. However, due to the positive trend it is suggested to consider strategies to control its growth and maintain genetic variability in the traits of economic importance.

Keywords: inbreeding; dairy cattle; genealogy.

INTRODUCCIÓN

Los programas de mejora genética tradicionales, implementados en bovinos de leche en los últimos 50 años, han permitido generar un importante progreso sobre todo para caracteres productivos. La implementación de prueba de reproductores, evaluaciones genéticas nacionales e internacionales y las continuas mejoras en los métodos y modelos han sido clave para la toma de decisiones en la selección de reproductores, llevando a un incremento del nivel genético de una generación a la siguiente de manera sostenida. Los modernos programas de selección genética identifican a las familias de animales con un potencial genético superior, y mediante tecnologías reproductivas se distribuyen esos genotipos en la población. Los objetivos de la cría en ganado lechero son similares en países de todo el mundo en general, pero las condiciones ambientales y de manejo pueden variar, dando lugar a ligeramente diferentes presiones de selección aplicados a una determinada característica.

En el proceso de selección genética, algunos de los animales superiores están genéticamente emparentados dado que provienen de las mismas familias de toros, reduciéndose de esta manera la variabilidad genética de la población y dando origen a individuos consanguíneos (Neira, 1985).

La depresión endogámica, según Falconer y Mackay (1996), como reducción en el rendimiento de la media fenotípica asociada con animales endogámicos puede causar importantes pérdidas económicas para los productores lecheros (Smith *et al.*, 1998; Croquet *et al.*, 2006); y ha sido asociada a disminuciones en la producción de leche y de grasa, como así también a incrementos en las tasas de mortalidad. Por lo tanto, los programas de mejoramiento genético deberían tener en cuenta los niveles de consanguinidad.

Existe un consenso general en que la endogamia afecta negativamente a la producción de leche (Hermas *et al.*, 1987; Miglior *et al.*, 1995; Falconer y Mackay, 1996; Smith *et al.*, 1998; Weigel, 2006), la fertilidad (Smith *et al.*, 1998; Thompson *et al.*, 2000a) y la supervivencia (Smith *et al.*, 1998; Thompson *et al.*, 2000a; Sewalem *et al.*, 2006). En Holstein los efectos sobre la producción de leche oscilaron desde -47 kg (entre 6,25% y 12,5% de consanguinidad)

hasta -161 kg (entre 12,5% y 25% de consanguinidad) en lactancias a 305 días (Mc Parland *et al.*, 2007).

Thompson *et al.* (2000b) evaluaron los efectos de la consanguinidad en vacas Holstein, reportando pérdidas de producción de 35 kg de leche por lactancia cuando la consanguinidad fue de 1% y de 55 kg cuando la consanguinidad estuvo entre 7 a 10%. Las pérdidas de producción de grasa y proteína fueron proporcionales a las pérdidas en producción de leche.

Wiggans *et al.* (1995) indicaron que la depresión endogámica fue similar para los caracteres de producción en las distintas razas lecheras de Estados Unidos, donde para la raza Holstein observaron una disminución de 29,6 kg de leche, 1,08 kg de grasa y 0,97 kg de proteína por lactancia por cada punto porcentual de aumento de consanguinidad.

Con respecto al incremento anual de consanguinidad en rodeos Holstein Irlandés, Mc Parland *et al.* (2007) reportaron una tasa de aumento de 0,10% entre 1994 y 2004.

La relevancia de disponer de genealogías completas para estimar la consanguinidad fue estudiada por Cassell *et al.* (2003) quienes compararon el coeficiente de consanguinidad utilizando genealogía completa con un método que utiliza promedios de relaciones de parentesco para antepasados faltantes en poblaciones Holstein de rodeo general (de grado). La endogamia y su desviación estándar aumentó al disponer más información, de $0,04 \pm 0,84$ a $1,65 \pm 2,05$ y $2,06 \pm 2,22$ para Holstein de grado con <31%, 31 a 70%, y 71 a 100% de genealogías completas de cinco generaciones. El método que utiliza el promedio de relaciones de los antepasados faltantes fue de $2,75 \pm 1,06$, $3,10 \pm 2,21$ y $2,89 \pm 2,37$ para los mismos grupos. Los pedigrís de los animales de grado están con frecuencia incompletos y pueden producir estimaciones erróneas de la depresión endogámica que no se solucionarían mediante la inserción promedio de relaciones de parentesco para antepasados faltantes.

