



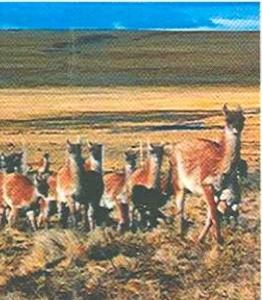
GOBIERNO DE CHILE  
INIA - FDI CORFO

BOLETÍN INIA N° 137

ISSN 0717 - 4829

# Diversidad, Conservación y Utilización de los Recursos Genéticos Animales en Chile

Autor:  
FERNANDO MUJICA C.



Ministerio de Agricultura  
Instituto de Investigaciones Agropecuarias  
Centro Regional de Investigación INIA Remehue  
Osorno, Chile, 2006

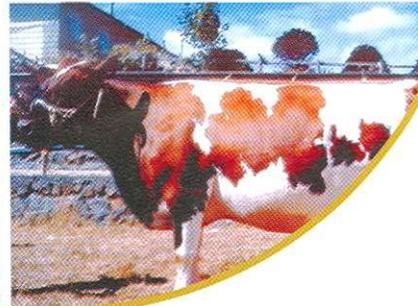


GOBIERNO DE CHILE  
INIA

# Diversidad, Conservación y Utilización de los Recursos Genéticos Animales en Chile

BOLETÍN INIA N° 137  
ISSN 0717 - 4829

Autor:  
FERNANDO MUJICA C.



Director Responsable:

Julio Kalazich B.  
Director Regional INIA Remehue

Comité Editor Regional:

Francisco Salazar S., Ing. Agr. Ph. D.  
Nolberto Teuber K., Ing. Agr. Ph. D.  
Luis Opazo R., Periodista

Boletín INIA N° 137

Este boletín fue editado por el Centro Regional de Investigación INIA Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura.

Permitida su reproducción total o parcial citando la fuente y autores.

Cita bibliográfica correcta:

Mujica F. 2005

Diversidad, Conservación y Utilización de los Recursos Genéticos  
Animales en Chile.

Osorno, Chile.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias

Boletín INIA N° 137, 124 p.

Diseño y Diagramación

Imprenta América, Osorno.

Cantidad de ejemplares: 300

Osorno, Chile, 2006.

## **Capítulo I. CONSERVACIÓN Y DIVERSIDAD GENÉTICA**

---

Introducción .....	13
1. Variabilidad o diversidad genética .....	15
1.1 Importancia de la diversidad .....	15
1.2 Medición de la diversidad .....	17
2. Caracterización .....	20
3. Conservación .....	23
3.1 Crioconservación .....	24
3.2 Conservación de pool de genes .....	26
3.3 Prioridades de conservación .....	27
3.4 Población núcleo .....	28
4. Consanguinidad .....	32
4.1 Tamaño genético de una población .....	33
4.2 Cuellos de botella .....	34
4.3 Defectos genéticos .....	35
4.4 Poblaciones en extinción genética .....	36
5. Selección .....	38
5.1 Intervalo de generación .....	41
6. Investigación .....	43

## **Capítulo II. SITUACIÓN DE LOS RECURSOS GENÉTICOS ANIMALES EN CHILE**

---

Introducción .....	47
Resumen Ejecutivo .....	48
1. Información General del País .....	50
1.1 Existencias, distribución y tendencia de los principales recursos genéticos .....	50
1.2 Producción Pecuaria .....	52
1.3 Consecuencias de la heterogeneidad ambiental sobre los recursos zoogenéticos .....	52
1.4 Economía y balanza comercial de los productos agropecuarios y forestales .....	52
1.5 Estructura del sector silvoagropecuario .....	53
1.6 Organización en el sector ganadero .....	54
1.7 Consumo nacional de productos pecuarios .....	55
1.8 Situación de la seguridad alimentaria y el desarrollo rural .....	56
2. Situación de la biodiversidad agrícola en el sector de los recursos genéticos .....	58
2.1 Panorama general de los sistemas de producción animal del país y su biodiversidad .....	58
2.2. Estado de conservación de la diversidad biológica de los recursos zoogenéticos .....	63
2.3. Estado de utilización de los recursos zoogenéticos .....	66
2.4. Principales características y aspectos fundamentales de la conservación y utilización de los recursos zoogenéticos .....	77
3. Cambios y tendencias de la producción pecuaria nacional .....	80
3.1 Políticas, estrategias, programas y prácticas de ordenación en el pasado .....	80
3.2 Tendencia futura en la conservación y utilización de los recursos zoogenéticos .....	84
3.3 Política, estrategia y planes de ordenación nacionales futuros en la conservación, la utilización y el fomento de los recursos zoogenéticos .....	86

4. Capacidad nacional y evaluación de las necesidades futuras de creación de capacidades .....	<b>88</b>
4.1 Evaluación de la capacidad nacional .....	<b>88</b>
5. Prioridades nacionales para la conservación y la utilización de los recursos zoogenéticos .....	<b>91</b>
5.1 Objetivos .....	<b>91</b>
5.2 Prioridades nacionales entre las especies y razas animales, las regiones del país y las comunidades rurales .....	<b>94</b>
6. Cooperación internacional en el sector de la biodiversidad de los recursos zoogenéticos .....	<b>96</b>
6.1 Programas de cooperación .....	<b>96</b>
6.2 Centro de Desarrollo .....	<b>97</b>

## Capítulo III. ANEXOS

---

Evaluación del Estado de la Utilización de los Recursos Zoogenéticos.	101
Anexo A1. Caracterización y utilización de los RZ bovinos.	102
Anexo A2. Caracterización y utilización de los RZ ovinos.	104
Anexo A3. Caracterización y utilización de los RZ caprinos.	106
Anexo A4. Caracterización y utilización de los RZ porcinos.	107
Anexo A5. Caracterización y utilización de los RZ avícolas exóticos y nativos.	108
Anexo A6. Caracterización y utilización de los RZ equinos.	111
Anexo A7. Caracterización y utilización de los RZ apícolas.	112
Anexo A8. Caracterización y utilización de los RZ nativos y exóticos asilvestrados. Mamíferos y anfibios.	113
Profesionales, Técnicos y Criadores que aportaron informaciones a la Situación de los Recursos Zoogenéticos en Chile.	115
Agradecimientos	117
Lista de Acrónimos	118
Referencias	121

### INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Existencia de animales en las explotaciones agropecuarias	50
Tabla 2: Producción de carne año 2001	52

Tabla 3: Consumo de productos pecuarios en Chile en los años 1990, 1999 y 2002 .....	55
Tabla 4: Número de toros y dosis de semen congelado de Overo Negro Europeo y Overo Colorado en reserva genética del Centro de Inseminación Artificial de la Universidad Austral de Chile .....	64
Tabla 5: Importancia relativa (%) de cada grupo de especie en el área económica, social y paisajística .....	75

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1: Existencia de animales en las explotaciones agropecuarias .....	51
Figura 2: Distribución de la superficie total de las explotaciones agropecuarias según uso del suelo .....	54

## **INDICE DE FOTOS**

Foto 1: Overo Negro Europeo .....	59
Foto 2: Overo Colorado .....	60
Foto 3: Grupo de Guanacos .....	70
Foto 4: Bovino Criollo Patagónico .....	78
Foto 5: Caballo Chilote .....	84
Foto 6: Ñandú .....	95

# Prólogo

Ante el creciente deterioro de la conservación y utilización de los recursos genéticos animales (RGA) en el mundo donde desaparecen aproximadamente 50 especies cada año, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) solicitó a todos los países miembros de dicha organización internacional, elaborar un informe sobre la situación de sus respectivos RGA. Accediendo a esta invitación, el Ministerio de Agricultura de Chile nombró al Dr. Fernando Mujica, genetista e investigador del Centro Regional de Investigación INIA Remehue, del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), como encargado de la elaboración y edición de este informe.

Para realizar esta labor, el investigador responsable fue asesorado por Teresa Agüero, profesional de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias del Ministerio de Agricultura (ODEPA) y recibió los aportes de cuarenta profesionales de universidades, instituciones estatales y privadas, así como de criadores de gran parte de Chile. Dentro de este equipo técnico tuvieron destacada participación doce investigadores del INIA de centros regionales y centros experimentales ubicados entre la Cuarta y la Duodécima Regiones.

Gracias a este trabajo fue posible elaborar este boletín técnico, que contiene los antecedentes más importantes del informe país Chileno, con cifras actualizadas e informaciones sobre la importancia de la diversidad genética, conservación y utilización de los recursos genéticos animales presentes en el país. La revisión contempló la evaluación del estado de estos recursos genéticos animales con indicación de su diversidad; de su caracterización y grado de utilización (uso y desarrollo) con una indicación del grado de peligro de extinción. El estudio abarcó desde bovinos de leche presentes en el país (13), pasando por bovinos de carne (18), ovinos (25), caprinos (7), porcinos (6), avícolas exóticos y nativos (51), equinos (14), RGA exóticos y nativos, mamíferos y anfibios (35) y se incluyó también recursos genéticos apícolas (5), totalizando la evaluación de 174 recursos genéticos animales en el país.

La presente publicación, se enmarca dentro de las líneas de desarrollo estratégico del INIA, que contempla la mejor utilización de los recursos provenientes del sector

agrícola. Es por ello que como institución no sólo contribuimos a la elaboración de este informe, sino que esperamos haber aportado en forma sustantiva al conocimiento de los recursos animales del país, ya sean nativos o exóticos, y sobre todo aquellos que hasta ahora han sido más postergados y por lo tanto están deficientemente utilizados o en peligro de su total extinción, y con ello incentivar una mayor preocupación de nuestra sociedad sobre ellos.

**Julio C. Kalazich Barassi, Ph.D.**  
**Director Regional INIA Remehue**

Capítulo 1

# Conservación y Diversidad Genética



# Introducción

Tal como informa FAO, la cantidad de Recursos Genéticos Animales (RGA) que en la actualidad se extinguen en el mundo es alarmantemente grande. Se estima que aproximadamente 50 razas desaparecen cada año, o sea, a razón de una por semana; en tanto que muchas razas han alcanzado tamaños de población que les hacen prever un futuro muy poco seguro si no se toman medidas por conservarlas. Otras ya están en peligro de desaparición inmediata. Por otra parte, se constata el deficiente uso que se hace en la actualidad de la gran mayoría de los RGA, especialmente los nativos.

Recursos Genéticos Animales (RGA) o Recursos Zoogenéticos (RZ), según FAO son todas las especies, razas, líneas, en general genotipos animales de potencial económico, uso científico o de interés cultural, que se usan, o pueden ser usados en el futuro, en la producción de alimentos y/o en la agricultura (Weiner, 1989).

Como se analizará posteriormente, Chile no está ajeno a esta situación de pérdida y deficiente utilización de RZ. Hay genotipos extinguidos, otros que están en peligro de extinción y muchos de ellos, son deficientemente utilizados.

Resultados de investigaciones señalan que los RZ nativos y, en general, las razas adaptadas a las condiciones locales son corrientemente capaces de sobrevivir y proporcionar productos con un mínimo de aportes y en condiciones ambientales variables. Una estrategia orientada hacia el desarrollo de estas razas sería más sustentable a largo plazo que sólo cubrir las necesidades nacionales con RZ exóticos o externos.

Se plantea un desafío para las políticas de gobierno en el sector pecuario, de elaborar programas de conservación de RZ con el objeto de mantener la variabilidad genética de las diferentes especies y razas de animales existentes en el país. La conservación de la biodiversidad es una forma de bajo costo para garantizar la seguridad alimentaria futura de los países.

En esta primera parte se presentarán conocimientos generales sobre diversidad genética, conservación y caracterización de los RZ.

# 1. Variabilidad o Diversidad Genética

## 1.1 Importancia de la diversidad

La diversidad biológica provee no sólo de alimentos e ingresos, sino también de materia prima para vestuario, medicina, formación de nuevas variedades y realizar otros servicios como la mantención de la fertilidad del suelo y la conservación de suelo y agua, todo lo cual es esencial para la sobrevivencia humana. Cerca de un tercio del área terrestre del mundo se utiliza para la producción de alimento.

En los años recientes mientras la población mundial continúa aumentando y la producción agropecuaria debe enfrentar la creciente demanda de alimento, la expansión de la agricultura en bosques y áreas marginales, combinado con sobre talaje y crecimiento urbano e industrial, ha reducido sustancialmente los niveles de diversidad biológica en grandes áreas.

Actualmente alrededor de 15 especies de plantas y 8 especies de animales suplen el 90% del alimento en el mundo ([www.biodiv.org](http://www.biodiv.org)).

Numerosos RZ no se utilizan o son deficientemente usados, pero también numerosos se han extinguido.

El proceso de extinción de los RZ lleva a una paulatina disminución de la diversidad genética, con los consecuentes efectos negativos especialmente en la ganadería del futuro, ya que ante las cambiantes condiciones de mercado, alimentación y manejo, las especies domésticas no dispondrán del bagaje genético posible de utilizar, a través de la selección, para adaptarse a las nuevas condiciones y mantener o aumentar sus rendimientos productivos y reproductivos.

La variabilidad o diversidad genética hace posible la adaptación de los animales a enfermedades, parásitos, diversas condiciones climáticas, de alimentación y otros factores como las cambiantes exigencias del mercado.

La variabilidad genética de las especies animales domésticas ha contribuido al hombre para poder sobrevivir en un amplio rango de ambientes, utilizando dichos animales bajo muy diversas condiciones de producción. Se estima que en forma directa o indirecta los animales domésticos suplen alrededor del 30% de los requerimientos humanos para la alimentación y la agricultura.

La mejor forma de minimizar la pérdida de variabilidad genética de una población es conservando la mayor cantidad de reproductores, especialmente en poblaciones en peligro de extinción; y minimizando, en lo posible, la tasa de consanguinidad.

En la actualidad, las principales causas de pérdidas de RZ y de variabilidad genética son las siguientes:

- Introducción de material genético exótico debido a sus altos rendimientos productivos.  
Ejemplo en Chile: introducción del bovino lechero Holstein Frisian (HF) que ha llevado a la casi extinción de los bovinos Overo Negro Europeo (ONE), que también es un RZ exótico, pero de larga adaptación en el país.
- Políticas agrícolas débiles o equivocadas, como sería, dar poca prioridad a la conservación de genotipos adaptados a determinadas condiciones locales, pero de bajos rendimientos productivos. Ejemplo: los RZ criollos.
- Demanda cambiante de los mercados, que favorece algunos RZ y desplaza a otros. En la actualidad existen en general mayores exigencias en la calidad de los productos.
- Degradación de los ecosistemas

Cabe destacar que el concepto biológico de "biodiversidad" fue discutido científicamente por primera vez en la conferencia "Foro nacional sobre biodiversidad" que tuvo lugar en 1986, en Washington, Estados Unidos de Norte América y definido por la Convención sobre diversidad biológica ([www.biodiv.org](http://www.biodiv.org)), como "la variabilidad entre los organismos vivientes de cualquier procedencia (bajo sistemas ecológicos de tierra, mar y otros acuáticos) y los complejos ecológicos a los cuales ellos pertenecen. Incluye la diversidad dentro de las especies y entre las especies y la diversidad de los ecosistemas" (Wullweber, 2004).

Este concepto amplio de diversidad va más allá de la diversidad de las especies, pues incluye además todo el espectro de variabilidad entre sistemas y organismos. Se distinguen tres planos:

- a) La diversidad de los genes, representa la variabilidad de los genes y secuencias de nucleótidos dentro de la población,
- b) La diversidad de las especies, describe la variabilidad entre grupos taxonómicos como familias, géneros, hasta especies,
- c) La diversidad de los ecosistemas incluye la diversidad de biomas, paisajes y ecosistemas, hasta los nichos ecológicos.

El marco de este estudio se referirá principalmente a la diversidad de las especies animales, considerando, sin embargo, su constitución genética y el ecosistema en el cual ellos se reproducen.

## 1.2 Medición de la diversidad

Muchos estudios filogenéticos se han realizado a través de la frecuencia de alelos de polimorfismos bioquímicos, especialmente frecuencia de alelos de grupos sanguíneos y de loci que codifican proteínas.

Los diferentes métodos electroforéticos permiten separar las distintas formas moleculares que pueda tener una proteína presente en todos los individuos de una población o de una especie. La influencia del campo eléctrico sobre las proteínas disueltas en solución acuosa hace que sus variadas formas migren a velocidad distinta desde un polo dependiendo de su carga y masa, separándose de esta forma en fracciones sencillas.

En España, según Delgado et al. (2001), los polimorfismos más profusamente estudiados en la especie bovina han sido el de la hemoglobina, la anhidrasa carbónica, ceruloplamina, transferina y la albúmina.

Por otra parte, los marcadores de microsátélites, que se han empleado en forma creciente en genética de poblaciones y evolutiva, consisten en segmentos de ADN genómico amplificados por PCR (reacción en cadena de la polimerasa o polymerase chain reaction) que constituyen cadenas cortas de mono-, di- o tri-nucleótidos repetidos. Se ha demostrado que esta repetición es única a través del genoma de mamíferos; y a menudo presentan variaciones substanciales en el número de repeticiones. Estas diferencias se pueden determinar y las variaciones son heredables como alelos en un *locus*.

Los microsatélites, como marcadores, han reemplazado a los polimorfismos bioquímicos en la caracterización genética de poblaciones y para la identificación individual, debido, además de ser muy fácil de tipificar, por la mayor heterocigocidad promedio en cada *locus* (variación genética en loci individuales).

Se espera disponer de muchos más *loci* para proveer una discriminación de resolución más alta entre poblaciones estrechamente relacionadas (emparentadas) de una especie.

Los microsatélites son los marcadores de elección para estudios de mapeo de genes en especies animales ganaderas, de manera que muchos loci estarán a disposición para su uso en estudios filogenéticos.

A pesar que los microsatélites tienen aparentes ventajas como marcadores en estudios de distancias genéticas, no parecen ser representativos del genoma por las siguientes razones: la mayoría de ellos están en regiones no-codificantes, los mecanismos de mutación no están muy claros y muchos difieren para diferentes tipos de microsatélites.

Es sabido que *loci* con un gran número de alelos están sometidos a altas frecuencias de mutación, en tanto que alelos no amplificados no detectados, causarían error en las estimaciones de frecuencia de alelos y por lo tanto en las distancias genéticas estimadas.

Se plantea la pregunta, si marcadores de microsatélites proporcionan la misma filogenia que un grupo de genes reales. Planteado en forma más específica: ¿darían ellos la misma filogenia que una basada (imposible de obtener) en frecuencias de alelos de los muchos genes que controlan importantes características productivas y reproductivas?

En realidad ellos no la darían y no se puede esperar que la den, pues se está tratando responder dos preguntas diferentes. Cuando se estima distancias genéticas y se usan para estructurar una filogenia de relaciones entre genotipos, la meta es describir similitudes debidas a ancestros comunes. Así los marcadores usados serían selectivamente neutrales.

En contraste con lo anterior, los genes que controlan caracteres de interés para los criadores no van a ser selectivamente neutrales y los genotipos podrían ser genéticamente similares en sus loci por convergencias, debido a presiones de selección similares, o no similares debido al diferencial de selección.

Por lo anterior, medidas de distancias que describen similitudes por ancestros comunes se deberían usar solamente como criterios iniciales al tomar decisiones de conservación de genotipos. La diversidad filogenética basada en loci de microsatélites entrega el criterio más objetivo para realizar decisiones de conservación de genotipos animales.

La precisión de una estimación de distancia genética es una función de la distancia verdadera entre las poblaciones, del número de loci analizados, de la heterocigosidad de cada uno de estos loci y del número de animales escogidos al azar de cada población.

La aplicación de los RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) con fines de caracterización ha adquirido también importancia. Esta técnica se basa en la formación de conjuntos de ADN raciales a partir de la mezcla de muestras de animales aleatoriamente escogidos en la población. Después de la amplificación con cebadores inespecíficos y posterior electroforesis, se detectan polimorfismos poblacionales a modo de patrón. Esta técnica tiene la desventaja que los resultados pueden ser difíciles de interpretar genéticamente, y por ser difícil de comparar o replicar en diferentes laboratorios.

También se ha trabajado con éxito en la investigación de ADN mitocondrial y de fragmentos de ADN amplificados aleatoriamente. En España estos métodos han sido utilizados en las especies bovina, ovina, caprina, porcina, equina y canina.

## 2. Caracterización

La caracterización se consigue fundamentalmente a través de la obtención del perfil genético de la población. Para planificar una estrategia de manejo de conservación es necesario identificar los RZ, especialmente aquellos en peligro de extinción, en cuatro niveles:

1. Material de base: un inventario nacional de los RZ es el punto de partida esencial para cualquier programa de manejo.
2. Monitoreo: se necesita monitorear el estado de la población para una eficiente conservación y manejo.
3. Evaluación comparativa: se requiere conocimientos genéticos y económicos de las cualidades de los RZ, con el objeto de desarrollar estrategias para hacer el mejor uso en el corto y largo plazo.
4. Descripción molecular comparativa: se pueden usar marcadores moleculares para establecer la diversidad genética de las poblaciones de animales y poder orientar en mejor forma las acciones de conservación. Las distancias genéticas basadas en microsatélites describen las similitudes entre razas debido a sus antecedentes comunes, lo que proveerá las bases para determinar si el RZ analizado es realmente único.

La caracterización se puede realizar a través de tres metodologías que no se excluyen una con otra, sino más bien se complementan (Delgado et al. 2001):

1. Caracterización basada en marcadores genéticos, que utiliza características genéticas estructurales de naturaleza cualitativa de nulo o escaso interés productivo, detectables mediante análisis de laboratorio más o menos complejos. Se buscan expresiones genéticas directas en forma de: a) proteínas, como los polimorfismos bioquímicos; b) formas antigénicas ligadas a los grupos sanguíneos o a los leucocitos y resto de células somáticas (sistema de histocompatibilidad); y c) detección de variaciones en regiones hipervariables del ADN, siendo los más usados hoy los microsatélites.
2. Caracterización morfológica o fenotípica basada en la obtención de valores

promedio poblacionales para una serie de caracteres externos de naturaleza cuantitativa (peso, alzada, perímetros y diámetros), a través de la medición, si es posible, de todos los animales de la población; o de una muestra estadísticamente representativa de dicha población. También se deben realizar recuentos de las frecuencias de aparición de distintas variantes de caracteres exteriores de naturaleza cualitativa, como color de capa, presencia o ausencia de cuernos, forma de los cuernos, perfil cefálico.

3. *Caracterización productiva y reproductiva, si se trata de animales de importancia económica.* Se basa en la obtención de valores promedios raciales para distintas variables de interés económico. Estas, en su mayoría se caracterizan por lo siguiente: por ser condicionadas por un gran número de genes; por tener naturaleza continua; y por ser influidas por los efectos ambientales, lo que dificulta la definición genética del individuo en relación con estos caracteres. Sin embargo, al acceder al valor promedio del carácter de individuos en una gran población, la expresión poblacional del carácter cuantitativo se transforma en una expresión directa del genotipo medio de la población, ya que las desviaciones ambientales en sentido positivo y negativo se han neutralizado entre sí.

Por lo anterior, la caracterización morfológica y productiva se considera también como caracterización genética de la población, basada en caracteres de naturaleza cuantitativa y por tanto poligenética.

A modo de ejemplo, el procedimiento que se sigue en España (Delgado et al. 2001) para la caracterización morfológica y productiva, se puede resumir en el siguiente protocolo:

- diseño del muestreo y plan de mediciones
- creación de base de datos
- cálculo de estadísticos descriptivos
- análisis de varianza para cada variable entre poblaciones
- análisis discriminante canónico
- establecimiento de distancias de Mahalanobis entre poblaciones
- construcción de clusters con las relaciones filogenéticas estimadas mediante las distancias.

