

Fundación para la Innovación Agraria
MINISTERIO DE AGRICULTURA



CONTROL BIOLÓGICO



Resultados y Lecciones en

Control Biológico de Nemátodos en Ovinos

Proyecto de Innovación en

XII Región de Magallanes



Fundación para la Innovación Agraria
MINISTERIO DE AGRICULTURA



Resultados y Lecciones en **Control Biológico de Nemátodos en Ovinos**



**Proyecto de Innovación en
XII Región de Magallanes**

Valorización a enero de 2009



Agradecimientos

En la realización de este trabajo, agradecemos sinceramente la colaboración de los productores, técnicos y profesionales vinculados al proyecto evaluado.

Resultados y Lecciones en Control Biológico de Nemátodos en Ovinos

Proyecto de Innovación en la XII Región de Magallanes

Serie **Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario**

FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA

Registro de Propiedad Intelectual N° 182.758

ISBN N° 978-956-328-014-2

ELABORACIÓN TÉCNICA DEL DOCUMENTO

Rodrigo Navarro, Laura Álvarez, Marcela Aguilera

y Félix Bórquez - BTA Consultores S. A.

REVISIÓN DEL DOCUMENTO Y APORTES TÉCNICOS

Gabriela Casanova - Fundación para la Innovación Agraria (FIA)

EDICIÓN DE TEXTOS

Gisela González Enei

DISEÑO GRÁFICO

Guillermo Feuerhake

IMPRESIÓN

Ograma Ltda.

Se autoriza la reproducción parcial de la información aquí contenida, siempre y cuando se cite esta publicación como fuente.

Contenidos

Sección 1. Resultados y lecciones aprendidas	5
1. Antecedentes generales	5
2. Base conceptual y tecnológica de la herramienta	7
2.1. La estrategia del control biológico	8
2.2. Hongos nematófagos	8
2.3. Ciclo de vida	10
2.4. Aspectos normativos	11
3. Oportunidad de mercado.....	12
3.1. Mercado orgánico de la carne ovina y bovina.....	13
3.2. Mercado orgánico de carne bovina en Estados Unidos	14
3.3. Mercado orgánico de carne ovina en Estados Unidos	17
4. Conveniencia económica para el productor	18
4.1. Bases para la evaluación del sistema	19
4.2. Estimaciones	20
5. Claves de viabilidad de la tecnología desarrollada.....	21
6. Asuntos por resolver.....	22
Sección 2. El proyecto precursor	23
1. El entorno económico y social.....	23
2. El proyecto.....	24
3. Los productores hoy.....	29
Sección 3. El valor del proyecto precursor	31
ANEXOS	
1. Tipos de certificación en producción de carne.....	34
2. Literatura consultada.....	35
3. Documentación disponible y contactos.....	36



GEORGE L. BARRON

SECCIÓN 1

Resultados y lecciones aprendidas

El presente libro tiene el propósito de compartir con los actores del sector los resultados, experiencias y lecciones aprendidas sobre el control biológico de parásitos gastrointestinales en sistemas orgánicos de producción de carne ovina, a partir de un proyecto financiado por la Fundación para la Innovación Agraria, FIA.

Se espera que esta información, que se ha sistematizado en la forma de una “innovación aprendida”,¹ aporte a los interesados una nueva herramienta tecnológica que les permita adoptar decisiones productivas y, potencialmente, desarrollar iniciativas relacionadas con este tema.

► 1. Antecedentes generales

El análisis y los resultados que se presentan en este documento han sido desarrollados sobre la base de las experiencias y lecciones aprendidas de la ejecución de un proyecto financiado por FIA (proyecto precursor),² denominado “Aislamiento y evaluación de hongos nematófagos, para el control de parásitos gastrointestinales, en sistemas orgánicos de producción de carne ovina en Magallanes”. Este proyecto fue desarrollado por la Corporación Centro de Educación y Tecnología (CET), en asociación con la estancia Josefina en Magallanes, entre diciembre de 2001 y noviembre de 2007.

La herramienta tecnológica desarrollada consiste en el uso de “hongos nematófagos” (denominados también hongos atrapa nemátodos) como una forma de control biológico de parásitos gastrointestinales de ovinos y bovinos. El propósito fue aislar los hongos, reproducirlos e incorporarlos al sistema productivo de las explotaciones ovinas de Magallanes.

¹ “**Innovación aprendida**”: análisis de los resultados de proyectos orientados a generar un nuevo servicio o herramienta tecnológica. Este análisis incorpora la información validada del proyecto precursor, las lecciones aprendidas durante su desarrollo, los aspectos que quedan por resolver y una evaluación de los beneficios económicos de su utilización en el sector.

² “**Proyecto precursor**”: proyecto de innovación financiado e impulsado por FIA, cuyos resultados fueron evaluados a través de la metodología de valorización de resultados desarrollada por la Fundación, análisis que permite configurar el modelo o innovación aprendida que se da a conocer en el presente documento. Los antecedentes del proyecto precursor se detallan en la sección 2 de este documento.

Los nemátodos son los parásitos gastrointestinales más frecuentes, se encuentran en todas las áreas de producción ovina del mundo y la subfamilia *Ostertagiinae* (familia *Trichostrongylidae*) es la más cosmopolita. Lo habitual es encontrar infestaciones mixtas y los géneros más observados son *Teladorsagia*, *Trichostrongylus* y *Nematodirus*.

Estos nemátodos son considerados una de las principales limitantes en los sistemas de producción de carne bovina y ovina a pastoreo. Si bien un bajo porcentaje se debe a mortalidad de animales, las pérdidas ocasionadas se deben, principalmente, a mermas en las ganancias de peso vivo de animales en engorda, problemas de desarrollo en vaquillas de reposición, disminución en la producción de leche e inversiones en antiparasitarios con limitado retorno económico (Mundo Ganadero, 2008).

Teóricamente, el conocimiento de la epidemiología combinado con tratamientos antihelmínticos y sistemas adecuados de manejo proporciona un control eficaz de estas parasitosis. Sin embargo, el problema es más complejo ya que los modelos epidemiológicos son válidos sólo para una zona determinada. Por lo tanto, la profilaxis debe hacerse de forma integrada y, aunque el tratamiento farmacológico solo es insuficiente, la práctica más frecuente y habitual en todo el mundo es la aplicación estratégica de antihelmínticos.

Actualmente, los antihelmínticos utilizados en el control de los parásitos gastrointestinales son de amplio espectro (bencimidazoles -BZs-, imidazotiazoles y lactonas macrocíclicas), aunque también se usan otros de espectro reducido (fenoles halogenados, salicilanilidas, compuestos sulfamidados y derivados bianilnados). Sin embargo, el abuso y la administración incorrecta de estos fármacos han dado lugar al desarrollo de poblaciones de parásitos resistentes, lo que constituye un serio problema para su control (Álvarez-Sánchez *et al.*, 2006).

Por otra parte, cabe destacar que Chile ha iniciado la exportación de carne orgánica y se prepara para envíos de carne natural,³ lo que ha generado una demanda por insumos orgánicos en los sistemas agropecuarios productores de carne ovina y bovina. No obstante, se observa en el país ausencia de antiparasitarios de base ecológica, ante lo cual se han realizado estudios para desarrollar alternativas al tradicional uso de productos químicos como, por ejemplo, el control biológico mediante hongos atrapa nemátodos que controlen las larvas de los parásitos en las praderas.

En el caso de la producción ovina, Chile presenta una serie de ventajas comparativas para la producción de carne orgánica, específicamente en Magallanes, ya que el sistema productivo que allí se ha implementado se aproxima bastante a las exigencias de la producción orgánica: se produce en condiciones de praderas natural, con muy baja densidad animal por hectárea, manejado bajo estrictas normas de calidad y, además, es la región con mayor dotación de ovinos del país. También posee dos plantas de beneficio de animales autorizadas para la exportación de ovinos a mercados de altas exigencias, y muestra una tradición de muchos años en la exportación de esta especie (Canobra, 2006.)

Sin embargo, la infestación de los rumiantes con parásitos gastrointestinales ocurre, principalmente, a través de la contaminación de las praderas y del forraje consumido con larvas infestivas de nemátodos (de tercer estadio). Es así como los nemátodos gastrointestinales son responsables, probablemente, de gran parte de las pérdidas sufridas por los sistemas de producción ovina en pastoreo. La mayoría de los brotes ocurren al final de la primavera, verano, y otoño, cuando las condiciones de humedad y temperatura son muy favorables y permiten el desarrollo y la acumulación de una gran cantidad de larvas de tercer estadio, con capacidad de infestación sobre la pradera.

³ Carne proveniente de animales alimentados en forma natural, sin subproductos animales en su dieta, sin uso de antibióticos, ionóforos, anabólicos u otros promotores de crecimiento.



Los animales de 2 a 24 meses de edad son los más susceptibles a infestación con nemátodos; un alto grado de infestación puede provocar diarrea, deshidratación, pérdida de apetito, pérdida de peso, anemia y, en general, pérdida de condición corporal. Aunque las infestaciones leves no necesariamente ocasionan diarreas, las tasas de crecimiento se pueden ver afectadas.

En resumen, las estrategias para combatir el parasitismo han sido de dos tipos:

- control con fármacos convencionales para disminuir las poblaciones parasitarias de adultos al interior del animal;
- acciones defensivas para evitar el contagio, por medio del manejo de potreros (rotación o bajas cargas animales por unidad de superficie).

La presente iniciativa corresponde a una nueva estrategia que busca la utilización del control biológico, por medio de agentes predadores de las poblaciones larvianas de nemátodos en la pradera, de manera de disminuir su efecto sobre los rebaños de producción en pastoreo.

► 2. Base conceptual y tecnológica de la herramienta

El contexto en el cual se inserta esta iniciativa es la producción de carne orgánica para Estados Unidos. Sin embargo, no es restrictivo sólo a ese negocio y puede aplicarse eficientemente en sistemas convencionales de producción, ya que los beneficios sobre la infestación de la pradera son amplios, debido a que se insertan en una estrategia defensiva y proactiva en el control parasitario y, al mismo tiempo, presentan un impacto ambiental nulo.

Otro factor importante a considerar es que no involucra un manejo animal intensivo, ya que el controlador se distribuye en la pradera en forma de bloques minerales, lo que rebaja los costos de mano de obra y de movimiento animal. Esto lo convierte en una alternativa económicamente viable en comparación con el uso de las alternativas químicas que restringen la producción orgánica para Estados Unidos.

El control biológico es un método de regulación de las poblaciones de parásitos o patógenos, que consiste en la utilización natural o manipulada de organismos vivos (controladores), con el objetivo de reducir la densidad poblacional de especies plaga o que causan enfermedades, sobre las cuales los controladores tienen capacidad antagonista. La principal ventaja de esta estrategia de control biológico es la posibilidad de obtener niveles de control permanentes, resultando, a pesar de la inversión inicial, una relación costo/eficacia muy favorable.

La estrategia consiste en aumentar artificialmente la población de enemigos naturales, con el objeto de producir una mayor tasa de ataque y, con ello, una disminución de la población del agente productor de daños. Esta estrategia tiende a ser utilizada en situaciones donde no existe control natural o donde presenta niveles demasiado bajos para ser efectivo.

En la última década se han observado numerosos problemas derivados de la contaminación de alimentos, de residuos hormonales y de otros químicos, tanto en carnes como en las praderas, lo que ha generado un aumento gradual de la demanda por insumos orgánicos para los sistemas pecuarios de producción de carne. En este contexto, la ausencia de antiparasitarios de base natural ha limitado la producción orgánica, especialmente a países como Estados Unidos, donde se prohíbe el uso de cualquier tipo de químico en estas producciones.

