

## Capítulo 17

### Agricultura y Flora Nativa en la Región de Atacama: ¿Es Posible Producir y Conservar?

CARMEN JORQUERA-JARAMILLO

#### RESUMEN

La evolución de la ocupación silvoagropecuaria de un territorio deja huellas de retracción, modificación y destrucción de la vegetación nativa. El uso agrícola del espacio rural ha incrementado progresivamente los impactos ambientales desde sus orígenes, causando erosión y salinización de suelos, sobrepastoreo, destrucción de hábitat y contaminación por pesticidas y fertilizantes. Los cambios regionales en la ocupación agropecuaria marcan hitos importantes, particularmente en las últimas décadas en que el uso de suelos de fondos de valles y quebradas se ha ampliado hacia sectores antes marginales, desplazando a la vegetación nativa. El auge agro-exportador ha sido el responsable más reciente de la disminución de la cubierta nativa en suelos marginales mediante el cultivo de frutales y viñas, sumándose a la ya conocida degradación por el sobrepastoreo en zonas de secano y rutas de transhumancia. La presencia agrícola histórica se aprecia en los suelos desnudos y erosionados, en los sedimentos fluviales y dunas, en los cambios en la vegetación nativa, en la presencia de malezas y en la disminución de la diversidad vegetal y animal en los espacios agrícolas. Al menos 30 especies de plantas amenazadas están directamente afectadas por la agricultura, la ganadería o ambas (12 especies En Peligro y 18 Vulnerables), entre las cuales 3 están ausentes de las soluciones propuestas: *Equisetum giganteum* y *Salix humboldtiana* afectadas por el uso agrícola del agua y *Echinopsis coquimbana* situada bajo la influencia del proyecto Agrosuper. Para proteger la biodiversidad nativa y proyectar un manejo agrícola sustentable, resulta urgente involucrar a los múltiples actores del sector agroalimentario regional y además: incorporar los proyectos agrícolas al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental; apoyar la fiscalización del uso de los recursos bióticos; incentivar y difundir los beneficios de la diversificación intrapredial; capacitar en el uso de prácticas agroecológicas; generar incentivos a la propagación de especies nativas amenazadas; y lo más importante, educar.

**Palabras clave:** Agricultura, pastoreo, cambios en la vegetación, impacto, agrobiodiversidad.

#### INTRODUCCIÓN

La agricultura constituye un sector productivo de gran dinamismo, evidenciado en fluctuaciones y cambios cíclicos explicados por múltiples orígenes. Es común que este dinamismo se exprese a través de eventos de expansión y/o retracción territorial de la superficie explotada, vinculados a procesos

migratorios históricos dependientes de la dinámica económica de cada país e induciendo, entre otros, cambios en la demanda local y nacional de alimentos.

A lo largo de la historia de Chile se evidencian testimonios de importantes cambios asociados a las variaciones en la dinámica productiva de rubros distintos a la agricultura, que al desatar procesos migratorios han obligado a expandir o a reducir la producción agrícola local, en directa relación con la necesidad de abastecimiento de la población y de los mercados. En el Norte de Chile, la histórica inestabilidad de la población se asocia a la explotación de los recursos naturales (particularmente la minería y secundariamente la agricultura), marcada por la dependencia de las condiciones del mercado nacional e internacional y su mayor o menor rentabilidad (IGM 1989); la decadencia usualmente ha radicado en el agotamiento del recurso, o bien en la caída de los mercados al punto de hacer inviable la explotación. Claro ejemplo fue el auge y posterior derrumbe de la explotación del salitre, con los movimientos migratorios concomitantes que marcaron especialmente a las regiones de Atacama y Coquimbo, en calidad de abastecedoras de alimentos y mano de obra y posteriormente absorbiendo el impacto de la cesantía. En una perspectiva muy distinta, las décadas más recientes han sido fuertemente marcadas por el auge agro-exportador, asociado a la creciente inserción del país en los mercados internacionales, a través de una variada oferta proveniente de la producción primaria agrícola, forestal y pesquera.

La Región de Atacama ha reflejado fielmente esta tendencia: no obstante su identidad histórica se asocia fundamentalmente a la minería -cuyas fluctuaciones cíclicas en el mercado internacional han hecho resentir la economía regional-, este sector económico es secundado por la agricultura (IGM 1989), actividad que se vigorizó a partir de la apertura al comercio exterior en los '80, especialmente debido a la uva de exportación. Hoy sigue creciendo gracias a las condiciones climáticas excepcionales de los valles agrícolas de la Región; sin embargo, por encima de cualquier otra condicionante, una proyección de expansión de la agricultura es limitada por la aguda restricción en la disponibilidad de recursos hídricos, cuyo déficit actual se estima en 110 millones de m<sup>3</sup> para el Valle de Copiapó (Chile Potencia Alimentaria 2006). Al igual que en la ocupación de cualquier territorio, la actividad económica de Atacama aparece estrechamente relacionada a la localización de los recursos naturales (principalmente el agua) y a condicionantes físicos como el clima y la conformación morfológica del territorio (IGM 1989).

### **OCUPACIÓN AGRÍCOLA EN LA REGIÓN DE ATACAMA: DE LA AGRICULTURA INDÍGENA A LA AGRICULTURA AGRO-EXPORTADORA**

Los sucesivos cambios en la orientación productiva se constatan desde los albores de la agricultura regional. Según IGM (1989), la ocupación agrícola de Chañaral y Copiapó estuvo primeramente representada por la cultura Molle, que habitó desde inicios de nuestra era hasta el siglo VII, presentando claros lazos con culturas del noroeste argentino. Este pueblo agroalfarero se caracterizaba por una economía agroganadera y un patrón de asentamiento semiestable en valles, quebradas, interfluvios y en la costa del Norte Chico; entre otros, cultivaba con riego artificial poroto, zapallo, maíz y quínoa, y dominaba la domesticación de llamas y la metalurgia (Ampuero 1978, Niemeyer et al. 1989). La última fase de ocupación prehispánica se asocia a los Diaguitas y a algunas colonias incaicas. Si bien sus raíces culturales son más antiguas (al menos desde el 900 DC según Biografía de Chile, 2007), en el

siglo XIII los Diaguitas ocupaban en Chile los principales valles del Norte Chico, desde el río Copiapó hasta el Choapa; eran caracterizados por asentamientos aldeanos, la práctica de la agricultura, la minería, pesca, pastoreo, caza y recolección, localizándose preferentemente en los valles, quebradas, alta cordillera y costas de esta zona y extendiendo su territorio a ambos lados de la cordillera (Ampuero 1978, IGM 1989). El elemento principal de su alimentación era el maíz, junto a calabazas, zapallos, porotos, papas y quínoa, complementados con la caza (principalmente guanaco) y la explotación de los recursos marinos costeros (Núñez 1974, Hidalgo 1989). Hacia el año 1470 los Diaguitas de Copiapó y Huasco fueron dominados por los Inka y aunque fueron sometidos políticamente, no fueron desplazados de sus territorios, continuando con la agricultura y la ganadería tradicional (IGM 1989); esta conquista no fue pacífica, cubrió todo el territorio diaguita y redujo considerablemente la población local, y junto con esta dominación, la cultura local fue enriquecida con nuevas técnicas de regadío, metalurgia y motivaciones artísticas (Ampuero 1978). En la Región de Atacama existirían evidencias de los cambios en la explotación de los recursos suelo y agua en los valles de los ríos Copiapó y Huasco principalmente (IGM 1989), donde los diaguitas habrían practicado los cultivos en andenes y la conducción del agua a través de acequias.