Van Doormaal (2008) indicó que los valores de consanguinidad estimados están en función de lo completa que sea la información genealógica utilizada en su cálculo y que estos no se pueden controlar si las genealogías no están completas o si no son precisas. Los coeficientes

de consanguinidad calculados pueden subestimarla si se disponen de datos genealógicos deficientes mientras que con información genealógica de calidad la consanguinidad puede controlarse mediante la utilización de programas informáticos que acompañan el proceso de selección (Weigel, 2006). Así, Weigel (2001) (citado por Caraviello, 2004) observó en la raza Holstein de Estados Unidos que la consanguinidad promedio en rodeos lecheros comerciales fue de 4,9% (5,1% en apareamientos aleatorios y 3,3% utilizando programas computacionales especialmente diseñados para controlar la consanguinidad utilizando los apareamientos con mínimos parentesco) y considera que la falta de información genealógica es una limitante para evitar la consanguinidad.

El reciente desarrollo de tecnologías moleculares y estudios del genoma han permitido el cálculo de los coeficientes de consanguinidad individuales a partir de datos moleculares. Entre los muchos métodos propuestos, un método muy simple y directo parece ser el método de corridas de homocigosis (ROH); longitud continua de *loci* homocigotos correspondiente a la transmisión de haplotipos de padres a hijos.

Por un lado, en la actualidad un estudio realizado por Pryce *et al.* (2014) muestra que diferentes tecnologías permiten estimar la consanguinidad a partir de genealogías partir de genealogías incompletas. Comparando el efecto del genoma y la ubicación específica de tramos de homocigotos (ROH) para fertilidad y características de producción de leche en 8.853 vacas Holstein y 4.138 Jersey, fue detectado un aumento del 1% en la endogamia, basada tanto en pedigrí como en datos genómicos, asociado con una disminución en la producción de leche, grasa y proteína de 0,4 a 0,6% de la media fenotípica, y un aumento en el intervalo entre partos de 0,02 a 0,05% de la media fenotípica.

La contribución óptima es otro método para controlar la consanguinidad. Fue estudiada por Weigel y Lin, (2002), Meuwissen, (1997), Grundy *et al.* (1998), Meuwissen y Sonesson (1998), Grundy *et al.* (2000) y Sonesson *et al.* (2000). El mérito genético medio es maximizado sujeto a restricciones en el parentesco promedio del grupo.

Por otro lado, Weigel y Lin (2002) reportaron que el control a largo plazo también depende de la correcta selección de toros jóvenes que ingresan en las pruebas de progenie. La progenie de toros jóvenes tiene consistentemente mayor nivel de consanguinidad que la de toros más viejos (Abdallah y McDaniel, 2002). La diferencia en edad de toros estará ciertamente reflejada en el mérito genético, favoreciéndose así la elección de toros jóvenes, con el riesgo de aumentar la consanguinidad en la población.

De todas maneras, la mejor forma de controlar el nivel de consanguinidad es mediante su conocimiento en la población bajo estudio, equilibrando los beneficios del progreso genético con los efectos no deseables de la depresión endogámica, tanto a corto como a largo plazo.

En consecuencia el objetivo planteado para este trabajo fue estimar los coeficientes de consanguinidad de la población de bovinos de leche Holando Argentino con registro en

la base de datos de la Asociación Criadores de Holando Argentino, correspondiente a la genealogía de hembras con valores genéticos de producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información analizada provino de la base de datos de la Asociación Criadores de Holando Argentino que integra información de producción y reproducción del Sistema Nacional de Control Lechero Oficial, de morfología del Programa de Calificaciones Morfológicas, y de genealogía del Registro de Crías (grado) y Registro de Pedigrí de la raza.

De acuerdo a la distribución de frecuencias de animales con genealogía conocida, fueron utilizados los animales nacidos entre 1990 y 2009, origen argentino, con valores genéticos para las características kg de leche, kg de grasa y kg de proteína, resultó un total de 422.563 animales (22.174 hembras de Registro de Pedigrí, 394.239 hembras del Registro de Crías y 6.150 machos).