El inventario y monitoreo debiera incluir tanto la población de animales vivos, como el material crioconservado. Para esto debe considerarse que:

- el número de individuos de la población en uso activo puede ser monitoreado a través del tiempo y determinado el estatus de la población,

- el germoplasma conservado como semen, embriones, oocitos, ova y otros tejidos, provee un resguardo crítico para poblaciones pequeñas. En algunos casos un banco de genes puede ser el único medio de material requerido para regenerar un RZ ya extinguido.

Según FAO (1992), los genotipos en los cuales hay menos de 1000 hembras o menos de 20 machos reproductores son clasificados "en peligro" debido a que el tamaño de la población es demasiado pequeño como para prevenir pérdidas genéticas debido a la consanguinidad y la consecuente reducción de su viabilidad. Por otra parte, genotipos de los que existen menos de 100 hembras y menos de 5 machos reproductores son clasificados como "críticos", en los que la variabilidad genética está tan reducida que son necesarias acciones inmediatas para incrementar el tamaño de la población, si se desea evitar su "extinción".

### 3. Conservación

Una vez que un RZ es identificado y caracterizado, puede conservarse:

***In situ***: que es el método de mantener los animales en el hábitat en el cual ellos han sido adaptados. Esta forma de conservación, además de no requerir técnicas avanzadas, permite a los RZ continuar desenvolviéndose y ser seleccionados bajo las condiciones locales de producción; y permite a las poblaciones adaptarse a cambios en las condiciones ambientales y a enfermedades endémicas.

El efectivo desarrollo de genotipos adaptados es esencial al mejorar la producción, productividad y sostenibilidad. En las especies domésticas la conservación de animales vivos suele tomarse como sinónimo de conservación *in situ*. La Convención sobre la Diversidad Biológica en su Artículo 8 señala que la conservación *in situ* debería ser el método de elección, en la medida de lo posible.

La conservación "*in situ*" tiene las siguientes desventajas:

- falta de un completo control de los muchos factores que influyen la sobrevivencia de los individuos,
- requiere de terreno y gente, que suelen ser factores limitantes,
- no puede evitar la deriva genética, rasgo inevitable de todos los proyectos de conservación de animales vivos,
- está expuesto a la amenaza de posibles enfermedades que pueden eliminar toda o parte de la población conservada,
- no permite el fácil intercambio internacional de RZ.

Según FAO (2005), la conservación *In situ* comprende todas las medidas para mantener poblaciones de animales vivos, incluyendo aquellos comprendidos en activos programas de crianza, en agroecosistemas donde ellos se desarrollaron o en los que actualmente se encuentran; comprende actividades de manejo que se toman para asegurar la contribución continua de estos recursos a la producción sostenible para la alimentación y la agricultura en la actualidad y en el futuro.

**Ex situ:** es un método que significa llevar los RZ fuera de su ambiente natural o tradicional y conservarlo en predios, reservas, zoológicos o en crioconservación (de semen, ovas, embriones, segmentos de ADN en sangre congelada u otros tejidos).

Este método de conservación se requiere también en aquellos RZ que no son de interés (actual) para los productores. Tiene la ventaja de su fácil intercambio nacional o internacional, bajos costos de mantención (especialmente la crioconservación) y no tener pérdidas genéticas debido a la selección o a la deriva genética.

La conservación "ex situ" tiene en general la desventaja, que al ser removido el RZ de sus condiciones naturales, no tiene posibilidades de continuar su proceso de adaptación a las nuevas condiciones (ejemplo resistencia a nuevas enfermedades).

Según FAO (2005), la conservación *ex situ* incluye dos ámbitos: a) *in vivo* que es la manutención de poblaciones de animales vivos fuera del ambiente en el que ellos se desarrollaron, en otra región del país, o fuera de sistemas de producción (reservas); b) *in vitro*: la crioconservación de cualquier material genético incluyendo semen, oocitos, embriones, células, tejidos o ADN.

### 3.1 Crioconservación

La crioconservación, como único medio de conservación debe ser considerada como la estrategia que tiene la menor prioridad, por las desventajas que se expondrán más adelante.

Para la obtención de muestras se puede usar cualquier material que represente células vivas, lo que incluye: pelos (sacados con raíz), plumas, saliva, huesos y sangre, la que se puede transportar a temperatura ambiente, si es procesada en un período corto de tiempo (máximo 36 horas).

Por la facilidad de obtención, se ha popularizado las muestras de pelo, las que deben desecarse tan pronto como sea posible y conservarlas en un tubo cerrado con etanol al 99%.

Las muestras, según FAO (1998), deben obtenerse de individuos no emparentados (sin padres o abuelos comunes) y provenientes de una zona bien definida geográficamente. Idealmente se debe obtener muestras de mínimo 25 individuos de cada sexo y establecer las siguientes informaciones:

- identificación del animal del cual se obtiene la muestra,
- información básica de su pedigrí (padres y si es posible abuelos),
- identificación del predio y/o rebaño,
- tamaño del rebaño,
- algún rasgo morfológico interesante,
- fecha del muestreo,
- tipo de la muestra,
- sexo del animal,
- localización geográfica precisa del rebaño, incluyendo historia reciente de traslados,
- nombre del recolector,
- número de la muestra y su duplicado, asegurándose que el sistema de marcación o identificación de la muestra sea permanente.

Informaciones adicionales: conocimiento local sobre el origen del genotipo; descripción general de la especie; raza o línea a la que pertenece el genotipo a conservar; prácticas de manejo; datos sobre resistencia a enfermedades y parásitos; y adaptación a las condiciones locales.

Idealmente se debiera obtener duplicación de las muestras y mantenerlas separadas durante el transporte y almacenamiento.

Todo el procedimiento debe realizarse con personal bien entrenado, contar con una buena organización de instituciones participantes y una adecuada estructura de laboratorios.

## **Desventajas específicas de la crioconservación:**

- al no tener las posibilidades de continuar su proceso de adaptación a las condiciones medioambientales, por ejemplo resistencia a nuevas enfermedades, el uso de estas reservas puede incluso ser impedido por las nuevas regulaciones sanitarias. Esto se evita con la colección permanente, a través del tiempo, de semen y/o embriones de las poblaciones,
- relativo altos costos en sus inicios; posteriormente necesidad de contar con disponibilidad permanente de nitrógeno líquido,
- no produce alimentos u otras "commodities" de la agricultura,
- es menos efectiva en la conservación de genotipos en los cuales la frecuencia relativa de genes es importante,
- como consecuencia de la deriva genética, puede haber una diferencia entre la frecuencia de genes de la población original y la muestra de la población

criogenéticamente conservada,

- no se puede aplicar con igual éxito en todas las especies (ejemplo, dificultades de recuperar embriones de cerdos y aves, después del congelamiento),
- poblaciones conservadas criogenéticamente no pueden ser monitoreadas o plenamente caracterizadas,
- peligro potencial por serios accidentes (incendios, terremotos, inundaciones, pérdida o no abastecimiento de nitrógeno líquido) que pueden significar pérdidas de un cuantioso y valioso material genético, si no existen duplicados en otro lugar.

Ambos métodos de conservación no son mutuamente excluyentes, sino pueden complementarse y así paliar las desventajas de cada uno. Por ejemplo, el uso de la inseminación artificial (I.A.) en RZ mantenidos *in situ*, puede permitir una eficiente regeneración de la población, por el uso de una mayor cantidad de machos (aumento del tamaño efectivo de la población). También el uso de I.A. con semen conservado permite el esparcimiento de material genético en una forma que potencialmente es más económica que el apareamiento natural con machos adultos.

En programas de conservación es ideal incluir además especies no domésticas de tal manera que pueda conservarse la máxima diversidad de especies.

Una forma de conservación que puede tener importancia en el futuro es a través de biopsias para la obtención de cultivos primarios celulares. Se constituye así reservorios de células de especies en peligro de extinción, las que proveerán de núcleos para la clonación somática. Sin embargo, aún falta mucho que investigar en cuanto a la efectiva crioconservación de cultivos primarios celulares y en la obtención misma de animales clonados.

Por lo demás, siempre constituye una limitante para la efectiva conservación de una especie, la obtención de muestras de un número mínimo de individuos, que como ya señalado se recomienda que sean 25 de cada sexo.

### **3.2 Conservación de pool de genes**

La pérdida de la diversidad genética se debe fundamentalmente a la pérdida de valiosos genes que ante cambiantes condiciones ambientales, contribuirían a la adaptación de poblaciones animales.

Los genes pueden ser reemplazados o restituidos a través de las siguientes formas:

1. El mismo gen puede existir en otra raza o especie y puede ser reintroducido a

través de cruzamientos o de ingeniería genética. El problema es la habilidad para localizar tal gen y posteriormente transferirlo con el correcto y apropiado control de genes necesario para su predecible expresión.

2. Manipulando artificialmente la secuencia de ADN del gen. El problema es que se debe conocer la secuencia de ADN, antes de estructurarla.
3. El gen puede aparecer espontáneamente por mutación. Sin embargo, la probabilidad de su reconstrucción a través de mutaciones es muy baja.

Indudablemente es considerablemente más práctico y simple mantener genes funcionando bajo las condiciones en las cuales su expresión puede ser predicha.

Los pool de genes pueden ser usados efectivamente para conservar genes que afectan rasgos morfológicos fácilmente identificados (por ejemplo, color u otros como el gen *Boroola* asociado con el tamaño de la camada de ovinos).

## **Desventajas de la conservación de pool de genes:**

- un pool de genes (a diferencia de un genotipo bien descrito que es predecible en su apariencia y producción) no es predecible en la expresión de las características,
- la expresión de algunos genes puede estar enmascarada por la acción de otros genes,
- considerar el hecho que determinadas características pueden ser producto de la interacción de genes presentes en un genotipo con el medio ambiente. En un pool, tales genes complementarios pueden separadamente resultar en la no manifestación de tal característica. Ejemplo, en algunas formas de resistencia a parásitos, una adaptación fisiológica puede estar unida con preferencias alimenticias o características de comportamiento de los animales.

No se debe realizar la conservación de pool de genes de un determinado genotipo o población hasta que el respectivo genotipo o población no haya sido caracterizado apropiadamente.

## **3.3 Prioridades de conservación**

Según Henson (1992) los criterios para escoger los genotipos para conservar son:

- si el genotipo posee uno o más atributos altamente deseables en términos de productividad y/o adaptación; esto es, genes únicos, importantes de mantener para su uso actual o potencial,

- si el genotipo está en peligro de extinción considerando la cantidad de reproductores existentes, o no está siendo usado eficientemente,
- si el genotipo a conservar es suficientemente diferente de otros genotipos (relaciones genéticas con otros genotipos),
- el genotipo debiera ser tal, cuyo mejoramiento pueda tener el potencial de influir sobre grandes poblaciones de su misma raza en uno o más países, o en razas similares.

Para determinar las prioridades de conservación, las distancias genéticas y la diversidad filogenética pueden aportar los mejores criterios objetivos. La FAO, como se detallará posteriormente, ha puesto en marcha una iniciativa de investigación global, para caracterizar la diversidad genética en cada especie y raza animal. El objetivo general es evitar la pérdida de diversidad genética.

Al seleccionar genotipos para programas de desarrollo o para estudios comparativos de evaluación, las decisiones finales debieran considerar informaciones sobre: caracteres de importancia económica; rasgos específicos de adaptabilidad; presencia de genes o genotipos únicos; importancia local o regional de un genotipo en sistemas de producción; y disponibilidad de recursos e infraestructura en la región donde está localizado el genotipo.

### **3.4 Población núcleo**

A menudo es deseable identificar a un subconjunto de la población en el cual concentrar los recursos limitados, esto es, una población conservada a partir de la cual se podrá hacer la reexpansión. Esta es llamada población núcleo.

Es posible entonces concentrar la organización del programa en la población núcleo, al menos al comienzo del mismo. Cuando el programa de conservación está sólidamente establecido, la población núcleo se constituye en una buena base de selección debido a su organización. No es siempre necesario definir a un núcleo, pero es recomendable. Los puntos a tener en cuenta son: tamaño del núcleo, establecimiento, ubicación y manejo. Un ejemplo de población núcleo en Chile está ubicado en el Centro Experimental INIA-Butalcura en Chiloé, para el Caballo Fino Chilote.

Debe considerarse que poblaciones basadas en un pequeño número de animales fundadores tienen mucho menores posibilidades de sobrevivir que aquellas basadas en un gran número. Una población basada en menos de 5 o 6 hembras tiene altas

posibilidades de no sobrevivir.

Sin embargo, poblaciones marginales basadas en 9 a 10 hembras fundadoras pueden sobrevivir en el caso que se den las condiciones para que la población crezca rápidamente. Existen ejemplos de poblaciones que se recuperaron a partir de grupos fundadores extremadamente pequeños, como es el caso del Bisón Europeo (*Bison bonasus*) (Frankel y Soule, cit. por Henson, 1992).

Como ya se ha señalado anteriormente, es recomendable que el núcleo tenga un tamaño efectivo de población de 50 animales o más; o tan grande como sea posible. Las cifras reales de machos y hembras reproductores para la puesta en marcha del programa deberán ser iguales al número de padres requeridos para las generaciones siguientes. En las especies de reproducción lenta, puede requerir varias generaciones o años, antes que ese tamaño de población sea alcanzado. Esto no debiera ser un problema si se siguen los principios para minimizar la pérdida de variabilidad, descritos anteriormente.

Si hay suficiente cantidad de animales para permitir una selección de la población núcleo, se deberá minimizar el parentesco medio entre los machos y hembras elegidos para producir la primera generación. Los animales no emparentados serán más representativos de la población total.

Esta forma de selección sólo es posible si:

- hay más candidatas a la selección que los machos y hembras necesarios,
- las relaciones entre los animales son conocidas, o sea, cuando la genealogía de los animales es conocida. Si la ascendencia no es conocida, machos y hembras deberán ser elegidos al azar; o se podrían utilizar marcadores de ADN para determinar las relaciones genéticas de los animales.

**Localización del núcleo.** La población conservada puede ser manejada en un rebaño núcleo central o en varios rebaños separados. Es recomendable la segunda opción, ya que un rebaño central podría ser aniquilado por enfermedades, incendios u otras catástrofes naturales. Además, los contactos de los productores con los animales se acrecientan cuando éstos son criados en varios rebaños separados. Sin embargo, todos los animales deberán tener un tipo de manejo similar.

Con un núcleo central, existe el riesgo de los esquemas *in situ* a partir de las interacciones genotipo-ambientales (que hacen que los genotipos tengan desempeños diferentes en ambientes diferentes), ya que la población podría adaptarse con el

tiempo al ambiente local del núcleo.

Con un esquema disperso de núcleos, uno de los riesgos del esquema *in situ* es que la dispersión se extienda más allá del área de origen. Otra consideración respecto a la dispersión, es el problema de tipo práctico de localizar a los productores dispuestos a mantener la raza.

Por regla general, como ya se ha indicado, la consideración de las posibles interacciones genotipo-ambiente favorece la cría de los animales en un ambiente que se parezca lo más posible a su ambiente de origen y no muy diferente al ambiente donde ellos o su descendencia se desenvolverán o producirán.

Los programas de conservación *ex situ* de animales vivos no serán exitosos cuando las interacciones genotipo-ambientales son demasiado fuertes. De la misma manera, los programas de crioconservación también pueden fracasar si las interacciones son fuertes y/o hay aspectos importantes del ambiente que cambian, ya que los animales que han sido congelados no podrán adaptarse a las nuevas condiciones.

Así, aunque el núcleo disperso sea recomendable, la extensión de la dispersión dependerá de cada situación y será necesario en su definición, utilizar un poco de sentido común.

Cuando los animales están siendo criados en rebaños diferentes debe evitarse la formación de poblaciones diferenciadas de un rebaño, sin conexiones con los animales de los otros rebaños. Esto se evita eficazmente utilizando un esquema de apareamiento rotativo. Por ejemplo, en un esquema de tres rebaños, los machos elegidos en el rebaño A son acoplados a las hembras del rebaño B, los machos del rebaño B son acoplados con las hembras del rebaño C y los machos del rebaño C son acoplados con las hembras del rebaño A.

La congelación puede jugar un rol importante ya que permite recurrir a la I.A. Esto facilita mucho el sistema de apareamientos en los casos que los rebaños no se encuentran ubicados en la cercanía.

Una vez que la conservación de un determinado RZ ha sido superada, se pueden establecer rebaños núcleos para concentrar hembras elites de dicha población.

**Registros.** Los registros exactos constituyen la base del éxito de todo esquema de mejora. Una de las dificultades de los programas de conservación con un núcleo disperso es que el registro de las ascendencias y de los caracteres puede llegar a

ser de muy mala calidad en alguno o en todos los rebaños. En un programa de núcleo central, es de mayor importancia la necesidad de registros de informaciones precisas.

Se recomienda enfáticamente registrar al menos padre y madre de cada animal, de manera que las genealogías pueden ser construidas. Esto supone la identificación de los animales, por ejemplo con anillos en las orejas (aretes) para las grandes especies. Los caracteres que se debieran registrar son los siguientes:

- aquellos que caracterizan a la raza
- los que tienen un interés económico,
- aquellos sobre los que se prevé realizar selección,
- enfermedades genéticas y otros.

Los registros deben ser incorporados en una base de datos y es recomendable conservar una copia de salvaguardia en otro lugar. Se debe dar preferencia a una base de datos que relacione a los animales con padres y madres, así como con los otros animales del rebaño o población. La base de datos también debería incluir información acumulada en otras bases de datos.

El registro de la genealogía permite: supervisar el número de animales, el incremento del coeficiente medio de consanguinidad de los animales, y también verificar si el objetivo planteado en relación con la tasa de consanguinidad está siendo alcanzado.

Las decisiones de selección son más ajustadas calculando el incremento del parentesco medio entre los animales nacidos en el curso de cada temporada. Para un esquema en equilibrio, el parentesco medio aumenta dos veces la tasa de consanguinidad, es decir en 2% por generación cuando la tasa de consanguinidad es de 1% por generación. El parentesco medio refleja lo que será la consanguinidad en el futuro.

El nivel genético de los caracteres de interés puede ser seguido por evaluaciones más o menos sofisticadas. Es probable que las variaciones climáticas y otras fuentes de error ambiental escondan la tendencia genética en todo aquello que no sea un estudio a largo plazo. Sin embargo, el seguimiento de rutina es importante para estar al día. También puede ser posible detectar la introducción de animales cruzas.

Los análisis más sofisticados pueden utilizar las evaluaciones BLUP (Best Linear Unbiased Predictor o Mejor Predictor Insesgado). Esto producirá estimaciones de los valores genéticos para todos los individuos de la población que son corregidos por posibles cambios ambientales, tales como los efectos de un mal año.

## 4. Consanguinidad

La consanguinidad se manifiesta como respuesta al apareamiento de animales emparentados. Las crías de tales apareamientos tienen mayores posibilidades de heredar genes idénticos de cada uno de los dos padres.

Indudablemente este problema es mayor en pequeñas poblaciones, razón por la cual la primera medida que se debe tomar en estas poblaciones es ampliar el número de reproductores; especialmente los sementales, que tienen la posibilidad de tener un mayor número de hijos durante su vida reproductiva comparado con las hembras.

El grado de consanguinidad es medido por el coeficiente de consanguinidad (F) que varía entre 0 (no consanguíneo) y 1 (completamente consanguíneo, sin variación genética).

La variabilidad genética de los caracteres no se puede medir, pero sí se puede evaluar su velocidad de desaparición. Minimizar la pérdida de variabilidad genética equivale a minimizar la tasa de consanguinidad ( $\Delta F$ ) en una población.

La tasa de consanguinidad por unidad de tiempo, que es el cambio en consanguinidad en la unidad de tiempo expresado como una relación de la consanguinidad que vendrá ( $1 - \Delta F$ ), tiene formas predecibles y tiene una estrecha relación con la pérdida de variabilidad.

Si  $\Delta F$  es la tasa de consanguinidad y  $\sigma^2g$  la variación genética, la pérdida por unidad de tiempo es:

$$\Delta \sigma^2g = \Delta F \times \sigma^2g$$

Debe considerarse que la tasa de consanguinidad es más importante que el nivel real de consanguinidad, que se mide a través del coeficiente de consanguinidad, ya que éste se refiere a una población base, que se supone no emparentada y no consanguínea. En la práctica, la población base es aquella al comienzo de los

registros de las genealogías, es decir, se trata de una población en la cual padres y madres tiene una ascendencia desconocida.

En consecuencia, las poblaciones que tienen numerosas generaciones registradas en su ascendencia tenderán a tener mayores coeficientes de consanguinidad que aquellas en las cuales el registro de ascendencia ha comenzado recientemente. El coeficiente de consanguinidad (F) no es entonces un parámetro adecuado para describir una población pequeña, en la cual, antes de empezar con los registros de apareamientos, seguramente ya existe consanguinidad.

## 4.1 Tamaño genético de una población

El tamaño genético de una población es más fácilmente descrito a través del tamaño efectivo de la población ( $N_e$ ), determinado por la contribución genética relativa de cada animal en la futura generación. Generalmente éste es menor que la población censada y está influenciado por la tasa de consanguinidad (y viceversa):

$$\Delta F = 1 / 2N_e$$

La tasa proporcional de pérdida de variación genética, la tasa de consanguinidad y el tamaño efectivo de la población son parámetros que describen idénticos conceptos.

El tamaño efectivo de la población está en gran parte influenciado por la relación de machos con las hembras activas dentro de la población; y así, por ejemplo, 4 machos y 4 hembras constituyen el mismo tamaño efectivo de una población constituida por 100 hembras y sólo 2 machos.

En general, cuando el número de reproductores hembras excede en gran proporción el número de reproductores machos (sementales), el tamaño efectivo de la población ( $N_e$ ) se puede estimar como:

$$N_e = 4 N^{\circ} \text{ de sementales}$$

El tamaño efectivo de una población está también afectado por: la fertilidad, tamaño de las familias y la longevidad. En general se estima que una población debiera estar constituida por, al menos, 50 animales por generación, lo que correspondería a una tasa de consanguinidad de 1% por generación. Toda población conservada debería tener este tamaño efectivo mínimo de población como primer objetivo. Si se realiza selección dentro de familias, es decir que un padre es reemplazado

por uno de sus hijos y una madre por una de sus hijas, la tasa de consanguinidad, para un número dado de padres y madres, es mucho menor que si la selección es realizada al azar. Por ejemplo, para mantener un tamaño efectivo de la población de 50, si la selección es por familia se necesitan 10 padres y 50 madres; si la selección es al azar se necesitarían 16 padres y 56 madres. En ambos casos, un mayor intervalo de generación puede aumentar el tamaño efectivo de una población y la tasa de consanguinidad será más baja.

La constitución genética de una población es mejor conservada cuando la selección es realizada al azar.

La diversidad o variabilidad genética puede también ser generada en una población a través de nuevas combinaciones de genes y por mutaciones. Se trata de un proceso natural que afortunadamente mantiene la variación en las pequeñas poblaciones. La frecuencia con lo que esto se produce es baja, pero suficiente a largo plazo, para mantener alguna variabilidad genética en la población.

La variabilidad genética mantenida en la población a largo plazo es proporcional al tamaño efectivo de la población. Esto es, el tamaño efectivo de la población o, de forma equivalente, la tasa de consanguinidad, determina la cantidad de variación genética que es mantenida.

Se recomienda que los ascendientes (padre y madre) de los animales sean registrados en un programa de conservación, de manera tal que la tasa de consanguinidad pueda ser calculada. Cuando todos los ascendientes han sido registrados, al encontrarse con una generación de padre y madre desconocidos, se supone que estos constituyen la población base. A partir de los ascendientes es posible calcular las relaciones entre todos los animales registrados.