La conquista española a partir de 1536, altera sustancialmente la relación del hombre con su entorno; mientras las mejores tierras de los valles eran entregadas en mercedes, los primitivos habitantes desplazados de las tierras regadas ocupaban suelos marginales y los cerros de los cordones transversales; además estas poblaciones eran trasladadas para la explotación minera en Perú y Bolivia (IGM 1989). Gay (1862) declara que la agricultura “... de americana que era pasó a ser casi enteramente europea, y fueron los antiguos propietarios los que después de vencidos, se vieron obligados a ceder sus tierras a los conquistadores y a cultivarlas para ellos”, graficando con ello los profundos cambios ocurridos a partir de la presencia española. Así como en otros valles del Norte Chico, los españoles impusieron mecánicamente sus hábitos culturales hasta lograr un completo predominio de las prácticas agrícolas mediterráneas (Agrolog Chile & Meléndez y Pesce 1979), reemplazando las prácticas y cultivos locales. La primera ocupación española se situó en los suelos de valles regados de Copiapó (denominado “Copayapu” a la llegada de Pedro de Valdivia) y Huasco, con grandes extensiones de pastos para la alimentación del ganado introducido por el conquistador; se introdujeron además nuevas especies arbóreas, frutícolas, cereales y hortalizas, que prosperaron en las condiciones locales.

La activa economía regional basada en la minería y en la agricultura intensiva llevó a la creación sucesiva de centros portuarios (como ejemplo, la más antigua referencia de Caldera data de 1652) para permitir el comercio e intercambio de productos (IGM 1989). Los dos valles principales incrementaron progresivamente su población y con ello la demanda de productos alimenticios. Asimismo, la creciente actividad económica intensificaba la demanda de alimentos por parte de las naves: ya en 1600, el puerto Victoria (hoy Huasco) era el punto principal de abastecimiento en la Región. El valle del Huasco, activo en producción agropecuaria, era encabezado por la poblada Placilla de Santa Rosa (actual Freirina), hasta que en 1789 don Ambrosio O’Higgins fundara la villa de San Ambrosio de Ballenar sobre el antiguo poblado de Paitanás, emplazamiento actual de la ciudad de Vallenar. Ya en el siglo XIX, la creación de la red ferroviaria facilitó el transporte de productos hacia puertos y centros poblados (IGM 1989).

Según Rodríguez (1989), en 1892 el ingeniero agrónomo René Lefevvre, dirigiéndose al Ministerio de Industria y Agricultura en un informe sobre la actividad vitícola indicaba: "...el valle de Copiapó debería dedicarse a cultivos industriales valiosos que se cultivan con poca agua de riego como viñas y árboles frutales. ... La viticultura, la arboricultura y forestal, he aquí las grandes industrias que encuentran su verdadero centro en el Valle de Copiapó." Respecto al valle del Huasco refería que "su descripción es semejante al valle del río Copiapó" excepto porque "las pequeñas lluvias que suelen caer en los meses de invierno no influyen sobre el régimen del río que está alimentado exclusivamente por nieves de la cordillera andina". También era partidario de la reforestación "debido a la explotación de leña sin límite a que ha sido sometida la región", originada en la intensa actividad minera de las primeras décadas del siglo XIX (Camus 2006): "... por su alta demanda de combustible, el horno de reverbero habría producido la destrucción casi total de los recursos vegetales y paisajísticos del Norte Chico chileno entre 1831 y 1851".

En la Región, hoy se mantienen las dos vocaciones productivas principales: la minería y la agricultura. En la actividad agropecuaria conviven patrones contrastantes de explotación de los recursos naturales, dominando en superficie la creciente agricultura de exportación; en contraste se encuentra la pequeña agricultura que se vincula al mercado a través de productos frescos como hortalizas, junto a sistemas agroganaderos de subsistencia en los que la herencia tradicional sobrevive al amparo de pequeñas superficies y de la transhumancia que busca alimentar al ganado, principalmente caprino. Cabe destacar ya en tiempos precolombinos se practicaba la transhumancia, explicada a partir de los cambios estacionales extremos de invierno-verano, que favorecen y estimulan los movimientos en un mecanismo casi natural (Ampuero 1978). La cordillera ha sido desde entonces una fuente de pastizales para el ganado durante el verano, cerrando sus puertas en el invierno cuando en los valles y quebradas se ofrecen condiciones más favorables.

La evolución reciente muestra una marcada tendencia al crecimiento de la ocupación agrícola fundamentada esencialmente en el auge de la fruticultura de exportación. Rodríguez (1989) indica que en 1973 la superficie de vides en la provincia de Copiapó alcanzaba 292 ha y entre los años 1975 y 1980 llegó a 1.157 ha, incremento de 290% atribuido principalmente a las plantaciones de vid de mesa. Según IGM (1989, basado en datos de SERPLAC), en 1987 ya se aprovechaban 16.780 ha de los valles de Copiapó y Huasco en este cultivo. Rodríguez (1989) declara que la expansión del área de viñedos, frutales y hortalizas frente a un recurso estático representado por la tierra regada, ha reducido cultivos tradicionales como trigo, cebada, maíz y alfalfa.

### **SITUACIÓN ACTUAL DE LA ACTIVIDAD AGROPECUARIA EN LA REGIÓN DE ATACAMA**

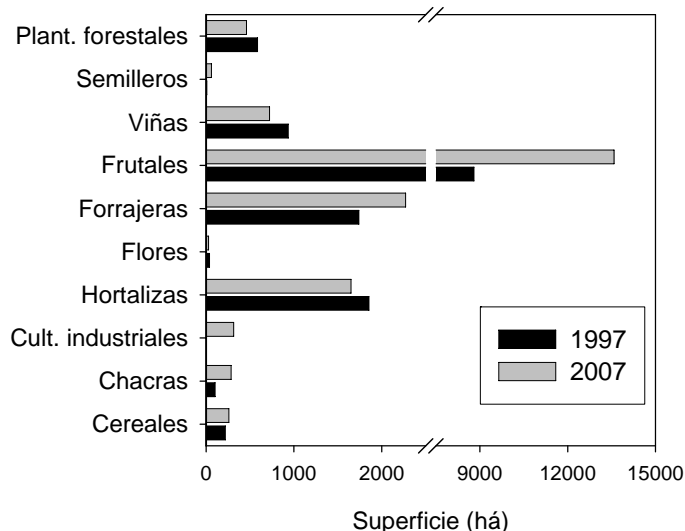
El VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal de 2007 empadronó 3.770.246,3 ha (Tabla 1), de las cuales 29.102 ha corresponden a suelos de cultivo, con 18.973 ha efectivamente cultivadas al momento de la encuesta (INE 2007). La superficie cultivada en 1997 era de 13.500 ha, de un total de 29.780 ha de suelos de cultivo. Resulta evidente el crecimiento de la agricultura regional (Fig. 1), tendencia constante desde el incentivo a la exportación por la apertura a nuevos mercados y de los recientes tratados de libre comercio. El rubro principal es la fruticultura, que favorecida por las ventajas fitosanitarias y de contra-estación con el hemisferio Norte, demuestra un aumento sostenido en la superficie de vid de mesa, paltos y cítricos en la zona Centro-Norte, junto a

**Tabla 1.** Superficie de las explotaciones agropecuarias con tierra por uso del suelo, según provincia y comuna de la Región de Atacama (Basado en datos del VII Censo Agropecuario y Forestal, INE 2007)<sup>1</sup>.