Para la determinación del coeficiente de consanguinidad de los animales se utilizó el programa INBUPGF90 (Aguilar y Misztal, 2006), que calcula los coeficientes de consanguinidad utilizando un algoritmo recursivo asumiendo la endogamia distinta de cero para los padres desconocidos, como es presentado por Aguilar y Misztal (2008).

Para evaluar el comportamiento de los niveles de consanguinidad en función de los años se realizó un análisis de regresión, estimando los parámetros. Las comparaciones entre pendientes se basaron en la estimación del intervalo de confianza del 95%. Para el análisis se utilizó el procedimiento PROC REG de SAS v9.3 (SAS, Institute Inc, Cary, NC, EUA).

RESULTADOS

La consanguinidad promedio de la población analizada (422.563 animales) fue de 3,38%. En la tabla 1 se presenta la distribución de los animales según porcentaje de consanguinidad. Un porcentaje elevado de la población (95,39%) presentó un valor de consanguinidad menor a 6,25%. El 12,8% de los machos tienen valores de consanguinidad superiores al 6,25% mientras que en las hembras solo fue del 4,4%.

La figura 1 muestra el comportamiento de los valores medios de consanguinidad en función del año de nacimiento para el total de la población estudiada y los distintos grupos que la conforman. En hembras y machos del Registro de Pedigrí, los niveles de consanguinidad fueron ligeramente superiores (con promedios generales de 4% y 3,9% respectivamente) con respecto a la población total (3,4%), y con una pendiente mayor ($\beta=0,1860$ y $0,1879$, respectivamente). Observando los intervalos de confianza del 95% (tabla 2), las pendientes en los animales de pedigrí difieren de las hembras del Registro de Crías, indicando que la tasa de aumento de consanguinidad es mayor en los animales de pedigrí que en las vacas del rodeo general (RC).

Consanguinidad (%)	Población total		Hembras		Machos	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
≤ 6.25	403072	95.39	397711	95.51	5361	87.17
6.25 - 12	17870	4.23	17137	4.12	733	11.92
12-25	766	0.18	713	0.17	53	0.86
³ 25	855	0.2	852	0.2	3	0.05
Total	422563		416413		6150	

Tabla 1. Frecuencia de animales según porcentaje de consanguinidad para la población.