Tradicionalmente el control de los nemátodos parásitos ha dependido del uso de drogas antihelmínticas que han sido eficaces y han permitido la mantención de los animales con cargas parasitarias bajas o libres de ellas, con el consiguiente aumento de peso corporal. Sin embargo, generalmente estos sistemas son intensivos en mano de obra, requieren movimiento de los animales e implican riesgo para los consumidores (toxicidad) o riesgo ambiental. Además, las poblaciones de nemátodos parásitos pueden crear resistencia paulatina a aquellos productos de uso más frecuente.

2.1 La estrategia del control biológico

El controlador biológico propuesto es un producto que permite el control de parásitos en épocas críticas, cuando ocurre un incremento del nivel de larvas infestantes en la pradera. Esto es un factor crítico de prevención, ya que sólo un 3 a 5% de la biomasa parasitaria se encuentra a nivel gastrointestinal y, por lo tanto, la fracción más significativa se ubica en la pradera; ello implica que la farmacología antiparasitaria tradicional, que actúa a nivel intestinal, no presenta efectos sobre la gran masa parasitaria ubicada en la pradera, que es la que perpetúa los ciclos parasitarios.

El control de parásitos propuesto corresponde al suministro por vía oral de los hongos controladores; una vez que transitan a través del tracto digestivo, los hongos son eliminados en conjunto con las heces y producen una gran cantidad de estructuras de captura de los nemátodos, que permiten su destrucción y reducen sustancialmente la población larval presente en las praderas.

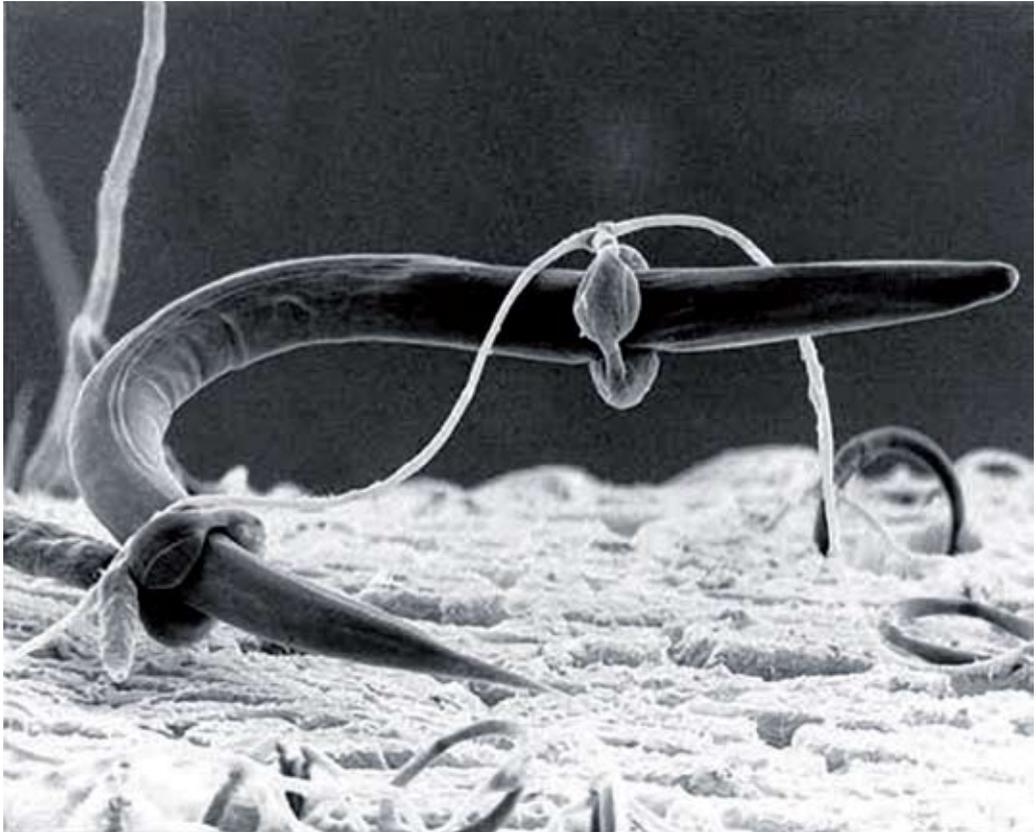
2.2 Hongos nematófagos

Los hongos atrapa nemátodos presentan la capacidad de desarrollar órganos especializados en la captura y destrucción de los nemátodos del suelo, para posteriormente nutrirse de sus tejidos. Estudios recientes han demostrado que los hongos nematófagos (endoparásitos y predadores) rápidamente invaden las fecas (cuando recién son depositadas en el suelo) que contienen los huevos de los parásitos y entran en contacto con las larvas recién eclosionadas (estadio infestivo de los nemátodos), las capturan y eliminan rápidamente.

La especie de hongo nematófago utilizada para el control biológico es *Arthrobotrys oligospora*, que se encuentra como habitante normal del suelo y de la materia orgánica en descomposición en

todos los sistemas de producción animal en pastoreo. Además, tiene la capacidad de transitar por el tracto digestivo de rumiantes para ser depositado con las fecas en la pradera, donde actúa sobre larvas de tercer estadio de nemátodos parásitos de rumiantes.

Los hongos nematófagos constituyen un grupo muy diverso que incluye hongos predadores, endoparásitos, invasores de huevos de nemátodos y otros que producen metabolitos tóxicos para nemátodos. En la fotografía⁴ se observa un nemátodo capturado por anillos de constricción del hongo nematófago *Drechlerella (Arthrobotrys) anthonia*. El anillo alrededor del cuerpo aún no lo comprime ya que se encuentra en una etapa muy temprana después de la captura.



GEORGE L. BARRON

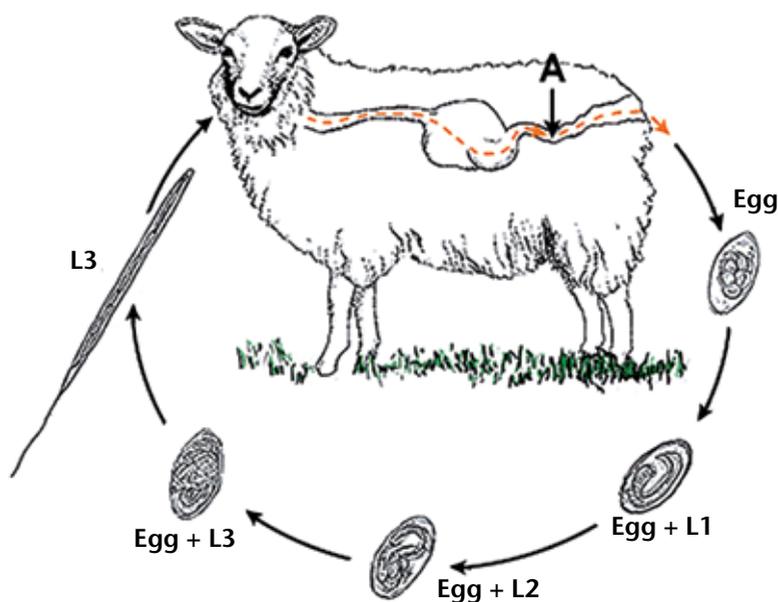
La distribución de los hongos en el suelo varía dependiendo de su mecanismo de trampa y del tipo de suelo. La literatura señala que se presentan ciclos estacionales en los nemátodos así como en los hongos controladores, según los contenidos de materia orgánica, dada la necesidad de los hongos, de obtener energía para la formación del micelio que origina las estructuras de trampas. Por esto en muchos casos se utiliza la adición de enmiendas orgánicas al suelo, a fin de generar una mayor actividad de este tipo de hongos.

⁴ Fuente: Allin & Barron [en línea]. <<http://www.uoguelph.ca/~gbarron/N-D%20Fungi/n-dfungi.htm>> [Consulta: enero 2009]. Las fotografías microscópicas de esta publicación cuentan con el permiso del Dr. George L. Barron, University of Guelph, Department of Environmental Biology, Canada. <<http://www.uoguelph.ca/~gbarron>>

2.3 Ciclo de vida

Con el objetivo de aprovechar el ciclo de vida natural de los hongos y nemátodos, generalmente se aplica el material fúngico de manera oral, directamente incorporado en el alimento o en el agua de beber. El objetivo es que pase por el tracto gastrointestinal de los animales para ser eliminado al ambiente con las fecas, junto con los huevos de los parásitos (Figura 1). El material fecal es colonizado por los hongos y al entrar en contacto con las larvas recién eclosionadas (L3), se promueve la producción de trampas (redes de hifas), las cuales capturan y matan los estadios infestivos de los nemátodos.

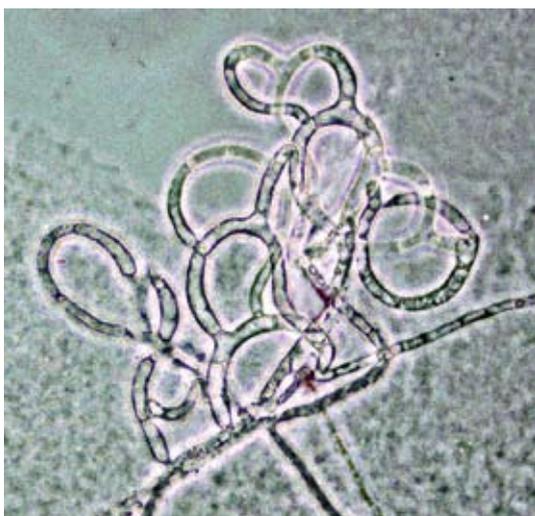
Figura 1. **Ciclo de vida de un nemátodo parásito (*Nematodirus*)**



A: tracto digestivo del ovino, pasaje de los hongos nematófagos y de los huevos de nemátodos.

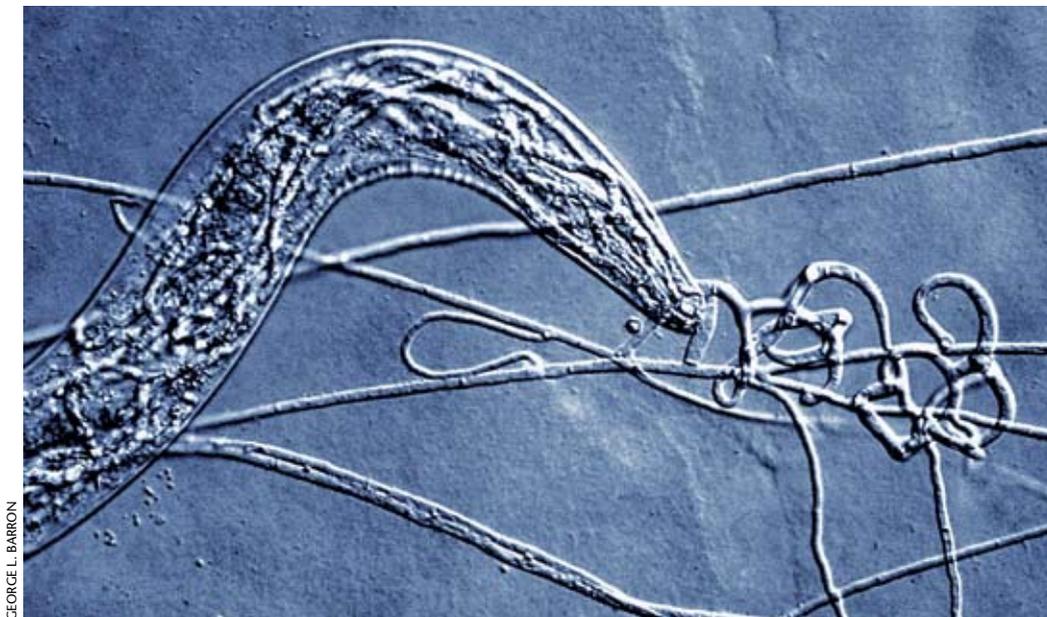
L3: larva infestante ingerida por el ovino al pastar.

Una vez capturadas las larvas, las redes de hifas del hongo penetran la cutícula del nemátodo y después de una hora forman un bulbo infestivo en el interior; las hifas crecen abundantemente y terminan colonizando todo el cuerpo del parásito. Posteriormente se inhiben los movimientos del nemátodo producto de la liberación de nematotoxinas.



Red de hifas adhesivas

GEORGE L. BARRON



GEORGE L. BARRON

2.4 Aspectos normativos

El ámbito regulatorio internacional es clave en el desarrollo de esta herramienta, por cuanto es en este punto donde se genera la brecha para su aplicación. La regulación internacional establece que la certificación orgánica debe incorporar el concepto de trazabilidad, el cual abarca no sólo los aspectos relativos a la producción primaria, sino también el faenamiento, embalaje, transporte y comercialización. Su objetivo es asegurar al consumidor final un producto de calidad, en el cual cada parte de la cadena de comercialización ha sido estrictamente controlada para que el producto sea inocuo y asegure la mínima contaminación del medio ambiente.

La normativa existente difiere en algunos aspectos claves: el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) establece que para que un producto sea certificado como orgánico, no puede haber sido sometido a la contaminación por químicos de cualquier tipo. Esto implica que las praderas donde son alimentados los animales no pueden haber sido fertilizadas e incluso se debe asegurar la ausencia de estos elementos durante la gestación del animal; además está prohibido el uso de:

- hormonas y antibióticos
- antiparasitarios de origen químico
- suplementos alimenticios químicos
- productos modificados genéticamente
- químicos saborizantes o preservantes en el producto final

Cabe señalar que la legislación europea difiere de la de Estados Unidos, ya que permite el uso de antiparasitarios químicos mientras se asegure que no dejan residuos en el producto que llega a los consumidores.

En este contexto, el uso de hongos nematófagos favorece la obtención de productos orgánicos⁵ de acuerdo a la legislación norteamericana, lo que favorece su llegada a dicho mercado que presenta, además, una demanda en aumento y que no puede autoabastecerse.

⁵ Los productos orgánicos también se denominan ecológicos, biológicos o bio; son aquellos productos naturales obtenidos sin la utilización de productos químicos.

► 3. Oportunidad de mercado

En la mayoría de los mercados, los productos orgánicos representan menos del 1% de la oferta de alimentos; sin embargo, en algunos países como Alemania, Austria, Dinamarca, Suecia y Suiza, la proporción fluctúa entre 2 y 3%. Las investigaciones muestran que la demanda de productos orgánicos está aumentando rápidamente en la mayoría de los grandes mercados y las estimaciones comerciales indican que hacia fines de siglo podría representar, en algunos países, entre 5 y 10% del mercado total de alimentos. Se espera que en un futuro próximo, Japón se constituya en el principal consumidor de productos orgánicos (Ocampo, 2008).

Aunque se sabe que la agricultura orgánica se practica en 120 países, es razonable asumir que la producción orgánica no certificada se obtiene en otros países también. De acuerdo a los últimos estudios, alrededor del mundo existen cerca de 30,55 millones de hectáreas manejadas orgánicamente en, aproximadamente, 633.891 establecimientos, lo cual constituye un 0,7% de la tierra cultivada total.

Oceanía cuenta con el 39% de la superficie orgánica del mundo, seguida por Europa (23%) y América Latina (19%). En tanto, los países con las áreas más extensas (millones de ha) son:

- Australia: 11,8
- Argentina: 2,6
- China: 2,3
- Estados Unidos: 1,6

En el Gráfico 1 se muestran los países con mayor cantidad de tierras certificadas como orgánicas.



En Europa se observa que la relación entre establecimientos orgánicos y convencionales es más alta. Por su parte, el crecimiento ha sido mayor en América del Norte y Europa, mientras que en China, Chile y Australia ha disminuido la cantidad de tierra certificada como orgánica (Tondi y Otaño, 2008).



GEORGE L. BARRON

En menos de 24 horas *Arthrobotrys* invade totalmente al nemátodo con sus hifas asimilativas (flechas blancas) que extraen los nutrientes. Se observan tres nemátodos.

Aunque la demanda por productos orgánicos en los países desarrollados está en constante alza, y se ha convertido en un nicho con potencial para muchos productos alimenticios, la oferta no ha crecido a la misma velocidad. Es así, por ejemplo, que la carne y leche orgánica son cada vez más populares en el mundo, particularmente en Europa, Canadá y Estados Unidos, sin embargo, su baja disponibilidad está dada principalmente por las dificultades técnicas involucradas en su producción, que suelen derivar en costos elevados.

Un aspecto de dichas dificultades técnicas, es que hoy día no existen controladores orgánicos de parásitos en algunos países, como Estados Unidos, que permitan mejorar los sistemas productivos de carne orgánica; ello ha limitado el desarrollo de este sector que ha derivado en la imposibilidad de autoabastecerse, lo que ha dejado a un gran sector de la demanda sin posibilidades de acceder a estos productos.

En este punto se genera una brecha que presenta una oportunidad única para entrar a este exigente mercado, con una oferta de carne orgánica proveniente de predios en los cuales se realiza control parasitario efectivo de manera natural, lo que permite acceder a la certificación orgánica.

Cabe destacar, que en lo referente al control biológico de parásitos, las restricciones impuestas por la normativa de Estados Unidos, respecto a la imposibilidad de utilizar químicos en la producción orgánica, genera un nicho de mercado que es posible abordar en la medida que se incorporen en los sistemas productivos el control de parásitos mediante el uso de los hongos nematófagos.

3.1 Mercado orgánico de la carne ovina y bovina

Aunque los motivos de los consumidores para comprar productos naturales y orgánicos son diversos, se caracterizan por un deseo de comprar lo mejor y más sano posible para sí mismos y sus familias, y refleja su inquietud por la calidad del suministro alimenticio, el que en general se considera poco seguro. Por ejemplo, las ventas de carnes orgánicas han aumentado más de 10 veces desde 2002.

Con relación a la seguridad alimentaria, en Europa en la década de 1990, la encefalopatía espongiiforme bovina (o mal de la vaca loca) produjo un 20% anual de aumento del consumo de carne orgánica, dado que el ganado criado en forma orgánica no puede ser alimentado con subproductos animales (The Economist, 2007).

En Centro y Sudamérica, los países con mayor superficie agrícola dedicada al cultivo o ganadería orgánica son Argentina, Brasil, Costa Rica, El Salvador, Surinam y Chile. Hace cuatro años Argentina reportó 132 mil cabezas de ganado orgánico certificado, por lo que se convirtió en uno de los principales exportadores junto con Brasil y Uruguay que también se incorporó a la exportación de carne y leche ecológica en nichos de mercado importantes, principalmente en países europeos donde los consumidores están dispuestos a pagar un sobreprecio de 20 a 30% (Ocampo, 2008).

Los principales países importadores de carne y leche orgánica son Estados Unidos, Japón, Canadá, Alemania, Italia, Reino Unido, Francia, Noruega, Suecia, Dinamarca y Australia, que se rigen de acuerdo a normas nacionales sobre productos orgánicos y su manipulación (Ocampo, 2008).

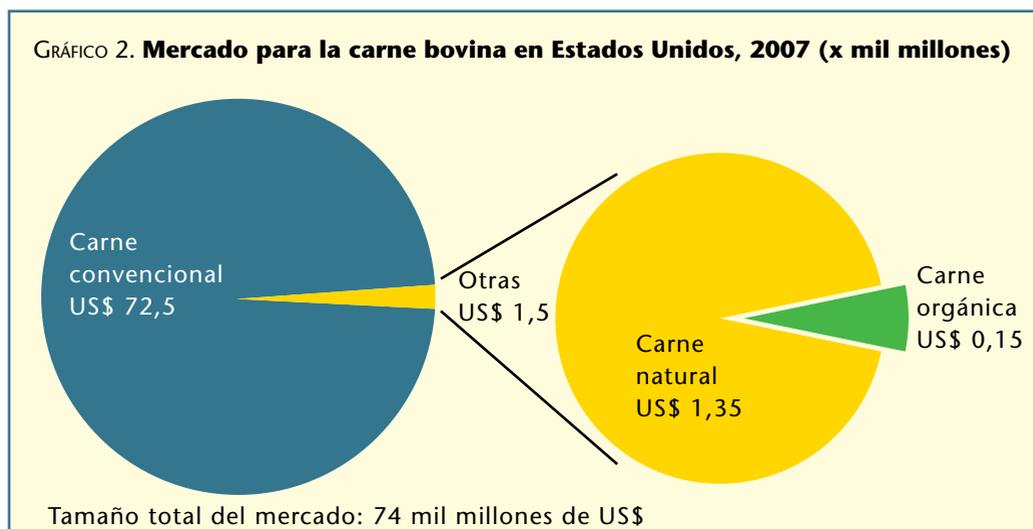
El interés por cordero orgánico en el sureste de Asia proviene, principalmente, del sector de restaurantes, y se usa como sucesor potencial del cerdo que ha desaparecido de los menús debido a la gran demanda china. Japón y Corea muestran un creciente interés por cordero como fuente alternativa de proteína animal especialmente frente al bovino.

China, la Unión Europea y Australia son los principales productores ovinos del mundo; Nueva Zelanda es el mayor exportador y produce más de 250.000 toneladas de carcasa para exportación.

3.2 Mercado orgánico de carne bovina en Estados Unidos

En casi todos los países productores de carne se aprecia un creciente desarrollo del mercado de productos biológicos; el de la carne orgánica crece muy rápido, frente al de la carne natural, aunque aún es pequeño.

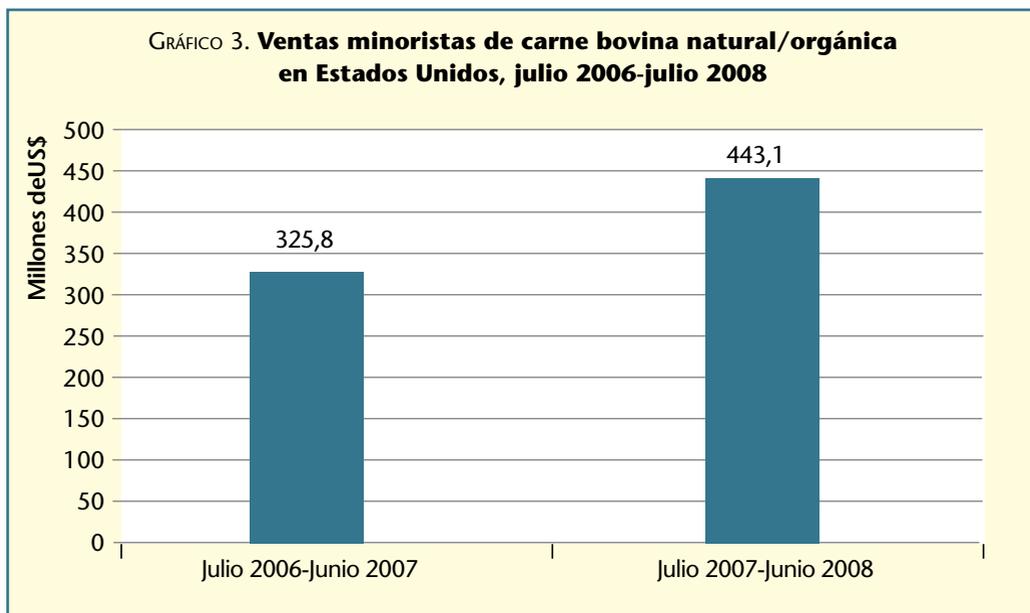
En Estados Unidos las ventas de carnes bovinas naturales y orgánicas representan sólo el 2% de las ventas totales (US\$ 74 mil millones; Gráfico 2), aunque su precio es 45% más alto en comparación con las carnes convencionales de bovinos; además, presentan tasas de crecimiento muy importantes (FEDEGAN, 2009).



Los productores que pretendan ingresar a este nicho de mercado pueden producir carne “natural”, “orgánica” o “de animales alimentados a pasto o grass-fed” (Anexo 1), y deben comprender los alcances de cada categoría de sellos y certificaciones. El mercado de carne natural se duplicó en los últimos cuatro años, alcanzando casi US\$ 700 millones. En 2005 el mercado de carne orgánica en conjunto (incluyendo pollo y cerdo) creció 55%, con un equivalente a US\$ 256 millones (The Economist, 2007).

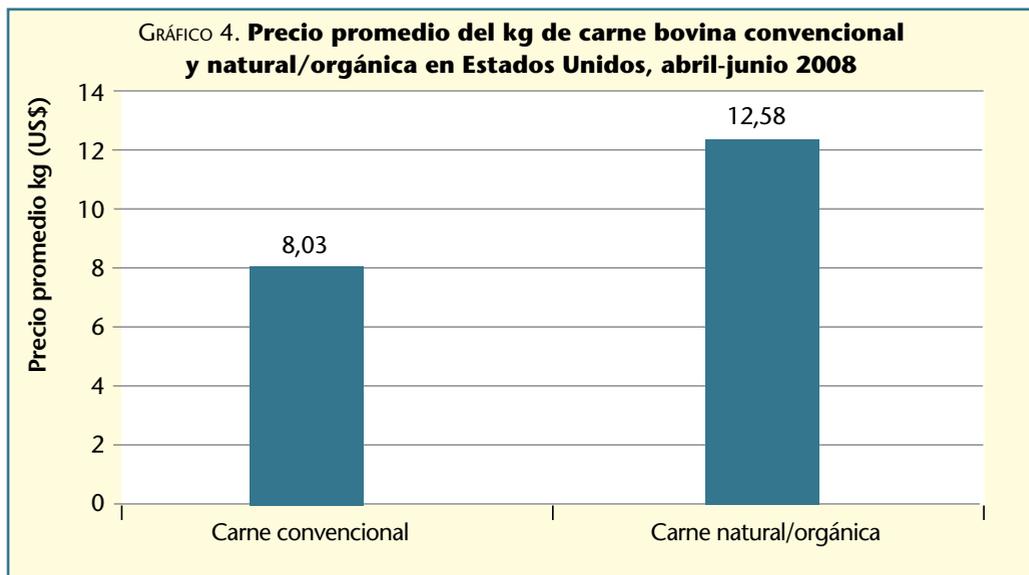
Todos estos nichos están creciendo mucho más rápido que el mercado de carne convencional, que crece a un ritmo de 2,5% anual, lo que es ligeramente superior al de la población mundial. Mientras tanto, las ventas de carne natural y orgánica crecen en un 19% o más, y aunque no se cuenta con cifras oficiales respecto de la carne de animales alimentados a pasto, se cree que el crecimiento es aún mayor (The Economist, 2007).

Las ventas de carnes orgánicas en Estados Unidos aumentaron más de 10 veces en los últimos cinco años, con un valor estimado de US\$ 364 millones en 2007, *versus* US\$ 33 millones en 2002, de acuerdo con una investigación realizada por la empresa Mintel, de Chicago. La demanda por productos de carne orgánica se basa el sentir común acerca de que el suministro de alimentos es potencialmente inseguro. Sin embargo, la demanda ha sobrepasado la producción y el mercado estadounidense para carnes orgánicas se ha vuelto altamente dependiente de las importaciones (BeefPoint, 2007). En el Gráfico 3 se observa un alza de 36% entre julio 2007 y julio 2008.

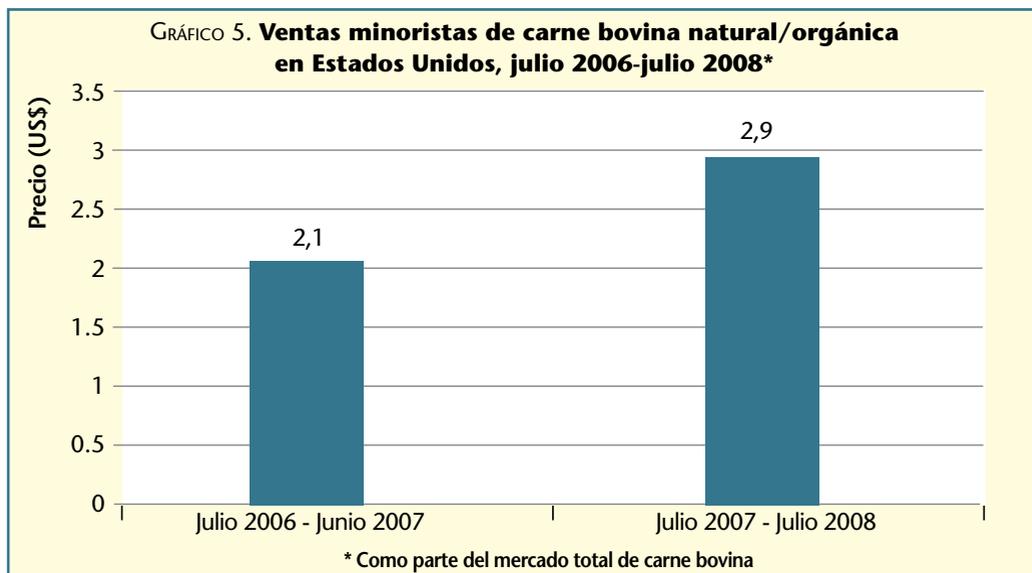


La investigación de Mintel identificó algunos desafíos para la industria de carne orgánica de Estados Unidos: costos de producción, falta de abastecedores y plantas procesadoras certificadas, y distribución inadecuada de la infraestructura. Señala, además, que las ventas generales de alimentos orgánicos crecieron un 132% desde 2002 y que los mercados de alimentos y bebidas orgánicos juntos representan más de US\$ 6 billones anualmente. Sin embargo, el estudio prevé que el crecimiento en el segmento no continuará con el ritmo actual; las ventas de alimentos orgánicos deberán aumentar en un 59% hasta el año 2012. También se determinó que los precios de los productos orgánicos alejan a muchos consumidores y que dos tercios de los norteamericanos comprarían más este tipo de productos si costaran menos (FEDEGAN, 2007).

Los mayores precios de la carne natural y orgánica (Gráfico 4) podrían limitar su potencial masivo, ya que a los productores estadounidenses les cuesta aproximadamente US\$ 150 más criar en forma natural y US\$ 300 más criar en forma orgánica. Sin embargo, The Economist (2007) señala que los consumidores que compran carne diferenciada son menos sensibles al precio que otros compradores. Para la madre que valora la carne de animales a los cuales nunca se suministró antibióticos ni hormonas, el menor precio de la carne convencional no es motivo suficiente para comprarla. El menor precio no es comparable con el mayor valor. “La calidad –constante- es la clave; si la experiencia es buena, volverá”, afirmó Theo Weening, coordinador nacional de carne de Whole Foods Markets, la mayor cadena de alimentos orgánicos y naturales, con un ingreso de US\$ 5.810 millones en el año 2006.



Las ventas del mercado minorista de carne bovina natural y orgánica muestran una tendencia al alza (Gráfico 3). En 2003 la carne bovina natural y orgánica representó solamente el 1,1% de las ventas minoristas, *versus* un 2,1% en el período julio 2006- junio 2007 y 2,9% entre julio 2007 y julio 2008, como muestra el Gráfico 5 (Beef Retail, 2007).



La oferta de productos y formatos de carne natural se ha ampliado en el tiempo. Entre los años 2004 y 2007 aumentó en un 100% la oferta de cortes de alto valor con sello “natural” en el envase, y en 257% la carne molida natural.

Durante el primer trimestre de 2007, el precio promedio del total de carne bovina vendida a nivel de minoristas fue de US\$ 7,7/kg y el de carne natural/orgánica de 11,5. Por lo tanto, la carne orgánica mostró una diferencia de US\$ 3,8/kg, es decir, aproximadamente un 50% más que la carne convencional (Beer Retail, 2007).

Los precios de la carne pueden variar de un mercado a otro y según tipo de corte. Por ejemplo, un corte de “Boneless Chuck Roast” orgánico puede costar US\$ 13,2/kg frente a 6,59 el de carne convencional y un “Filet Mignon” orgánico: US\$ 63,9/kg *versus* 33,05 el de carne convencional. En el Cuadro 1 se señalan algunos ejemplos de los precios según corte y categoría.

CUADRO 1. Precios según corte de carne y categoría en Estados Unidos			
Corte	Categoría		Sobreprecio (%)
	USDA Choice (US\$/kg)	Coleman Natural (US\$/kg)	
Carne molida orgánica (84% magra)	8,12	13,18	62,3
Bife angosto (NY steak)	28,58	41,18	44,1

Fuente: Bowman [en línea].

3.3 Mercado orgánico de carne ovina en Estados Unidos

En Estados Unidos el mercado ovino está segmentado en cuatro categorías: el cordero “alimentado a pasto” es la dominante, con un 80% total del mercado actual; el 20% restante se divide entre “ovino natural”, “limpio y verde” y “orgánico”.

El sector retail también está segmentado, y se distinguen los “minoristas de alta terminación” (muy especializados en el tema orgánico), como la cadena Wholefoods; los “minoristas intermedios” (supermercados), y los “minoristas de commodities” especializados en precios bajos, como Walmart.

El cordero con certificación orgánica continúa siendo escaso debido, principalmente, a que aún no está habilitada toda la cadena, de manera que no es posible generar trazabilidad al producto; por lo tanto, hay poca oferta nacional, lo que genera una brecha que se convierte en una oportunidad para Chile.

Los valores actuales para carcasas de corderos orgánicos en Estados Unidos muestran que el sobreprecio respecto del cordero convencional, es significativo (US/kg):

- orgánico: 15,41
- convencional: 8,78

El valor del cordero orgánico corresponde al del rancho Sheperd’s de Nuevo México (diciembre de 2008).

Los cortes de mayor valor (orgánico y natural, respectivamente, US\$) son:

- Lomo de cordero: 57 - 44
- Filete de cordero: 55 - 41
- Pierna de cordero: 28 - 23

Los precios corresponden a los ranchos Sheperd's, Albert & Sons y Lava Lake (diciembre de 2008).

El año 2005 Estados Unidos contó con 5.347 ovinos certificados orgánicos, *versus* 4.561 de 2003.

Los corderos orgánicos son criados en sistemas productivos que promueven la biodiversidad y los ciclos biológicos, y están basados en el mínimo uso de insumos externos a las granjas.

Los corderos destinados a la producción orgánica deben ser criados bajo este sistema desde el último tercio de la gestación y los productos finales deben ser procesados mínimamente con ingredientes artificiales o perseverantes.

El cordero orgánico en Estados Unidos no se produce en volúmenes suficientes que justifiquen la existencia de mataderos exclusivos y en general son comercializados como carcasa. Desde el año 2005 el Servicio de Marketing Agrícola (Agricultural Marketing Service) incluyó al cordero orgánico dentro de los 17 programas de investigación y promoción.

► 4. Conveniencia económica para el productor

Para analizar la conveniencia de realizar control biológico mediante la incorporación de hongos nematófagos a los sistemas de producción de carne ovina y bovina, hay que considerar el tipo de explotación (intensivo o extensivo), a fin de dimensionar el grado de infestación de la pradera. Sin embargo, para la producción de carne orgánica este sistema de control es el único viable, ya que no existe una alternativa “no química”.

Por otro lado, es fundamental analizar las perspectivas del mercado orgánico de exportación, a objeto de realizar un análisis acabado de la conveniencia de incurrir en los costos de incorporar esta herramienta para aumentar los rendimientos de peso animal y de carga de la pradera.

Es por ello, que sobre la base de las experiencias observadas durante el desarrollo del proyecto precursor y de la realidad productiva de la zona de Magallanes, se realizó una evaluación económica de un sistema de producción orgánica de corderos, orientada a la comercialización de canales de corderos a Estados Unidos.

El sistema evaluado utiliza como base los parámetros productivos de la Región de Magallanes, ya que es la zona productiva más cercana a cumplir con las condiciones necesarias para obtener certificación orgánica, sin incurrir en mayores inversiones debido a una reconversión productiva desde convencional a orgánica. Adicionalmente, en esta zona se realizaron los ensayos que permitieron la validación del producto comercial de hongos nematófagos desarrollado por el proyecto precursor, cuyos parámetros se utilizan en la evaluación.

En consideración a las características de los productos comercializados en el mercado de Estados Unidos, el análisis considera un sistema productivo que requiere un período de suplementación estratégica de la alimentación de las madres y sus corderos, con la finalidad de alcanzar los pesos de faena requeridos por el mercado, mayores a los obtenidos en promedio en la Región. Esta condición productiva no es particular para el mercado objetivo propuesto, por cuanto los sistemas productivos de la zona están incorporando sistemas de suplementación estratégica debido al mayor valor de comercialización observado en los mercados internacionales para las canales de mayor peso.

Los sistemas de suplementación estratégica se basan en el uso de potreros sembrados con variedades forrajeras, como alfalfa por ejemplo, para ser utilizados en pastoreo durante los meses posteriores al parto y hasta la venta de los corderos, período que puede durar de 4 a 5 meses. Debido

a la mayor producción de materia seca (MS)⁶ y mayor valor nutritivo, estas praderas se utilizan en forma intensiva, con altas cargas animales, lo que aumenta el riesgo de infestación parasitaria; si no se utilizan controles antiparasitarios puede aumentar la incidencia de diarreas en animales jóvenes, con aumento de mortalidades y reducción significativa de la ganancia de peso observada.

Entonces, considerando la necesidad de aumentar los pesos de faena requerido por el mercado objetivo y la subsecuente incorporación de alimentación estratégica mediante el uso intensivo de pasturas suplementarias, además del riesgo asociado de infestación parasitaria principalmente en los animales jóvenes, es imprescindible el uso de un controlador biológico no químico de parásitos que permita cumplir con la normativa orgánica. En este contexto, los hongos nematófagos desarrollados por el proyecto se constituyen en la única alternativa comercial disponible actualmente.

4.1 Bases para la evaluación del sistema

El sistema evaluado considera la producción complementaria de un sistema ovino tradicional de la Región de Magallanes, compuesto por una masa de 2.500 animales bajo condiciones de pastoreo extensivo y uso de alimentación suplementaria estratégica, manejados como una unidad separada dentro de una estancia que mantiene un sistema tradicional extensivo de producción.

Los parámetros técnicos relativos a la composición del rebaño, utilizados en la evaluación económica fueron (Nº):

Animales de la unidad productiva	2.500
Madres	1.875
Reemplazos	625
Carneros	125
Corderos a venta	1.613

Los parámetros productivos fueron:

Parición (%)	86
Mortalidad madres (%)	6
Tamaño canal cordero (kg)	13,3
Lana por oveja (kg)	4,9
Tamaño canal venta por reemplazo (kg)	22

El sistema evaluado contempla inversiones incrementales para establecer la unidad como complemento a un sistema productivo establecido, por ello sólo se considera construcción de cercos para potreros de suplementación, maquinaria para establecimiento y manejo de praderas, galpón para maquinarias, forrajes e insumos y adquisición de genética para incrementar los parámetros productivos del sistema. Los valores calculados se detallan a continuación ⁷:

	\$ x mil
Corrales	14.500
Compra de germoplasma	2.100
Galpón	90.000
Maquinaria	35.000
Subtotal inversión	141.600

⁶ En promedio, una hectárea de alfalfa puede rendir 5.000 kg de MS/año versus 800 kg promedio de producción de praderas naturales de la Región.

⁷ Para mayores referencias consultar los informes técnicos del proyecto precursor en FIA.

4.2 Estimaciones

La estructura de costos considera aquellos costos variables de un sistema productivo tradicional, más los costos por alimentación suplementaria, calculados en un valor anual que incluye los costos de mantención de un cultivo de alfalfa, más la amortización anual de los costos de su establecimiento (Cuadro 2).

Como se señaló anteriormente, el sistema utiliza el control de parásitos mediante el producto comercial denominado Bioenergy, desarrollado en el proyecto precursor, que se utiliza a razón de 30 gr/animal/día durante un período de 60 días, con un costo de \$ 525/kg. Esta cantidad se considera suficiente para el control adecuado de las poblaciones larvianas de nemátodos.

CUADRO 2. Flujo de costos estimados en la evaluación, por año

Costos	AÑO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Variables (\$ x mil)										
Peones	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Esquila	656	656	656	656	656	656	656	656	656	656
Dosificación	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158
Baño, marca, gomas	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
Insumos	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Fletes fardos y otros	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
Fardos lana	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161
Compra careros reemplazo	1.884	1.953	2.026	2.102	2.181	2.265	2.353	2.445	2.445	2.445
Alimentación	4.229	4.229	4.229	4.229	4.229	4.229	4.229	4.229	4.229	4.229
Suplementación Cerrifos (bloques minerales)	2.363	2.363	2.363	2.363	2.363	2.363	2.363	2.363	2.363	2.363
Otros (10%)	1.002	1.009	1.016	1.024	1.032	1.040	1.049	1.058	1.058	1.058
Subtotal	13.024	13.100	13.179	13.263	13.351	13.443	13.540	13.641	13.641	13.641
Fijos (\$ x mil)										
Encargado	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Ovejero	8.500	8.500	8.500	8.500	8.500	8.500	8.500	8.500	8.500	8.500
Calefacción	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fletes	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Mantenimiento cercos	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Fertilización de la tierra	13.636	13.636	13.636	13.636	13.636	13.636	13.636	13.636	13.636	13.636
Uso de la tierra	9.091	9.091	9.091	9.091	9.091	9.091	9.091	9.091	9.091	9.091
Mantenimiento infraestructura	9.800	9.800	9.800	9.800	9.800	9.800	9.800	9.800	9.800	9.800
Otros (10%)	4.253	4.253	4.253	4.253	4.253	4.253	4.253	4.253	4.253	4.253
Subtotal	61.280									
TOTAL	74.304	74.380	74.459	74.543	74.631	74.723	74.820	74.921	74.921	74.921

Para la estimación de ingresos (Cuadro 3) se utilizaron como referencia los precios mayoristas de venta, observados durante el año 2008 en el mercado norteamericano, para canales de corderos con certificación orgánica (US\$ 9,25/lb cordero entero, faenado, despostado y vendido en rancho), descontados los costos de fletes, seguros, certificación, faena y desposte (50% aproximadamente del precio minorista por concepto de margen de distribución).

La comercialización local de la venta de lana se consideró otra fuente de ingresos y se contemplaron los valores promedios observados en 2008.

CUADRO 3. **Flujos de ingresos estimados en la evaluación**

Ingresos	AÑO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cordero (US\$/kg canal)	8,70	10,01	11,51	11,51	11,51	11,51	11,51	11,51	11,51	11,51
Lana (US\$/kg)	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2	2	2
Desecho (US\$/kg canal)	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
Machos reemplazos (\$ x mil)	223	232	240	249	259	268	279	290	290	290
Machos:hembras (%)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ventas										
Corderos gordos (canal)	78.463	91.269	110.459	111.826	119.069	120.653	128.283	130.115	136.167	136.167
Lana madres	10.829	10.829	10.829	11.466	11.466	12.103	12.103	12.740	12.740	12.740
Desecho, reemplazos	6.364	6.364	6.364	6.364	6.364	6.364	6.364	6.364	6.364	6.364
Subtotal	95.656	108.462	127.652	129.656	136.899	139.120	146.750	149.218	155.270	155.270

En el Cuadro 4 se detalla el flujo de fondos y la rentabilidad.

CUADRO 4. **Flujo de fondos y rentabilidad de la unidad productiva evaluada (\$ x mil)**

Ítems	AÑO										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Beneficios netos	-141.600	21.352	34.082	53.193	55.113	62.268	64.397	71.930	74.297	80.349	80.349
Utilidad después de impuestos	-141.600	18.149	28.970	45.214	46.846	52.928	54.737	61.141	63.153	68.297	68.297
Capital de operación	-11.200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flujo perpetuidad	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	669.575
Beneficios consolidado proyecto	-152.800	18.149	28.970	45.214	46.846	52.928	54.737	61.141	63.153	68.297	737.871

VAN: \$ 287.128

TIR: 32%

De la evaluación económica se deduce que la utilización de la herramienta no muestra una mayor incidencia en los costos y representa un 18% de los costos variables y un 3% de los totales, sin generar aumento de personal o mayor manejo de los animales. Permite, además, la comercialización de corderos orgánicos a precios mayores a US\$ 10/kg de canal, lo que implica un aumento superior al 100% en los precios de venta con relación al cordero convencional; ello deriva en una Tasa Interna de Retorno (TIR) y un Valor Actualizado Neto (VAN) que hacen atractivo el proyecto de producción de carne orgánica para exportación, por medio de la utilización de la herramienta desarrollada.

► 5. Claves de viabilidad de la tecnología desarrollada

La herramienta se encuentra en un nivel de desarrollo en que es posible un escalamiento comercial, el cual ya se ha probado y para el que existe una empresa asociada. La principal limitante de su implementación es la demanda mínima para hacer viable su producción. El desarrollo de los hongos a escala comercial y su incorporación a bloques minerales como suplemento alimenticio son desarrollados en Chile por dos empresas que participaron en el proyecto precursor.

Los aspectos claves para que la innovación sea utilizada de manera exitosa están dados por los productores de ganado, quienes son los generadores de demanda y los encargados de la correcta utilización del producto.

También existen las capacidades necesarias para realizar asesorías a los productores que utilicen el producto.

Es clave que los usuarios finales hagan un adecuado uso de esta herramienta, lo que está dado por ciertas condiciones de aplicación:

- Ser utilizado en el período correcto y en potreros en que exista enriquecimiento de praderas, a fin de asegurar que ésta no sea una limitante en el desarrollo de los animales.
- Utilizar las dosis correctas; la referida es de 30 gr/animal/día durante, al menos, 60 días.
- Dar la protección adecuada a los bloques minerales (en el caso de aplicarse en este formato), para evitar que la lluvia y la humedad los corroan y se pierda parte del producto.
- Aunque no existe restricción en qué animales aplicarlo, se recomienda su utilización en ovejas de parición y corderos; estos últimos son más vulnerables a los parásitos por cuanto aún no han desarrollado defensas.
- Para que la herramienta genere un valor agregado a la producción por medio de la venta de cordero orgánico a Estados Unidos, es indispensable que las plantas faenadoras y exportadoras de Magallanes obtengan la acreditación para comercializar a ese destino, de lo contrario, el negocio se hace inviable.

▶ 6. Asuntos por resolver

Por ser una herramienta tecnológica innovativa, que no cuenta con experiencia previa, hay ciertos aspectos que se deben seguir profundizando y evaluando:

- El formato adecuado para la incorporación de los hongos se debe adaptar a los esquemas de manejo y características propias de los principales tipos de explotación, a fin de evaluar los más eficientes en costos y en el control de parásitos.
- Se requieren análisis de los resultados en función del tipo de pradera en que se aplica la herramienta, de manera de identificar otros aspectos críticos relacionados al aumento/pérdida de peso de los animales por parásitos.
- Es clave analizar las oportunidades del mercado orgánico y natural en Estados Unidos, dependiendo del tipo de explotación y zona de ubicación, ya que en ello radica, principalmente, la viabilidad de la herramienta tecnológica.
- Realizar transferencia a los productores, resaltando la importancia de los sistemas preventivos de manejo de parasitismo y sus ventajas respecto de los sistemas de control tradicionales que actúan con posterioridad a la infestación.
- Desarrollar soluciones similares para el control del melófago ovino (falsa garrapata) ya que es uno de los principales factores de pérdidas de peso y de fiscalización predial en Magallanes. Sin una solución orgánica para este problema, resulta complejo un escenario de producción de carne natural, ya que se deben utilizar controles químicos, de lo contrario, se puede llegar a la clausura del predio en algunos casos y los consiguientes altos costos para el productor.

SECCIÓN 2

El Proyecto precursor

► 1. El entorno económico y social

La Región de Magallanes cuenta con una población total es de 150.826 habitantes, de los cuales 139.669 son urbanos y 11.157 rurales (7,4%).

La ganadería ovina es uno de los principales recursos económicos de la Región; representa más del 80 % de las exportaciones nacionales de lana y en gran medida abastece de carne al país. La masa ganadera ovina está conformada por más de 2.200.000 cabezas, es decir, un 50% del total nacional.

La ganadería ha propiciado la creación de mataderos industriales y de empresas de curtiembre.

Anualmente se obtienen alrededor de 10.000 toneladas de lana, de las cuales, aproximadamente el 50% se exporta como tops (embobinada) y el restante como lana sucia. En segundo lugar de importancia se ubica la producción de carne, que alcanza 4.000 toneladas anuales aproximadamente. A partir del año 2001, y debido a la incorporación de una segunda planta frigorífica autorizada para exportar a la Unión Europea, se alcanza el envío de la cuota completa autorizada para su ingreso libre de arancel (3.000 toneladas); hasta antes de este hito el promedio de exportación era de 1.800 toneladas anuales. También y no menos importante ha sido la oferta en el mercado latinoamericano de ovinos de pedigrí y mejorados.

La ganadería ovina de la Región de Magallanes se caracteriza por la utilización de un sistema extensivo y netamente extractivo, basado en la productividad de praderas naturales, y una base genética constituida por animales de la raza Corriedale, muy adaptados a las condiciones imperantes en la zona. Este sistema productivo se aplica tanto en la zona del continente como en la Isla Grande de Tierra del Fuego.

Por otro lado, la ganadería bovina es comparativamente menor y suma 100.000 cabezas.

Los beneficiarios directos del proyecto precursor podrían ser los ganaderos ovinos de la Región de Magallanes, donde existen 1.396 explotaciones ganaderas, de las cuales 597 presentan una superficie superior a 1.000 ha, con un promedio de 5.913 ha de suelo de uso agropecuario.

En el Censo Agropecuario del año 2007, la masa ovina mostró un aumento de 14,6% respecto del censo anterior (1997); es decir, de 1 millón 900 mil cabezas aumentó a 2 millones 205 mil, cifra que corresponde al 56,3% de la masa ovina del país. En contraste, el ganado bovino experimentó un aumento de 3%, con una masa de 141.759 animales, y una participación nacional de 3,8%.

Actualmente, el turismo rural es una nueva actividad económica que se está desarrollando en los predios de los ganaderos de la zona y aparece como una alternativa viable para aumentar los ingresos complementarios a las explotaciones ovinas; específicamente se trata de “agroturismo” en parcelas y estancias, lo que permite hacer un aprovechamiento integral del medio rural.

Los factores críticos detectados en las explotaciones ovinas son:

- el deterioro de praderas y suelos por sobrepastoreo, lo que merma los rendimientos en la producción de carne y lana, y produce un encarecimiento de los costos por implementación de programas de recuperación de praderas;
- la cada vez menor disponibilidad de mano de obra en el sector rural;
- las mayores exigencias de los países de destino de las exportaciones agropecuarias en materia de calidad de productos y manejo ambiental.

► 2. El proyecto

El proyecto precursor “Aislamiento y evaluación de hongos nematófagos, para el control de parásitos gastrointestinales, en sistemas orgánicos de producción de carne ovina en Magallanes” fue financiado por la Fundación para la Innovación Agraria, FIA, y ejecutado por la Corporación Centro de Educación y Tecnología (CET),⁸ ubicado en la Región Metropolitana, entre diciembre de 2001 y noviembre de 2007, en asociación con la estancia Josefina, comuna de Río Verde, Provincia de Magallanes.⁹ En la fase final del proyecto se estableció una unidad de réplica en el Fundo Las Bandurrias¹⁰ ubicado en la localidad de Alcones, comuna de Marchigüe, provincia Cardenal Caro, VI Región del Maule.

Su objetivo fue identificar, aislar, evaluar y reproducir masivamente el hongo nematófago *Arthrobotrys oligospora*, a fin de obtener un producto orientado a desarrollar un sistema alternativo orgánico de control de parásitos ovinos. Estos organismos se aislaron en la estancia Josefina desde sistemas de producción ovina en pastoreo, en particular desde materia orgánica del campo y fecas de ovinos.

Se aislaron e identificaron 18 cepas de *Arthrobotrys oligospora* con capacidad de control efectivo y se evaluó la respuesta de los nemátodos parásitos a la incorporación del hongo en la dieta animal para, finalmente, desarrollar un prototipo semi industrial de producción de *A. oligospora* que se evaluó en la última etapa del proyecto, en un sistema de producción intensiva de ovinos en la zona central (Fundo Las Bandurrias).

Como producto de esta iniciativa de desarrollo tecnológico, se obtuvo una presentación en bloques minerales de 10 kg de peso, a los que se les introdujo una cantidad proporcional del biocontrolador para permitir un consumo permanente por parte de los ovinos.

Estos bloques corresponden a un sustrato o dispositivo sólido que se puede introducir en la dieta animal. Para su producción fue necesario desarrollar un método de secado que permite mantener las esporas de *A. oligospora* viables a través del tiempo e introducir las en los dispositivos de aplicación, bloques o cápsulas; estas últimas se desarrollaron en la última etapa del proyecto en conjunto con la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de Chile, Departamento de

⁸ Director de investigación y coordinador general del proyecto: Raúl Venegas Valdevenito.

⁹ Gerente: Sr. Hugo Vera Triviño.

¹⁰ Agrícola y Forestal Bandurrias Ltda.

Tecnología Farmacéutica. Esta tecnología de administración del hongo fue evaluada y permite una entrega superior a 60 días.

El proyecto precursor desarrolló un encadenamiento comercial con la empresa ECOFOS¹¹ para la elaboración del producto final como un prototipo para presentar al mercado, así como una ficha técnica del producto destinada a los usuarios finales.

Se desarrollaron presentaciones de bloques de 20 y 10 kg, se probó su efecto en rebaños ovinos en pastoreo, tanto en Magallanes como en la zona central y se establecieron niveles satisfactorios de control de larvas de tercer estado en la pradera. Se decidió utilizar el formato de 10 kg dada su facilidad de manejo y transporte.

A continuación se describen las etapas del proyecto precursor:

a) Reproducción de los biocontroladores; implicó las siguientes actividades:

- Aislamiento e identificación del hongo nematófago del género *Arthrobotrys* desde muestras fecales de ovinos en pastoreo en Magallanes. Se utilizaron larvas de nemátodos gastrointestinales de tercer estado obtenidas a través de la incubación de muestras fecales de ovinos parasitados, las que se utilizaron como trampas.
- Definición de las áreas donde se efectuaron las colectas de material fecal para aislamiento de los hongos, obtención de muestras fecales, aislamiento de larvas de nemátodos y aislamiento de los hongos predadores de cada localidad.
- Identificación de los hongos y evaluación *in vitro* de su actividad predadora sobre las larvas de nemátodos.

b) Producción masiva de los hongos predadores aislados: se realizó en sustratos estériles de cereales, lo que permitió contar con las cantidades necesarias para los ensayos en el campo. Se siguió la metodología de Grønvold *et al.*, (1993) la que puede realizarse en varios tipos de sustratos como avena, cebada, arroz o maíz. Se realizó, además, un control de calidad del biopreparado en cada uno de los aislados de hongos, para lograr una estandarización del producto antes de usarlo en el campo.

c) Evaluación *in vitro* e *in vivo* del efecto de los procesos digestivos de ovinos sobre la viabilidad de las conidias (esporas asexuales formadas por las hifas) de hongos nematófagos:

- Evaluación *in vitro* del grado de viabilidad de los hongos atrapa nemátodos luego de ser sometidos al método de Tilley y Terry (1963). Se evaluó *in vitro* la viabilidad de las esporas de los hongos predadores respecto de su capacidad de tránsito a través del tracto gastrointestinal.
- Evaluación *in vivo* del grado de viabilidad de las esporas de los hongos que presentaron la mayor sobrevivencia y viabilidad en el ensayo *in vitro*.
- Reproducción de los hongos nematófagos.



Hongos creciendo sobre material obtenido de los bloques formulados

¹¹ Planta de Proceso Llay-Llay, V Región de Valparaíso, propiedad de Minera Formas.

d) Establecimiento de ensayos para evaluar diferentes modalidades de incorporación de los hongos nematofagos al consumo animal:

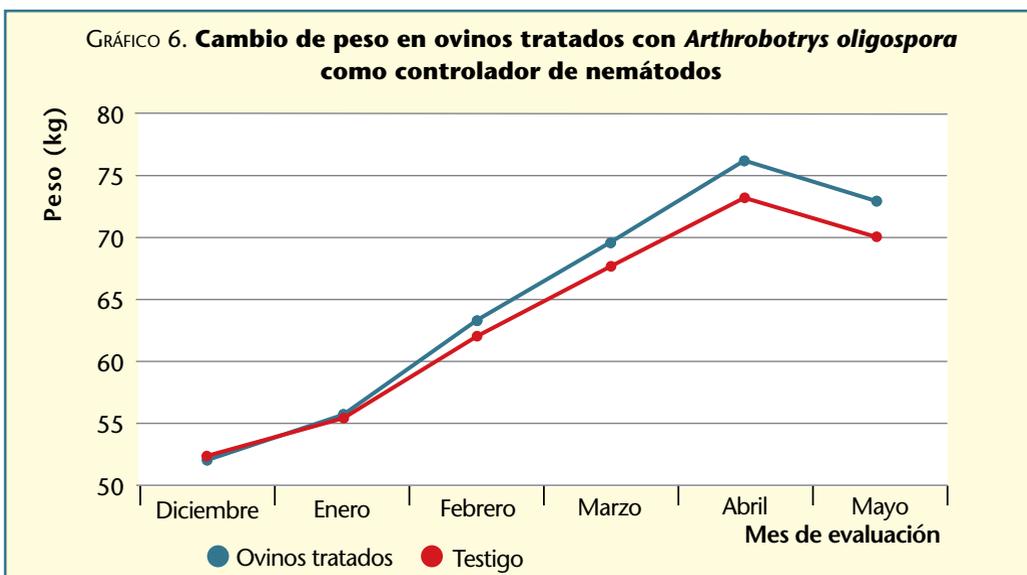
- Evaluación del comportamiento de tres grados de concentración de esporas entregadas por vía oral a los animales.
- Evaluación en el campo de la acción controladora de los hongos nematofagos reproducidos en sustrato sólido, sobre larvas infestivas de nemátodos.
- Diseño, elaboración y evaluación de bloques minerales, de gran palatabilidad, como vehículo de administración de hongos nematofagos en rumiantes en pastoreo.
- Diseño y evaluación del comportamiento de cápsulas intrarruminales de baja digestibilidad, con entrega gradual de los hongos nematofagos incorporados en su matriz, para el control de nemátodos en rumiantes.



Ovinos consumiendo un bloque mineral

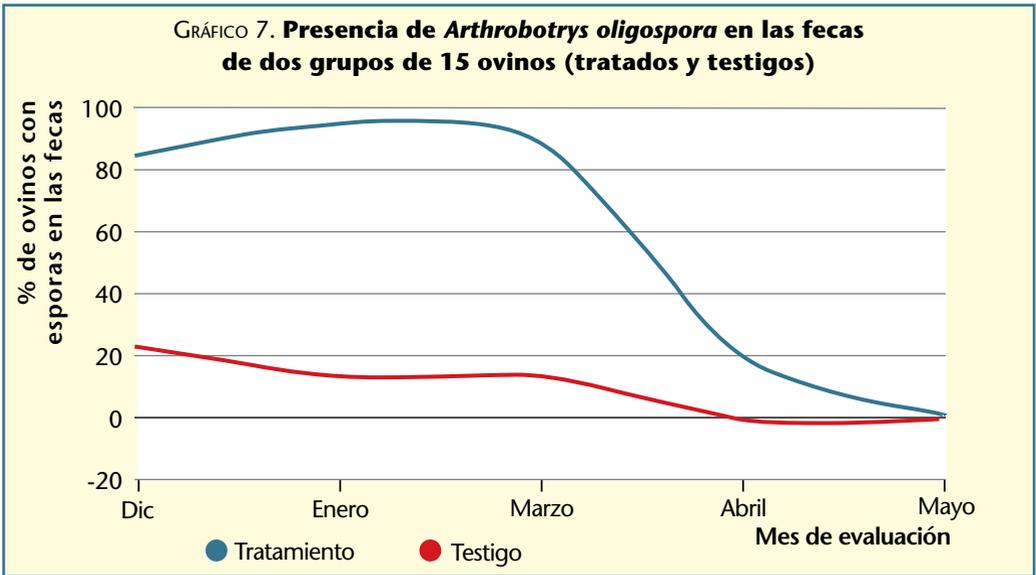
e) Evaluación del efecto de los hongos nematofagos obtenidos, sobre las poblaciones de larvas de tercer estado de nemátodos en la pradera y sobre la carga parasitaria de ovinos en pastoreo en cada zona participante en el proyecto:

- Establecimiento de un sistema de pastoreo comparativo para evaluar el efecto del hongo nematofago.
- Evaluación del peso de los animales en los grupos de animales en pastoreo (Gráfico 6).



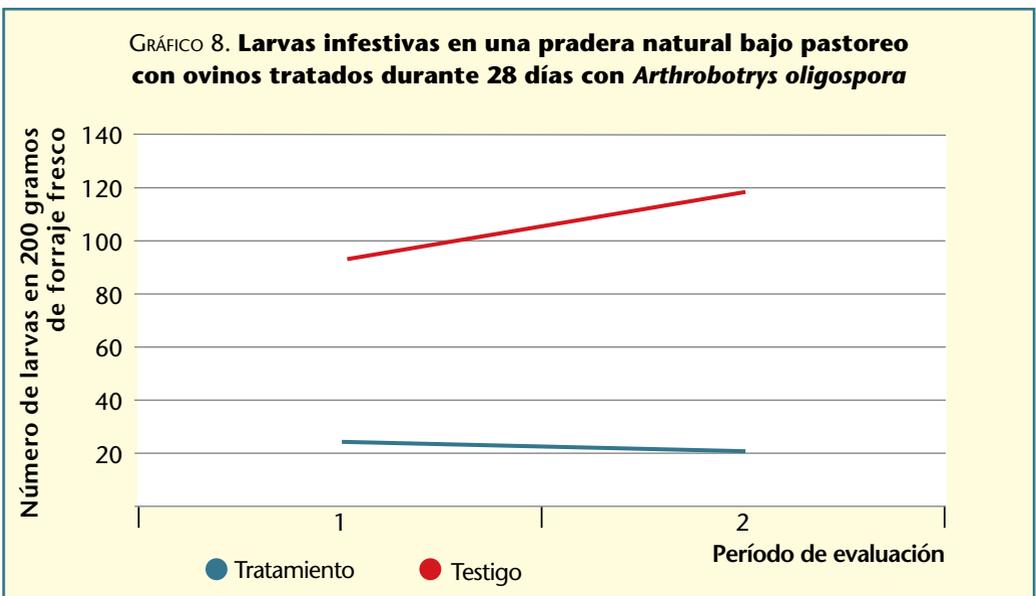
Se observa el cambio del peso de los animales durante el período de pastoreo entre enero y marzo, en que se entregan los controladores; específicamente se produce un aumento de la diferencia entre ambos grupos. En abril se inicia una baja de peso debido a la disminución de la temperatura ambiental y al cambio en la disponibilidad de forraje.

- Evaluación de la sobrevivencia de los hongos nematofágos obtenidos después del paso por el sistema digestivo de los animales (Gráfico 7).



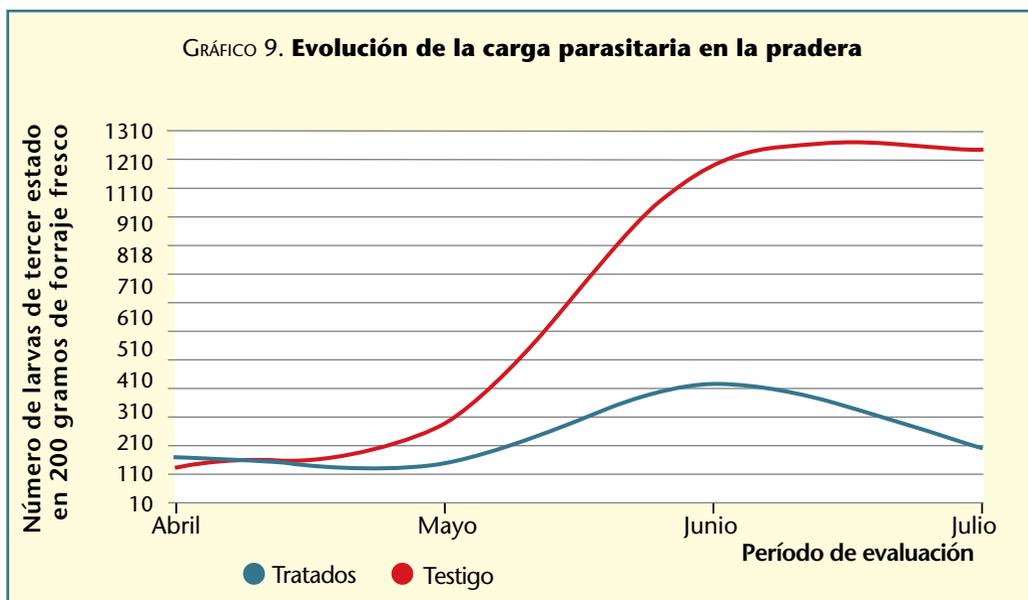
Se observa la diferencia entre los dos grupos de ovinos evaluados con relación a la presencia o ausencia de *A. oligospora* en la muestras fecales obtenidas transrectalmente. Los animales tratados muestran una alta presencia del hongo, sobre un 80% durante el período de aplicación; los nematofágos observados en los animales testigos corresponden a los controladores que naturalmente existen en el sistema pastoril evaluado.

- Evaluación coproparasitaria de los grupos de animales en pastoreo.
- Evaluación del efecto de los hongos nematofágos obtenidos, sobre las poblaciones de larvas de nematodos de tercer estado en la pradera de Magallanes (Gráfico 8).



Se observa el número de larvas infestivas recuperadas desde la pradera; se aprecia un incremento en el sector de los animales no tratados y una disminución en el potrerillo donde se manejaron los animales bajo tratamiento con *A. oligospora*.

- Establecimiento de ensayos en la VI Región del Maule, Fundo Bandurrias: se evaluó el efecto de los hongos sobre las larvas de nemátodos de tercer estado, tanto en la pradera como sobre la carga parasitaria en ovinos en pastoreo (Gráfico 9).



Se observa la notoria disminución de la carga parasitaria en praderas tratadas con hongos nematófagos v/s aquellas no tratadas.

f) Escalamiento y definición de la preparación del hongo: se realizó un estudio de mercado para definir las etapas, dimensiones y costo que implica la producción comercial de un antiparasitario orgánico. Además se determinaron las formas comerciales de presentación más adecuadas, así como marcas comerciales y patente del producto.

g) Transferencia y adopción de la tecnología: se efectuó la difusión y transferencia a técnicos y productores de carne ovina en cada una de las zonas donde se realizó el proyecto. Se efectuaron seminarios y días de campo cuyo objetivo principal fue dar a conocer las técnicas empleadas en la producción de hongos nematófagos, así como su utilización en el control de estados infestivos de parásitos de ganado en sistemas de producción de carne ovina en pastoreo.

El modelo desarrollado contiene información fundamental para establecer un sistema productivo ovino, sobre la base del uso de controladores biológicos de parásitos gastrointestinales en dicha especie; ello corresponde al control de la población de individuos infestantes en la pradera y no al interior de los animales, rebajando la principal fuente de infestación de los sistemas de producción animal en pastoreo.

La generación de este producto, a escala comercial, presenta un alto potencial de mercado al integrar elementos de control parasitario y también de suplementación mineral y energética para su posicionamiento y venta en el mercado.

► 3. Los productores hoy

Actualmente los productores ovinos de Magallanes y del resto del país mantienen explotaciones tradicionales y no han continuado con la certificación de praderas orgánicas, ni con los manejos animales, debido al alto costo que implica la certificación y a la falta de volumen crítico para la exportación; estos aspectos convierten a la certificación en una difícil iniciativa individual.

El cordero de Magallanes ha desarrollado una fuerte imagen asociada a la pureza de las praderas de la Patagonia, ya que se considera a la zona como uno de los últimos lugares limpios del planeta; por ello no se ha necesitado una certificación orgánica para su comercialización, ya que se ha posicionado como tal sin ella.

Sin embargo, las preferencias de los consumidores han virado ostensiblemente y prefieren las carnes producidas en condiciones que “garanticen” mejores estándares de salubridad para la población. El 65% de los norteamericanos piden como garantía que la carne que llevan a sus mesas esté libre de antibióticos, hormonas y pesticidas. El 50% compraría más carne natural si existiera una garantía confiable, pero la mayoría piensa que ésta no existirá. En conclusión, hay un mercado importante para el valor agregado, dispuesto a pagar mayores precios, pero a su vez exige el cumplimiento de las normas sanitarias y de inocuidad, además de la adaptación o cambio de los sistemas de producción (reducción de químicos y de la emisión de gases de efecto invernadero), la adopción de normas y sistemas de certificación confiables, así como la producción regular, calidad y confiabilidad.

Cabe señalar, que los cortes de carnes diferenciados suelen cotizarse a precios Premium y son resistentes a la presión a la baja que prevalece en los mercados de commodities. Las certificaciones (etiquetas) de diferenciación (natural, orgánica, grass-feed) son especialmente atractivas para los pequeños productores y procesadores que encuentran dificultades para competir en el mercado de precios bajos y de grandes volúmenes de la carne vacuna convencional.

Actualmente el CET, que desarrolló la herramienta tecnológica que aquí se presenta, se encuentra en proceso de obtención de los registros del producto como suplemento alimentario (en su forma de bloques minerales), para lo cual implementó una planta productora dentro del proceso de escalamiento comercial asociado a la empresa ECOFOS. Una vez obtenidos los registros necesarios para la comercialización del producto, la planta iniciará su producción ya que algunas empresas extranjeras han manifestado interés por el producto, especialmente de Estados Unidos, donde se requieren alternativas orgánicas para la producción de carnes.

SECCIÓN 3

El valor del proyecto precursor

La herramienta tecnológica desarrollada por el proyecto precursor da una alternativa al control de parásitos gastrointestinales ovinos con la cual no se contaba, lo que limitaba, entre otras variables, la producción orgánica.

El sistema alternativo para quienes producían carne ovina orgánica en la Región de Magallanes consistía en disminuir la densidad de animales por hectárea, de forma de no sobrecargar la pradera ni contribuir a la dispersión de los parásitos que se transmiten mediante las fecas. La otra opción correspondía a la rotación continua de los potreros, lo que limita el aprovechamiento de las mejores pasturas durante la etapa de parición y desarrollo de los corderos, lo que coincide con el aumento de los parásitos.

La incorporación de esta tecnología, como herramienta de control de parásitos, se inserta en el manejo ambiental sustentable requerido para cualquier producción pecuaria orgánica, y también puede ser incorporada en cualquier sistema de producción de carnes por medio de pasturas. Esta herramienta disminuye la carga de los parásitos ovinos y bovinos en las praderas, factor responsable de las mermas de peso y productividad y, por lo tanto, de la rentabilidad del sistema.

Esta tecnología no sólo favorece la producción orgánica, sino también representa una gran oportunidad, debido al constante incremento mundial de la demanda por insumos orgánicos o biológicos, dados los daños ambientales producidos por el uso intensivo de plaguicidas y nutrientes químicos o convencionales.



Por otro lado, los antiparasitarios químicos más usados han creado resistencia en las poblaciones de parásitos y, por lo tanto, la posibilidad de utilizar un sistema de control que posibilite cumplir las exigencias de la certificación orgánica y, a la vez, asegure la persistencia del tratamiento sin crear resistencia, es una alternativa viable de incorporar a los sistemas productivos orgánicos que se encontraban limitados en este sentido.

En resumen, las principales ventajas de la utilización de hongos nematófagos son:

- Permiten un control defensivo ante los parásitos, disminuyendo el contagio.
- Permiten aumentar la carga animal en la pradera, ya que la infestación por densidad se reduce.
- No generan resistencia de los parásitos como los sistemas tradicionales basados en antihelmínticos químicos.
- Se adaptan bien al ambiente por estar presentes de manera natural.
- Son una alternativa viable en sistemas de producción orgánica, ya que como éstos no deben implementar métodos tradicionales, se han limitado sólo a incorporar medidas de manejo como disminuir la carga animal en la pradera o realizar rotaciones de potreros.
- No utiliza productos que podrían causar daño al medio ambiente.
- No requiere movimientos de animales para su incorporación a la dieta.

Como desventajas cabe señalar las siguientes:

- Existe la necesidad de desarrollar distintos métodos de aplicación, que se adapten a diferentes formas de explotación.
- Requieren ser distribuidos cuidadosamente en el potrero para asegurar que los animales los consuman dentro del período de vida útil.
- Es posible que se produzcan pérdidas en caso de presentarse condiciones climáticas desfavorables.

Anexos

Anexo 1. Tipos de certificación en producción de carne

Anexo 2. Literatura consultada

Anexo 3. Documentación disponible y contactos

ANEXO 1. Tipos de certificación en producción de carne¹²

Las etiquetas de diferenciación específicas para el mercado de carne vacuna y ovina son:

- **Natural.** Sin saborizantes, colorantes, conservadores químicos ni ingredientes sintéticos. Además debe ser “mínimamente procesada”.
- **Orgánica.** Sin antibióticos ni hormonas, alimentación libre de proteínas animales. Los animales deben ser alimentados con productos orgánicos y deben tener acceso a pasturas orgánicas. Deben ser criados en forma orgánica “a partir del último trimestre de gestación” y deben ser trazables desde su nacimiento.
- **De animales alimentados a pasto.** No existe reglamento del USDA;¹³ sin embargo, un grupo de industriales, la American Grassfed Association, exige que los animales sean alimentados únicamente con forraje y leche materna, y criados libremente. Prohíbe completamente el uso de antibióticos y hormonas.

El reglamento para productos orgánicos del USDA exige que los rumiantes “tengan acceso a pasturas”; se espera que esta definición se modifique en 2009, en el sentido de ser más estricta y exigir más pastoreo. El nuevo reglamento propuesto al USDA exige que los rumiantes pasen un mínimo de 120 días en pasturas y que el 30% de su consumo de “materia seca” provenga de pastos frescos.

A los productores orgánicos el reglamento también les exige la trazabilidad del ganado desde el nacimiento, condición que no se exige a otro tipo de productor en Estados Unidos.

Las operaciones orgánicas deben ser certificadas una vez al año por un representante autorizado de Estados Unidos, a fin de asegurar que los productores cumplen con el reglamento.

El reglamento europeo que se aplica a todo el ganado es más riguroso que el de Estados Unidos, ya que exige la trazabilidad de toda la carne vacuna y prohíbe el uso de hormonas de crecimiento. Sin embargo, en el sector de alimentos orgánicos, la Unión Europea permite el uso de algunos alimentos no orgánicos para el ganado, así como el uso limitado de antibióticos.

¹² The Economist (2007).

¹³ United States Department of Agriculture.

ANEXO 2. **Literatura consultada**

- Álvarez-Sánchez, M.A., Cruz-Rojo, M.A., Pérez-García J. y Rojo-Vázquez, F.A. 2006. Helminthosis en pequeños rumiantes. Prevalencia, resistencia antihelmíntica y algunas consideraciones sobre su control. Mundo Veterinario N° 186. [En línea] <<http://www.eumedia.es/user/articulo.php?id=81>> [Consulta: enero, 2009].
- BeefPoint. 2007. EUA: Ventas de carne orgánica aumentaram. [En línea] <www.beefpoint.com.br> [Consulta: enero, 2009].
- Beef Retail. 2007. Natural & Organic Beef. [En línea] <www.beefretail.org/reseNaturalOrganicBeef.aspx> [Consulta: enero, 2009].
- Bowman, B. [en línea]. Deconstructing Organic Beef. The Costs and Benefits of Raising Cattle Au Naturel. Gayot.com the guide to the good life. <www.thefoodpaper.com/features/organic_beef.html> [Consulta: enero, 2009].
- Cuenca Rural. 2005. Métodos alternativos para el control de los estróngilos digestivos en ovinos. [En línea] <http://www.cuencarural.com/ganaderia/ovinos/metodos_alternativos_para_el_control_de_los_estrongilos_digestivos_en_ovinos/> [Consulta: enero, 2009]
- The Economist. 2007. Exportaciones Saludables: Mercados externos para carne natural. El mercado de Estados Unidos para carne natural y orgánica. The Economist Intelligence Unit. [En línea] <<http://www.inac.gub.uy/servlet/com.binnov.portal.addon.servlet.FileDownload?contentid=1833&version=1&channelid=1>> [Consulta: enero, 2009].
- FEDEGAN, 2007. Coyuntura Ganadera Internacional. Estados Unidos: las ventas de carne orgánica aumentarán. [En línea] <<http://portal.fedegan.org.co/Boletin/Boletin61/pdf/Coyuntura.pdf>> [Consulta: enero, 2009].
- FEDEGAN, 2009. Una Perspectiva mundial del sector cárnico. Informe Especial XXXI Congreso Nacional de Ganaderos. Federación Colombiana de Ganaderos. Expositor: Cornelis Cees De Haan. Enero-febrero 2009, Número 110.
- Grønvold, J., Wolstrup, J., Nansen, P., Henriksen, S.A., Larsen, M. & Bresciani, J. 1993. Biological control of nematode parasites in cattle with nematode-trapping fungi: a survey of danish studies. Vet. Parasitol. 48(1-4):311-25.
- Mundo Ganadero. 2008. Parásitos gastrointestinales y pulmonares en bovinos. Mundo Ganadero, mayo-junio. [En línea] <www.aasa.cl/revistas.html> [Consulta: enero, 2009].
- Ocampo, S. 2008. Carne y leche orgánica nuevos nichos de mercado. Imagen Agropecuaria N°1, 26 de mayo. [En línea] <http://www.imagenagropecuaria.com/articulos.php?id_sec=24&id_art=424> [Consulta: enero, 2009].
- Canobra, M. 2006. Consultoría para el estudio e identificación de cluster exportadores regionales. Informe ejecutivo. PROCHILE XII Región. Punta Arenas, 8 de febrero. [En línea] <http://www.prochile.cl/documentos/pdf/cluster/cluster_magallanes_resumen.pdf> [Consulta: enero, 2009].
- Tilley, J.M.A. & Terry, R.A. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. British Grassland Society 18:104-111.
- Tondi, M. y Otaño, C. 2008. Situación de la producción orgánica en la Argentina. Informe 2001-2007. Dirección de Calidad Agroalimentaria, Coordinación de Productos Ecológicos, Dirección Nacional de Fiscalización Agroalimentaria. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, SENASA.
- Willer, H. & Yussefi, M. 2007. The World of Organic Agriculture Statistics and Emerging Trends. [En línea] <<http://orgprints.org/10506/01/willer-yussefi-2007-p1-44.pdf>> [Consulta: enero, 2009].

ANEXO 3. Documentación disponible y contactos

La publicación “Resultados y Lecciones en Control Biológico de Nemátodos en Ovinos”, se encuentra disponible a texto completo en el sitio de FIA en Internet (www.fia.gob.cl), en la sección Banco de Negocios FIA / Modelos y planes de negocios aprendidos. En esta sección se encuentra disponible un Banco de Experiencias de Innovación financiadas e impulsadas por FIA, cuyos resultados han sido valorizados después de su término. En la ficha de cada experiencia, existe un campo de “Documentos Asociados” donde están disponibles estas publicaciones.

En la misma sección, junto con los documentos asociados, existe un campo de “Precusores” que ofrece links hacia los proyectos precursores que se encuentran en la base de datos de iniciativas apoyadas por FIA (<http://www.fia.cl/basefian/selerubros.asp>).

Desde la base de datos de iniciativas apoyadas por FIA se accederá a la ficha resumen de cada proyecto precursor con información adicional sobre éstos y los contactos de los productores y profesionales participantes. Adicionalmente, en la misma ficha resumen del proyecto precursor, se ofrece un link al SIG (Sistema de Información Geográfica) de FIA, para identificar con precisión la ubicación de los proyectos.

La documentación de los proyectos precursores a texto completo (propuesta, informes técnicos y actividades de difusión, entre otras), puede consultarse en los centros de documentación de FIA, en las siguientes direcciones:

Centro de Documentación en Santiago

Loreley 1582, La Reina, Santiago. Fono (2) 431 30 96.

Centro de Documentación en Talca

6 norte 770, Talca. Fono-fax (71) 218 408.

Centro de Documentación en Temuco

Bilbao 931, Temuco. Fono-fax (45) 743 348.