USO DEL SUELO	Comuna			Provincia Copiapó	Comuna		Provincia Chañaral	Comuna				Provincia Huasco	Región Atacama
	Copiapó	Caldera	Tierra Amarilla		Chañaral	Diego de Almagro		Vallenar	Alto del Carmen	Freirina	Huasco		
<b>SUELOS DE CULTIVO</b>													
Cultivos anuales y permanentes	3.459	404	6.733	10.597	0	229	229	2.464	1.885	633	998	5.981	16.807
Forrajas permanentes y de rotación	29	1	206	236	0	1	1	1.501	164	259	4	1.929	2.166
Barbecho/descanso	2.972	125	1.980	5.077	0	306	306	2.088	1.646	915	98	4.747	10.129
Total	6.460	530	8.919	15.909	0	536	536	6.054	3.6958	1.807	1.101	12.656	29.102
<b>USO FORESTAL, PRADERAS Y VEGETACION NATIVA</b>													
Praderas Mejoradas	8	0	2	10	0	1	1	23	154	41	0	218	228
Praderas Naturales	1.509	240	7.231	8.980	10	404	414	1.409	65.272	2.192	477	69.349	78.743
Plantaciones forestales	1329	2	35	168	0	9	9	153	50	64	23	289	466
Bosque nativo	116	175	106	397	0	1	1	100	380	0	15	495	893
Matorrales	385	230	453	1.068	0	130	130	5.715	24.761	123	40	30.638	31.836
Total	2.149	647	7.826	10.622	10	545	555	7.400	90.617	2.419	554	100.990	112.167
OTROS SUELOS <sup>2</sup>	1.061.253	1.686	680.594	1.743.533	50.717	237.135	287.852	533.219	364.191	582.533	117.651	1.597.593	3.628.978
<b>TOTAL</b>	<b>1.069.863</b>	<b>2.862</b>	<b>697.334</b>	<b>1.770.065</b>	<b>50.727</b>	<b>238.216</b>	<b>288.943</b>	<b>546.673</b>	<b>458.503</b>	<b>586.758</b>	<b>119.305</b>	<b>1.711.239</b>	<b>3.770.246</b>

<sup>1</sup> Las cifras se han aproximado a números enteros.

<sup>2</sup> Considera la suma de suelos ocupados con infraestructura (construcciones, caminos, embalses, etc., excluyendo invernaderos) y terrenos estériles y otros no aprovechables (incluyendo arenales, pedregales, pantanos, etc.).

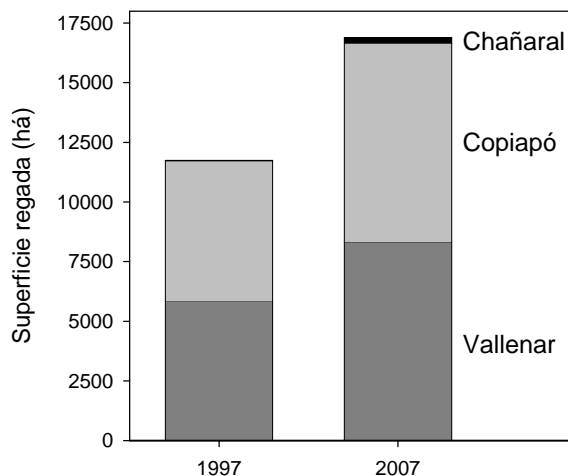


**Fig. 1.** Evolución de la superficie cultivada según grupos de cultivos (basado en datos de INE (1997, 2007)).

olivos (INE 1997, 2007). En los '80, Rodríguez (1989) indicaba que en el valle del Copiapó, la superficie de suelo con potencial cultivable excedía al área bajo riego, considerando 7.924 ha regables con manejos intensivos de despedrado, desalinización, drenaje y/o nivelación. Sin duda, el desarrollo posterior de la tecnificación del riego ha sido el principal factor estimulante para la expansión de la fruticultura, reflejado hoy en un aumento importante en la superficie regada de la Región (INE 2007), con 19.533,9 ha y un incremento de 5.348,4 ha (37,7%) respecto al año 1997 (Fig. 2). En el periodo intercensal, la provincia de Huasco creció en 42%; la de Copiapó aumentó a 10.969,7 ha regadas (32,1%), mientras la de Chañaral pasó de 18,2 a 238,3 ha regadas, aumentando 1.209,3% en 10 años. Cabe destacar que la Provincia de Copiapó concentra la mayor superficie de riego (56,2%), siendo secundada por la provincia de Huasco (42,6%), donde antes de la construcción del embalse Santa Juana se regaban 6.000 ha, potencial que aumentó a 13.000 ha después de su habilitación. La SEREMI de Agricultura (2004) reconoce una disponibilidad relativamente segura de riego de unas 21.000 ha, equivalentes al 70% de las 29.800 ha de suelos productivos disponibles, lo que aún podría augurar un crecimiento de la ocupación agrícola. Sin embargo, para el valle de Copiapó, Golder Associates (2006) precisa que existe un déficit de agua de 110 millones de m<sup>3</sup>, consumiéndose actualmente 140 millones de m<sup>3</sup>/año en diversidad de actividades; para hacer sustentable el uso del agua en este valle, el estudio concluye que el consumo se debe reducir drásticamente a no más de 50 millones de m<sup>3</sup>/año.

En cuanto al aumento en la producción vegetal (Fig. 1), la mayor superficie es representada por el rubro frutales con 13.586 ha (46,7% del suelo de cultivo), incrementándose en 4.783,3 ha (54,3%) respecto al Censo de 1997, principalmente gracias a vid de mesa y olivos con aumento de 2.567,3 y 1.446,4 ha, respectivamente. La superficie y proporción de las especies dominantes son: vid de mesa (8.773,6 ha - 64,6 %) , olivos (3.325,8 ha - 24,5 %) y paltos (458,8 ha - 3,4%). Las plantas forrajeras permanentes y de rotación (2º lugar en superficie) cubren 2165,8 ha (7,4%), aumentando 677,3 ha (45,5%) en diez años. Predomina la alfalfa (95,4% del total de forrajeras), especie que en 1997 ocupaba 1.455,3 ha. Las hortalizas ocupan el tercer lugar con 1.652

ha (5,7% de los suelos de cultivo), rubro que cayó en 11% respecto al año 1997, siguiendo la tendencia nacional de caída (14,9%). Aún así mantiene su importancia relativa en el abastecimiento de centros poblados y zonas mineras del Norte y en la oferta de primores en el mercado nacional. Por su parte, si bien la superficie forestal es pequeña, las plantaciones forestales exóticas (principalmente *Eucalyptus* spp) ocupan hoy una superficie de 466 ha (INE 2007), mientras que el bosque nativo alcanza una superficie cercana a las 900 ha, donde predominan *Acacia caven* (espino), *Prosopis chilensis* (algarrobo) y *Geoffroea decorticans* (chañar) (M. Meléndez, com. Pers.).



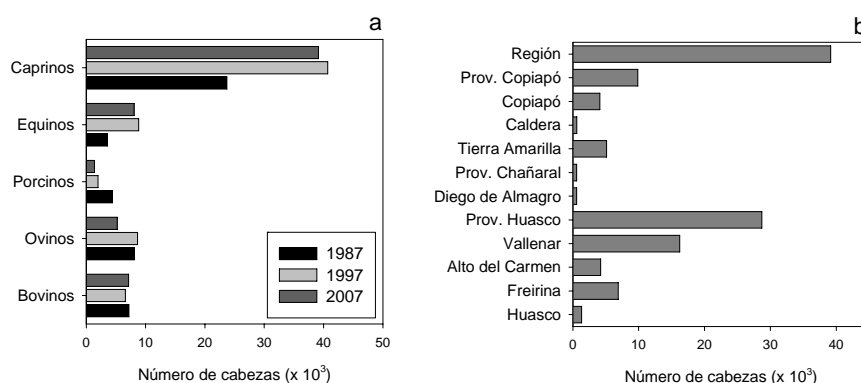
**Fig. 2.** Variación en la superficie regada en el periodo intercensal 1997-2007 (basado en INE 2007).

Cabe destacar que las políticas nacionales y regionales relativas al sector agroalimentario (SEREMI Agricultura Región de Atacama 2004, MINAGRI 2006) proponen el crecimiento sustentable y especialización de la vocación de todos aquellos rubros que signifiquen un posicionamiento de Chile a nivel internacional, fomentados bajo el concepto de competitividad territorial, esto es, explorando las características y ventajas locales desde el punto de vista geográfico, histórico, socio-cultural y del entorno natural (Silva 2005). En este contexto, en tanto cumpla con los requisitos ambientales exigidos por los mercados externos, la fruticultura continuaría manteniendo claras ventajas, por lo que aún se podría augurar su crecimiento en esta Región (probablemente en reemplazo de otros rubros menos rentables); sin embargo, su expansión finalmente se verá limitada por la disponibilidad del recurso hídrico.