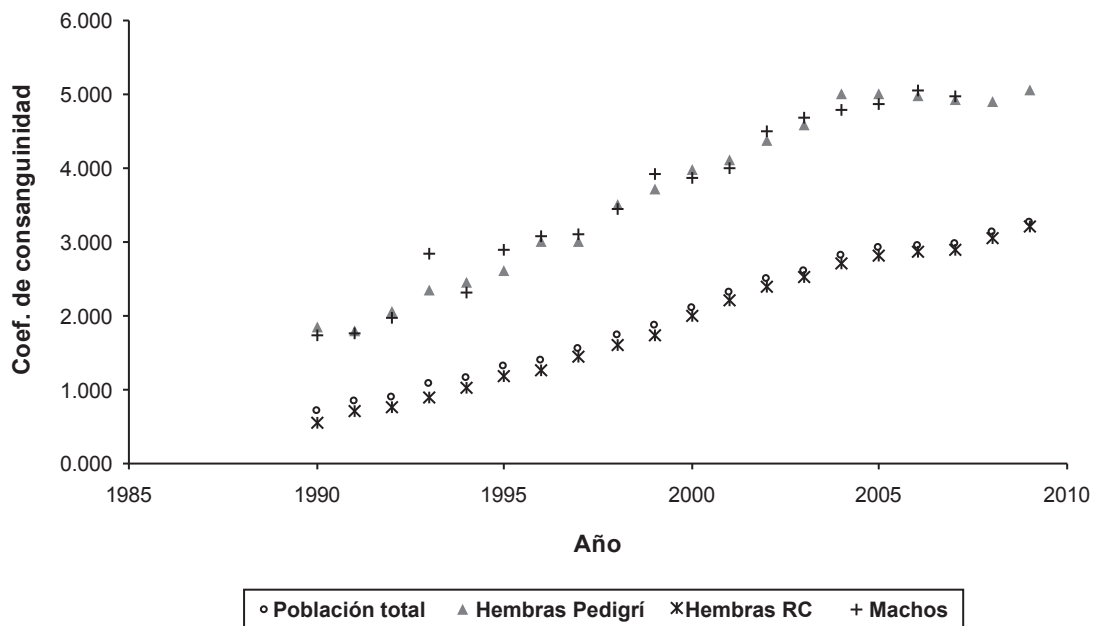


Figura 1. Promedio de consanguinidad en los distintos años para los diferentes grupos de animales que conforman la población.

Grupo de animales	b	e.e.	LI95%	LS95%	R ²
Población total	0.13362	0.00446	0.12425	0.14298	0.9804
Hembras Registro Crías	0.13409	0.00499	0.12361	0.14456	0.9757
Hembras Pedigrí	0.18604	0.00615	0.17312	0.19896	0.9807
Machos Pedigrí	0.18792	0.00576	0.1757	0.20013	0.9852

Tabla 2. Pendiente estimada (b) del coeficiente de consanguinidad en función de los años para los distintos grupos de animales que conforman la población con valores genéticos de producción.

DISCUSIÓN

Es sabido que en razas con poblaciones pequeñas uno de los problemas más importantes es el aumento del coeficiente de endogamia, que atenta con una reducción en la diversidad genética y la depresión endogámica.

La consanguinidad no se puede controlar si no se cuenta con registros exactos y confiables de los animales. Con la identificación precisa del animal, un programa de apareamiento puede ofrecer la solución para manejar adecuadamente los niveles de consanguinidad aceptados.

En Argentina, no han sido informados valores de consanguinidad para ganado lechero. Sin embargo, fueron publicados resultados para ganado de carne. De este modo, Cantet (2008) cuantificó el nivel de consanguinidad de 48 padres de toros Brangus nacidos entre 1971 y 1998, 36 nacidos en Argentina y 12 en EE. UU. obteniendo como resultado un solo toro argentino que alcanzó una consanguinidad de 6,25%, y los 35 restantes no consanguíneos.

Los promedios e incrementos de consanguinidad observados en los análisis de distribución y tendencia del presente trabajo fueron similares a los publicados por distintos autores para otras poblaciones de bovinos. Así, Ruíz Flores *et al.* (2006) indicaron una tendencia anual de la consanguinidad de la raza Suizo Europeo de 0,06% entre 1983 a 2002, menor a la observada en este trabajo de 0,134% por año para la población completa.

Hansen (2000) para la raza Holstein en Estados Unidos observó un aumento de la consanguinidad de 2,7%, en 1970, a 6,8% en el 2000. Algunos autores, ante el incremento en la consanguinidad en Holstein EE. UU. del 1,1% a 4,2% entre 1970 a 1998, advirtieron sobre la necesidad de reducir el nivel de parentesco de los toros para utilizar (Thompson *et al.*, 2000b). En este estudio se observó un aumento en la consanguinidad promedio para 1990 y 2009 de 2,19% y 4,66%, respectivamente.

Información obtenida del ganado de leche danés para el 2003 indicó valores promedios de consanguinidad de 3,9%, 3,4%, y 1,4% para Holstein, Jersey y Roja Danesa, respectivamente haciendo hincapié en que los resultados de ese estudio indican la necesidad del control de la endogamia en el futuro (Sorensen *et al.*, 2005).

Los valores de consanguinidad en la población Holando Argentino, inferiores respecto a la reportada por otros países para el 2007 (machos: 5,64%) y 2009 (población total: 4,66%; hembras de Registro de Pedigrí: 5,63%; hembras del Registro de Crías: 4,63%), pueden deberse a la gran diversidad de material genético que se importa al país, en donde aproximadamente el 56% del semen proviene de EE. UU., 30% del país, 13% de Canadá y el 1% restante de países como Nueva Zelanda y Holanda (Casanova *et al.*, 2004); incorporándose en los últimos años Alemania, Gran Bretaña, Italia y España (Área técnica de ACHA). Finalmente, también puede deberse a la falta de implementación de programas de selección.