## 4.2 Cuellos de botella

Una población pasa por "cuello de botella" cuando el número de sus integrantes ha estado muy reducido durante un tiempo. Esto en si no es grave si la población ha salido del problema sin pérdidas genéticas y sin reducción de su desempeño reproductivo, pero es probable que algunos genes nocivos hayan migrado hacia altas frecuencias. Un cuello de botella muy reciente puede ser compensado seleccionando animales los menos emparentados posible.

En forma independiente de los cuellos de botella, un programa de conservación

debe tender a conservar, tanto como sea posible, lo que queda de la variabilidad genética en una población. Si el tamaño de la población es pequeño, cada animal es importante ya que la pérdida de un animal puede tener un efecto marcado sobre la población total.

### **4.3 Defectos genéticos**

Una población puede presentar defectos genéticos en una frecuencia elevada, por ejemplo, si sobre el 10% de los animales presentan una enfermedad genética determinada. Normalmente los defectos genéticos se manifiestan solamente cuando el gen nocivo está presente en forma homocigoto o sea, el animal afectado lleva dos copias del gen defectuoso; en tanto el portador heterocigoto, que tiene sólo una de las copias del gen, es sano.

Considerando lo anterior, los animales que muestran una enfermedad genética debe ser excluido de la reproducción. Lo ideal es que los hijos de animales que mostraron la enfermedad genética también sean excluidos de la reproducción.

Lo importante es poner en marcha medidas de control para evitar la difusión de enfermedades genéticas y asegurar que la utilización de los reproductores sea realizada en forma equilibrada de manera tal que el uso inadvertido de un heterocigoto portador tenga sólo un efecto limitado sobre la población.

Una vez que la situación está bajo control, la velocidad de desaparición del defecto puede ser tan rápida como lo permita el tamaño de la población y la frecuencia del gen nocivo, teniendo la precaución de evitar nuevos cuellos de botella y nuevos problemas por la utilización de demasiados pocos padres.

Debe considerarse que mientras menor es la frecuencia del gen defectuoso o deletéreo, se hace más difícil disminuir su frecuencia en la población (su eliminación total es imposible), a no ser que se puedan detectar los portadores de estos genes con técnicas moleculares (test de ADN) y excluirlos de la reproducción.

Cuando se está obligado a utilizar animales portadores de genes deletéreos como reproductores (por ejemplo, en pequeñas poblaciones), un portador no debe nunca ser acoplado con otro portador, para así disminuir el número de crías enfermas en dicha población.

## 4.4 Poblaciones en extinción genética

Una población que se encuentra en extinción genética es una población que no está suficientemente ajustada (sana) como para reproducirse, consecuencia de lo cual, el número de animales decrece inevitablemente en cada generación, es decir, la población está condenada a su desaparición. Al haber extinción genética, la tasa de consanguinidad ha sido sin duda muy alta en el pasado.

En la naturaleza la extinción es parte del proceso natural de evolución y ocurre cuando hay grandes cambios en el balance de un ecosistema o hábitat. Sin embargo, lo anterior es válido cuando el ambiente natural de las especies no ha sido artificialmente alterado por el hombre, lo que si ha ocurrido en la mayoría de los casos, especialmente durante los últimos 100 años.

Al haber cambios en el ambiente natural de una especie, ésta puede subsistir a través de algunos individuos, que genéticamente están mejor dotados para adaptarse a las nuevas condiciones (de aquí, la importancia de la diversidad genética). Estos individuos traspasarán sus genes a la próxima generación, que estará mejor adaptada al nuevo ambiente.

Cuando los cambios ambientales son muy grandes o cuando la variación genética dentro de la población es muy pequeña, posiblemente habrá muy pocos individuos, cuya constitución genética es tal como para que puedan sobrevivir a la nueva situación. Al haber muy pocos individuos que sobreviven y se reproducen, la especie se extinguirá.

Poblaciones con alta tasa de consanguinidad pueden ser conservadas in vivo a través de:

1. Cruzamientos en forma limitada con otra raza que esté adaptada al mismo ambiente. Un pequeño número de genes de la raza cruzada puede tener un gran efecto positivo. Idealmente, la raza cruzada debería ser fenotípicamente semejante de la raza a conservar. Al introducir una proporción "p" de genes extranjeros, la reducción proporcional de consanguinidad es  $1 - (1 - p)^2$ . Esto es, con un 10% de genes extranjeros ( $p = 0,1$ ), el coeficiente de consanguinidad es 81% del que habría sido sin los genes extranjeros. Por ejemplo, en lugar de  $F = 0,30$ , sería  $F = 0,24$ .
2. Cambiando el ambiente de los animales, de manera que su ajuste (salud) mejore y que la selección natural pueda mejorar aún más este tipo de ajuste o adaptación.

Cuando esta adaptación ha aumentado, la población puede ser repuesta en su ambiente original.

3. La crioconservación sólo pospondrá la extinción. Sin embargo, al momento de la descongelación las opciones serían: ya sea utilizar el semen para su cruzamiento como otra raza, lo cual se asemeja a la opción 1; o poner en marcha la opción 2.

Con la conservación de embriones o semen, el intervalo de generación puede ser significativamente alargado; y son un medio eficaz de aumentar el número de padres utilizados por generación.

## 5. Selección

La regla a seguir durante las primeras fases de un programa de conservación es que la selección debe ser hecha dentro de familias, lo cual, como ya señalado, minimiza la tasa de consanguinidad. En términos generales, un programa verdaderamente exitoso de conservación debería conducir a una raza aceptable, desde el punto de vista comercial, para lo cual es necesaria una mejora de la constitución genética de dicha población.

Es posible seleccionar a partir de los registros fenotípicos en una familia. Como normalmente se busca mejorar varios caracteres simultáneamente, se debiera estimar los parámetros genéticos (heredabilidad, varianzas genéticas) de los caracteres y, como una alternativa, establecer Índices de Selección.

A menudo las razas en peligro tienen caracteres particulares que se desea conservar prioritariamente. Aún con tamaños de población razonablemente grandes, estas características podrían sufrir deriva genética en una dirección no deseada. Si esto se produce, se puede seleccionar en contra. Es posible utilizar el método BLUP-EBV (Best Linear Unbiased Predictor - Estimated Breeding Value) para seleccionar padres y madres que tienen un EBV próximo a la media de la población. Esto minimizará la deriva para este carácter.

También se puede recurrir a la selección asistida con marcadores moleculares (MAS: Marker-Assisted Selection), que se refiere al uso de secuencias de ADN para proveer informaciones adicionales a los méritos de un animal obtenidos por aproximaciones tradicionales (información fenotípica), basadas en el pedigrí e informaciones de su comportamiento.

El enfoque empleado se basa, en producción bovina, primero en la identificación de toros que están segregando QTL (quantitative trait *loci* o *loci* de características cuantitativas), según ha sido detectado por análisis de ADN de sus hijas a través de pruebas de progenie, en regiones de los cromosomas conocidas de contener genes que tienen efecto mayor en una característica productiva. QTL es entonces un gen

que afecta caracteres de producción, localizado físicamente en el mismo cromosoma, cerca del marcador de microsatélite.

En los toros que son heterocigotos, las mismas hijas son usadas para discriminar cuáles son haplotipos marcadores favorables y desfavorables. Las vacas que se aparearán con estos toros son superovuladas e, idealmente, se escoge un hijo con el haplotipo que tiene el alelo favorable. Problemas reproductivos pueden limitar esta técnica, para lo cual es promisorio recurrir a la clonación de madres de toros y al uso de semen sexado.

Según Casas (2004), una vez identificados los genes que se consideran candidatos o responsables por la expresión de una característica cuantitativa, se deben detectar marcadores genéticos en, o cerca de, los genes candidatos para establecer su asociación con esta característica. Una vez establecido su efecto, se debe validar en poblaciones abiertas a nivel comercial. Si el marcador genético influye en la expresión de una característica cuantitativa en poblaciones abiertas, será posible integrar esta información en programas de selección. El uso de los marcadores genéticos permitirá establecer con mayor precisión el verdadero mérito genético de los animales.

Una alternativa, según Holmes *et al* (2002), es modificar el procedimiento de modelo mixto usado en obtener Valores de Cría para explicar los marcadores de ADN y por lo tanto simultáneamente evaluar los efectos QTL y efectos del entorno poligenético. Este enfoque se está desarrollando actualmente en un rebaño núcleo de Holanda, pero hay dificultades técnicas mayores si en la mayoría de los animales de la población sus marcadores de ADN no han sido evaluados. Está por verse si estos temas técnicos se resuelven antes que sean identificados los mismos genes o antes que se desarrollen nuevos sistemas menos onerosos para genotipificar todos los animales.

Como ya señalado anteriormente, cuando se acoplan padre y madres seleccionados, se debe evitar el apareamiento de animales emparentados para reducir el nivel real de consanguinidad de las crías y así evitar la depresión producto de la consanguinidad, la que se traduce en reducción de la fertilidad y de la adaptación general de los animales.

Cuando las hembras producen más de una camada, es conveniente la utilización de apareamientos de tipo factorial, esto es, alternar el semental en camadas sucesivas. Esto asegura que diferentes camadas de una misma hembra son producidas con diferentes machos. Si un macho es portador de un gen nocivo y una hembra es

siempre acoplada con este macho, toda la descendencia de esta hembra estará en peligro (y consecuentemente su futura contribución en la población). Si el acoplamiento es factorial, varias camadas de esta hembra escaparán del peligro antes mencionado.

A medida que la raza se hace más rentable, el número de animales va crecer y habrá más candidatos para participar en la selección como reproductores. Un programa de conservación tiene mayores posibilidades de financiarse si existe alguna utilización comercial de los animales. Los animales que no son conservados como reproductores pueden ser vendidos y de esta manera ayudar con el financiamiento del proyecto. La selección dirigida hacia algún nicho particular del mercado puede aumentar el valor de los animales.

Los posibles nichos de mercado varían continuamente y pueden requerir mucha inversión y decisión. Cuando un nicho ha sido identificado, se debe establecer un programa de selección considerando los siguientes aspectos:

1. El objetivo de la selección debe ser construido, determinando el incremento del beneficio cuando un carácter aumenta en una unidad. Esto provee el valor relativo de cada uno de los caracteres los cuales pueden ser sumados para constituir el objetivo de la selección.
2. Se deberá establecer un índice de selección a partir de caracteres que sean medibles, y correlacionados lo más posible con las metas de la selección.
3. La selección debe ser conducida, como se señaló anteriormente, dentro de familia. Si fuese posible, los intervalos generacionales largos deberían acortarse para incrementar la ganancia genética.

Como ya señalado, si la raza en peligro es particularmente deficiente para ciertos caracteres, la introducción limitada de algunos genes a partir de una raza foránea, es decir el cruzamiento de algunos animales de la raza en peligro con la raza foránea, puede incrementar el margen de selección sobre ese carácter. Esto puede llevar al desarrollo de una nueva raza. La fracción de genes proveniente de la raza foránea debería ser minimizada para conservar lo mejor posible los genes que están en peligro.

A veces existen rebaños de la misma raza, pero aparentemente no emparentados con los animales del programa de conservación. Esto tendrá en general un efecto muy positivo sobre la tasa de consanguinidad, pero hay que tener algunas precauciones:

1. Es necesario aclarar después de cuantas generaciones se puede estar seguro que ambas poblaciones han estado separadas, esto es, no están emparentadas.
2. Si los apareamientos son realizados sobre la base de una ascendencia común mínima o de parentesco mínimo, los nuevos animales pueden llegar a tener altas posibilidades de apareamientos, ya que ellos no están emparentados con los antiguos animales del programa. Sin embargo, esto podría conducir a crear nuevos cuellos de botella, sobre todo si el nuevo ganado está en pequeño número: las generaciones futuras estarán todas emparentadas a través de un pequeño número de animales recientemente incorporados.
3. Los nuevos animales pueden no estar emparentados con los antiguos, pero si muy emparentados entre si, lo cual limitará su utilidad.

Teniendo en cuenta estas precauciones o limitaciones, si la población antigua tiene una fuerte tasa de consanguinidad, la nueva población puede simplemente ser mezclada con la antigua, lo cual permitirá aumentar el número total de padres.

Cabe destacar que los programas tradicionales de selección artificial están generalmente orientados a la especialización, lo que por definición limita la variación genética en la población seleccionada (por pérdida de genes alternativos). Hay entonces cierta incompatibilidad entre diversidad genética y eficiencia productiva, que debe considerarse en los programas de selección. Es demostrable que especies menos especializadas se pueden adaptar mejor a cambios medioambientales, que las altamente seleccionadas.

## 5.1 Intervalo de Generación

El intervalo de generación es la unidad genética de tiempo para las poblaciones y corresponde a la unidad de tiempo necesaria para reemplazar un conjunto de padres; o la media de los intervalos de generación para los machos y hembras reproductores. Más específicamente, es la edad media de los machos y de las hembras al momento del nacimiento de las crías que serán sus reemplazos.

Los programas de conservación debieran usar la escala de tiempo genético de la población y por consiguiente, tasas de consanguinidad por generación. En general los factores que contrarrestan la consanguinidad, tales como la selección natural, la recombinación entre genes próximos y la mutación, son efectivos por generación.

Consecuentemente con lo anterior, la tasa de consanguinidad por generación es más relevante que la tasa de consanguinidad por año, para la constitución genética de la población. En algunas circunstancias son deseables largos intervalos de generación, ya que en ellos la tasa de pérdida de variación genética es más baja en relación con los procesos de decisión humana los cuales son medidos en términos de años.

Sin embargo, debe considerarse que al practicarse selección, el adelanto genético anual es menor mientras mayor es el intervalo de generación.

La mayoría de los programas de selección implican la superposición de generaciones en los cuales son utilizados padres de diferentes edades. A veces los esquemas de selección pueden operar sobre lo que son llamadas generaciones discretas, en las cuales todos los padres se reproducen a una edad fija para ambos sexos.

## 6. Investigación

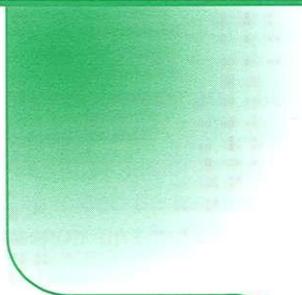
Al menos durante los primeros años del establecimiento de un programa de conservación, es útil considerar actividades de investigación para profundizar los conocimientos sobre la raza, es decir para mejorar la caracterización de su fenotipo y genotipo.

Tales informaciones pueden sugerir caminos simples para la conservación, especialmente si se ponen en evidencia cualidades no previstas hasta el momento.

Una propuesta bien diseñada para la caracterización puede proveer un medio para la obtención de fondos, tanto nacionales como internacionales, para apoyar las primeras fases del programa de conservación.

Capítulo 2

# Situación de los Recursos Genéticos Animales en Chile



# Introducción

Los recursos genéticos, componentes de la biodiversidad, tienen una importancia estratégica para los países toda vez que sus especies pueden contribuir a la producción alimentaria y agrícola y así satisfacer las necesidades humanas de las actuales y futuras generaciones.

Conscientes de este hecho la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO solicitó, mediante un proceso impulsado por los países, la elaboración de un primer Informe sobre la Situación de los Recursos Zoogenéticos Mundiales para la Alimentación y la Agricultura.

Este documento, elaborado por 160 países, debería servir de base para establecer las prioridades nacionales y de ayuda para mantener y aumentar la contribución de los RZ a la alimentación y la agricultura; el objetivo general del Informe era fomentar la capacidad de los diferentes países y la cooperación internacional con el fin de conseguir una intensificación sostenible de los sistemas de producción pecuaria.

El Informe elaborado en el país por el autor de la presente publicación, con la colaboración de Teresa Agüero de ODEPA, fue entregado oficialmente a FAO por el Ministerio de Agricultura.

Para la realización de este Informe, los encargados de su elaboración fueron asesorados por poco más de 40 personas, de diferentes campos, como académicos, investigadores, criadores (integrantes de asociaciones) y funcionarios públicos, que aportaron con valiosas informaciones contenidas en el Informe y que en la presente publicación son recogidas casi en su integridad, con el objetivo de darle una mayor difusión.

En la presente publicación se darán a conocer los resultados más importantes del Informe País entregado oficialmente a la FAO por el Ministro de Agricultura, con algunos complementos y cifras actualizadas.

# Resumen Ejecutivo

Los Recursos Zoogenéticos (RZ) de importancia para la alimentación y la agricultura que se manejan en Chile son en su mayoría exóticos; de menor importancia son los RZ nativos, aunque su importancia va en aumento. Existen sistemas de producción predominantemente con RZ exóticos en: bovino de leche y de carne; ovino de carne, lana y leche; caprino de leche, carne y fibra; porcino; aves de carne y huevos; apícola y equina.

En todo el país existen criaderos de RZ nativos de una gran gama de especies, tanto mamíferos como aves. En anfibios, sólo existen criaderos de rana chilena (anuro). Los RZ nativos se explotan principalmente por su carne, fibra, piel, como mascotas y en agroecoturismo. Los productos de estos RZ se consumen o utilizan principalmente en el país, pero también se exportan, con mayor intensidad en los últimos años.

La conservación de los RZ se realiza: a) *in situ*, en criaderos comerciales y en Áreas Silvestres Protegidas; b) *ex situ*, como embriones y semen en el CIA/UACH y en zoológicos estatales y municipales. Sin embargo, hay algunos RZ que se encuentran amenazados o en peligro de extinción.

En la mayoría de los RZ exóticos se han realizado estudios de caracterización sobre su manejo productivo, reproductivo, sanitario y alimentario. En alguno de ellos se han realizado programas de mejoramiento genético. Estos estudios son mucho menos intensos en los RZ nativos, a excepción de los camélidos sudamericanos y chinchillas.

La ordenación de los RZ es realizada principalmente por diversas instituciones del Ministerio de Agricultura, con participación de algunas universidades y agentes privados. Estos últimos, a través de organizaciones gremiales y asociaciones de productores.

Se plantean una serie de acciones, para promover la conservación y uso sustentable de los RZ, a saber:

- a) Implementar los compromisos relacionados con el fomento del uso sustentable de los RZ establecidos en la Política de Estado para la Agricultura Chilena período 2000-2010.
- b) Perfeccionar el marco de acción legal para la conservación y uso sustentable de los RZ.
- c) Fomentar la capacidad y perfeccionamiento científico y técnico en el ámbito del uso sustentable de los RZ, con énfasis en los RZ nativos.
- d) Generar y difundir conocimientos técnico-científico necesarios para el manejo sustentable y desarrollo económico de la crianza en cautiverio de RZ nativos de potencialidad productiva.
- e) Fomentar el uso y aprovechamiento de los RZ como alternativa de desarrollo social y económica para los pequeños y medianos productores.
- f) Fortalecer las actividades de conservación *in situ* y *ex situ* de los RZ.
- g) Fomentar la entrega de la información materia de estos estudios en asignaturas de las carreras silvoagropecuarias dictadas por universidades chilenas.

# 1. Información General del País

## 1.1 Existencias, distribución y tendencia de los principales recursos zoogenéticos

En la Tabla 1 se presenta la existencia de animales en el país, según los últimos Censos Nacional Agropecuarios. Se observa una clara tendencia de aumento del número total de bovinos y porcinos.

**Tabla 1.** Existencia de animales en las explotaciones agropecuarias

Tipo de animales Total nacional	1955 Número	1965 Número	1976 Número	1997 * Número
Bovinos	2.511.576	2.870.171	3.380.367	4.140.247
Ovinos	5.786.526	6.690.280	5.678.325	3.710.459
Porcinos	704.552	1.021.594	890.781	1.722.407
Caballares	533.061	478.303	443.991	408.186
Mulares y asnales	s/i	58.039	44.360	30.872
Caprinos	955.614	933.007	1.134.516	1.253.574
Llamas	93.155 (a)	64.387	70.338	79.294
Alpacas	(a)	27.578	27.264	45.244

Fuente: Censo Nacional Agropecuario-Instituto Nacional de Estadísticas y Oficina de Estudios y Políticas Agrarias para 1997 (2000).  
\* Estos valores incluyen las existencias de ganado presentes en las explotaciones forestales.

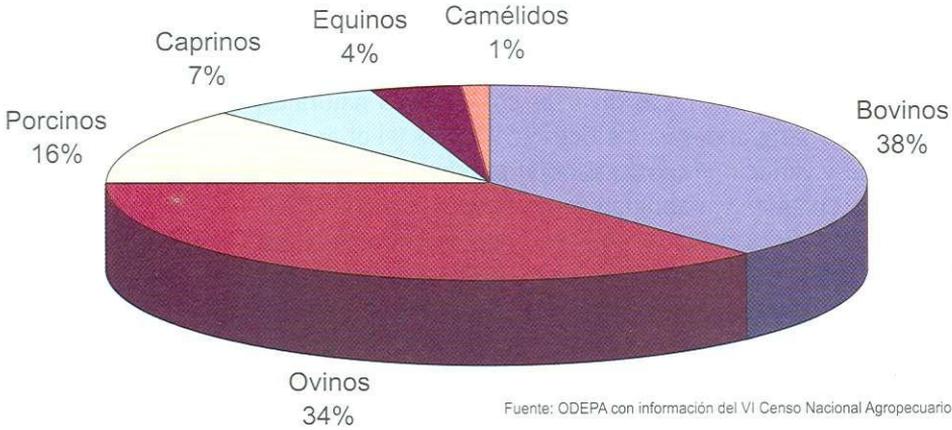
(a) El Censo de 1995 entregó información del total de llamas incluido alpacas.

De acuerdo a la información del último censo, los bovinos están concentrados en la Zona de Régimen Mediterráneo Húmedo y Templado Lluvioso, esto es en la IX<sup>a</sup> y X<sup>a</sup> Región, en las cuales se encuentra el 57,9% del total de los bovinos del país. Los ovinos se encuentran preponderantemente en la zona austral (51,8% en la XII<sup>a</sup> Región); los porcinos en la zona central (54,7% en la RM y VI<sup>a</sup> Región), en forma mayoritaria, en grandes empresas agropecuarias; los caballares en la zona central (36,7% en la VII<sup>a</sup> y VIII<sup>a</sup> Región); los mulares en la zona árida centro norte de

serranías y valles transversales (57,8% en la IVª Región); igualmente los asnales (55,6% en la IVª Región); y los caprinos (41,5% en la IVª Región); las alpacas predominan en la zona norte del desierto (89,1% en la Iª Región); y más aún las llamas (90,1% en la Iª Región). Para este análisis se consideraron las informaciones de 230.105 explotaciones informantes, que abarcan una superficie de 20.738.086 ha.

Cabe destacar además la existencia de colmenares de abejas, cuya producción se desarrolla principalmente en la zona Templado Mediterráneo y Templado Húmedo (Vª a Xª Región). Su principal producto, la miel, se destina principalmente al mercado externo por sus mayores precios. No existen estadísticas periódicas que describan el tamaño y el comportamiento del mercado interno. Un estudio realizado por la Universidad de la Frontera (UFRO) estimó que el tamaño del mercado nacional supera las 1.350 toneladas, de las cuales 450 se distribuyen informalmente y 900 por canales formales de comercialización (industrias de alimento, farmacéutica y cosmética; supermercados; y tiendas de alimento y delicatessen) (UFRO/Fondo de Promoción de Exportaciones, 2004).