Para completar el análisis, debe considerarse específicamente la existencia de ganado en la Región y su fluctuación desde 1987 a la fecha (Fig. 3a). La masa ganadera bovina es la única que ha presentado una relativa estabilidad en este periodo con una pequeña baja en el censo de 1997, concentrándose la mayor parte de la existencia en la provincia de Huasco, en concordancia con el 89,1% de las siembras forrajeras de la Región. Los ovinos y porcinos muestran una marcada tendencia a la baja, sin embargo se prevé que habrá un aumento sustantivo de esta última especie a partir de la apertura de la planta AgroSuper en la comuna de Huasco. La provincia de Copiapó es la que concentra la mayor parte del ganado regional de ovinos (63,1%), secundada por Huasco (36,8%). En cuanto a los equinos (caballares, mulares y asnales), la marcada alza entre 1987 y 1997 se estabiliza y baja levemente en los últimos 10 años,

mientras que los escasos camélidos permanecen estables. Destaca en el censo 2007 la aparición de algunos jabalíes y ciervos en las provincias de Copiapó y Huasco.

El predominio de ganado caprino amerita mención especial (Fig. 3b), ya que alcanza 39.146 cabezas, aunque se observa una disminución de 1.564 animales (3,8%) respecto al Censo de 1997. Debido a su hábito de pastoreo, los caprinos ocasionan un grave impacto sobre los suelos y la biodiversidad. La Región de Atacama posee el 5,6% de la existencia nacional de caprinos, donde la provincia de Copiapó concentra el 25,2% del total regional de animales, la de Huasco el 73,3% y la de Chañaral el 1,5 %. Las variaciones provinciales respecto al Censo 1997 reflejan una reducción de 31,8% para Copiapó (hoy cuenta con 9.862 cabezas) y de 48,9% para Chañaral (580 animales), mientras que en Huasco hay un aumento de 14,3% (con 28.704 animales) en el período. Al igual que en la Región de Coquimbo, el incremento o reducción de los rebaños tiene directa relación con la fluctuación interanual en las precipitaciones y por ende, de la disponibilidad de alimentos. A pesar de ello, llama la atención que en un año seco como 2007 no haya habido una reducción más marcada.



**Fig. 3.** Masa ganadera de la Región de Atacama: a) Evolución entre los años 1987 y 2007 (basada en datos de la SEREMI Agricultura de Atacama en IGM 1989; INE 1997, 2007). b) Existencia de caprinos al año 2007 (basada en INE 2007).

### EL IMPACTO DE LA AGRICULTURA SOBRE LA FLORA NATIVA REGIONAL

Para determinar el impacto de la ocupación agropecuaria sobre la flora nativa de la Región de Atacama, se analizó el uso del suelo a partir de las siguientes fuentes: VI Censo Nacional Agropecuario (INE 1997), VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal (INE 2007), XVII Censo de Población 2002 (INE 2003), Catastro de Vegetación Nativa (CONAF-CONAMA 1999), junto a datos de ODEPA & CIREN (2005), SEREMI de Agricultura de Atacama (2004) y los sucesivos Catastros Vitícolas del SAG (2000 a 2006). Se asumieron criterios de uso del suelo, cartográficos y no antrópicos (clima), junto a información de terreno relativa al hábitat, daño observado en la vegetación, cobertura, estructura de clase de tamaño, distribución de la vegetación e interferencia en la capacidad de regeneración. Además se analizaron las amenazas para su conservación (presentes y esperadas) y se determinó el costo de uso del suelo,



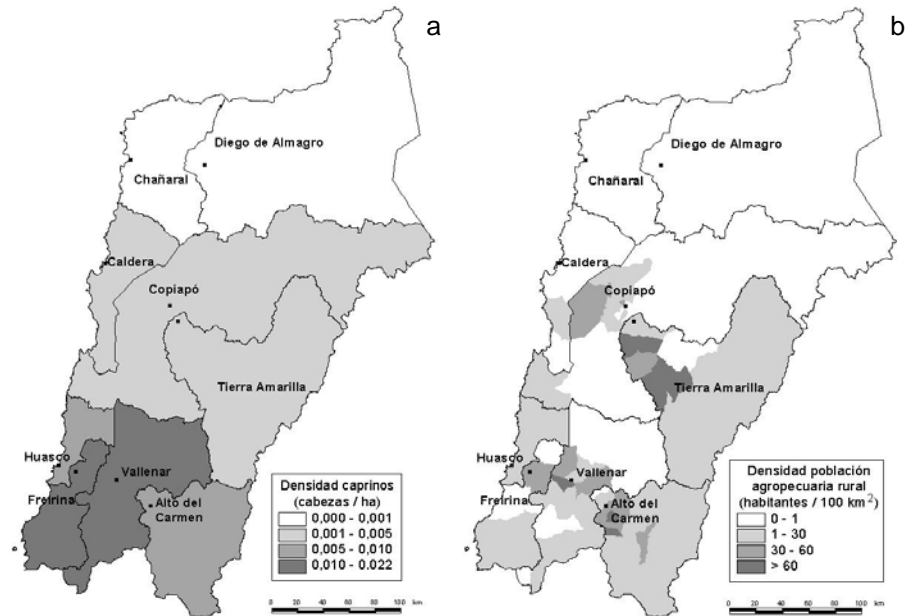
verificando la coincidencia de las especies en categorías VU (Vulnerable) y EP (En Peligro) con espacios territoriales actuales o potencialmente utilizados con fines de producción agropecuaria o urbano-industrial. En este contexto, se elaboraron mapas identificando aquellas especies que no tienen solución fuera de las superficies con uso de suelo bajo influencia agrícola y/o urbano-industrial, asumiendo como criterio la protección del 50% del área de ocupación de las especies EP y 10% VU, proporción que aumenta a 75% de especies EP y 25% de VU en el caso de especies endémicas a la Región de Atacama y Regiones vecinas (ver Capítulo 8). El impacto ganadero no fue evaluado en terreno en su verdadera magnitud debido a la sequía durante el período de levantamiento de datos, de modo que este daño se ha inferido a partir de los antecedentes de densidad de la masa ganadera caprina (Fig. 4a) y de la densidad de la población rural.

De la descripción contenida en el acápite anterior resulta evidente que la actividad agrícola significativa predomina en los valles regados de Copiapó y Huasco, explicada por las lluvias invernales y primaverales y la nieve cordillerana que aumentan cíclicamente la disponibilidad de agua. La escasa precipitación anual y los ciclos de sequía impiden la agricultura de secano y sólo las veranadas sustentan al ganado fuera de las áreas regadas (Rodríguez 1989). Llama la atención que la descripción de las condiciones climáticas regionales realizada por cronistas como Jerónimo de Bibar en 1558 (al referirse al valle de Copiapó), no difieren sustancialmente de las condiciones actuales: *“Corre por este valle un río pequeño que basta regar sementeras de los naturales que en él hay, que en esta razón habría mil indios...En este valle no llueve sino hay aquellas neblinas que ya tengo dichas cuando en el invierno”* (Bibar:27, citado por Ampuero 1978). Si bien las descripciones son breves, según Ampuero (1978) revelan que las condiciones ecológicas hasta 1540 no han variado sustancialmente respecto a las actuales, salvo por la introducción de cultivos y ganadería europeos además de la *“indiscriminada explotación del pobre manto vegetal, iniciada por los conquistadores a partir del siglo XVI”*. De hecho, existen evidencias que durante los periodos de la Conquista y la Colonia, los valles de Copiapó y Huasco poseían una rica vegetación bajo la forma de innumerables bosquecillos, que eran explotados para abastecer y satisfacer las necesidades de energía de las pequeñas fundiciones ya existentes en la época. Como ejemplo, entre las interpretaciones del origen del nombre de Chañaral, una se atribuye a la extraordinaria exuberancia de la vegetación que existía en las zonas montañosas, donde primaban los chañares, que paulatinamente fueron desapareciendo, pues servían de combustible hogareño o bien se destinaban a la industria de este sector (IGM 1989).