Posteriormente, Van Doormaal (2016) indicó que los niveles de consanguinidad promedio para el año 2015 en las razas lecheras de Canadá eran variados, para Ayrshire de 6,22%, para Holstein de 7,10% y Jersey de 6,26%.

Miglior y Burnside (1995) observaron en la población Holstein de Canadá, entre los años 1976 a 1990, que más del 90% de los animales estudiados se concentraba por debajo de 6,25% de consanguinidad. En un estudio realizado en Chile fueron analizadas 157 vacas pedigrí registradas de un rebaño lechero doble propósito Overo Colorado del año 2001 el que arrojó que solo un 15,3% presentó algún nivel de consanguinidad superior a los niveles acep-

tados por la bibliografía internacional (Mujica *et al.*, 2012). En Brasil fue estimada un coeficiente de consanguinidad de 2,82% para ganado de leche Gyr, que incluía lactancias de 1960 a 2004 (Filho *et al.*, 2015). Thompson *et al.* (2000b) en Estados Unidos estimaron que más del 92% de las vacas mostró un nivel de endogamia menor al 6% mientras que para Argentina este estudio reflejó que más del 95% no alcanzaba ese porcentaje. En el estudio de Thompson *et al.* (2000b) el nivel de 6% fue utilizado para las comparaciones, debido a que en general un nivel de endogamia 6,25% es el resultado del apareamiento de un abuelo y su nieta, y muchos programas de selección a través de la inseminación artificial restringen a este nivel de endogamia. Del mismo modo, Hansen (2006) indicó que debería encontrarse por debajo del valor crítico de 6,25% de consanguinidad.

Es sabido que las corridas de homocigosis (ROH) han sido introducidas recientemente para el análisis de endogamia en diversos países y si bien este enfoque es más fiable que el cálculo a partir de datos de pedigrí, la falta de normas universales sobre la definición e identificación de ROH introduce un sesgo grave para tener en cuenta. El próximo paso sería investigar la inclusión de este método para complementar futuras estimaciones para la población nacional.

CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos puede concluirse que los animales de pedigrí presentan una tendencia anual superior al valor de las hembras de registro de cría siendo esta diferencia en promedio de una unidad porcentual.

La consanguinidad promedio actual de la población Holando Argentino (3,38%) es menor a la observada en poblaciones Holstein de otros países con lechería de relevancia, sin embargo, debido a su tendencia positiva se sugiere considerar estrategias para controlar su incremento y así mantener una variación genética adecuada en las características de importancia económica.

BIBLIOGRAFÍA

- ABDALLAH, J.M.; MCDANIEL, B.T. 2002. Proven and young Holstein bulls compared for daughter yields, productive life, somatic cell score, and inbreeding. *J. Dairy Sci* 85, 665-669.
- AGUILAR, I.; MISZTAL, I. 2006. INBUPGF90. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Uruguay. University of Georgia, US.
- AGUILAR, I.; MISZTAL, I. 2008. Technical Note: Recursive Algorithm for Inbreeding Coefficients Assuming Nonzero Inbreeding of Unknown Parents. *American Dairy Science Association. J. Dairy Sci* 91, 1669-1672.
- CANTET, R.J.C. 2008. Consanguinidad y relación media de parentesco en los padres de toros Brangus. 31.º Congreso Argentino de Producción Animal. 15 al 17 de octubre de 2008. *Revista Argentina de Producción Animal*, 28: 1, 118-119.
- CARAVIELLO, D.Z. 2004. Inbreeding in dairy cattle. *The Babcock Institute*, 1-8.
- CASANOVA, D.; ANDERE, C.I.; RODRÍGUEZ, E.M.; BERGONZELLI, P. 2004. Argentine Genetic Evaluation. *Results of Bull*