**Figura 1. Existencia de animales en las explotaciones agropecuarias**



## 1.2 Producción pecuaria

Según ODEPA (2003), en el año 2001 el total de la producción pecuaria nacional fue de 1,028 millones de toneladas, 8,5% superior al año 2000, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Producción de carne año 2001

Tipo de carne	Producción (ton)	Variación Respecto al 2002
Aves	485.140	+ 10,70
Porcina	303.006	+ 15,90
Bovina	217.644	- 3,85
Ovina	10.884	2,30
Equina	10.770	+ 13,48
Caprina	22,5	- 31,78

## 1.3 Consecuencias de la heterogeneidad ambiental sobre los recursos zoogenéticos

Es sabido que la variabilidad genética de las especies tiende a aumentar en zonas de transición ecológica. Las diversas condiciones naturales, que presenta el país derivadas de las grandes variaciones ecológicas (al abarcar más de 38 paralelos de norte a sur y variaciones de 0 a 6.000 m.s.n.m. de mar a cordillera), hacen suponer que existe una gran variabilidad genética en su fauna.

Esta condición permitiría obtener beneficios basados en la utilización de poblaciones autóctonas y la adaptación y utilización de diversas especies exóticas, lo que permitiría una amplia diversificación de la oferta de productos. Estas posibilidades requieren que los RZ sean adecuadamente valorados, preservados, conocidos y utilizados. Especial consideración tienen los RZ de carácter endémico.

## 1.4 Economía y balanza comercial de los productos agropecuarios y forestales

En el año 2002 el Producto Interno Bruto (PIB) nacional fue \$37.411.805 millones (US\$90.763 millones) y el del sector silvoagropecuario de \$1.620.145 millones

(US\$3.930 millones), que corresponde a un 4,3%. Para el año 1996 se tiene un desglose de las estadísticas, así, el PIB nacional fue \$31.237.289 millones (US\$75.783 millones), de los cuales el sector silvoagropecuario aportó \$1.323.492 millones (US\$3.210 millones) equivalente al 4,2%; el PIB pecuario fue \$334.154 millones (US\$811 millones), es decir, un 1,1 % del PIB nacional y un 25,2 % del PIB silvoagropecuario<sup>1</sup>.

En los últimos cinco años, el PIB nacional creció 9% y el silvoagropecuario 15%. El ingreso per cápita aumentó de US\$3.000 en 1990 a US\$5.105 en el año 1997. En el año 2004 la contribución del PIB silvoagropecuario fue un 7% del PIB nacional.

La balanza comercial del sector silvoagropecuario en el año 2002 fue de US\$3.855 millones. Las exportaciones silvoagropecuarias alcanzaron US\$5.058 millones, siendo 5,7% superior al año 2001, que fue de US\$4.785 millones. En la última década la balanza comercial del sector pecuario ha tenido una tendencia negativa, la que se ha revertido en los últimos años. En el año 2002 se exportaron productos pecuarios por un valor de US\$285 millones y se importaron por un valor de US\$246 millones (ODEPA, 2002).

Según ODEPA (2005), con informaciones del Servicio Nacional de Aduanas, la balanza de productos silvoagropecuarios cambia radicalmente en el año 2004. Las exportaciones llegaron a US\$7.434 millones, las importaciones US\$1.607 millones, siendo el saldo silvoagropecuario, US\$5.827 millones.

## 1.5 Estructura del sector silvoagropecuario

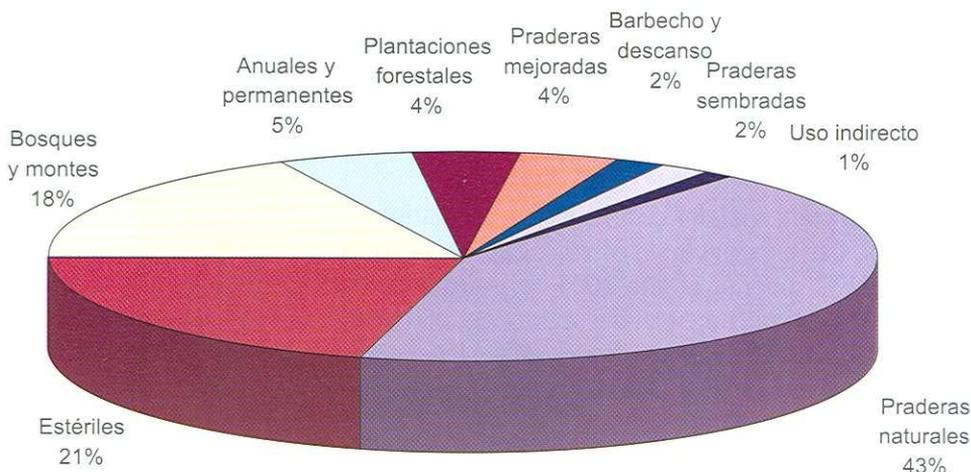
De casi 75 millones de hectáreas de Chile Continental, sólo un tercio (alrededor de 25 millones de ha) tiene potencial silvoagropecuario. De éstas, 5,1 millones de ha son tierras cultivables; 8,5 millones de aptitud ganadera; 1,2 millones de riego permanente; 0,6 millones de riego eventual; 0,7 millones de riego potencial en el secano arable; 11,5 millones de aptitud forestal y 14 millones de áreas de protección. De las 329.684 explotaciones censadas, 315.966 son explotaciones agropecuarias y 13.718 forestales; las que cubren una superficie total de 47.053.066 ha (27.115.581 y 19.937.485 ha respectivamente)(VI Censo Nacional Agropecuario, 1997).

---

<sup>1</sup> El cálculo del PIB lo realiza el Banco Central de Chile, en cuya metodología se expresan los valores oficiales en pesos chilenos del año 1996. Para la conversión a dólares se utilizó el valor de cambio promedio de ese año.

La distribución de la superficie de las explotaciones agropecuarias según el uso del suelo está representada en la Figura 3.

**Figura 2. Distribución de la superficie total de las explotaciones agropecuarias según uso del suelo.**



Fuente: ODEPA con información del VI Censo Nacional Agropecuario.

La distribución de las explotaciones agropecuarias según tamaño indica que 228.142 explotaciones (73,2%) tienen un tamaño menor a las 20 ha y abarcan el 4,7% del total de la superficie; en tanto que el 3,7% de las explotaciones tienen una superficie mayor que 200 ha, y abarcan el 80,6% del total de la superficie.

## 1.6 Organización en el sector ganadero

Los grandes y medianos ganaderos, agricultores y empresas agrícolas están adscritos a diferentes asociaciones de agricultores de carácter regional y/o nacional. Los criadores de determinadas especies y razas se encuentran agrupados en diferentes asociaciones de criadores. También están las organizaciones por rubros, tales como FEDELECHE y FEDECARNE, a las cuales también están asociados, aunque en menor escala, los pequeños agricultores.

La capacidad de asociarse de los pequeños agricultores en organizaciones de productores, es más precaria. Resaltan los Centros de Acopio de Leche (CAL).

Por otra parte, existen instituciones privadas, que con la aprobación del SAG (Servicio Agrícola Ganadero), llevan registros genealógicos y de control pecuario, especialmente control lechero. Entre estas se encuentran la Cooperativa Agrícola y Lechera Bío-Bío Ltda, BIOLECHE; la Cooperativa Agrícola, Lechera y Consumo de Frutillar Ltda, CAFRA; la Cooperativa Regional de Servicios de Inseminación Ltda, COOPRINSEM; la Sociedad de Fomento Agrícola de Temuco AG, SOFO; la Sociedad Agrícola y Ganadera de Osorno, SAGO; la Asociación de Criadores de Ganado Holandés de Chile. Estas instituciones realizan el control lechero de aproximadamente el 19% de la masa bovina lechera del país.

Además existen otras instituciones relacionadas con el registro y control de otras especies, como la Asociación de Ganaderos de Magallanes AG, ASOGAMA (bovinos de carne y ovinos); la Asociación Gremial de Agricultores de la Provincia de Arica (camélidos sudamericanos); la Federación de Criadores de Caballos Chilenos (caballo chileno o caballo criollo chileno) y el Centro Experimental Butalcura del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (caballo chilote).

## 1.7 Consumo nacional de productos pecuarios

El consumo aparente de productos pecuarios per cápita/año estimado para los años 1990, 1999 y 2002 se presenta en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Consumo de productos pecuarios en Chile en los años 1990, 1999 y 2002

RUBRO	1990	1999	2002
Carne Bovina (kg)	18,7	22,9	23,2
Carne Ovina (kg)	0,6	0,6	0,4
Carne Porcina (kg)	9,2	15,9	20,3
Carne de Aves (kg)	9,7	25,1	28,3
Otras Carnes (caprinas, equinas)(kg)	0,8	0,6	0,7
Total Carnes (kg)	39,0	65,1	72,9
Leche (l)	101,4	125,7	124,0
Huevos (unidades)	106,2	139,3	154,2

Fuente: ODEPA con información del Banco Central de Chile y del INE.

La tendencia en los últimos doce años ha sido el aumento del consumo de carne porcina y principalmente de ave, logrando estos sectores un alto nivel de consolidación, basado en un proceso de modernización tecnológica, integración vertical, aumento

de escalas de producción (crecimiento del orden de un 10% anual en la última década) y penetración de mercados externos. Consecuencia de lo anterior ha habido una disminución de los precios a nivel del consumidor nacional y un aumento de la calidad del producto.

La Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA, 2005), informa que en 2004 el consumo de carnes fue de 76,9 kilos por habitante, con una tasa de crecimiento de 5% anual en el período 1990-2004. Según la misma fuente, la disponibilidad aparente per cápita de carne bovina fue de 25,1 kilos por habitante, lo que significa un aumento de 4% respecto al año anterior. En el período 1990 - 2004 la tasa de aumento del consumo de carne bovina ha sido de sólo 2,1% anual, lo que está por debajo de la tasa de crecimiento del conjunto de todas las carnes, que como se señaló alcanzó 5% en el mismo período.

En su conjunto el consumo de carnes en el país, casi se ha duplicado en los últimos doce años. El consumo de leche y de huevos ha experimentado un fuerte incremento en el mismo período, 1990-2002, aunque proporcionalmente menor que el consumo de carne.

No existe una medición sistemática del consumo interno de miel de abeja; estimaciones preliminares señalan 150 g/habitante/año (muy bajo comparado con el consumo en países desarrollados).

## **1.8 Situación de la seguridad alimentaria y el desarrollo rural**

En la última década, Chile ha pasado de importador a exportador de alimentos, y mantiene en la actualidad un comercio exterior de alrededor de 3.500 t métricas, de las cuales, aproximadamente 2.000 t corresponden a exportaciones. La importancia de este rubro en las exportaciones chilenas se ha incrementado en las últimas tres décadas, pasando de representar un 3% del total en 1965 a un 18% en 1993-95.

En el mismo período, las importaciones de alimentos han disminuido de un 16% en 1965 a un 5% en 1993-95. Los principales alimentos importados en dicho período corresponden a productos lácteos, aceites vegetales, frutas, cereales y carne bovina (Ministerio de Agricultura, 1996).

La tendencia en los últimos años en los productos lácteos ha sido al auto abastecimiento; incluso se ha pasado a programas de exportación, consecuencia de los tratados de libre comercio con diferentes países.

La tendencia de la disponibilidad alimentaria en los últimos 10 a 15 años (de 1984-86 a 1996-98) señala un aumento en la disponibilidad de carne (81%); en tanto que lácteos y huevos aumentaron en menor proporción (31%).

El aumento de la disponibilidad de carne se debe en gran medida a una quintuplicación de la masa de aves (principalmente pollos), y a aumentos de 40 y 28% en las masas ganaderas de cerdos y vacunos, respectivamente. Es de destacar que, según estimaciones de FAO, hay una disminución en el país de un 84% a un 78% en la contribución de los alimentos de origen vegetal; en favor de productos de origen animal, que aumentaron de 16 a 22%, cambio que se produce a partir del trienio 1984-86. También existe un aumento de la participación de las proteínas animales en la disponibilidad total, pasando de un 34% a un 50% entre 1985 y 1997 (FAO-ESNA, 2001).

## 2. Situación de la Biodiversidad Agrícola en el Sector de los Recursos Zoogenéticos

### 2.1 Panorama general de los sistemas de producción animal del país y su biodiversidad

Para aunar criterios, la FAO ha propuesto las siguientes denominaciones para catalogar a los diferentes RZ (ver Anexos A1-A8):

- a) RZ exóticos de reciente introducción
- b) RZ exóticos continuamente importados
- c) RZ exóticos localmente adaptados de origen ibérico (RZ criollos)
- d) RZ exóticos localmente adaptados de origen no ibérico, entre los cuales se encuentran los RZ exóticos asilvestrados
- e) RZ nativos (incluye los autóctonos: generados evolutivamente en una región biogeográfica determinada).

#### 2.1.1 Sistemas de producción bovina

- a) Sistemas de producción de leche. Predominan: la raza lechera exótica de importación continua, Holstein Friesian (HF); las razas exóticas adaptadas en el país, Overo Negro Europeo (ONE), Overo Colorado (OC) (ambas de doble propósito), Frisón Negro (FN) (cruce entre HF y ONE) y Frisón Rojo (cruce entre HF y OC); y la raza lechera de reciente introducción, Jersey.

En el sector llamado "formal", predominan los pequeños productores, los cuales entregan menos de 100.000 l de leche a las plantas lecheras (81,9% del total de productores); no obstante, el mayor volumen de producción (60,1%) es aportado por los grandes propietarios (los que entregan más de 500.000 l/año) y que constituyen sólo el 5,9% del total de los productores que entregan leche a la industria procesadora (Anrique *et al.*, 1999).

Por otra parte está el sector "informal" de productores de leche, estimado en algo

más del 40% del total de los 22.908 productores de leche del país, y cuya producción no es entregada a la industria lechera, sino destinada al autoconsumo, producción de queso artesanal y, en pequeña escala, a la venta como leche fluida (Anrique et al., 1999).

En cuanto a los genotipos que se manejan en los predios lecheros, según Anrique et al. (2004), en la VIª y RM los productores que entregan a planta lechera una producción de leche mayor de 1.000.000 l/año tienen un 100% de vacas HF en sus predios, en tanto que los productores que entregan entre 100.000 y 1.000.000 l/año un 80% y los productores que entregan menos de 100.000 l/año, un 55,6% de este genotipo en sus predios. Estos porcentajes en la Xª Región Norte son: 52,2%, 22,9% y 10% y en la Xª Región Sur: 44,8%, 20,5% y 7,6%, respectivamente; en tanto que la importancia del FN y FR aumenta, especialmente en predios de pequeños y medianos productores.

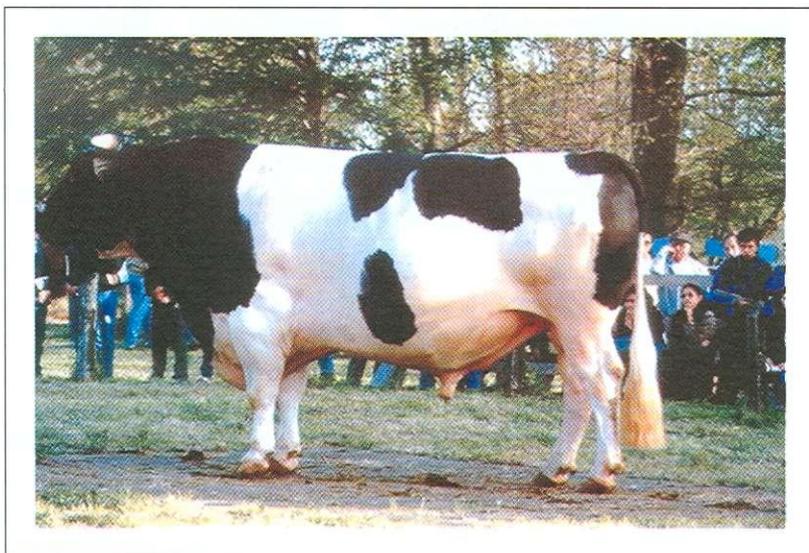


Foto 1: Overo Negro Europeo (Gentileza de CIA/UACH)

- b) Sistemas de producción de carne. Predominan razas exóticas de importación continua, como Hereford y Aberdeen Angus (AA), y otras de importación reciente, como Limousin. Predominan los sistemas extensivos, en la etapa de crianza; los intensivos ("feedlot") con razas especializadas, en la etapa de engorda; y semi-intensivos, en la etapa de recría. Los propietarios son, principalmente, pequeños y medianos. En los sistemas de producción de carne también tienen importancia las razas de doble propósito, especialmente ONE, OC, FN y FR.

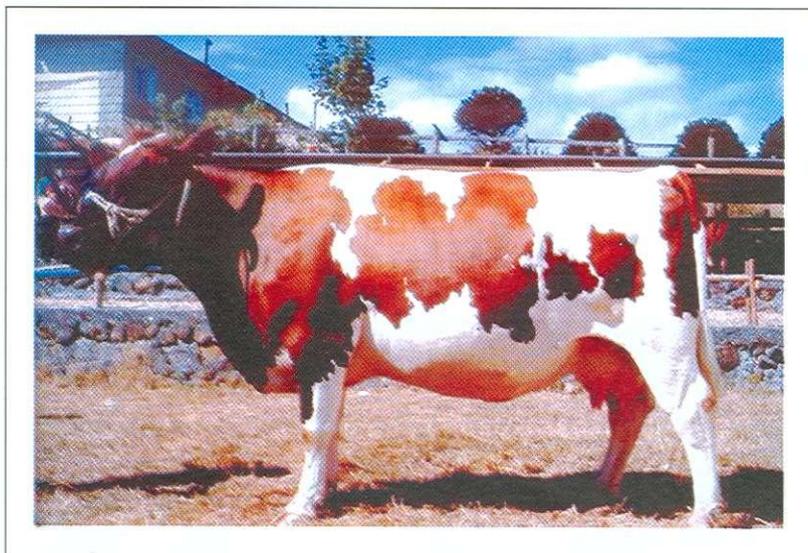


Foto 2: Overo Colorado (Gentileza de CIA/UACH)

### 2.1.2 Sistemas de producción ovina

El sistema predominante es extensivo de doble propósito, carne y lana, especialmente con la raza Corriedale, en la zona austral del país. Debido a la mayor demanda de la carne en los mercados internacionales, la raza Merino fue perdiendo importancia y se empezaron a importar razas de carne como Suffolk, Border, Texel, para mejorar los caracteres relacionados con la producción de carne, en las razas locales.

En zonas de mayor caída pluviométrica, como en la zona sur del país, predomina la raza Romney Marsh, también de doble propósito. Existen algunos planteles especializados en la producción de leche (Latxa y Milchschaaf), aún sin mayor relevancia económica a nivel nacional, pero con potencialidades para el futuro.

Según el Ministerio de Agricultura (2001), productores de subsistencia y pequeños empresarios poseen el 33% de las cabezas ovinas del país.

### **2.1.3 Sistemas de producción caprina**

Los caprinos se enmarcan mayormente en sistemas de producción extensivos, destinados a la producción de queso y carne, manejados principalmente por pequeños productores, en cuyos predios predominan las cabras criollas y criollas mejoradas (cruces con cabras de las razas Saanen, Anglo Nubian, Toggenburg y Alpina).

Según el Ministerio de Agricultura (2001), el 62,5% de los caprinos están en predios de productores de subsistencia y pequeños empresarios agrícolas.

En los últimos años, especialmente en la Región Metropolitana, han empezado a aparecer planteles de producción intensiva, fundamentalmente de raza Saanen, destinados a la producción de queso. En caprinos de carne y fibra destacan las razas exóticas de introducción reciente, Boer y Cashmere, respectivamente.

### **2.1.4 Sistemas de producción de porcinos y aves**

Predominan los sistemas intensivos de producción manejados por grandes empresas, que importan genotipos híbridos desde EE.UU., Canadá, Alemania y Francia. En los últimos años se ha registrado una disminución del número de explotaciones avícolas y de cerdos y un aumento del número de individuos en cada una de ellas.

Particularmente la producción de ave presenta un alto nivel de concentración, ya que no más de cinco empresas tienen cerca del 85% de la oferta nacional y una de ellas concentra sobre el 50% de la producción. La cadena está integrada, desde las líneas genéticas para la producción de pollitos hasta la distribución de los productos en todo el territorio nacional, pasando por la elaboración propia de los alimentos y por las plantas faenadoras. Esto les permite tener economías de escala y por ende altos grados de eficiencia (ODEPA, 2005).

La producción de cerdos, sin embargo, también es importante a nivel de productores de subsistencia y de pequeños empresarios, los que poseen el 47,9% del total de porcinos del país en sistemas extensivos y semi intensivos de producción (Ministerio de Agricultura, 2001).

Los pequeños productores manejan genotipos de varias razas, especialmente cruza poca definidas de Duroc, Hampshire, Landrace y Yorkshire; destinan su producción principalmente al autoconsumo o como alcancía para la venta en caso de necesidad.

Una situación similar se da en el caso de las aves. Es común que campesinos manejen en forma libre, alrededor de sus casas, gallinas y en menor escala pavos, patos y gansos, principalmente para el consumo familiar o venta al por menor. Los "huevos de campo" de gallinas son altamente cotizados en la ciudad por su mayor calidad.

Las razas de gallinas más común son: cruza de Rhode island, Sussex, Plymouth rock ("Gallina Castellana") y Gallina Araucana (no es rara la presencia de huevos de color verdoso). Su reproducción es a través de gallinas "cluecas", carácter que estas gallinas no han perdido (a diferencia de las gallinas de los grandes criaderos).

### **2.1.5 Sistemas de producción equina**

Predominan los Caballos Chilenos o Criollos Chilenos para su uso habitual en trabajos de campo y en deportes (rodeos); Fina Sangre Inglés en la hípica de carrera; Fina Sangre Francés, y en menor proporción Fina Sangre Inglés, en deportes ecuestres (salto); Caballo Chileno, Fina Sangre Inglés, Hackney y mestizos en caballos de silla; Bretón, Ardenés, Percherón y Belga como animales de tiro; mezclas de Fina Sangre Inglés, Holsteiner, Hannoveranos con Caballo Chileno, en labores de patrullaje de carabineros (los caballos "troperos"); Caballo Chilote como animal de carga y de monta en el archipiélago de Chiloé y en tratamientos de hipoterapia; Caballo Pony Shetland, de monta para niños y como mascota.

### **2.1.6 Sistema de producción apícola**

El sistema de producción apícola en Chile es el manejo tradicional de las abejas, principalmente de los genotipos Caucásica y Cárnica, en panales y colmenas de madera, en los cuales se deposita una reina, que conforma una familia o colonia con aproximadamente 40.000 obreras y un 10% zánganos. Se encuentran principalmente en manos de pequeños y medianos productores, que manejan un promedio de 26 colmenas.

La producción principal es la miel, pero también se aprovecha la cera. Además es importante la crianza de abeja como agentes polinizadores en plantaciones forestales.

Aisladamente se encuentran abejas asilvestradas, especialmente del genotipo Cárnica, pero muy hibridizadas, que construyen sus panales en árboles y edificaciones abandonadas. Normalmente no se aprovecha la miel y cera producida bajo estas condiciones.

## **2.2 Estado de conservación de la diversidad biológica de los recursos zoogenéticos**

Pese a que el país valora la conservación de los recursos genéticos, aún no existe un Programa Nacional de Conservación de la Biodiversidad de animales domésticos y silvestres.

Tal como señalado en la primera parte de la presente publicación, la conservación se realiza: a) *in situ* y b) *ex situ*.

### **a) *In situ*:**

Existen dos formas principales de conservación *in situ*, el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) y Santuarios de la Naturaleza. Además se empiezan a implementar las Áreas Silvestres Protegidas Privadas (ASPP).

La Corporación Nacional Forestal (CONAF) lleva el control de las poblaciones de RZ nativos y exóticos asilvestrados *in situ* al interior de cada una de las 94 unidades SNASPE, creado en el año 1984 (Ley N° 18.362) y formado por: Parques Nacionales (31 unidades), Reservas Nacionales (48 unidades) y Monumentos Naturales (15 unidades), que abarcan 14.123.556 ha (19% de la superficie continental del país).

La creación de un Sistema de ASPP está contemplada en la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente y actualmente se está elaborando el reglamento correspondiente.