Los impactos sobre la biodiversidad se incrementan a medida que se intensifica el uso agropecuario del suelo (Matson et al. 1997). La tendencia de crecimiento agrícola recién analizada para la Región, no necesariamente es acompañada por un crecimiento en la población rural: gracias a la mayor tecnificación de los procesos productivos, la agricultura intensiva prescinde progresivamente de mano de obra. Según R.A. Estévez (com. pers.) basado en datos del XVII Censo 2002 de población (INE 2003), 10.445 personas son habitantes rurales económicamente activos y ocupados, entre quienes 4.471 reconocen dedicarse a alguna actividad agropecuaria. Por otra parte, de acuerdo a INE (2003), del total del suelo regional (75.678,1 km<sup>2</sup>), 4,6% (3.444,4 km<sup>2</sup>) era a esa fecha ocupado por terrenos agrícolas y áreas urbanas e industriales. Considerando los datos comunales de población rural según el

criterio antes señalado, su densidad se traduce en la imagen territorial representada en la Fig. 4b.

Definitivamente, la expansión de la fruticultura (Fig. 5) y el sobrepastoreo caprino son los rubros que adquieren mayor relevancia al analizar el impacto de la actividad agropecuaria sobre la flora nativa regional. Cabe destacar que muchas plantas que no figuran en categorías de conservación son afectadas, ya sea por la habilitación de espacios para la producción agrícola, por el ramoneo, el pisoteo de los animales o bien por el hábito de pastoreo caprino



**Fig. 4.** Ocupación territorial y actividad agropecuaria en la Región de Atacama: a) Densidad de la masa ganadera caprina según comuna (basado en INE 2007); b) Densidad del territorio regional en el que la población económicamente activa ocupada declara dedicarse a alguna actividad agropecuaria (según R.A. Estévez com. pers., basado en datos de INE 2003).



**Fig. 5.** Expansión de la agricultura hacia suelos antes marginales en los valles agrícolas de la Región de Atacama (fotografía de Lobos, 2007). Nótese el predominio del monocultivo de vides.

capaz de arrancar las plantas y dejar el suelo más susceptible a la erosión. Al menos 12 especies en categoría En Peligro (EP) y 18 especies en categoría Vulnerable (VU) son afectadas por la actividad agropecuaria (ver descripción en Tabla 2, donde se detallan los factores de presión sobre sus poblaciones). Entre ellas, *Atriplex vallenarensis* crece en una zona muy restringida en las proximidades de la ciudad de Vallenar y es afectada por la expansión de la agricultura hacia terrenos antes marginales, además de la presión del ganado caprino; *Prosopis flexuosa* (algarrobo dulce) y *Prosopis chilensis* (algarrobo) habitan áreas de expansión agrícola, además ven interferida su regeneración por la extracción para leña y carbón y el consumo de frutos por el ganado caprino; *Equisetum giganteum* (canutillo), *Cortaderia rudiusscula* (cola de zorro), *Salix humboldtiana* (sauce chileno) y *Typha angustifolia* (totora) son especies que dependen del abastecimiento permanente de agua, habitan fuentes del recurso explotadas para la agricultura y son además afectadas por su expansión territorial; especies propias de valles altoandinos presionados por sobrepastoreo son *Gentianella coquimbensis* y *Carex atropicta*, mientras que en rutas de transhumancia y precordillera, *Buddleja suaveolens* es afectada por el consumo directo y *Habenaria paucifolia* por el pisoteo; *Vasconcellea chilensis* (palo gordo o papaya chilena) es muy palatable y por ello los crianceros desentierran sus raíces para ofrecérselas al ganado caprino; otras plantas conocidas por su palatabilidad son *Bridgesia incisifolia* (rumpiato), fuertemente presionada por ramoneo, *Eriosyce aurata* y *Eriosyce eriosyzoides*, cactus que son arrancados y quemados para reducir las espinas, facilitando su consumo por los caprinos; algunas plantas afectadas por ramoneo y pisoteo del ganado son *Acantholippia trifida* y *Geoffroea decorticans* (chañar); en el caso de esta última, su hábitat además es afectado por la destrucción por la agricultura, existiendo una drástica disminución de sus bosques en el valle de Copiapó producto del reemplazo por plantaciones de vides y olivos, principalmente. Una especie que sufre efectos indirectos de la actividad ganadera es *Discaria trinervis* (chacai), utilizada por crianceros y arrieros para la construcción de refugios temporales para pernoctar.

**Tabla 2.** Especies afectadas por la agricultura y la ganadería extensiva (sobrepastoreo).

Especie	CC <sup>1</sup>	TI <sup>2</sup>	Descripción <sup>3</sup>
<i>Acantholippia trifida</i>	EP	Gpr	"Rica-rica"; ramoneo y pisoteo de caprinos y equinos
<i>Atriplex vallenarensis</i>	EP	Ae, Gpr	"Cachiyuyo"; afectada por expansión agrícola, ramoneo y pisoteo
<i>Bridgesia incisifolia</i>	EP	Grs	"Rumpiato"; conocido alimento para caprinos, afectado por sobrepastoreo
<i>Cyphocarpus psammophilus</i>	EP	Gp	Hábitat alterado por pisoteo de ganado caprino
<i>Equisetum giganteum</i>	EP	Aae	"Canutillo"; asociado a fuentes de agua, afectado por su uso para la agricultura
<i>Gentianella coquimbensis</i>	EP	Gs	"Genciana de la cordillera"; consumida por ganado en veranadas altoandinas
<i>Leontochir ovallei</i>	EP	Gp	"Garra de león", afectada por pisoteo

Especie	CC <sup>1</sup>	TI <sup>2</sup>	Descripción <sup>3</sup>
<i>Menonvillea minima</i>	EP	Gp	Afectada por pisoteo de ganado caprino
<i>Prosopis chilensis</i> , <i>Prosopis flexuosa</i>	EP	Ae, Gf	“Algarrobo” y “algarrobo dulce”; afectados por la expansión agrícola, extracción para leña y consumo de frutos por caprinos
<i>Vasconcellea chilensis</i>	EP	Gc	“Palo gordo” o “papaya chilena”; cosecha de la raíz para alimentación animal reduce su población
<i>Weberbaueria lagunae</i>	EP	Gps	Hábitat alterado por sobrepastoreo de caprinos y equinos
<i>Alstroemeria leporina</i>	VU	Gp	“Lirio rosado”, afectada por pisoteo caprino
<i>Buddleja suaveolens</i>	VU	Gs	“Palquín”; consumida por caprinos en zona precordillerana
<i>Calceolaria collina</i>	VU	Gp	“Capachito”; afectada por pisoteo caprino
<i>Cortaderia rudiusscula</i> , <i>Salix humboldtiana</i> , <i>Typha angustifolia</i>	VU	Aae	“Cola de zorro”, “sauce chileno” y “totora”; afectados por uso del agua para agricultura
<i>Carex atropicta</i>	VU	Gs	Consumida por vacunos, equinos y guanacos en vegas altoandinas
<i>Cryptantha calycina</i>	VU	Gps	“dichita”; habitat alterado por pastoreo
<i>Discaria trinervis</i>	VU	Gi	“Chacai”; usado por crianceros y arrieros para construcción de refugios temporales
<i>Echinopsis coquimbana</i>	VU	Gf	“Copao”; frutos consumidos por caprinos
<i>Eriogyne aurata</i> , <i>Eriogyne eriosyzoides</i>	VU	Gc	“Sandillón”; cactus que al quemar las espinas sirven de alimento para ganado
<i>Geoffroea decorticans</i>	VU	Ae, Gps	“Chañar; destrucción de hábitat por la agricultura y sobrepastoreo
<i>Habenaria paucifolia</i>	VU	Gp	Afectada por pisoteo de ganado en rutas de transhumancia
<i>Junellia selaginoides</i>	VU	Gp	“Verbena”; afectada por pisoteo de caprinos
<i>Kurzmaria pulchella</i>	VU	Gp	“Poleo de cordillera”; afectado por pisoteo de ganado
<i>Lippia turbinata</i>	VU	Ae	“Orégano”; hábitat alterado por la agricultura.
<i>Pachylaena atriplicifolia</i>	VU	Gs	“Oreja de chancho”; consumida por caprinos

<sup>1</sup>CC = Categoría de Conservación: EP-En Peligro; VU-Vulnerable (según Capítulo 6)

<sup>2</sup>TI = Tipo de Impacto: A-agricultura, G-ganadería extensiva, a-agua, c-consumo como alimento por el ganado, e-expansión territorial, f-consumo de frutos, p-pisoteo, r-ramoneo, s-sobrepastoreo, i-impacto indirecto asociado a la labor ganadera

<sup>3</sup>Basada en antecedentes entregados por la académica Sra. Gina Arancio (comunicación personal), ver también Capítulo 5.