- Performance. Performance Recording of Animals: State of the Art 2004. Proceedings of the 34th Annual ICAR Conference. Tunes. pp.185-193. (<http://dx.doi.org/10.3920/978-90-8686-536-9>).
- CASELL, B.G.; ADAMEC, V.; PEARSON, R.E. 2003. Effect of incomplete pedigrees on estimates of inbreeding and inbreeding depression for days to first service and summit milk yield in Holsteins and Jerseys. *J. Dairy Sci* 86, 2967-2976.
- CROQUET, C.; MAYERES, P.; GILLON, A.; VANDERICK, S.; GENGLER, N. 2006. Inbreeding depression for global and partial economic indexes, production, type, and functional traits. *J. Dairy Sci* 89, 2257-2267.
- FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. 1996. An introduction to quantitative genetics. 4.^a ed. Longman Pub. Londres, Reino Unido, p. 464.
- GRUNDY, B.; VILLANUEVA, B.; WOOLLIAMS, J.A. 1998. Dynamic selection procedures for constrained inbreeding and their consequences for pedigree development. *Genet. Res. Cambridge*. 72, 159-168.
- GRUNDY, B.; VILLANUEVA, B.; WOOLLIAMS, J.A. 2000. Dynamic selection for maximizing response with constrained inbreeding in schemes with overlapping generations. *Anim. Sci* 70, 373-382.
- HANSEN, L.B. 2000. Consequences of selection for milk yield from a geneticist's viewpoint. *J. Dairy Sci* 83, 1145-1150.
- HANSEN, L.B. 2006. Monitoring the Worldwide Genetic Supply for Dairy Cattle with Emphasis on Managing Crossbreeding and Inbreeding. En: Proceeding of the 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte (CD-ROM).
- HERMAS, S.A.; YOUNG, C.W.; RUST, J.W. 1987. Effects of mild inbreeding on productive and reproductive performance of Guernsey cattle. *J. Dairy Sci.*, 70, 712.
- MC PARLAND, S.; KEARNEY, J.F.; RATH, M.; BERRY, D.P. 2007. Inbreeding trends and pedigree analysis of Irish dairy and beef cattle populations. *J. Anim. Sci* 85, 322-331.
- MEUWISSEN, T.H.E. 1997. Maximizing the response of selection with a predefined rate of inbreeding. *J. Anim. Sci* 75, 934-940.
- MEUWISSEN, T.H.E.; SONESSON, A.K. 1998. Maximizing the response of selection with a predefined rate of inbreeding: overlapping generations. *J. Anim. Sci* 76, 2575-2583.
- MIGLIOR, F.; BURSIDE, E. 1995. Inbreeding of Canadian Holstein cattle. *J. Dairy Sci.*, 78, 1163-1167.
- MIGLIOR, F.; BURSIDE, E.; DEKKERS, J. 1995. Nonadditive for somatic genetic effects and inbreeding depression cell counts of Holstein cattle. *J. Dairy Sci* 78, 1168-1172.
- MUJICA, F.; LATRILLE, L.; VERGARA, C. 2012. Estimación de la consanguinidad en un rebaño lechero doble propósito y su relación con rendimientos productivos y reproductivos: un estudio de caso en el Sur de Chile. *Agro sur* 40:1, 1-7.
- NEIRA, R. 1985. Introducción al estudio de la consanguinidad en animales. Serie publicación docente N.º 11. Santiago, Chile, p. 198.
- PRYCE, J.E.; HAILE-MARIAM, M.; GODDARD, M.E.; HAYES, B.J. 2014. Identification of genomic regions associated with inbreeding depression in Holstein and Jersey dairy cattle. *Genetics Selection Evolution*, 46:71. (Disponible: <http://www.gsejournal.org/content/46/1/71> verificado 08 de marzo de 2016).
- REIS FILHO, J.C.; VERNEQUE, R.S.; TORRES, R.A.; LOPES, P.S.; RAIDAN, F.S.S.; TORAL, F.L.B. 2015. Inbreeding on productive and reproductive traits of dairy Gyr cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 44:5, 174-179. (<https://dx.doi.org/10.1590/S1806-92902015000500002>).
- RUÍZ FLORES, A.; NÚÑEZ DOMÍNGUEZ, R.; RAMÍREZ VALVERDE, R.; DOMÍNGUEZ VIVEROS, J.; MENDOZA DOMÍNGUEZ, M.; MARTÍNEZ CUEVAS, E. 2006. Niveles y efectos de la consanguinidad en variables de crecimiento y reproductivas en bovinos tropicame y suizo europeo. *Agrociencia* 40, 289-301.
- SEWALEM, A.; KISTEMAKER, G.J. MIGLIOR, F.; VAN DOORMAAL, B.J. 2006. Analysis of inbreeding and its relationship with functional longevity in Canadian dairy cattle. *J. Dairy Sci* 89, 2210-2216.
- SMITH, L.; CASELL, B.; PEARSON, R. 1998. The effects of inbreeding on the lifetime performance of dairy cattle. *J. Dairy Sci* 81, 2729- 2737.
- SONESSON, A.K.; GRUNDY, B.; WOOLLIAMS, J.A.; MEUWISSEN, T.H.E. 2000. Selection with control of inbreeding in populations with overlapping generations: A comparison of methods. *Anim. Sci* 70, 1-8.
- SORENSEN, A.; SORENSEN, M.; BERG, P. 2005. Inbreeding in Danish dairy cattle breeds. *J. Dairy Sci* 88, 1865-1872.
- THOMPSON, J.R.; EVERET, R.W.; HAMMERSCHMIDT, N.L. 2000b. Effects of inbreeding on production and survival in Holsteins. *J. Dairy Sci* 83, 1856-1864.
- THOMPSON, J.R.; EVERETT, R.W.; WOLFE, C.W. 2000a. Effects of inbreeding on production and survival in Jerseys. *J. Dairy Sci* 83, 2131-2138.
- VAN DOORMAAL, B. 2008. Demystifying inbreeding. Canadian Dairy Network. (Disponible: <http://www.cdn.ca/document.php?id=143> verificado 08 de marzo de 2016).
- VAN DOORMAAL, B. 2016. Inbreeding Update. Canadian Dairy Network. (Disponible: <https://www.cdn.ca/images/uploaded/file/Inbreeding%20Update%20-%20August%202016.pdf> verificado 10 de agosto de 2016).
- WEIGEL, K.A. 2001. Controlling inbreeding in modern breeding programs. *J Dairy Sci* 84, 177-E184.
- WEIGEL, K.A. 2006. Controlling Inbreeding in Modern Dairy Breeding Programs. *WCDS Advances in Dairy Technology* 18, 263-274.
- WEIGEL, K.A.; LIN, S.W. 2002. Controlling inbreeding by constraining the average relationship between parents of young bulls entering AI progeny test programs *J. Dairy Sci* 85, 2376-2383.
- WIGGANS, G.; VANRADEN, P.; ZUURBIER, J. 1995. Calculation and use of inbreeding coefficients for genetic evaluation of United States dairy cattle. *J. Dairy Sci* 78, 1584-1590.