En el año 2004 se crearon las primeras ASPP, la Estación Biológica Senda Darwin de la Fundación Senda Darwin, en la Isla Grande de Chiloé (Xª Región), y la Reserva Natural Privada San Pablo de Tregua, de la Universidad Austral de Chile, en Panguipulli (Xª Región), que pasarían a integrar oficialmente el Sistema de ASPP. Así también, el proyecto de Ley de Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal contempla incentivos para actividades que fomenten la conservación de los ecosistemas nativos.

## b) Ex situ:

- Conservación *in vitro* de germoplasma exótico de embriones y semen. El Centro de Inseminación Artificial de la Universidad Austral de Chile (CIA/UACH), creado el año 1957, desde 1981 único CIA del país, mantiene semen congelado de razas bovinas y en menor escala, de ovinos y caprinos.

En la actualidad conserva aproximadamente 800.000 dosis de semen de 338 toros de las siguientes razas: Overo Negro Europeo, Overo Colorado, Holstein Friesien, Angus Negro, Angus Rojo, Rubio de Aquitania, Charolais, Fleckvieh (Simmental), Hereford, Polled Hereford, Jersey, Limousine, Murray Grey, Piamontes, Salers, Frísón Negro, Frísón Rojo, Negro Japonés (Wagyu); y más de 70 embriones de las razas Overo Negro Europeo y Overo Colorado.

Para estas dos últimas razas (Tabla 4) existe un programa de colaboración conjunta entre el Centro Nacional de Capacitación y Entrenamiento en Reproducción y Manejo Animal (CENEREMA/UACH) y la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional, JICA, tendiente a la conservación de dichos genotipos, mediante la recuperación y transferencia de embriones. Para esto se cuenta con la valiosa cooperación de ganaderos y asociaciones de criadores como la Asociación Nacional de Overos Colorados (ANACOC), que mantienen pequeños núcleos de estos genotipos.

**Tabla 4.** Número de toros y dosis de semen congelado de Overo Negro Europeo y Overo Colorado en reserva genética del Centro de Inseminación Artificial de la Universidad Austral de Chile.

RAZA	Nº TOROS	20 a 200 DOSIS	300 a 5.000 DOSIS	TOTAL DOSIS
ONE	86	27 toros	50 toros	115.110
OC	35	7 toros	28 toros	87.211
TOTAL	121	34 toros	87 toros	202.321

Fuente: elaborado por integrantes de la RAD.

- RZ nativos en criaderos, en su mayoría, en manos de privados. Los criaderos mantienen generalmente poca diversidad genética y manejan especies que tienen mayor demanda de mercado y/o de las cuales se posee un mayor conocimiento sobre sus métodos de crianza. Para mayor detalle de los criaderos nacionales ver Parte 2.3.1.
- En zoológicos gubernamentales o municipales.

Respecto al estado de conservación, el Reglamento de la Ley de Caza (1998), incorporó un listado con especies clasificadas en cuatro categorías de conservación (de acuerdo a lo establecido por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, UICN, 1982), más otras tres relacionadas con su importancia para el ámbito silvoagropecuario.

Las taxa de importancia para la alimentación y la agricultura se encuentran, a nivel nacional, en las siguientes categorías:

- a) **En Peligro:** chinchilla andina (*Chinchilla brevicaudata*), chinchilla chilena (*Chinchilla lanigera*), huemul (*Hippocamelus bisulcus*), suri (*Pterocnemia pennata tarapacensis*), canquén colorado (*Chleophaga rubiceps*); 52 en total.
- b) **Vulnerable:** vizcacha (*Lagidium viscacia*), zorro chilote (*Pseudalopex fulvipes*), guanaco (*Lama guanicoe*), vicuña (*Vicugna vicugna*), pudú (*Pudu pudu*), perdiz de la puna (*Tinamotis pentlandii*), ñandú (*Pterocnemia pennata pennata*), torcaza (*Columba araucana*); 92 en total.
- c) **Rara:** cuy serrano (*Galea musteloides*), cuy de la patagonia (*Microcavia australis*), perdiz copetona (*Eudromia elegans*), perdiz austral (*Tinamotis ingoufy*); 53 en total.
- d) **Inadecuadamente conocida:** culpeo (*Pseudalopex culpaeus*), chilla (*Pseudalopex griseus*), quetru (*Tachyeres patachonicus*); 46 en total.

Algunos RZ exóticos localmente adaptados se encuentran en la categoría de peligro de extinción, como los bovinos criollos patagónicos y ovinos criollos; otros amenazados, como los bovinos ONE, debido a su absorción por la raza HF.

Como un complemento al trabajo anteriormente citado, Cofré y Marquet (1999), refiriéndose al Índice de Prioridades de Conservación establecidos en el país, señalan que de las 82 especies de mamíferos terrestres, 49 tienen prioridad de conservación. De estas 49 especies, 16 se consideran en "equilibrio frágil" y 33 como "amenazadas" (19 vulnerables, 11 en peligro y 3 críticas); habría además 8 especies de aves consideradas "críticas".

Según los mismos autores un análisis complementario basado en especies "raras" señala la existencia de 34 especies con ámbito geográfico estrecho y baja densidad poblacional.

## 2.3 Estado de utilización de los recursos zoogenéticos

Los RZ se manejan y utilizan en criaderos distribuidos en todo el país, predominantemente en manos de particulares.

El Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) controla las poblaciones *ex situ*, especialmente de RZ nativos y exóticos asilvestrados, presentes en criaderos (291 en total), centros de reproducción (10), de rehabilitación (14), de exhibición (14), cotos de caza (25) y tenencias registradas (79) (Iriarte *et al.*, 2005).

Cada establecimiento que posee especies de fauna silvestre nativa debe inscribirse en el SAG y remitir informes semestrales sobre sus ventas, muertes, nacimientos y donaciones. En el país existe un registro del estado de conservación y utilización de las diferentes especies y subespecies nativas en cautiverio, según lo estipulado en la Ley N° 19.473.

### 2.3.1 Mamíferos

#### a) RZ exóticos:

- Criaderos de RZ exóticos productivos (bovinos, ovinos, caprinos, porcinos y aves), son los que tienen mayor importancia en la alimentación y agricultura del país (Anexos A1, A2, A3, A4 y A5).
- Criaderos de especies destinadas a la caza deportiva: ciervo rojo (*Cervus elaphus*), ciervo axis (*Axis axis*), ciervo corzo (*Capreolus capreolus*) y dama (*Dama dama*); tienen además importancia en agroecoturismo y como animal ornamental; permite además la producción de carne, cuero y astas (Anexo A8).
- Producción de pieles: criaderos de zorro ártico (*Vulpes vulpes*) y de groenlandia (*Alopex lagopus*) (Anexo A8).
- También existen algunos criaderos de cuy doméstico (*Cavia porcellus*), pero en muy pequeña escala, por la gran competencia que significan los grandes y bien manejados criaderos peruanos. El cuy doméstico o peruano no está emparentado con los cuyes nativos del país (Anexo A8).
- Criaderos de caballos de diferentes razas en manos de particulares, Carabineros de Chile y del Ejército de Chile (Anexo A6).

## b) RZ nativos:

- Criaderos de las cuatro especies de camélidos sudamericanos: las dos especies domésticas, llama (*Lama glama*) y alpaca (*Lama pacos*); y las dos silvestres, guanaco (*Lama guanicoe*) y vicuña (*Vicugna vicugna*), que se utilizan para la producción de fibra y carne. En alpacas predomina la raza huacaya y de menor importancia es la raza suri (Anexo A8).
- Existen varios criaderos de chinchilla de cola larga (*Chinchilla lanigera*) y uno sólo de chinchilla de cola corta (*Chinchilla brevicaudata*); se utiliza preferentemente la variedad estándar y además la variedad negra de gunning, para la producción de piel, de reproductores y como mascotas (Anexo A8).
- Criaderos de zorro colorado o culpeo (*Pseudalopex culpaeus*); de zorro Darwin (*Pseudalopex fulvipes*), cuya caza actualmente está prohibida por estar amenazado de extinción (Anexo A8).
- Criaderos de diferentes variedades de coipo (*Myocastor coypus*), que se destinan a la elaboración de piel y la producción de carne (Anexo A8).
- Criaderos del ciervo nativo pudú (Pudu pudu), como mascota y en agroecoturismo, especialmente en la zona sur del país (Anexo A8).

Existen algunos RZ mamíferos nativos de importancia potencial, que hasta ahora no han sido reproducidos comercialmente (algunos de los cuales se capturan ilegalmente), como es el caso de: vizcacha (*Lagidium viscacia*), cuy de la puna (*Microcavia niata*), cuy serrano (*Galea musteloides*), cuy de la patagonia (*Microcavia australis*), chungungo (*Lutra felina*), huillín (*Lutra provocax*), entre otros (Anexo A8).

## c) RZ exóticos asilvestrados:

- Liebre (*Lepus capensis*) y conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*), de los cuales se comercializa su carne y piel (Anexo A8).
- Jabalí europeo (*Sus scrofa*), que se destina a la obtención de carne, a la práctica de la caza deportiva y a la generación de reproductores (Anexo A8).
- Zorro gris o chilla (*Pseudalopex griseus*), que puede ser cazado sólo en la isla Tierra del Fuego, donde fue introducido para controlar los conejos (Anexo A8).

Otros RZ exóticos asilvestrados de los cuales ya casi no existen criaderos: visón canadiense (*Mustela vison*), que se destina, aunque cada vez con menor intensidad, a la producción de piel; la rata almizclera (*Ondatra zibethica*), para producción de piel; y el castor (*Castor canadensis*), que se destina a la elaboración de piel y producción de carne (Anexo A8).

Todos los cuales, entre otros, son calificados como "potenciales perturbadores del equilibrio ecológico y conservación del patrimonio ambiental" (Iriarte et al., 2005).

## 2.3.2 Aves

### a) RZ exóticos:

- Criaderos de RZ exóticos productivos, son los de mayor importancia para la alimentación y la agricultura: gallinas de postura, broilers y pavos, que se manejan, por una parte, en grandes criaderos, con genotipos híbridos importados desde EE.UU. y de países de la U.E. También en predios de pequeños productores que los destinan para autoconsumo y venta en pequeña escala (Anexo A5).
- Criaderos de codorniz californiana (*Callipepla californica*), que se destina a la producción de carne y huevos (Anexo A5).
- Criaderos de gansos (*Anser sp.*): sebastopol, canadiense, toulouse, emden, pomerania gris y blanco, que se destinan a la producción de carne, plumas y huevos (Anexo A5).
- Criaderos de pavo negro (*Meleagris gallopavo*), gallinetas y gallitos de la pasión (*Gallus sp.*), que se utilizan para la producción de plumas, huevos y como mascotas (Anexo A5).
- Criaderos de faisanes (*Phasianus colchicus*): lady, plateado, mongol venerado, dorado, que se destinan a la producción de carne, huevos y plumas (Anexo A5).
- Criaderos de avestruz (*Struthio camelus*) y emú (*Dromaius novaehollandiae*), que se destinan a la producción de carne, huevos, aceite, cuero y plumas (Anexo A5).
- Criaderos de patos (*Anas sp*) de la raza pekin, mallard, rouan, azul, sebastopol; y el pato muskovy, casero o mudo (*Cairina moschata*), que se destinan a la producción de carne y huevos (Anexo A5).

### b) RZ nativos:

- Criaderos de ñandú de la patagonia (*Pterocnemia pennata pennata*) que se destina a la producción de huevos, carne, plumas; y de suri (*Pterocnemia pennata tarapacensis*), que en la actualidad existe sólo un criadero; sin embargo, hay proyectos para establecer criaderos en comunidades altoandinas (Anexo A5).
- Criaderos de gallina araucana (*Gallus inauris*), de las variedades trintre, collonca y francolina, destinadas a la producción de huevos y como reproductores (Anexo A5).
- Criaderos de perdiz chilena (*Nothoprocta perdicaria*), que se destina a la producción de huevos y carne (Anexo A5).
- Criaderos de patos nativos: colorado (*Anas cyanoptera*), real (*Anas sibilatrix*), jergón (*Anas georgica*), cuchara (*Anas platalea*), juarjua (*Lophonetta specularoides*),

pato vapor o quetru no volador (*Tachyeres pteneres*), que se destinan a la producción de carne y plumas (Anexo A5).

- Criaderos de gansos nativos: caiquén común (*Chloephaga picta*), de cabeza colorada (*Chloephaga rudiviceps*) y canquén (*Chloephaga poliocephala*), que se utilizan para carne, plumas y como mascotas (Anexo A5).
- Cría en cautiverio en pequeña escala de picaflor común (*Sephanoides sephanoides*); loros nativos como trichahue (*Cyanoliseus patagonus*), choroy (*Enicognathus leptorhynchus*), perico cordillerano (*Bolborhynchus aurifrons*), y cachaña (*Enicognathus ferrugineus*); además de las dos especies de cisnes nativos, coscoroba (*Coscoroba coscoroba*) y de cuello negro (*Cygnus melanocorypha*), utilizados como animales ornamentales y mascotas (Anexo A5).

Existen algunos RZ de aves nativas de importancia potencial, de las cuales no existen criaderos comerciales, pero que se cazan y explotan en algunos sectores del país, como es el caso de la torcaza (*Columba araucana*), tórtola (*Zenaida auriculata*), algunas especies de gansos y de patos (Anexo A5).

### 2.3.3 Reptiles y Anfibios

- Criaderos de iguana chilena (*Tejidae: Callopistes palluma*) y de lagartija negra-verde (*Liolaemus nigroviridis*), que se utilizan como mascotas.
- Criaderos de rana chilena (*Caudiverbera caudiverbera*), de la cual se aprovecha actualmente su carne; potencialmente, su piel y en la industria de cosméticos; de sapo de rulo (*Bufo chilensis*), que se utiliza como mascota, aunque de menor importancia (Anexo A8).

Detalle de cría en cautividad en Iriarte *et al* (2005).

### 2.3.4 Abejas

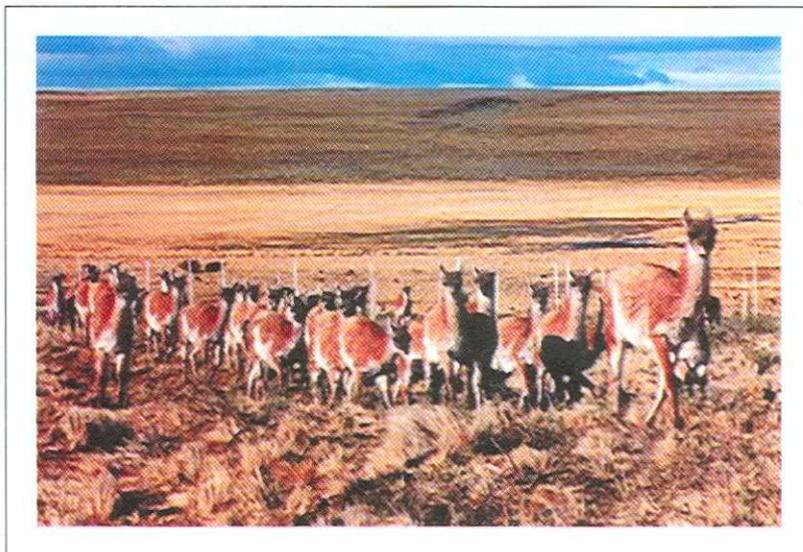
Colmenas o panales de abejas (*Apis mellifera*), preponderantemente de la raza caucásica y cárnica, para producción de miel; además están presentes en el país las razas, canadiense, ligústica y cruces entre ellas (Anexo A7).

### 2.3.5 Influencia del mercado, importaciones y exportaciones

En las especies exóticas existe la tendencia general de seguir la demanda del

mercado. Lo mismo sucede con diversos productos originados de las especies nativas, con la diferencia que muchos de estos productos son de carácter exclusivo y difícil de reemplazar por los de otras especies.

Un ejemplo de lo anterior es la comercialización de productos de fibras de guanaco y vicuña, los que poseen altos valores de mercado, por su carácter único. Por otra parte, la carne de las especies nativas como la rana chilena, el guanaco, o especies exóticas como los ciervos europeos, jabalí, liebres y conejos, posee características que los hacen altamente apetecibles y demandados por mercados nacionales e internacionales (exclusividad, bajo contenido de colesterol, carnes magras, con bajos niveles de grasas saturadas).



**Foto 3:** Grupo de Guanacos (Gentileza de Etel Latorre)

Los productos de RZ exóticos, de mayor importancia para la alimentación, se destinan fundamentalmente para satisfacer las necesidades nacionales (especialmente leche, carne, huevo); sin embargo, en los últimos años, aún en forma incipiente, se destinan a la exportación.

Las perspectivas de exportación de carne especialmente bovinas, con la firma de acuerdos de libre comercio con la UE y EE.UU., son bastante promisorias. Las exportaciones de carne bovina a la UE tienen una cuota libre de arancel de 1.000 t/año con un incremento de 10% anual. Cuotas similares se fijaron en la firma del acuerdo con EE.UU.

Las exportaciones de carne bovina en el año 2004 tuvieron un valor cercano a 23 millones de dólares, con un volumen exportado de 9.021 toneladas. Esto significa un crecimiento de 40% en volumen y 50% en valor, respecto del año anterior. Los principales mercados de la carne bovina nacional en el año 2004 fueron México (49%); Cuba (15%); Japón (15%) y países de la Unión Europea (6%) (ODEPA, 2005). Considerando estas cifras, aún no han repercutido a nivel nacional en este rubro, la firma de los tratados de comercio anteriormente citados.

Según AGRARIA (2003), las importaciones de carne bovina crecieron de 75.527 t/año en 1997, a 84.829 t/año en el año 2001 (principalmente de Brasil y Paraguay). En el mismo período (1997-2001), la producción nacional disminuyó de 262.105 a 217.554 t/año. Por lo anterior, la exportación de carne bovina consiste principalmente en cortes finos, para acceder al sobreprecio de exportación, estimado en alrededor de un 20%.

Las importaciones de carne bovina en el año 2004 alcanzaron, según ODEPA (2005), a 126.224 toneladas, volumen que es 2,9% superior al importado en el año anterior. Su valor se acercó a 258 millones de dólares, un 18,8% más que en 2003. El precio medio de la carne importada pasó de 1.771 dólares por tonelada CIF en el año 2003 a 2.043 dólares en el año 2004, lo que significó un aumento de 15,4%. El principal proveedor de carne bovina a Chile continúa siendo Brasil (82% de participación), seguido de Argentina (11%), Uruguay (4%) y Paraguay (3%).

El crecimiento de las exportaciones de carne porcina en los últimos años ha sido impactante: en el año 1996 se exportaron 2.160 toneladas y en 2003, 61.600 toneladas, lo que significa una tasa promedio de crecimiento anual de 61,4% en estos años, tasa que difícilmente puede ser igualada por otro rubro pecuario. En términos de valor, los envíos en el año 2003 alcanzaron la cifra de 150 millones de dólares. El destino de las exportaciones de carne de cerdo es variado y en el año 2004 se llegó a 16 países, siendo los principales Japón, Corea del Sur, México y países de la UE. Según FAO, Chile se encuentra entre los diez principales países exportadores de carne porcina (ODEPA, 2005).

Las importaciones chilenas de carne de cerdo son poco relevantes y una gran parte del producto que se importa es materia prima de la industria elaboradora de cecinas.

La exportación de carne de ave experimentó también un notable aumento hasta el año 2002 (un incremento promedio anual de 12,4%), especialmente a China, México y Perú. Particular aumento experimentó la exportación de carne de pavo.

Sin embargo, el problema nacional de influenza aviar ocurrido en el año 2002, provocó el cierre de las exportaciones de este producto. El año 2003 fue un año de recuperación productiva. Los productores nacionales se lanzaron a la tarea de reabrir mercados, logrando durante el año 2004 que todos los países que habían prohibido las importaciones de carne de aves desde Chile autorizaran nuevamente su ingreso. Con esto la producción nacional de carne de aves creció un 2,7% en el año 2003, llegando a 464 mil toneladas.

Según ODEPA (2005), se espera que las colocaciones de carne de aves en los mercados externos aumenten. Ya en el año 2004 subieron un 42,8% sobre el año anterior, alcanzando a 25.210 toneladas exportadas. En valor, las exportaciones fueron 80,3% mayores que en el 2003, alcanzando un total de 40,4 millones de dólares. Los principales mercados de exportación fueron la UE (61%), México (23%) y China (13%).

La producción de carne ovina durante el año 2003 sufrió una baja de 11,6%, alcanzando a 9.624 toneladas; esta baja se encuentra relacionada con la XII<sup>a</sup> Región, la que concentra alrededor del 80% de la producción nacional.

Las exportaciones de carne igualmente sufrieron una baja, pero experimentaron una recuperación de 18,8% en el año 2003, alcanzando a 5.105 toneladas. Llama la atención el aumento en valor de estas exportaciones (44%), que alcanzaron un monto de 16,3 millones de dólares. Con un valor medio de US\$ 2.645 hasta el 2003, la tonelada de carne exportada creció a US\$ 3.207. El principal destino de las exportaciones de carne ovina fue el mercado de la UE, con una participación de 67,7% en el 2003, sigue México, con 19,3%; Israel, con 7,8%, y Brasil, con 5,1%.

Cabe señalar que en la Feria Internacional BIO-FACH de productos orgánicos, el cordero chileno ganó el premio al producto natural de mejor calidad (ODEPA, 2003).

Las exportaciones de lana en 2003 cayeron 22,4% en términos de volumen. Sin embargo, su valor aumentó en 11%, realizándose colocaciones por un monto aproximado de 5 millones de dólares. Los principales destinos fueron Uruguay, con 41% de los envíos; Argentina, con 26%; China, con 23%, y la UE, con 8%.

El balance del comercio exterior de carnes arroja en volumen un saldo negativo cercano a 25 mil toneladas. Sin embargo, en valor el saldo es positivo en cerca de 5 millones de dólares. En importaciones, el 99 % corresponde a carne bovina. En

el caso de las exportaciones, el 62,6% de ellas correspondió a envíos de carne porcina; un 25,6%, a carne de aves; un 6,6%, a carne bovina, y un 5,2%, a carne ovina (ODEPA, 2005).

La producción nacional de miel de abeja ha estado en los últimos años en promedio sobre las 10.000 t y se exporta sobre el 60%, especialmente a Alemania y EE.UU. Los niveles de exportación en el año 2003 alcanzaron cifras estimadas récord de 10.085 t, con un valor FOB de 26,1 millones de dólares (ODEPA, 2003).

Los productos cárnicos de RZ nativos y exóticos asilvestrados como coipo, aves, ciervos, rana chilena, jabalí, guanaco y ñandú, se utilizan primordialmente para consumo local y/o nacional; así como los huevos de ñandú, codorniz y patos. La caza y captura de subsistencia es de gran importancia en sectores de bajos recursos de la población.

La carne de guanaco, liebre y conejo se está exportando a mercados europeos. Las fibras de guanaco y vicuña son exportadas mayoritariamente a Europa y Argentina. Las pieles de carnívoros (como zorros), además, de liebres, conejos y particularmente chinchillas, son exportadas a EE.UU., Canadá y Europa.

También se deben considerar las importaciones de material genético. Según informaciones del SAG, en el año 2002 se importaron 426.930 dosis de semen de 23 razas bovinas; 1.130 dosis de 8 razas ovinas; 610 dosis de 2 razas caprinas; y 21 embriones de la raza bovina de carne Wagyu o Negro Japonés.

Cabe señalar que la importación de semen de una gran variedad de razas puede afectar la adaptación de algunos de estos genotipos importados a las condiciones ambientales, manejo y alimentación locales, diferentes a las de su país de origen, por posibles interacciones genético-ambientales. Esto es válido especialmente en predios con menores recursos tecnológicos y deficientes niveles de alimentación, en los que las diferentes condiciones ambientales, respecto a las del país de origen del genotipo importado, son aún mayores.

### **2.3.6 Ubicación de los recursos zoogenéticos y su utilización**

Se utilizan las condiciones ambientales específicas del heterogéneo hábitat existente en el país, para los diferentes tipos de animales. Así, por ejemplo, el valle central (especialmente del sur del país) y pastos de montaña son utilizados preferentemente para la producción intensiva y semi intensiva de leche y de carne bovina; las zonas

de secano se destinan a la producción extensiva de carne ovina y caprina; las vicuñas en el Altiplano de la 1ª Región; en humedales, la reproducción de coipo, huillín, chungungo, castor, rana chilena y diversas aves nativas; ciervos en bosques de la zona Mediterránea Húmeda; guanaco y ñandú en pastizales de la zona Templada Fría.

### **2.3.7 Contribución de los recursos zoogenéticos a la alimentación y agricultura**

En bovinos, los productos generados por los sistemas tradicionales de producción son carne, leche (y subproductos lácteos). En ovinos, destacan la carne, lana y leche (y subproductos, especialmente queso). En caprinos, se consideran: la leche, queso, carne, fibra y cuero. En equinos se debe destacar: la realización de trabajo; deportes; carne; e hipoterapia.

En bovinos de leche, las razas que más contribuyen a la alimentación son las exóticas de continua importación y en menor medida, las localmente adaptadas. En los bovinos de carne, contribuyen principalmente las razas localmente adaptadas y de menor importancia, las exóticas de continua importación.

La importancia de los RZ nativos es en general aún pequeña, pero ellos constituyen un importante potencial en nivel local; incluso como productos de exportación.

Los establecimientos de llamas y alpacas que reproducen ejemplares para la exportación (producción de fibra o como mascotas), sólo utilizan las variedades más atractivas para los mercados de EE.UU. y Europa.

En la rana chilena, la tecnología de cultivo se encuentra en desarrollo; su carne es muy apetecida en el centro del país. En cuanto al coipo, debido al bajo valor de su piel, casi todos los criaderos han desaparecido; sin embargo, hay posibilidades del aprovechamiento de su carne.

En general, los principales productos y/o servicios que se utilizan de los RZ nativos son: fibra, piel, carne, huevos, cuero, plumas, leche, agroecoturismo, mascotas, artesanías. A futuro se prevé un mayor desarrollo e interés por el agroecoturismo.

En la Tabla 5 se presenta la importancia relativa de diferentes especies exóticas de larga adaptación en el país, en el área económica, social y paisajística, considerando las condiciones de la zona sur del país.

**Tabla 5.** Importancia relativa (%) de cada grupo de especie en el área económica, social y paisajística.

ÁREA	Bovinos y Ovinos	Caprinos	Equinos
Económica	70 a 80	70	50
Social	18 a 28	25	49
Paisajística	1 a 2	5	1

Fuente: estimación de los integrantes de la RAD.

En producción ovina, la raza Corriedale (de doble propósito: carne y lana), es la de mayor importancia (corresponde al 63% del total de ovinos del país). Las razas recientemente introducidas han permitido incrementar los niveles de producción, especialmente de carne, de las razas locales; mayor prioridad se da a la producción de carne, por su mayor demanda en los mercados internacionales.

En la producción caprina es notable la importancia de los animales criollos, único caso de una mayor utilización de un RZ criollo en el país.

Resalta el uso alternativo que realizan los habitantes de las culturas altiplánicas de las llamas, alpacas y otras especies silvestres, en rituales religiosos. En algunos sectores campesinos, la muerte de aves rapaces nocturnas, con objeto de "ahuyentar los malos espíritus". Otros RZ son fuente de alimento para los habitantes locales (liebre, conejo, burro, cabra, jabalí europeo, ciervo rojo y dama, castor, rata almizclera, coipo, paloma).

Las especies de zorros nativos (culpeo, chilla) y exóticos (ártico y de groenlandia), explotadas primero solamente en nivel local (especialmente zona austral), han tenido importancia para el inicio de la industria peletera nacional.

Según Soto (1998), culturas indígenas completas dependían en el pasado del guanaco, particularmente en el sur del país. Cabe destacar que los primeros colonos, especialmente alemanes y croatas, que se establecieron desde la segunda mitad del siglo XIX, especialmente la zona sur y austral del país, fueron ganaderos (producción bovina y ovina); y sus descendientes han mantenido la tradición de sus antepasados.

### 2.3.8 Programas de fomento, utilización y mejoramiento genético

Existen programas dirigidos a fomentar la comprensión y utilización sustentable de especies nativas y exóticas asilvestradas (CONAF, SAG, SERNAPESCA, Subsecretaría de Pesca y CONAMA).

Gracias a la labor de estas instituciones ha sido posible recabar antecedentes técnicos sobre la reproducción en cautiverio de algunas de estas especies y sobre la situación de su diversidad genética. Sin embargo, han faltado programas para difundir masivamente estos conocimientos en la población.

En los programas de mejoramiento genético de los RZ exóticos de reciente introducción, se consideran aspectos de producción y adaptación, tales como rendimiento, calidad del producto, conversión alimenticia y producciones vitales (durante el período de vida productiva). Estos programas en la actualidad son aislados y aún no hay un programa nacional de registro de producciones y prueba de reproductores.

En los RZ de larga adaptación en el país (bovinos, ovinos y caprinos) se busca mejorar el rendimiento y calidad de los productos.

En los RZ nativos, se busca mejorar la calidad de los productos y su mayor adaptación a la vida en cautiverio, o bajo las condiciones de manejo en actividades agroecoturísticas.

En Chile no existen políticas de fomento y conservación de conocimiento de los pueblos originarios, relativos al uso de la fauna, en gran parte, por la poca tradición que tienen en torno a los RZ nativos. Existe la Ley Indígena N° 19.253, en la cual se incluyen algunas acciones tendientes a rescatar el conocimiento tradicional en el aprovechamiento de especies nativas de vida silvestre.

### **2.3.9 Oportunidades para mejorar el uso de los recursos zoogenéticos**

a) Algunas razas bovinas de introducción continua seguirán teniendo relevancia por sus mayores rendimientos productivos. Sin embargo, algunos de estos RZ, como es el caso de HF en bovinos de leche, debido a aspectos reproductivos y/o económicos (mayores costos de manutención y necesidad de bajar los costos de producción), están siendo en parte desplazados principalmente a través de cruzamientos, por Frisón Negro, Frisón Rojo, y/o RZ de larga adaptación en el país, como los Overos Negros y Overo Colorados, especialmente en predios de pequeños y medianos productores. Existe la tendencia de rebajar el % de genotipo HF en estas lecherías a un 50%.

b) Dentro de las razas bovinas de reciente introducción, en la raza Jersey existe

estudios de su excelente adaptación a la X Región y buenas posibilidades de su uso, especialmente en sistemas de cruzamiento para aumentar los sólidos totales de la leche y en predios de mediano a grandes productores. Según Anrique *Et al* (2004) este genotipo tiene relativa importancia sólo en predios de mediano y grandes productores. Según los autores, el % de vacas Jersey en la X Región Sur, en predios de productores que entregan a planta lechera producciones de leche mayor de 1.000.000 l/año es de 6,9%, en predios de productores que entregan entre 100.000 y 1.000.000 l/año, 2,2% y 0% en predios que entregan menos de 100.000 l/año.

- c) En caprinos de fibra y de carne se estima que hay posibilidades para intensificar el uso de las razas Cashmere y Boer, por las buenas perspectivas de mercado. En ovinos de leche, es aún incierto el futuro de las razas lecheras Latxa y Milchschaft, pero son auspiciosas las posibilidades de su mayor uso, sobretodo ante las perspectivas de exportaciones, especialmente de queso. La producción ovina, especialmente de carne, puede ser una alternativa para los productores de trigo de la precordillera, por la baja rentabilidad y los riesgos de este cultivo.
- d) En los RZ nativos (alpaca, vicuña, llama, guanaco, rana chilena, vicuña, ñandú), el aumento de las posibilidades de su uso, va a depender, en forma prioritaria, de una mayor demanda y mejores precios, en mercados nacionales e internacionales.

## **2.4 Principales características y aspectos fundamentales de la conservación y utilización de los recursos zoogenéticos**

### **2.4.1 Recursos zoogenéticos exóticos**

Existe información básica especialmente en bovinos, ovinos, caprinos y equinos, en cuanto a: características productivas y reproductivas; alimentación; sanidad; existencia de animales (los censos se realizan cada 10 años por el INE; entre censos, ODEPA efectúa estimaciones); importaciones (ganado en pie, embriones y semen); y exportaciones de animales vivos. También se cuenta, aunque no en forma generalizada, con registros genealógicos; control lechero; y registros prediales de los sistemas de producción de mayor importancia, como leche, carne y lana.

Se han realizado, especialmente en bovinos, estudios en inseminación artificial y transferencia de embriones; y estudios moleculares sobre tipificación sanguínea y determinación de paternidad.

En porcinos y aves existe buena información, recolectada por las grandes empresas del sector, sobre el comportamiento productivo y reproductivo de los diferentes híbridos que ellas manejan, sin embargo, estas informaciones no son difundidas (Anexos A1 al A8).

No hay problemas con la conservación de los RZ exóticos "productivos", sólo es necesario cuidar su adecuada utilización. Por ejemplo, se debe evitar la absorción de los genotipos locales, generalmente menos productivos, pero de gran adaptación a las condiciones locales.

Se debe prestar atención a la conservación de los RZ exóticos "no productivos", como son en general los RZ criollos. Estos genotipos se pueden utilizar muy favorablemente en sistemas de cruzamientos, para aprovechar sus buenas características, en especial rusticidad y fertilidad. Algunos RZ criollos, como el Bovino Patagónico y el Ovino Araucano se encuentran en serio peligro de extinción (Anexos A1, A2, A3, A5).

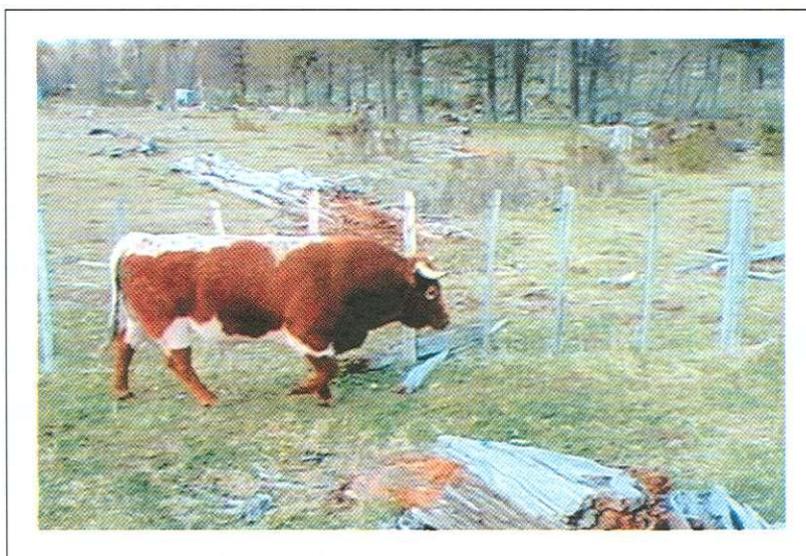


Foto 4: Bovino Criollo Patagónico (Gentileza de Fernando Mujica)

#### 2.4.2 Recursos zoogenéticos nativos y exóticos asilvestrados

A excepción de camélidos sudamericanos, chinchilla, rana chilena y algunas especies en cautiverio, falta información sobre biología, ecología, manejo productivo, manejo reproductivo, patología, epidemiología de las enfermedades y estudios de mercado

(Anexo A5 y A8). Se han realizado estudios de diversidad genética en algunos de estos RZ, como en la llama, alpaca, guanaco y chinchilla.

Se realizan censos periódicos por CONAF, SAG, UNORCH, instituciones que además efectúan estimaciones poblacionales de distintas especies, como guanaco, vicuña, ñandú, aves acuáticas, chinchilla.

Por ley se exige que cada tenedor de especies de fauna nativa o incluida en alguno de los Apéndices de la Convención CITES, deba declarar al SAG sus existencias dos veces al año (enero y julio). Por otra parte, a través de Aduana, Prochile y especialmente SAG, se registran las salidas al exterior de productos nativos o asilvestrados.

Estudios realizados por instituciones de investigación y enseñanza han contribuido a un mayor conocimiento de los RZ y su mejor utilización. También son de importancia estudios de algunas Asociaciones de Criadores, como la Asociación Nacional de Overos Colorados (ANACOC), que ha determinado parámetros genéticos específicos de la raza OC.

### **2.4.3 Prioridades**

Las prioridades están orientadas a los RZ exóticos productivos, especialmente bovinos de carne y leche. No existen prioridades para intensificar los esfuerzos destinados a aumentar las informaciones sobre la situación de la diversidad genética de las especies que no tienen inmediata importancia productiva.

En los últimos años también ha adquirido prioridad nacional la producción de carne ovina (cordero magallánico), que aún no se ha manifestado en un aumento significativo de su consumo, por parte de la población. Sin embargo, han aumentado los volúmenes de exportación.

También ha habido programas nacionales para incentivar el consumo de leche.

# 3. Cambios y Tendencias de la Producción Pecuaria Nacional

## 3.1 Políticas, estrategias, programas y prácticas de ordenación en el pasado

En Chile, diversos instrumentos vinculados a algunos Ministerios de la República han regulado y fomentado el uso de los RZ:

### **Ministerio de Agricultura:**

- El SAG norma la utilización de las especies zoonóticas, junto a aspectos sanitarios y de cuarentena. El Departamento de Protección de Recursos Naturales Renovables regula la fauna silvestre del medio terrestre, el ingreso al país de nuevas especies y subespecies, que puedan causar perjuicios a los ecosistemas naturales, y da un fuerte apoyo al desarrollo de iniciativas de cría en cautiverio. Entre las acciones de apoyo se cuentan: centralizar y proveer de todo tipo de antecedentes a los interesados y el otorgamiento de permisos de captura, necesarios para restringir la caza de animales reproductores. Actualmente sólo se permite la comercialización y exportación de especímenes nacidos en cautiverio.

El Departamento de Protección Pecuaria y la Unidad de Cuarentena Pecuaria vigilan el patrimonio sanitario de las especies que ingresan al territorio nacional. El SAG posee planes de control y erradicación de enfermedades como brucelosis, tuberculosis y leucosis en bovinos, los cuales han sido llevados exitosamente. El SAG inscribe a través de resoluciones del Departamento de Protección Pecuaria a instituciones privadas facultándolas para llevar registros genealógicos y de producción pecuaria, especialmente control lechero, aunque tiene muy poco control sobre ellas. Sin embargo, tiene control del sistema PABCO (Sistema de Planteles Animales Bajo Control Oficial).

- CONAF desarrolla diversas iniciativas de conservación y utilización de RZ silvestres, administra el SNASPE, aplica la normativa forestal vigente, y es contraparte técnica en CITES, RAMSAR, de la Convención para la protección de la flora y fauna, y de las Bellezas escénicas naturales de los países de América,

de 1987. CONAF, junto con el SAG, es contraparte nacional de la Convención de especies animales silvestres migratorias (CMS) o Convención de Bonn.

- INIA trabaja en labores de investigación y transferencia tecnológica de los RZ, especialmente en bovinos de leche y carne, en ovinos y caprinos; sin embargo, desarrolla poca investigación en especies de fauna silvestre (sólo estudios en camélidos domésticos, guanaco y ñandú), a pesar de su importante participación en el desarrollo y transferencia de conocimiento en el sector agropecuario nacional.
- Fundación para la Innovación Agraria (FIA) es la institución gubernamental que ha financiado, a través de fondos concursables (o competitivos), el mayor número de proyectos relacionados con especies de fauna silvestre nativa, criolla y exótica de reciente introducción.

### **Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción:**

- Corporación de Fomento a la Producción (CORFO) apoya a través de sus fondos concursables (Fondo de desarrollo e innovación, FDI; Fondo de fomento al desarrollo científico y tecnológico, FONDEF; Fondo nacional de desarrollo tecnológico y productivo, FONTEC; Proyecto de fomento, PROFO; Fondo de asistencia técnica, FAT) proyectos tecnológicos relacionados con RZ de interés productivo, que contribuyen al desarrollo económico. Cabe destacar que el Plan de desarrollo ganadero de CORFO en la década del sesenta, incentivó, en gran medida y por primera vez en el país, la producción de leche y carne.

### **Ministerio de la Secretaría General de la Presidencia:**

- La Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) es la institución encargada de coordinar las acciones ambientales que realiza el Estado chileno y exige, entre otras materias, una evaluación de impacto ambiental a los proyectos de inversión. La CONAMA es el Punto Focal para el Convenio sobre la Diversidad Biológica.

La participación de los integrantes de la cadena productiva y partes interesadas en la formulación de políticas relativas a RZ, se realiza a través de reuniones periódicas de las Comisiones Nacionales por rubro (leche y carne), lideradas por el MINAGRI. Las principales especies consideradas en estas instancias son los bovinos de leche y carne, por ser las de mayor importancia económica. Asimismo, FIA organiza mesas de discusión y trabajo sobre los RZ bovinos, ovinos, caprinos y camélidos y financia investigaciones en algunos RZ nativos y RZ exóticos localmente adaptados.

Las actividades de investigación y desarrollo relativas a los RZ se financian y organizan en el país a través de las políticas establecidas por los diferentes fondos concursables, que financian proyectos de investigación y/o de transferencia de tecnología, favoreciendo en la mayoría de ellos, la integración del sector privado. Estos Fondos son:

- a) De carácter regional, dirigidos por un Consejo Regional (CORE).
- b) De carácter nacional, entre los cuales destacan FIA y SAG del Ministerio de Agricultura; diversos Fondos de CORFO, Ministerio de Economía; y CONICYT del Ministerio de Educación.

Existen además una serie de instrumentos que si bien no son específicos para los RZ, incentivan su uso y desarrollo, tales como: el Sistema de Incentivos para la Recuperación de Suelos Degradados (SIRDS), implementado por el MINAGRI, que ha significado para los agricultores un gran apoyo económico para el mejoramiento de sus praderas y la recuperación de los suelos; los Bonos Ganaderos (BOGAN) del Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), que significan ayuda económica a los pequeños productores en materia ganadera; los Centros de Acopio de Leche (CAL), de ayuda a los pequeños productores lecheros; el Plan de Desarrollo del Cordero Magallánico.

En el área normativa se puede mencionar las leyes en materia de normas de calidad de los productos alimenticios que afectan en parte el uso y conservación de los RZ del país. Por ejemplo, la Ley de la Carne, y las normativas sobre identificación de animales y sus productos (trazabilidad).

Por otra parte, la Ley de Caza define las especies que se pueden cazar, los períodos del año y el número de ejemplares por expedición. El Reglamento de esta Ley presenta la primera clasificación oficial de las especies del país, según su estado de conservación. Entre la normativa internacional vinculante, CITES regula la comercialización de productos de la vicuña y de la chinchilla de cola corta y cola larga.

El país cuenta con normas que regulan la introducción y liberación al medio ambiente de organismos vegetales de propagación, genéticamente modificados. Sin embargo, aún no se dispone de normas respecto a organismos animales.

Las leyes y políticas relacionadas con derechos de propiedad intelectual que existen en el país, no atienden específicamente a los RZ; y no existen sistemas de protección de las razas creadas.

Se está elaborando un proyecto de ley que regulará el acceso a los recursos genéticos animales, de acuerdo a lo señalado en el Convenio sobre la Diversidad Biológica.

Las estrategias de desarrollo han priorizado la utilización de RZ exóticos de reciente y continua introducción, debido a sus altos niveles productivos y favorables condiciones de mercado (consumo interno y para exportación), los que han tenido éxito, tanto por las favorables condiciones ambientales, semejantes a las de sus países de origen (Europa, EE.UU), como por las ventajosas condiciones sanitarias del país. Chile es el único país sudamericano libre de todas las enfermedades de la Lista A de la Oficina Internacional de Epizootias (OIT).

Por sus bajos niveles productivos, ha habido deficiencias en la ordenación de los RZ exóticos localmente adaptados, no existiendo instrumentos de fomento y políticas que apunten a una mayor utilización de estos RZ.

Los proyectos de investigación en RZ nativos se han realizado casi exclusivamente a través del financiamiento de fondos concursables. Sin embargo, los resultados de estas investigaciones han tenido en general bajo impacto en la mayor utilización comercial de estos RZ.

Cabe destacar algunos proyectos, como el de utilización de la fibra de alpaca por parte de mujeres campesinas para la confección de artículos de vestuario (INIA/FIA); y el de recuperación y conservación del Caballo Chilote (INIA/FIA), consecuencia del cual, en la actualidad hay más de setenta criadores en el país de este RZ equino criollo, que se encontraba en peligro de extinción.

También se desarrollan proyectos en torno a la crianza de chinchillas, guanaco, ñandú, gallina araucana, pudú, zorro y rana chilena.

Para muchas de las especies nativas (perdiz, torcaza, diferentes especies de gansos y patos), faltan conocimientos para alcanzar su utilización comercial; o bien existen deficiencias en la cadena agroalimentaria.

Otras instituciones de importancia en estrategias, programas y prácticas de ordenación de los RZ, han sido las asociaciones agrícolas y ganaderas, asociaciones de criadores y algunas universidades, que han contribuido a la promoción de los RZ del país.

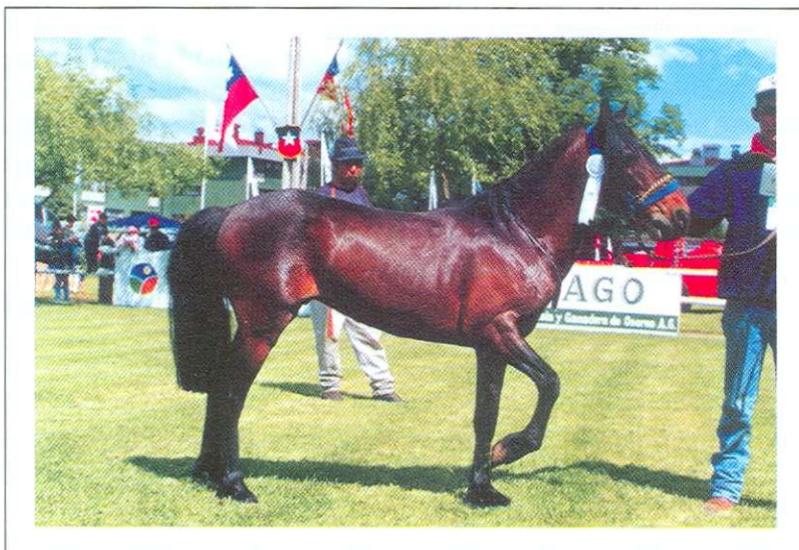


Foto 5: Caballo Chilote (Gentileza de Fernando Mujica)

### 3.2 Tendencia futura en la conservación y utilización de los recursos zoogenéticos

La producción de leche y carne, prioritaria en el país, seguirá basada en los RZ exóticos continuamente importados y en los RZ exóticos localmente adaptados, para los cuales serán de importancia los efectos de las políticas comerciales, sanitarias y ambientales que se tomen a nivel nacional e internacional. Estas políticas tendrán repercusiones en el manejo productivo, la identificación de los animales, la calidad y la trazabilidad de los productos.

La tendencia es hacia una producción limpia en los sistemas de producción y productos diferenciados, priorizando su calidad, en particular en los de exportación. Lo anterior implica, en el caso de bovinos de leche y carne, un mayor uso de forraje en la alimentación de los animales, menor uso de productos químicos para el combate de enfermedades y ausencia total en el uso de promotores de crecimiento (anabólicos).

Según el Ministerio de Agricultura (2001), el sector lechero, en el mediano plazo, debe intensificar su proceso de modernización, incrementando los estándares de calidad y la eficiencia productiva, para lo cual es imprescindible bajar costos de producción utilizando la pradera como fuente principal de alimentación especialmente en las regiones del sur del país.

Lo anterior promoverá en producción de leche bovina el mayor uso de genotipos de doble propósito, más rústicos, como ONE y OC; sin embargo, en forma independiente de la raza o tipo del animal, primará la calidad sanitaria y aumento de la producción de sólidos totales, especialmente proteína.

Los sistemas de producción bovina de carne, estarán muy influenciados por las demandas internacionales, lo cual probablemente implicará la preponderancia de los genotipos tradicionales de tamaño mediano, en desmedro de algunos genotipos de gran tamaño, de reciente introducción. Considerando que sólo el 20% de la masa ganadera nacional está constituida por razas de carne, gran parte del volumen de producción de carne bovina del país continuará sobre la base de animales de lechería.

Esta relación se mantendrá con poca variación en el futuro inmediato, con lo cual adquieren mayor importancia las razas bovinas de doble propósito. Este hecho es de importancia al considerar que los planes gubernamentales de fomento ganadero implican el aumento al doble de la masa bovina del país, en el transcurso de los próximos quince años.

La tendencia de un mayor uso de la pradera, no tendrá en ovinos grandes cambios, pues tradicionalmente han sido manejados bajo condiciones de pastoreo en sistemas extensivos y semi intensivos de producción. Sin embargo, se intensificarán los cruzamientos de las razas tradicionales, especialmente corriedale, con RZ exóticos de reciente introducción, para aumentar los rendimientos, especialmente en caracteres relacionados con producción de carne, pues seguirá la tendencia del mercado por una mayor demanda de carne y canales de mayor peso.

Cabe señalar que algunos mataderos nuevos del país, como Mafrisur, están incluyendo en su infraestructura una línea de ovinos, otros antiguos, como Frigosor, la están implementando, lo que obviamente dará un mayor impulso a este mercado.

En ovinos, también hay indicios que la lana adquirirá una mayor importancia, con lo cual, tanto los genotipos de carne (Sufflok, Border Leicester), como los de doble propósito (Corriedale, Romney Marsh) reafirmarán su importancia en el país.

La producción de leche ovina y caprina tomará mayor importancia, pero en mercados más reducidos, para lo cual será necesario aumentar la calidad del producto (especialmente queso) y establecer denominación de origen.

En los caprinos continuará la tendencia de una mayor utilización de RZ criollos, cruzado con RZ exóticos de reciente introducción, para mejorar sus características de producción de carne y leche.

En los RZ nativos, cuya utilización en la actualidad es de poca magnitud, se espera una mayor demanda, tanto en nivel nacional, como producto de exportación. Lo anterior implica incrementar la productividad, mejorar la calidad del producto y conocer los canales de comercialización especialmente internacionales. Estas actividades y la implementación de su uso sostenible, servirán como una herramienta para la conservación de las especies nativas.

La oferta de productos de estos RZ se incrementará en la medida que se fomente su producción, especialmente a través de mayores conocimientos de su manejo y apoyo financiero.

La demanda nacional por productos de RZ nativos se podrá incrementar, si se realizan campañas sobre las ventajas de sus productos y educación en los hábitos de consumo por parte de la población. El aumento de las demandas por productos provenientes de RZ nativos, incentivará a los agricultores a conservar y utilizar en forma sustentable estos recursos. Para los próximos años, se prevé un incremento de su crianza en cautiverio, con fines productivos y comerciales.

### **3.3 Política, estrategia y planes de ordenación nacionales futuros en la conservación, utilización y fomento de los recursos zoogenéticos**

Las políticas y estrategias en torno a la conservación, utilización y fomento de los RZ deberán estar orientadas a los siguientes aspectos:

- Implementar el Plan Nacional de Desarrollo Ganadero.
- Coordinar a nivel nacional los registros genealógicos y de producción pecuaria, llevados en la actualidad por instituciones privadas, que se incorporan voluntariamente al sistema oficial.
- Fomentar la elaboración de proyectos de investigación en RZ potencialmente productivos y en explotación actual.
- Financiamiento de proyectos de investigación para determinar las especies potencialmente productivas y sus formas de manejo.
- Transferir los conocimientos sobre manejo productivo y reproductivo de las especies ya estudiadas.

- Apoyo económico a particulares, a través de Fondos Concursables de FIA, SAG y CORFO, para la utilización sostenible de los RZ.
- Valorización económica y protección de los RZ, que promueva su conservación y utilización; además la repartición justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de estos recursos.
- Mantenimiento y perfeccionamiento de los actuales programas de defensa, vigilancia, control y erradicación de plagas y enfermedades, aplicados por el SAG.
- Incentivar el desarrollo de las áreas silvestres protegidas privadas (ASPP), a través de la creación de un cuerpo legal, que estimule y regule su funcionamiento.
- Perfeccionamiento del SNASPE, a través de la promoción de inversiones privadas y del desarrollo de acciones que favorezcan la participación e integración de las poblaciones locales indígenas y no indígenas ubicadas en el entorno inmediato de estas áreas. En esta misma línea, se buscará integrar al SNASPE, ecosistemas que actualmente no están bien representados.
- Considerar a futuro a los recursos hidrobiológicos en la conservación, utilización y fomento de los RZ.

# 4. Capacidad Nacional y Evaluación de las Necesidades Futuras de Creación de Capacidad

## 4.1 Evaluación de la capacidad nacional

### 4.1.1 Sistema institucional relacionado con los recursos zoogenéticos

Las principales instituciones y organizaciones, que participan en actividades de investigación, educación, capacitación y formulación de políticas relativas a los RZ son: INIA; algunas universidades; Mesas organizadas por FIA; Comisiones Nacionales, coordinadas por el MINAGRI, SAG, CONAF, CONAMA, Ministerio de Educación (MINEDUC), y algunas Asociaciones de Criadores. La institucionalidad existente es la adecuada para la ordenación de los RZ.

### 4.1.2 Recursos humanos

A nivel de universidades e instituciones del agro, se percibe en general carencia en la capacitación de recursos humanos, tanto profesionales como técnicos, en la ordenación de los animales de granja y silvestres. Sin embargo, en áreas específicas como reproducción, alimentación, mejoramiento animal, ecología, existe un buen nivel de preparación de los recursos humanos.

### 4.1.3 Infraestructura, equipo y tecnologías utilizadas

El país cuenta con laboratorios de bromatología, fisiología, reproducción, forrajeras, entre otros, adecuadamente equipados. A continuación se listan los laboratorios dedicados a investigaciones moleculares en RZ y el tipo de investigación que realizan:

- Laboratorios del Instituto de Investigaciones Agropecuarias. INIA-Carillanca: estudios sobre k-caseína, beta lactoglobulina, alfa s1 y s2 caseína, beta caseína; detección de enfermedades genéticas como BLAD (bovine leukocyte adhesion

deficiency) y DUMPS (deficiency of uridine 5` monophosphate synthase); determinación de brucelosis a través de análisis de leche; caracterización genética de razas, identificación de sexo en embriones; trazabilidad molecular en bovinos de carne; INIA-La Platina: estudios moleculares en camélidos sudamericanos; INIA-Remehue: trazabilidad molecular de bovinos de carne y junto al Laboratorio de la Universidad Los Lagos, análisis molecular del zorro de Darwin en la Isla de Chiloé.

- Laboratorio del CIA/UACH, estudios de paternidad en bovinos, equinos fina sangre, equinos chilotes y llamas: tipificación de grupos sanguíneos, a través de análisis antigénico eritrocitario y polimorfismo bioquímico; y tipificación con marcadores moleculares de microsatélites.
- Laboratorio de Biología Evolutiva de la PUC, estudios sobre reconstrucción filogenética y filogeografía usando marcadores moleculares en RZ silvestres (mamíferos, reptiles y anfibios).
- Laboratorio de la Facultad de Medicina y Ciencias Agronómicas de la UCH, estudios moleculares en avestruz, emú y ñandú. En el Laboratorio de la Facultad de Medicina: estudios moleculares en chinchilla, cuy y camélidos sudamericanos.
- Laboratorio de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de Concepción, estudios de conservación y transferencia de embriones.
- Laboratorio de la Sociedad Nacional de Agricultura (SNA), estudios de filiación del Caballo Criollo Chileno.

En relación con la conservación *ex situ* de RZ, a través de semen y embriones, existe adecuada infraestructura en el CIA/UACH. Sin embargo, este centro no cuenta con financiamiento para implementar programas adicionales de conservación de RZ nativos y RZ de larga adaptación en el país (a excepción de los ONE y OC).

#### **4.1.4 Sistemas de información y servicios de comunicación**

El país no tiene una estrategia para aumentar la capacidad de sus sistemas de información y comunicación, a fin de apoyar y fomentar una mejor ordenación de los RZ. Como ya se ha señalado, se realizan actividades y acciones aisladas, por parte de agricultores y/o instituciones, a través de financiamiento estatal con algunos fondos concursables, como FIA y Fondo SAG, pero no existe un ente integrador y de comunicación de estas actividades. Asimismo falta una base de datos (con registros de producción) a nivel nacional.

#### **4.1.5 Educación formal y no formal**

En los *currícula* de formación técnico-profesional relacionados con los RZ, no están formalmente incorporados los temas relacionados con caracterización, utilización, conservación, acceso y distribución de beneficios derivados de su utilización.

En la actualidad se está estructurando en la Universidad Mayor, por primera vez en el país, un programa de Magister y Doctorado en Conservación de la Biodiversidad.

Existen además algunos programas educativos por lo general vinculados a los proyectos de investigación-desarrollo, que se han desarrollado en el país en esta temática.

#### **4.1.6 Legislación y reglamentación**

Se dispone de normativas, pero con algunos vacíos. Por ejemplo: en lo relativo a derechos de propiedad intelectual sobre razas creadas y denominación de origen; acceso a recursos genéticos y distribución de beneficios (el que se espera abordar en un futuro mediato con la implementación de una ley); animales genéticamente modificados.

En el marco ambiental, cabe señalar la Ley de Bases del Medio Ambiente o Ley 19.300, recientemente promulgada, que establece el Sistema de Evaluación Ambiental en la cual los nuevos proyectos "susceptibles de causar impacto ambiental" deben someterse a un Estudio o Declaración de Impacto Ambiental. En su Artículo 10 señala los proyectos o actividades y en el Artículo 11 las condiciones de éstos para someterse a dicho estudio. El estudio lo revisa CONAMA y puede ser hecho por consultores privados.

# 5. Prioridades Nacionales para la Conservación y la Utilización de Recursos Zoogenéticos

## 5.1 Objetivos

Para promover la conservación y uso sustentable de los recursos zoogenéticos en el IP se plantean los siguientes objetivos específicos:

**a) Implementar los compromisos relacionados con el fomento del uso sustentable de los RZ establecidos en la Política de Estado para la Agricultura Chilena (período 2000 - 2010):**

- Implementación de Programas de Buenas Prácticas Ganaderas.
- Modernización de los regímenes de inspección de alimentos.
- Fortalecimiento de los mecanismos de trazabilidad, para lo cual se creará un Sistema Nacional de Identificación y Registro de Animales Bovinos.
- Consolidación del Programa Nacional de Control de Residuos.
- Consolidación del Sistema de Planteles Animales Bajo Control Oficial (PABCO).
- Implementación del Plan Ganadero como política a seguir en el caso de los RZ exóticos.
- Mantenimiento del actual Programa de apoyo a la competitividad del sector lechero, con los ajustes realizados por las autoridades y organismos del sector privado tales como FEDELECHE, Red de Productores de Leche de INDAP, FENALECHE y la ASILAC, entre otros.
- Implementación del Programa de apoyo a la competitividad del sector de carne, diseñado en conjunto con FEDECARNE, la Asociación de Ferias de Ganado, la Asociación Chilena de la Carne y la Asociación de Plantas Faenadoras.
- Establecimiento de Programas Nacionales de Control de Residuos, de Buenas Prácticas Ganaderas y de Trazabilidad.
- Fortalecimiento del programa de sanidad pecuaria, que permita mantener la condición de país libre de fiebre aftosa y de la enfermedad de la vaca loca, así como lograr una disminución drástica de la prevalencia de brucelosis y tuberculosis.

**b) Perfeccionar el marco de acción legal e institucional para la conservación y uso sustentable de los RZ:**

- Recopilación, análisis y modernización de la normativa referida al uso de los RZ nativos y RZ exóticos de larga adaptación en el país.
- Fortalecimiento de la institucionalidad existente relacionada con la conservación y utilización de los RZ exóticos (servicios públicos, universidades, centros de investigación) en materia de infraestructura, personal, capacitación técnica y financiamiento.
- Creación e implementación de un sistema de coordinación técnica entre las instituciones de investigación, fiscalización y fomento públicas y privadas, orientado a la optimización del uso de los recursos disponibles, y a la priorización de las acciones relacionadas con la conservación y uso sustentable de los RZ.
- Establecimiento de programas nacionales de registros genealógicos y control pecuario, especialmente control lechero.

**c) Fomentar la capacitación y perfeccionamiento científico y técnico en el ámbito del uso sustentable de los RZ, con énfasis en los RZ nativos:**

- Identificación de las necesidades de capacitación en nivel nacional
- Catastro de la oferta de cursos relacionados con la temática en nivel nacional e internacional
- Desarrollo de programas de capacitación y perfeccionamiento para abordar los vacíos existentes en este ámbito.
- Incorporación en las mallas curriculares de carreras relacionadas, cursos en el ámbito del uso sustentable de los RZ.

**d) Generar y difundir conocimientos técnico-científico necesarios, para el manejo sustentable y desarrollo económico de la crianza en cautiverio de RZ nativos de potencialidad productiva:**

- Identificación de los vacíos de información científico- técnica existentes en todas las materias relacionadas con el uso sustentable de los RZ.
- Priorización del desarrollo de líneas de investigación enfocadas a complementar la información existente sobre las materias relacionadas con el uso sustentable de los RZ.
- Establecimiento de una base de datos centralizada y redes de contacto.
- Rescate y difusión de los conocimientos tradicionales en materia de uso sustentable

y buenas prácticas de manejo de los RZ.

- Fortalecimiento de los programas de difusión y educación ambiental, a nivel formal (enseñanza básica, media, técnica y superior) y no formal, relacionados con la conservación de la biodiversidad.
- Difusión de los conocimientos existentes sobre el uso y manejo de las especies con potencial para su incorporación en los sistemas productivos.

**e) Fomentar el uso y aprovechamiento de los RZ como alternativa de desarrollo social y económica para los pequeños y medianos productores:**

- Facilitación del acceso de los pequeños y medianos productores a los RZ con potencial productivo.
- Identificación de nuevos mercados para la comercialización de productos derivados del manejo sustentable de los RZ.
- Valorización económica de recursos genéticos nativos, nuevas especies ganaderas y la industrialización de productos primarios en nivel predial.
- Fomento del uso y aprovechamiento de especies exóticas consideradas dañinas y que tienen potencial productivo.

**f) Fortalecer las actividades de conservación in situ y ex situ de los RZ:**

- Implementación de proyectos de conservación dirigidos a los RZ con potencial productivo clasificados como en peligro de extinción y vulnerables, desarrollados en forma coordinada por instituciones estatales o privadas.
- Fortalecimiento del SNASPE y otras iniciativas de conservación de áreas públicas y privadas, a través de la incorporación de ecosistemas que incluyan especies amenazadas con potencial productivo.
- Fortalecimiento de las capacidades de los centros de conservación de germoplasma de especies consideradas amenazadas, o que son objeto de trabajos de investigación prioritarios en nivel nacional o regional.

Para el cumplimiento de estos objetivos el Estado jugará un papel prioritario, en interacción con universidades y el sector privado. Sin embargo, considerando la amplia gama de actividades para cada objetivo específico, se debería previamente establecer prioridades, sin que ello signifique desestimar el resto de las actividades.

## 5.2 Prioridades nacionales entre las especies y razas animales, las regiones del país y las comunidades rurales

El el informe país se proponen las siguientes prioridades:

### a) Necesidades de conservación a corto plazo

RZ exóticos localmente adaptados:

- Bovino criollo patagónico (XI Región),
- Bovino criollo costino (VII y VIII Región),
- Oveja criolla, oveja criolla araucana (IX Región),
- Cerdo criollo (X Región, especialmente archipiélago de Chiloé).
- Bovino overo negro europeo
- Caballo chilote

RZ nativos:

- Todas las especies con potencial productivo clasificadas en peligro de extinción (ver Parte 2.2).

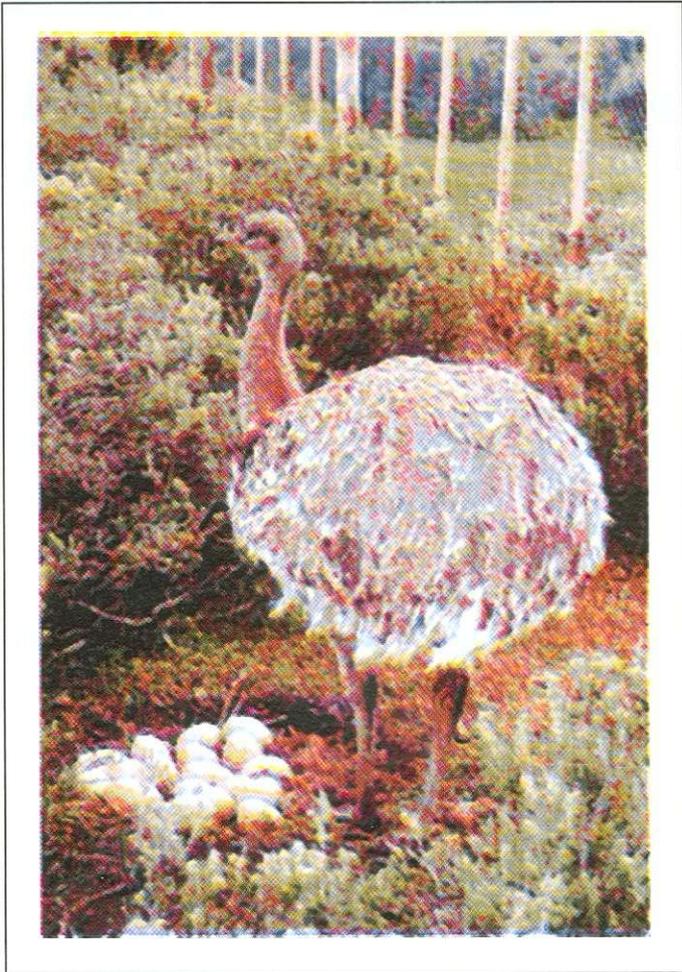
### b) Necesidades de conservación a mediano y largo plazo

RZ exóticos:

- Zona Norte (I a V Región): caprinos
- Zona Central (de la RM a la VIII Región): sistemas intensivos de producción de cerdos, aves y bovinos de carne y leche; sistemas extensivos de producción de ovinos y caprinos de carne en regiones más marginales.
- Zona Sur (IX y X Región): sistemas extensivos de bovinos y ovinos de carne, leche, con máxima utilización de forrajes (poco uso de concentrados),
- Zona Austral (XI y XII Región): sistemas extensivos de producción de ovinos de carne y lana; sistemas extensivos de producción bovina de carne.

RZ nativos:

- Todas las especies clasificadas como Vulnerables, especialmente guanaco y ñandú.



**Foto 6:** Ñandú (Gentileza de Etel Latorre)

# 6. Cooperación Internacional en el Sector de la Biodiversidad de los Recursos Zoogenéticos

## 6.1 Programas de cooperación

En el IP se recomienda implementar programas de cooperación entre los países del cono sur de Sudamérica que comparten RZ, estableciendo líneas de acción comunes y actividades de investigación, que deberán ser desarrolladas de acuerdo a los criterios que se establezcan entre los países.

Áreas temáticas:

### a) Mejoramiento genético, selección y uso sustentable de especies nativas:

- Alpaca (Chile y Perú)
- Llama (Argentina, Bolivia, Chile y Perú)
- Vicuña (Argentina, Bolivia, Chile y Perú)
- Guanaco (Argentina, Bolivia y Chile)
- Suri (Bolivia, Chile y Perú)
- Ñandú (Argentina y Chile)

### b) Mejoramiento genético, selección y uso sustentable de especies exóticas:

- Ovinos (Argentina, Brasil, Chile y Uruguay)
- Bovinos (Argentina, Brasil, Chile y Uruguay)
- Equinos (Argentina, Brasil, Chile, Perú y Uruguay)

### c) Coordinación entre Centros de Investigación

- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Argentina; Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios (MACA) de Bolivia; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA) de Brasil; Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) de Chile; Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) de Perú; e Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) de Uruguay.

**d) Mesas de trabajo conjunto en el tema de áreas silvestres protegidas limítrofes:**

- Chile, Argentina, Bolivia y Perú.

**e) Diseño y desarrollo de programas conjuntos de difusión y mercadeo frente a potenciales fuentes de financiamiento internacionales**

- A través de congresos, talleres, ferias; materiales de difusión como afiches, trípticos, discos compactos y página web.

## **6.2 Centro de Desarrollo**

En el informe país se propone la idea que Chile se constituya como un Centro de Desarrollo de Bovino Overo Negro (ONE) y Overo Colorado (OC).

Los bovinos ONE y OC fueron introducidos al país por primera vez hace más de cien años, procedentes de Alemania y Holanda. En los años 1970-1973 la CORFO realizó importaciones masivas, para distribuirlos en predios de productores interesados, universidades y centros de investigación, especialmente en la zona sur del país.

Estos bovinos se caracterizan por ser buenos productores de leche; producen además terneros de buen crecimiento y buena conformación como animal de carne, razón por la cual se los ha catalogados como "bovinos de doble propósito". Otras características de estos genotipos son su rusticidad y habilidad para alimentarse con base en forraje, no siendo necesario recurrir a suplemento de concentrados, con lo cual se pueden lograr bajos costos de producción de leche.

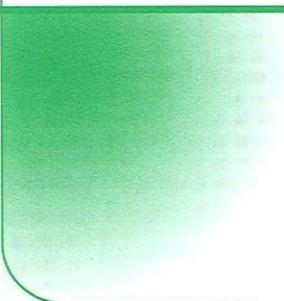
En la década del 80 se popularizó en Chile y otros países, especialmente europeos, la raza Holstein Friesian por sus grandes volúmenes de producción de leche, utilizándose en forma masiva, a través de inseminación artificial, lo que ocasionó (en la mayoría de los países) una absorción de las razas lecheras originales, por este genotipo.

En los últimos años se ha constatado que el genotipo Holstein Friesian presenta en los predios lecheros con menos desarrollo tecnológico algunas desventajas, sobretodo por sus altos costos de producción y problemas de fertilidad. Una alternativa para estos predios, que constituyen una mayoría, es volver al tipo lechero "antiguo" de doble propósito representado, además de los Frisón Negro y Frisón Rojo, por los Overo Negro Europeo y Overo Colorado.

Sin embargo, estos dos últimos genotipos, como se ha señalado, han sido casi extinguidos en la región sudamericana. Chile, que ha conservado ejemplares de estos genotipos sin, o con muy baja, mezcla de Holstein Friesian, está en condiciones de recuperar esta raza y ponerla a disposición de los países interesados de la región. Por esta razón, se propone establecer en Chile un Centro de Desarrollo de Bovino Overo Negro Europeo y Bovino Overo Colorado.

Capítulo 3

# Anexos



# Evaluación del Estado de la Utilización de los Recursos Zoogenéticos

Para el desarrollo del capítulo "Estado de utilización de los recursos zoogenéticos" (2.3), se diseñó cuadros por especie y raza, con el objeto de tener un panorama general de la diversidad de estos recursos, de su caracterización y el grado de utilización (uso y desarrollo) que se está haciendo de ellos.

Los cuadros (Anexos A1 al A8) contienen una descripción del grado de adaptación, uso, tendencia en el tamaño de la población, grado de conocimiento y de utilización, por especie y raza, de importancia para la alimentación y la agricultura.

## Las abreviaturas, en los cuadros, son las siguientes:

- Adaptación (Ad.)
  - ER = RZ exóticos de reciente introducción
  - EC = RZ exóticos continuamente importados
  - EI = RZ exóticos localmente adaptados de origen ibérico (RZ criollos)
  - EA = RZ exóticos localmente adaptados de origen no ibérico, entre los que se encuentran los RZ exóticos asilvestrados
  - N = RZ nativos (o autóctonos)
- Grado de Uso (MU = muy usadas; U = moderadamente usadas; PU = poco usadas; R = en riesgo; P = pérdidas en los últimos 50 años)
- Tendencia en tamaño de la población = T (D = descendente; E = estable; A = ascendente)
- Grado de caracterización (EB = estudios básicos descriptivos; DG = distancias genéticas; ERC = evaluación de razas y cruza; RG = bases de datos de registros genealógicos; RP = bases de datos de registros productivos; PC = participación en pruebas de comportamiento; Blup = evaluación genética con modelos mixtos o modelo animal; EM = evaluación molecular)
- Grado de utilización (S = selección de reproductores; C = cruzamiento; IA = inseminación artificial; TE = transferencia de embriones; OM = definición de objetivos de mejoramiento; PMD = programas de mejora genética diseñados; PMI = programas de mejora genética implementados).

## Anexo A1. Caracterización y utilización de los RZ bovinos

RAZAS	Ad.	Grado de Uso					T	Grado de Caracterización								Grado de Utilización						
		MU	U	PU	R	P		EB	DG	ERC	RG	RP	PC	Blup	EM	S	C	IA	TE	OM	PMD	PMI
<b>a) Leche</b>																						
Holstein Frisian (HF)	EC	X					E	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Frisón (HF x ONE u OC)	EA	X					A	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Ayrshire	ER			X			D	X		X	X	X	X		X	X	X	X				
Jersey	ER			X			A	X		X		X				X	X	X	X			
Pardo suizo	EA			X			D	X		X		X			X		X					
Sueco rojo y blanco	ER			X			D	X									X					
<b>b) Doble Propósito</b>																						
Overo Negro (ONE)	EA				X		D	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Overo Colorado (OC)	EA	X					A	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		
Montbeliarde	ER		X				A			X						X	X					
Simmental	EA			X			E	X		X		X			X	X	X					
Normando	ER		X				E	X		X	X	X	X		X	X	X					
Meuse rhine jessel	ER			X			D										X					
Gelbvieh	ER			X			D	X									X					

## Anexo A1. Caracterización y utilización de los RZ bovinos

(continuación)

RAZAS	Ad.	Grado de Uso					T	Grado de Caracterización								Grado de Utilización						
		MU	U	PU	R	P		EB	DG	ERC	RG	RP	PC	Blup	EM	S	C	IA	TE	OM	PMD	PMI
<b>a) Carne</b>																						
Hereford	EA	X					E	X		X	X	X	X				X	X	X	X	X	X
Aberdeen Angus	EA		X				A	X		X	X	X	X				X	X	X	X	X	X
Limousin	EA		X				D	X		X		X	X				X	X	X			
Charolais	EA			X			D	X		X		X	X				X	X	X			
Salers	ER			X			D	X		X		X	X				X	X	X			
Rubio de aquitania	ER			X			E	X		X		X	X				X	X	X	X		
Chianina	ER			X			D	X		X		X					X	X	X			
Belga azul	ER			X			A	X		X	X						X	X	X			
Piamontés	ER			X			D	X		X		X					X	X	X			
Murray Grey	ER			X			E	X		X		X					X	X	X	X		
Negro japonés (Wagyu)	ER			X			A	X		X	X	X							X	X		
Blanc-blue-beige	ER			X			D	X											X			
Aubrac	ER			X			D												X			
Gascon	ER			X			D												X			
Criollo patagónico	EI					X	D												X			
Criollo costino	EI					X	D															
<b>d) Sintéticas</b>																						
INRA 95	ER			X			D	X											X	X		
Beef cross	ER			X			D	X											X	X		

## Anexo A2. Caracterización y utilización de los RZ ovinos

RAZAS	Ad.	Grado de Uso					T	Grado de Caracterización								Grado de Utilización					
		MU	U	PU	R	P		EB	DG	ERC	RG	RP	PC	Blup	EM	S	C	IA	TE	OM	PMD
<b>a) Lana</b>																					
Merino	EA		X				E	X		X	X	X				X	X	X	X	X	X
Hampshire	EA		X				E	X				X				X	X	X		X	
<b>b) Carne</b>																					
Suffolk	EA		X				A	X		X	X	X		X		X	X	X	X	X	X
Dorset	ER			X			A	X		X	X	X		X		X	X	X	X	X	X
Border leicester	ER			X			A	X		X	X	X		X		X	X	X	X	X	X
Texel	ER			X			A	X		X	X	X		X		X	X	X	X	X	X
Coopworth	ER			X			A	X		X		X				X	X	X	X		X
<b>c) Carne y Lana</b>																					
Corriedale	EA	X					E	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Romney Marsh	EA	X					E	X		X	X	X	X			X	X	X		X	X
Finnish landrace	ER			X			A	X		X	X	X	X			X	X	X	X	X	X
Criolla Corriente	EI					X	D	X													
Criolla Araucana	EI			X			E	X		X		X	X			X	X				
<b>d) Leche</b>																					
Latxa	ER			X			A	X		X	X	X	X			X	X	X	X	X	
Milchschaft	ER			X			A	X		X	X	X	X			X	X	X	X	X	



## Anexo A3. Caracterización y utilización de los RZ caprinos

RAZAS	Ad.	Grado de Uso					T	Grado de Caracterización								Grado de Utilización					
		MU	U	PU	R	P		EB	DG	ERC	RG	RP	PC	Blup	EM	S	C	IA	TE	OM	PMD
<b>a) Leche</b>																					
Criolla	EI	X					E	X		X		X	X				X	X		X	
Saanen	EC	X					A	X		X	X	X	X			X	X	X		X	
Alpino Francés	EC		X				E	X		X	X	X	X			X	X	X			
Toggenburg				X			D	X		X	X	X	X			X	X	X			
<b>b) Carne</b>																					
Boer	ER			X			A	X		X	X	X	X			X	X	X		X	
<b>c) Leche y Carne</b>																					
Anglo Nubia	EA		X				E	X		X	X	X	X			X	X	X		X	
<b>d) Fibra</b>																					
Cashmere	ER			X			A	X		X	X	X	X			X	X	X		X	

## Anexo A4. Caracterización y utilización de los RZ porcinos

RAZAS	Ad.	Grado de Uso					T	Grado de Caracterización								Grado de Utilización						
		MU	U	PU	R	P		EB	DG	ERC	RG	RP	PC	Blup	EM	S	C	IA	TE	OM	PMD	PMI
Duroc	EA				X		D	X		X		X	X				X	X				
Hampshire	EA				X		D	X		X		X	X				X					
Landrace	EA				X		D	X		X		X	X				X	X				
Pietrain	EC				X		D	X		X		X	X				X					
Yorkshire y Large White	EC				X		D	X		X		X	X				X	X				
<b>Híbridos</b>																						
PIC	EC	X					A	X		X		X	X				X	X			X	







## Anexo A6. Caracterización y utilización de los RZ equinos

RAZAS	Ad.	Grado de Uso					T	Grado de Caracterización								Grado de Utilización						
		MU	U	PU	R	P		EB	DG	ERC	RG	RP	PC	Blup	EM	S	C	IA	TE	OM	PMD	PMI
Criollo Chileno	EI	X					A	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	
Criollo Chilote	EI			X			A	X	X	X	X	X		X	X					X	X	
Fina sangre inglés	ER	X					A	X		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		
Fina sangre francés	ER		X				E	X			X		X		X					X		
Holsteiner	EC		X				A	X		X	X	X	X		X	X		X				
Oldenburger	ER			X			E	X		X		X										
Hanoverano	ER			X			D	X		X		X										
Árabe	EC			X			E	X							X	X						
Cuarto de milla	EC			X			E	X							X	X						
Hackney	ER			X			E	X							X	X						
Ardenés	ER			X			E	X							X	X						
Percherón	EC			X			E	X							X	X						
Belga	EC			X			A	X							X	X						
<b>Otros:</b>																						
Asno	EA		X				D	X								X						

## Anexo A7. Caracterización y utilización de los RZ apícolas

RAZAS	Ad.	Grado de Uso					T	Grado de Caracterización							Grado de Utilización							
		MU	U	PU	R	P		EB	DG	ERC	RG	RP	PC	Blup	EM	S	C	IA	TE	OM	PMD	PMI
Caucásica	EA	X					E	X						X			X	X				
Cárnica	EA	X					A	X		X							X	X				
Ligística	EA		X				E	X		X												
Canadiense	EA			X			D	X		X												
Cruces	EA		X				E	X										X				

## Anexo A8. Caracterización y utilización de los RZ nativos y exóticos asilvestrados. Mamíferos y anfibios

ESPECIE	Ad.	Grado de Uso					T	Grado de Caracterización							Grado de Utilización						
		MU	U	PU	R	P		EB	DG	ERC	RG	RP	PC	Blup	EM	S	C	IA	TE	OM	PMD
<b>a) Mamíferos</b>																					
Llama	N			X			E	X	X	X			X		X	X	X	X	X		
Alpaca																					
Huacaya	N			X			E	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		
Suri	N				X		E														
Guanaco	N		X				A	X	X					X	X	X					X
Vicuña	N		X				E	X	X					X		X					X
Chinchilla																					
Cola larga	N	X					E	X	X	X	X	X			X					X	X
Cola corta	N			X			D	X		X		X			X	X					
Coipo	N			X			A	X							X	X				X	X
Pudú	N		X				A	X							X		X				
Liebre	EA		X				A	X													
Conejo	EA			X			A	X							X						
Jabalí	EA		X				A	X		X		X	X		X	X					
Castor (piel)	EA			X			A	X							X	X					
Rata Almirante	EA			X			E	X													
Ciervo Rojo	EA		X				A	X							X					X	X
Ciervo Axis	ER			X			E	X							X	X					X
Ciervo Corzo	ER			X			D	X					X		X	X					X
Ciervo Dama	EA		X				A	X							X	X				X	X
Zorro Ártico	EA			X			E	X							X	X					
Zorro de Groenlandia	EA			X			E	X							X	X					
Culpeo	N		X				E	X							X	X					
Chilla	N			X			D	X													



# Profesionales, Técnicos y Criadores que aportaron informaciones a la Situación de los Recursos Zoogenéticos en Chile:

Paz Acuña	- Criadora
Teresa Agüero	- ODEPA
Adolfo Aliaga	- Asociación de Criadores de Overos Colorados
Cristián Bonacic	- Pontificia Universidad Católica de Chile
Walter Bonilla	- INIA VIII Región
Cornelio Contreras	- INIA IV Región
Rodrigo de la Barra	- INIA X Región
Jorge Ehrenfeld	- Universidad Austral de Chile
Osvaldo Ferreira	- Servicio Agrícola y Ganadero
Mónica Gandarillas	- Pontificia Universidad Católica de Chile
Sebastián Ganderats	- INIA XI Región
Gonzalo González	- Zoológico Metropolitano
Marcelo Hervé	- Universidad Austral de Chile
Héctor Hidalgo	- Universidad de Chile
Guillermo Holzer	- Criador
Agustín Iriarte	- Servicio Agrícola y Ganadero
Gonzalo Lara	- Instituto de la Chinchilla
Etel Latorre	- INIA XII Región
Luis Latrille	- Universidad Austral de Chile
Ricardo León del Pedregal	- Zoológico Metropolitano
Roberto Lyon	- Criador
Fernando Rodríguez	- FRONTAGEN
Mario Maino	- Universidad de Chile
Arturo Mann	- Universidad Santo Tomás
Héctor Manterola	- Universidad de Chile
Juan Enrique Moya	- ODEPA
Fernando Mujica	- INIA X Región
Camila Muñoz	- INIA VI Región
Miguel Neira	- Universidad Austral de Chile
Jorge Oltra	- Universidad Austral de Chile
Luis Opazo	- INIA X Región

Hernán Rodríguez	- Universidad de Concepción
Claudio Rojas	- INIA IX Región
Oriella Romero	- INIA IX Región
Francisco Sales	- INIA XII Región
Roberto Schlatter	- Universidad Austral de Chile
Néstor Sepúlveda	- Universidad de La Frontera
Miguel Stulzin	- Servicio Agrícola y Ganadero
Héctor Uribe	- INIA X Región
Víctor Valverde	- CONAF
Alejandro Voullieme	- Criador

# Agradecimientos

El autor agradece a la Bióloga Teresa Agüero de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), que es Coordinadora Nacional de Recursos Zoogenéticos, por su activa participación en la elaboración de la Parte B de esta publicación, "Situación de los Recursos Genéticos Animales".

# Lista de Acrónimos

ACOLECHE	Asociación de Centros de Acopio de Leche
AN	Aberdeen Agnus Negro
AR	Eberdeen Angus Rojo
ADN	Ácido desoxirribonucleico
ANACOC	Asociación Nacional de Overos Colorados
ASILAC	Asociación de Industrias Lácteas
ASPP	Área Silvestre Protegida Privada
BLAD	Bovine leukocyte adhesion deficiency
BLUP	Mejor predicción inesgada (Best linear unbiased predictor)
BOGAN	Bono Ganadero
CAL	Centro de Acopio de Leche
CEGE	Centro de Gestión
CENEREMA	Centro Nacional de Capacitación y Entrenamiento en Reproducción y Manejo Animal
CIA	Centro de Inseminación Artificial
CMS	Convención de Especies Animales Silvestres Migratorias o Convención de Bonn
CONAF	Corporación Nacional Forestal
CONAMA	Comisión Nacional del Medio Ambiente
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
CMS	Convención de especies migratorias (Convention of migratory species)
CORE	Consejo Regional (de las regiones administrativas)
CORFO	Corporación de Fomento a la Producción
CRI	Centro Regional de Investigación
DUMPS	Deficiency of uridine 5' monophosphate synthase
EEUU	Estados Unidos de Norte América
EBV	Valor estimado de cría (Estimated breeding value)
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Food and Agriculture Organization of the United Nations)

FAT	Fondo de Asistencia Técnica
FAOSTAT	Sistema Estadístico de FAO
FDI	Fondo de Desarrollo e Innovación
FEDECARNE	Federación de Productores de Carne
FEDELECHE F.G.	Federación Gremial Nacional de Productores de Leche
FENALECHE	Federación Nacional de Cooperativas Agrícolas Lecheras de Chile
FIA	Fundación para la Innovación Agraria
FN	Frisón Negro
FNDR	Fondo Nacional de Desarrollo Regional
FONDEF	Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico
FONTEC	Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo
HF	Holstein Friesian
FR	Frisón Rojo
I.A.	Inseminación artificial
INE	Instituto Nacional de Estadística
INDAP	Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario
INIA	Instituto de Investigaciones Agropecuarias
IP	Informe País
l	Litro(s)
kg	Kilo(s)
MAS	Selección asistida con marcadores moleculares (Marker assisted selection)
MINAGRI	Ministerio de Agricultura
MINEDUC	Ministerio de Educación
MINSAL	Ministerio de Salud
m.s.n.m.	Metros sobre el Nivel del Mar
OC	Overo Colorado
OIT	Oficina Internacional de Epizootias
ONE	Overo Negro Europeo
ODEPA	Oficina de Estudios y Políticas Agrarias
PABCO	Sistema de Planteles Animales Bajo Control Oficial
PCR	Reacción en cadena de la polimerasa (Polymerase chain reaction)
PNDG	Programa Nacional de Desarrollo Ganadero
PIB	Producto Interno Bruto
PB	Preguntas Básicas
PROFO	Proyecto de Fomento
PUC	Pontificia Universidad Católica de Chile
QTL	Loci de caracteres cuantitativos (Quantitative Trait Loci)
RAD	Red Nacional de Aportadores de Datos
RAMSAR	Convención para la protección de la flora y fauna, y de las Bellezas

	escénicas naturales de los países de América
RAPD	Random Amplified Polymorphic DNA
RGA	Recursos Genéticos Animales
RZ	Recursos Zoogenéticos
RM	Región Metropolitana
SAG	Servicio Agrícola y Ganadero
SERNAPESCA	Servicio Nacional de Pesca
SIRSD	Sistema de Incentivos para la Recuperación de Suelos Degradados
SNA	Sociedad Nacional de Agricultura
SNASPE	Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado
t	Tonelada(s)
U	Unidades
UACH	Universidad Austral de Chile
UCH	Universidad de Chile
UE	Unión Europea
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UFRO	Universidad La Frontera
UNORCH	Unión de Ornitólogos de Chile

# Referencias

- AGRARIA. 2003.** Estudio Formulación de un Programa Ganadero de Desarrollo para la Zona Sur de Chile. Estudio encargado por ODEPA. Santiago, Chile. 146 p.
- ANRIQUE R., L. LATRILLE, O. BALOCCHI, D. ALOMAR, V. MOREIRA, R. SMITH, D. PINOCHET y G. VARGAS. 1999.** Competitividad de la Producción Lechera Nacional (Vol. I). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia. 215p.
- ANRIQUE R., L. LATRILLE, O. BALOCCHI, D. PINOCHET, V. MOREIRA, R. SMITH, D. ALOMAR y G. VARGAS. 2004.** La producción de leche en Chile: caracterización técnica a nivel predial. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia 59 p.
- ARAYA B., G. MILLE y M. BERNAL. 1991.** Guía de Campo de las Aves de Chile. 4ta ed. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 405 p.
- BARKER J.S.F., MOORE S.S., HETZEL D.J.S., EVANS D. TAN, S.G. y K. BYRNE. 1977.** Genetic diversity of Asian Water Buffalo (*Bubalus bubalis*): Microsatellite variation and a comparison with protein-coding loci. *Animal Genetics*, 28: 103-115.
- BARKER J.S.F. 1999.** Conservation of livestock breed diversity. *Animal Genetic Resources Information*, FAO, Roma. pp 33-43.
- CASAS E. 2004.** Aplicación de la genética molecular en condiciones comerciales para la mejora de características productivas y de composición de la canal en bovinos. En: *Avances en Biotecnología Animal y sus Aplicaciones en la Ganadería Nacional. Serie Simposios y Compendios, SOCHIPA, Vol 10:* 53-70.

- COFRE H. y PA. MARQUET.1999.** Conservation status, rarity, and geographic priorities for conservation of Chilean Mammals: an assessment. *Biological Conservation* 88: 53-68.
- CONAF 1988.** Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile. A. Glade (ed). Santiago, Chile. 66 p.
- DELGADO J.V., BARBA C., CAMACHO M.E., SERENO F.T.P.S., MARTÍNEZ A. y J.L. VEGA-PLA. 2001.** Caracterización de los animales domésticos en España. *Boletín de Informaciones sobre Recursos Genéticos Animales*, 29:7-18.
- FALCONER D.S. 1989.** Introduction to quantitative genetics, 3rd edition. Longman Scientific and Technical, Harlow, Essex, U.K.
- FAO 1984.** Animal genetic resources conservation by management, data bank and training. *FAO Animal Production and Health Paper 44/1* FAO, Roma. 186 p.
- FAO 1992.** The management of global animal genetic resources. *FAO Animal Production and Health Paper 104*. FAO, Roma. 309 p.
- FAO 1993.** An integrated global programme to establish the genetic relationships among the breeds of each domestic animal species, *FAO Division of Animal Production and Health, Report of a Working Group*. Mimeo, pp32.
- FAO 1998a.** Segundo documento de líneas directrices para la elaboración de planes nacionales de gestión de los recursos genéticos de animales de granja. *Gestión de Pequeñas Poblaciones en Peligro*. 237 p.
- FAO 1998b.** Secondary Guidelines for Development of National Farm Animal Genetic Resources Management Plans. *Measurement of Domestic Animal Diversity: Original Working Group Report*. Roma. 54 p.
- FAO 2005.** Report on strategic priorities for action. For the sustainable use, development and conservation of animal genetic resources for food and agriculture. Second draft. Roma. Italia.

**FAO-ESNA 2001.** Perfiles Nutricionales por Países-Chile. 33 p.

**HENSON E.L. (editor). 1992.** In situ conservation of livestock and poultry. FAO Animal production and health paper 99.

**HOLMES C.W.; BROOKES I.M.; GARRICK D.I.; MACKENZIE D.D.S.; PARKINSON T.I. y G.F. WILSON. 2002.** Milk production from pasture: Principles and practices. Massey University. 602 p.

**INE 1955.** III Censo Nacional Agropecuario. Instituto Nacional de Estadísticas, Santiago, Chile.

**INE 1965.** IV Censo Nacional Agropecuario. Instituto Nacional de Estadísticas, Santiago, Chile.

**INE 1976.** V Censo Nacional Agropecuario. Instituto Nacional de Estadísticas, Santiago, Chile.

**INE 1997.** VI Censo Nacional Agropecuario. Instituto Nacional de Estadísticas, Santiago, Chile.

**INE 1999.** Chile y los Adultos Mayores. Impacto en la Sociedad del 2000. Instituto Nacional de Estadísticas, Santiago, Chile.

**IRIARTE A., TALA C., GONZÁLEZ B., ZAPATA B., GONZÁLEZ G. y M. MAINO (editores). 2005.** Cría en Cautividad de Fauna Chilena. Actas del 1º Simposio Internacional de Cría en Cautividad de Fauna Chilena, organizado por el Servicio Agrícola y Ganadero, el Parque Metropolitano de Santiago y la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile. 497 p.

**MEUWISSEN T.H.E. 1997.** Maximising the response of selection with a predefined rate of inbreeding. *Journal of Animal Science* 75: 934-940.

**MINISTERIO DE AGRICULTURA 2001.** Una Política de Estado para la Agricultura Chilena. Período 2000-2010. Santiago, Chile. 140 p.

**ODEPA 2000.** Clasificación de las Explotaciones Agrícolas del VI Censo Nacional Agropecuario según Tipo de Productor y Localización Geográfica. 92 p.

**ODEPA 2002.** Panorama de la Agricultura Chilena. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 91 p.

**ODEPA 2003.** El mercado de la carne bovina en [www.odepa.gob.cl](http://www.odepa.gob.cl).

**ODEPA 2005.** Mercados y rubros en [www.odepa.cl](http://www.odepa.cl)

**SOTO N. 1998.** Conservación y Manejo del Guanaco (*Lama guanicoe*) en Isla Tierra del Fuego. En: *La Conservación de la Fauna Nativa de Chile*, V. Valverde (ed). CONAF, Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. p. 149-161.

**UFRO/Fondo de Promoción de Exportaciones. 2004.** Estrategia competitiva internacional para la industria apícola. Proyecto administrado por PROCHILE. Informe de proyecto en elaboración.

**VENEGAS C. y W. SIELFELD 1998.** Catálogo de los Vertebrados de la Región de Magallanes y Antártica Chilena. Editorial Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile. 123 p.

**WEINER G. 1989.** (editor). *Animal Genetic Resources. A global programme for sustainable development.* FAO Animal production and health paper 80.

**WULLWEBER J. 2004.** *Das grüne Gold der Gene. Globale Konflikte und Biopiraterie.* Westfällisches Dampfboot Verlag, Münster, Alemania. 188 p.

[www.biodiv.org](http://www.biodiv.org).