Lamentablemente, la rápida expansión de la fruticultura deja interrogantes sin responder, como por ejemplo: ¿Qué especies habitaban espacios de expansión reciente: agropecuaria, urbana e industrial? (como ejemplo, los Algarrobos -categorías EP y VU- son indicados por lugareños como especies afectadas por la fruticultura de exportación); ¿Cuáles son los límites a la expansión agropecuaria? (sabemos que será limitada por la disponibilidad de agua, sin embargo los adelantos tecnológicos podrían guardar sorpresas en términos de selección de variedades menos demandantes de agua); ¿Qué cambios devendrán en la agricultura y en los productores, que posibiliten producir y simultáneamente conservar? Otra interrogante no menos importante tiene relación con la expansión de la urbanización y de la ocupación industrial: ¿Consideran los Planos Reguladores comunales la vulnerabilidad de la flora nativa al autorizar, por ejemplo, el uso turístico del borde costero y el cambio de uso del suelo para otro tipo de proyectos inmobiliarios o industriales?

En relación al uso del suelo para pastoreo, resulta difícil determinar con precisión la verdadera magnitud del impacto ganadero y a qué especies afecta (además de las antes indicadas), en un escenario donde crece progresivamente la aridez. Como aporte al dimensionamiento del problema, podemos asumir la ecuación de Nagy (1987) para calcular la necesidad diaria de ingestión de alimentos en mamíferos:

$$IA \text{ (kg/día)} = 0,687 Mc^{0,822}$$

donde: IA = ingestión de alimentos (kg de materia seca/día) y Mc = masa corporal del animal (kg).

Para efectos de estimación, hay que considerar que la masa ganadera caprina regional posee las siguientes características: a) la mayor parte de la existencia es del tipo criolla, representada por animales más bien pequeños; b) si las hembras contaran con alimento adecuado en cantidad y calidad debieran pesar entre 30 y 40 kg; c) de acuerdo a la conformación usual de rebaños de esta especie, en la Región predominan hembras mayores de 1 año (aproximadamente 80% de la existencia según INE 1997); y d) su condición usual de sub-alimentación lleva a que su peso adulto fluctúe entre 20 y 22 kg de acuerdo a informantes locales. En base a estos antecedentes, tendríamos que para el rebaño censado en 2007, las 31.317 hembras adultas (80% del total de animales, con un peso promedio de 20 kg/animal), requerirían de una provisión diaria de 3,99 t de biomasa seca. En las condiciones usuales de crianza de esta especie en la Región, resulta evidente que la masa ganadera supera con creces la limitada capacidad de carga de los ecosistemas que la sustentan, siendo el sobrepastoreo uno de los problemas críticos. Por otra parte, los recursos nativos disponibles durante períodos de desierto florido son los únicos capaces de abastecer de alimentos a esta masa ganadera en sistema de pastoreo extensivo en secano y explicaría también por qué la mayor densidad de caprinos ocurre en comunas del sur de la Región.

### **LA BIODIVERSIDAD COMO BASE DE LA SUSTENTABILIDAD EN LA PRODUCCIÓN SILVOAGROPECUARIA: POSIBLES ALIANZAS**

La agricultura, tal como la conocemos hoy en sus múltiples manifestaciones y patrones de producción, sigue siendo responsable en gran parte de la pérdida de biodiversidad a nivel mundial. La producción agraria ha provocado la retracción del ambiente natural, particularmente a partir de la Revolución Industrial (Coscia 1993) y más marcadamente por la expansión explosiva de la

agricultura en las décadas más recientes, gracias a los avances tecnológicos (Cano 1997, Berger et al. 2006, Agnoletti 2007). La sucesiva transformación del paisaje natural en un paisaje cultural se ha intensificado junto con la intensificación de la agricultura, al punto que el paisaje tradicional de antaño, en el cual los agroecosistemas se distribuían como pequeñas manchas, ha llegado hoy a superar el 95% del ambiente terrestre mundial bajo urbanización, pero especialmente sometido a manejo y uso agrícola (Matson et al. 1997, Gliessman 2000, citando a Pimentel et al. 1992). La expansión territorial, la habilitación de nuevos terrenos para la explotación agrícola y el abandono de otros que han dejado de ser productivos, es una escena reiterada en el mundo y muy especialmente en países en vías de desarrollo. Si bien las tecnologías modernas han estimulado un aumento favorable en la producción, su uso inadecuado suele impactar seriamente los recursos naturales, el medio ambiente y la salud humana, contaminando aguas superficiales y subterráneas, favoreciendo la erosión de los suelos, induciendo resistencia de las plagas a los plaguicidas, generando erosión genética y pérdida de biodiversidad y originando una gran dependencia de los productores hacia insumos extraprediales, vulnerando con ello la sustentabilidad económica de la empresa agraria (Ruegg et. al. 1987, Pretty 1995, Gliessman 2000, Sarandón 2002, Flores & Sarandón 2002/2003).

Si a pesar de la búsqueda de sustentabilidad en el desarrollo tecnológico alcanzado a la fecha, no se ha logrado integrar la agricultura en equilibrio con el entorno que la sustenta, ¿qué se entiende entonces por agricultura sustentable? Pretty (1995) reconoce una cierta ambigüedad en este término, acentuada por la complejidad de su significado; en términos prácticos lo utiliza como equivalente a “agricultura de conservación de recursos”, “agricultura de baja inyección de insumos” o “agricultura regenerativa”, siendo común a todas estas acepciones un mayor uso de los recursos y conocimientos locales. Asume que el desafío más importante para la sustentabilidad en la agricultura se centra en la reducción de la inyección de insumos extraprediales y en la regeneración y aprovechamiento eficiente de los recursos intra-prediales. Altieri (1999) define la sustentabilidad de un agroecosistema como su capacidad “*para mantener la producción a lo largo del tiempo, a pesar de las restricciones ecológicas y socioeconómicas a largo plazo*”; señala que las múltiples definiciones incluyen entre sus criterios la preservación de la diversidad de la flora y la fauna, la capacidad del agroecosistema para auto-mantenerse y para mantener un rendimiento que no decline en el tiempo, dentro de una amplia gama de condiciones. Los objetivos de la agricultura sustentable son entonces de largo plazo, enfatizan el agroecosistema y los ecosistemas relacionados, consideran los costos ambientales e incorporan la biodiversidad como sistema de cultivo, generando con ello una alta estabilidad (Altieri 1999, Sarandón 2002). Harte (1995) considera que la conservación del capital natural es requisito para la agricultura sustentable.

La producción agrícola sustentable depende de la biodiversidad y ésta es considerada clave en el funcionamiento de los agroecosistemas; los servicios que presta se manifiestan especialmente en su dimensión de biodiversidad funcional, esto es, cumpliendo funciones relevantes en los agroecosistemas a través de servicios ecológicos como polinización, regulación biótica, alimento alternativo y refugio para enemigos naturales, ciclos de nutrientes, entre otros (Altieri 1999, Pérez 2004). Establecer y recuperar la biodiversidad intra-predial es un desafío con claro énfasis local, puesto que los modelos de diversificación no pueden ser universales ni estandarizados para cualquier condición geográfica, sino que dependen de las características y potencialidades locales.

Aún así, es posible entregar pautas generales, las que en conjunto con el rescate de la experiencia localmente adquirida y un profundo conocimiento de cada agroecosistema, pueden lograr importantes adecuaciones a las necesidades de cada unidad de producción.

Los productos de la investigación científica han demostrado el positivo rol de la biodiversidad en los agroecosistemas (Altieri 1999, 2002a, Gliessman 2000, Nicholls 2001), sin embargo en nuestro país estos antecedentes han sido insuficientemente divulgados entre los productores, quienes necesariamente deben transformarse en custodios de la biodiversidad, no sólo en su propio beneficio, sino además para el beneficio de la comunidad local, regional y nacional, actual y futura. Resulta crucial incentivar la investigación en estas temáticas, especialmente creando alianzas entre investigadores y productores (Edwards et al 1993, Altieri 2002b) para que en una interacción de mutuo beneficio, ambos logren un aprendizaje, generen conocimientos con impacto aplicado y exploren alternativas de diversificación en los agroecosistemas. De hecho, los aportes potenciales de la vegetación nativa regional a los agroecosistemas representan mayoritariamente una incógnita hasta ahora, incluso escasamente se conoce su rol en los ecosistemas naturales.

Resulta de interés que la agricultura de exportación a lo largo de Chile, en los años recientes se haya visto crecientemente obligada a insertar algunos principios de manejo ambiental a nivel predial, con miras a cumplir con requisitos específicos de los mercados de destino, especialmente del mercado europeo, cuyo protocolo EUREP-GAP define requisitos de esta naturaleza. Es importante asumir este contexto normativo como una oportunidad para insertar una mirada de largo plazo en la producción agropecuaria y desarrollar la competitividad territorial: en las Buenas Prácticas Agrícolas y Ganaderas subyace un concepto claramente conservacionista al exigir la reducción de los impactos sobre el medio ambiente y las personas y su implementación requiere de un aprendizaje y cambio de hábitos y prácticas en los manejos productivos. Sería interesante que este tipo de exigencias no se aplicara solamente a los productos de exportación, sino que se adoptara como práctica usual en todo contexto productivo agropecuario. Después de todo, los beneficios inmediatos y de largo plazo van a llegar a nuestra propia población y se reflejarán en nuestros propios recursos naturales. En este contexto, asume enorme relevancia la educación y capacitación de todos los actores directamente involucrados en la producción agropecuaria, como de la sociedad en general en su calidad de consumidora.

Debe quedar claro que la conservación de la biodiversidad regional no sólo debe llevarse a cabo dentro del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) o de reservas privadas: resulta de gran interés involucrar a propietarios de las zonas perimetrales de las áreas protegidas en la creación y manejo de áreas de amortiguación, con intervenciones de bajo impacto y en estrecha coordinación con los vecinos. Los beneficios de este diseño favorecerán directamente a la mejor protección de las áreas de reserva, pero también contribuirán generando corredores biológicos indispensables para la conexión entre distintas áreas de protección de la biodiversidad (Compagnoni 2000). Este concepto es enteramente aplicable a las unidades de producción agropecuaria, a través de la definición de zonas de exclusión de ganado, la realización de prácticas agrícolas y pecuarias de bajo impacto (Berger et al. 2006) incluyendo, entre otros, la diversificación vegetal y la definición de áreas de conservación de la vegetación nativa, la reducción y hasta eliminación del uso de plaguicidas, la inclusión del Manejo Integrado de Plagas (MIP), Manejo Ecológico de Plagas (MEP, según Pérez 2004), el

concepto de manejo agroforestal y el manejo orgánico. Según estos autores, se ha confirmado experimentalmente que las prácticas orgánicas son una alternativa para viabilizar estas propuestas. Asimismo, resulta indispensable la planificación territorial para maximizar el aprovechamiento de los servicios ecosistémicos en los agroecosistemas (Cumming & Spiesman 2006) y en la protección de la biodiversidad.

Para una protección de la biodiversidad nativa compatible con la proyección de un manejo agrícola sustentable, se plantea la urgencia de involucrar ampliamente a los múltiples actores del sector agroalimentario regional y junto con ello incorporar al menos los proyectos agrícolas de envergadura al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental de la Ley 19.300 de Bases del Medio Ambiente. Asimismo, debieran buscarse mecanismos para regular el uso agrícola y ganadero de los suelos, incentivar y difundir los beneficios de la diversificación intrapredial y capacitar en el uso de prácticas agroecológicas. Como medidas urgentes, debemos concentrar esfuerzos en generar y difundir información acerca de la importancia de la flora nativa y de sus usos actuales y potenciales, los cuales podrían verse afectados por la desaparición de especies; resulta indispensable trabajar junto a la comunidad en la generación de alternativas de uso sustentable de los recursos nativos que hoy se encuentran presionados por la recolección; es importante también generar incentivos a la propagación y establecimiento en terreno de especies nativas - específicamente aquéllas con problemas de conservación - y junto con ello profundizar en la investigación orientada al rescate, propagación y recuperación de estas especies. Se deben generar alianzas con la comunidad para facilitar y colaborar con la labor de las entidades fiscalizadoras del uso de los recursos bióticos. En este contexto, la participación y activa colaboración de una población que adquiera mayor identidad con su entorno y sus recursos regionales, resultan cruciales para ampliar la cobertura de protección de la biodiversidad. Claro ejemplo de ello se asocia al desierto florido y la necesidad de educar en su uso turístico sustentable. Sin duda, la educación hoy y mañana resultará clave para asegurar la sustentabilidad de cualquier iniciativa de conservación de la biodiversidad que se asuma a futuro.

## AGRADECIMIENTOS

Mis sinceros agradecimientos a Gina Arancio, académica del Depto. Biología de la Universidad de La Serena, por la información de las plantas sometidas a presión por la actividad agropecuaria, indicadas en el presente capítulo.

## REFERENCIAS

- ALTIERI MA (1999) El agroecosistema: determinantes, recursos, procesos y sustentabilidad. En: (MA Altieri, ed.) Agroecología. Bases Científicas para una Agricultura Sustentable: 47-70. Editorial Nordan-Comunidad, Montevideo.
- ALTIERI MA (2002a) Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. En: (S Sarandón, ed) Agroecología. El Camino hacia una Agricultura Sustentable: 49-56. E.C.A. Ediciones Científicas Americanas, Buenos Aires.
- ALTIERI MA (2002b) Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments Agriculture, Ecosystems and Environment 93: 1-24
- AGNOLETTI M (2007) The degradation of traditional landscape in a mountain area of Tuscany during the 19th and 20th centuries: Implications for biodiversity and sustainable management. Forest Ecology and Management, 249: 5-17.



- AGROLOG CHILE LTDA. & MELÉNDEZ Y PESCE LTDA. (1979) Estudio de Suelos Valle del Elqui. Comisión Nacional de Riego, Chile. 3 Vols.
- AMPUERO G (1978) Cultura Diaguita. En: (Gabriela Mistral, eds) Serie El Patrimonio Cultural Chileno, Colección Culturas Aborígenes Departamento de Extensión Cultural del Ministerio de Educación (Chile). 53 pp.
- BERGER G, H KAECHELE & H PFEFFER (2006) The greening of the European common agricultural policy by linking the European-wide obligation of set-aside with voluntary agri-environmental measures on a regional scale. *Environmental Science & Policy* 9: 509-524.
- BIOGRAFIA DE CHILE (2007) Orígenes de Chile. Los Diaguitas [en línea] <<http://www.biografiadechile.cl/contenido.php?IdCategoria=9&IdArea=58>> [consulta: 27 de Agosto de 2007]
- CAMUS P (2006) Ambiente, Bosques y Gestión Forestal en Chile. 1541-2005. Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos. Editorial LOM. 374 pp.
- CANO G (1997) Sociedad agrícola y sociedad industrial, concepto de progreso. En: (E Enkerlin, G Cano, RA Garza & E Vogel, eds) *Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible*, 5: 81-95. International Thompson Editores S.A., México.
- CHILE POTENCIA ALIMENTARIA (2006) La sed del Valle de Copiapó. [en línea] <[http://www.chilepotenciaalimentaria.cl/content/view/1708/La\\_sed\\_del\\_valle\\_de\\_Copiap.html](http://www.chilepotenciaalimentaria.cl/content/view/1708/La_sed_del_valle_de_Copiap.html)> [consulta: 20 de Febrero de 2008]
- COMPAGNONI A (2000) Organic agriculture and agroecology in regional parks. En: (S Stolton, B Geier & JA McNeely, eds) *The Relationship between Nature, Conservation, Biodiversity and Organic Agriculture*: 87-91. IFOAMIUCN- AIAB.
- CONAF (Corporación Nacional Forestal, Chile) & CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente, Chile) (1999) Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos. Informe regional Primera a Cuarta Región. Proyecto CONAF-CONAMA-BIRF, Santiago. 234 pp.
- COSCIA AA (1993) *Agricultura Sostenible*. Ed. Hemisferio Sur, Argentina. 112 pp.
- CUMMING GS & BJ SPIESMAN (2006) Regional problems need integrated solutions: Pest management and conservation biology in agroecosystems. *Biological Conservation* 131: 533-543
- EDWARDS CA, TL GROVE, RR HARWOOD & CJ PIERCE-COLFER (1993) The role of agroecology and integrated farming systems in agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 46: 99-121.
- FLORES CC & SJ SARANDON (2002/2003) ¿Racionalidad económica versus sustentabilidad ecológica? El ejemplo del costo oculto de la pérdida de fertilidad del suelo durante el proceso de Agriculturización en la Región Pampeana Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía (Argentina)* 105: 52-67.
- GAY C (1862) *Agricultura Chilena*. Vol. I. ICIRA, Instituto de Capacitación e Investigación en Reforma Agraria, 1ª Reedición del Original, 1973. 482 pp.
- GLIESSMAN SR (2000) *Agroecology. Ecological Processes in Sustainable Agriculture*. Lewis Boca Raton, Florida. xxiii + 357 pp.
- GOLDER ASSOCIATES (2006) Diagnóstico de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Copiapó y Proposición de un Modelo de Explotación Sustentable. Golder Associates S.A., Santiago. 129 pp.
- HARTE MJ (1995) Ecology, sustainability, and environment as capital. *Ecol. Economics* 15: 157-164.
- HIDALGO J (1989) Diaguitas chilenos protohistóricos. En: (J Hidalgo, V Schiappacasse, H Niemeyer, C Aldunate & I Solimano, eds) *Prehistoria. Desde sus orígenes hasta los albores de la conquista*: 289- 293. Editorial Andrés Bello, Santiago.
- IGM (Instituto Geográfico Militar, Chile) (1989) *Geografía III Región "de Atacama"*. Colección Geografía de Chile, IGM, Santiago, 1ª Ed. 206 pp.
- INE (Instituto Nacional de Estadísticas, Chile) (1998) *VI Censo Nacional Agropecuario 1997*. INE, Santiago.
- INE (Instituto Nacional de Estadísticas, Chile) (2003) *XVII Censo de Población, año 2002*. INE, Santiago.

- INE (Instituto Nacional de Estadísticas, Chile) (2007) VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal 2007. INE, Santiago. [En línea] <<http://www.censoagropecuario.cl/noticias/07/11/13112007.html#tablas>> [consulta: 13 noviembre 2007]
- MATSON PA, WJ PARTON, AG POWER & MJ SWIFT (1997) Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science* 277: 504-509.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura, Chile) (2006) Lineamientos programáticos de la política agroalimentaria y forestal chilena. Gobierno de la Presidenta Michelle Bachelet Jeria. Minagri, Santiago. 26 pp.
- NAGY KA (1987) Field metabolic rate and food requirement scaling in mammals and birds. *Ecological monographs* 57: 111-128.
- NICHOLLS C (2001) Manipulando la biodiversidad vegetal para incrementar el control biológico de insectos plaga en agrosistemas. En: (J Labrador Moreno & M Altieri, eds) *Agroecología y Desarrollo. Aproximación a los fundamentos agroecológicos para la gestión sustentable de agrosistemas mediterráneos*: 235-246. Mundi-Prensa, Madrid, España.
- NIEMEYER, H, G CASTILLO & M CERVELLINO (1989) Los primeros ceramistas del Norte Chico: Complejo El Molle (0 a 800 d.C.). En: (J Hidalgo, V Schiappacasse, H Niemeyer, C Aldunate & I Solimano, eds) *Prehistoria. Desde sus Orígenes hasta los Albores de la Conquista*: 227- 263. Editorial Andrés Bello, Santiago.
- NÚÑEZ L (1974) *La Agricultura Prehistórica en los Andes Meridionales*. Colección Testimonios, Ed. Orbe, Santiago. 197 pp.
- ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, Chile) & CIREN (Centro de Información de Recursos Naturales, Chile) (2005) *Catastro Frutícola III Región. Principales Resultados*. ODEPA-CIREN, Ograma Impresores.
- PÉREZ N (2004) *Manejo Ecológico de Plagas*. Centro de Estudios de Desarrollo Agrario y Rural-CEDAR, Universidad Agraria de La Habana. San José, La Habana, Cuba. 296 pp.
- PRETTY JN (1995) *Regenerating Agriculture. Policies and Practice for Sustainability and Self-reliance*. Earthscan Publications Ltd., London. 320 pp.
- RODRIGUEZ M (1989) *Geografía Agrícola de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 317 pp.
- RUEGG EF, FR PUGA, MC MARTINS DE SOUZA, MTS UNGARO, M da S FERREIRA, Y YOKOMIZO & WF ALMEIDA (1987) Impactos dos agrotóxicos sobre o ambiente e a saúde. En: (G Martine & R Coutinho Garcia, eds) *Os Impactos Sociais da Modernização Agrícola*: 7: 171-207. Ed. CAETÉS, Sao Paulo, Brasil.
- SAG (Servicio Agrícola y Ganadero, Chile). *Catastro Vitícola Nacional 1997 a 2006*. División de Protección Agrícola, Viñas y Vinos. [en línea] <[http://www.sag.gob.cl/portal/page?\\_pageid=206,63299&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://www.sag.gob.cl/portal/page?_pageid=206,63299&_dad=portal&_schema=PORTAL)> [consulta: 3 octubre 2007]
- SAG (Servicio Agrícola y Ganadero, Chile). *Catastro Vitícola Nacional 2005*. División de Protección Agrícola, Viñas y Vinos. [en línea] <[http://www.sag.gob.cl/pls/portal/docs/PAGE/PG\\_SAG\\_BIBLIOTECA/BIBL\\_INS\\_YPROD/BIBLIO\\_INS\\_VINOS/BIBLIO\\_INS\\_VINOS\\_INFORMES/CATASTRO2005.PDF](http://www.sag.gob.cl/pls/portal/docs/PAGE/PG_SAG_BIBLIOTECA/BIBL_INS_YPROD/BIBLIO_INS_VINOS/BIBLIO_INS_VINOS_INFORMES/CATASTRO2005.PDF)> [consulta: 3 octubre 2007]
- SARANDÓN S (2002) La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El impacto de la agricultura intensiva de la Revolución Verde. En: (S Sarandón, ed) *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable 1*: 23-47. ECA Ediciones Científicas Americanas, Buenos Aires.
- SECRETARIA REGIONAL MINISTERIAL DE AGRICULTURA, REGION DE ATACAMA (2004) *La agricultura regional ante los desafíos del Siglo XXI*. [en línea] <<http://www.atacama.minagri.gob.cl/documentos.htm>> [consulta: 3 octubre 2007]
- SILVA I (2005) Desarrollo económico local y competitividad territorial en América Latina. *Revista de la CEPAL*, 85:81-100.