Resistencia a los antihelmínticos en nematodos intestinales que parasitan a los equinos en la Argentina

Anziani O.; Arduzzo G.

Especies de virus y pulgones encontrados en cultivos de Frutilla en Argentina

Dughetti, A.C.; Kirschbaum, D.S.; Conci, V.C.

Evaluación ambiental y planificación de la expansión agropecuaria y forestal en la cuenca del río Miriñay

Ginzburg, R.; Torrella, S. A.; Menéndez, A.; Sabarots Gerbec, M.; Rujana, M.

Epidemiología y efecto de las parasitosis internas en la cría bovina en la región del pastizal serrano del NOA

Suarez, V.H.; Viñabal, A.E.; Bassanetti, A.; Bianchi, M.I.

Control químico de *Pythium spp.* asociados con plántulas de soja

Grijalba, P.E.; Ridaio, A. del C.

Bovinos machos jóvenes castrados versus enteros; calidad de carne y propiedades del tejido conectivo

Latorre, M.E.; Lezzi, S.; Christensen S.; y Purslow P. P.

Vegetación espontánea en el cinturón hortícola platense hospedante de Thripidae (Thysanoptera) vectores de Tospovirus

Carrizo, P.I.; Amela García, M.T.

Análisis de la consanguinidad de la población de bovinos Holando inscriptos en el sistema de Control Lechero Oficial de la República Argentina

Andere, C.I.; Rubio, N.; Rodríguez, E.; Aguilar, I.; Casanova, D.



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación