



**SOCIEDAD CHILENA DE PRODUCCION ANIMAL  
SOCHIPA A.G.**

**DEDICADA AL PROGRESO DE LA CIENCIA PECUARIA**

**SERIE SIMPOSIOS  
Y COMPENDIOS**

**VOLUMEN 3**

**1995**



**SOCIEDAD CHILENA DE PRODUCCION ANIMAL  
SOCHIPA A.G.**

**DEDICADA AL PROGRESO DE LA CIENCIA PECUARIA**

**SERIE SIMPOSIOS  
Y COMPENDIOS**

**VOLUMEN 3**

MESA REDONDA :  
IMPACTO DE LA PRODUCCION  
AGROPECUARIA EN EL MEDIO AMBIENTE  
DE CHILE.

COQUIMBO, 19-20 OCTUBRE, 1995

**1995**

## AGRICULTURA E IMPACTO AMBIENTAL

Juan Gastó G. y Peter Hirsch-Reinshagen B.

Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de  
Agronomía, Departamento de Zootecnia, Cas. 306, Santiago 22

### INTRODUCCION

Hasta mediados del presente siglo, la agricultura de bajo insumo fue el estilo predominante de la mayoría de las regiones y países. En ese entonces diversas circunstancias desencadenaron una tendencia generalizada hacia la agricultura de altos insumos. Entre ellos se tiene el desarrollo de las ciencias agrícolas y de la tecnología, simultáneamente con la industria que produce una amplia gama de herramientas, maquinarias, implementos, productos químicos y variedades de plantas y animales. La amplia oferta tecnológica, conjuntamente con la demanda de productos agrícolas, la existencia de vasta áreas de ecosistemas de alto potencial, la situación favorable de precios de los productos agrícolas y de los insumos y conjuntamente con el desarrollo de una sociedad de opulencia en el primer mundo y de pobreza en el tercero son algunas de las causas que han conducido a la situación presente.

Actualmente, las necesidades y las posibilidades de la agricultura deben plantearse en un contexto diferente del que ha existido hasta ahora, ya que la oferta tecnológica supera los requerimientos y las posibilidades de uso. Existe una necesidad política, económica, social, geográfica, y ecológica de desarrollar una nueva agricultura en todas las regiones del mundo. La complementación de la agricultura de alto insumo con la agricultura de bajo insumo, de las áreas naturales protegidas, el abandono de tierras y de la ocupación de nuevas tierras puede justificarse parcialmente desde un punto de vista ecológico y del cambio global.

El presente trabajo se ha dividido en cuatro partes. En la primera

se presenta un panorama general de la agricultura moderna, indicándose los elementos que la caracterizan. Luego se presentan las características diferenciales de los ambientes de Chile en contraste con los de otros países y regiones. Los problemas ambientales actuales de la agricultura chilena y de su entorno rural en general se indican y caracterizan, conjuntamente con las opciones tecnológicas susceptibles de ser empleadas para su control. En la última parte se discuten las estrategias ambientales que deben aplicarse para alcanzar una agricultura y sustentable.

### AGRICULTURA MODERNA

Desde una perspectiva ecológica y del desarrollo de la civilización, el medio ambiente representa al conjunto de situaciones en las cuales tiene que vivir una criatura (Childe, 1954). No significa solamente el hábitat: viento, frío, calor, humedad, fisiografía montañosa, lagos, ríos, o pantanos, sino también factores del nicho, tales como: la provisión de alimentos y los enemigos naturales. En el caso de los seres humanos, incluye además la posición económica, las creencias religiosas, las tradiciones, costumbres y tecnología, así como a los demás seres humanos.

El ámbito donde ocurre la agricultura es la naturaleza, y se representa por los diferentes ecosistemas que se encuentran en el medio rural. Lo que es normal tiene que referirse en cada ecosistema en relación a sus limitantes y potencialidades. El clima, geoforma, suelo, cubierta animal y vegetal son las variables que describen los niveles a referencia del sistema con el fin de determinar eventualmente lo que es normal. El ámbito, representado por el ecosistema rural donde se desarrolla la agricultura, tiene que ser valorados de acuerdo a su potencial en categorías tales como ecosistemas de alto o de bajo potencial (Cuadro 1).

Cuadro 1. Posibles niveles de input, output y potencial del ecosistema en los distintos sistemas de agricultura (Gastó, Guerrero y Vicente, 1994).

Nivel de input	Potencial del Ecosistema	Nivel de output	Tipo de Agricultura
----------------	--------------------------	-----------------	---------------------

Bajo	Bajo	Bajo	Agricultura sostenible de bajo input ej. buen manejo de pastos, buen manejo de especies, silvestres, Dehesa.
------	------	------	--

Bajo	Bajo	Alto	Agricultura extensiva. No sostenible. ej. explotación intensiva en la selva del Amazonas.
------	------	------	---

Alto	Bajo	Bajo	Agricultura intensiva en ecosistemas de bajo potencial. ej. Cultivo de cereales en áreas marginales de secano.
------	------	------	--

Alto	Bajo	Alto	Agricultura intensiva en ecosistemas de bajo potencial con alto output ej. Cultivos bajo plástico en el desierto.
------	------	------	---

Bajo	Alto	Bajo	Agricultura extensiva en ecosistemas de alto potencial. Ecosistemas infrautilizados.
Bajo	Alto	Alto	Agricultura extensiva. No sostenible.

Alto	Alto	Bajo	Agricultura intensiva de bajo output.
------	------	------	---------------------------------------

Input (insumo) significa insertar o proporcionar energía, masa o información en el ecosistema con el fin de obtener un cierto output (respuesta) o simplemente de mantenerle en un estado dado. Output significa lo opuesto. Tradicionalmente, la agricultura de bajo input ha estado relacionada con ecosistemas de bajo potencial, donde los inputs han sido bajos debido a que la receptividad tecnológica no es tan grande como la de los ecosistemas de alto potencial. Esto también se denomina agricultura extensiva, y ocurre en circunstancias tales como tierras de secano, praderas naturales, sierras, áreas montañosas o ciénegas.

En la mayor parte del mundo templado, la agricultura moderna, en ecosistemas de alto potencial, es intensiva en capital y altamente tecnificada. Se caracteriza por un alto nivel de mecanización, grandes inputs de energía en las modalidades más variadas, tales como mecanización del trabajo, fertilizantes, pesticidas y por una fuerza laboral relativamente pequeña y en declinación. El output, expresado en rendimiento por unidad de área o en eficiencia de trabajo sobrepasa ampliamente los logros alcanzados a través de la historia (Briggs y Courtney, 1991). El desarrollo de la agricultura continuará con tecnologías mejor adaptadas al ambiente, al contexto político y a la institucionalidad (Osten, 1993).

El nacimiento de los sistemas modernos de agricultura puede fácilmente ser trazado a partir del siglo XVI, pero sus raíces se originan con anterioridad, a través de un proceso evolutivo continuado. Cuando se caracteriza la agricultura moderna, deben considerarse los elementos que a continuación se indican.

**a. Desarrollo tecnológico.** Desde mediados del presente siglo el desarrollo agrícola se revitalizó, especialmente con la aplicación generalizada de la revolución verde, de la tecnología disponible y del estado de paz que siguió a la Segunda Guerra Mundial (Winkelmann, 1993). El impulso de la tecnología agrícola fue la etapa final de desarrollo científico y tecnológico que se inició el siglo anterior con las estaciones experimentales, laboratorios de investigación, revolución industrial y en general, el progreso alcanzado en la preparación para la guerra. Las tecnologías desarrolladas, de acuerdo a sus efectos, pueden ser agrupadas en

dos categorías: aquellas orientadas a la intensificación de los rendimientos agrícolas a través del control de los factores de producción y aquellas que permiten el incremento de la eficiencia del trabajo (Ortiz-Cañavate, 1993), que son las siguientes:

- Mecanización
- Mejoramiento animal y vegetal
- Fertilizantes
- Pesticidas
- Prácticas agrícolas
- Estructura del predio

**b. Influencias ambientales.** Los sistemas agrícolas en el mundo templado, relativos a la clase de cultivo, actividad e intensidad de las labores, se basan en los mismos principios agrícolas, utilizan métodos similares y se ven limitados por los mismos factores. Los rendimientos ya no están severamente limitados por el ambiente: principalmente suelo y clima. Estas limitaciones se han visto reducidas por el uso de fertilizantes, laboreo, riego, drenaje, herbicidas e insecticidas. Los factores ambientales influyen a las limitantes y potencialidades que controlan el rendimiento. Estas prácticas, si se aplican en forma continuada, a largo plazo pueden llegar a ser responsables de efectos ambientales negativos.

Durante las décadas recientes el aumento de productividad ha tenido su origen en el aumento de los rendimientos debido a la intensificación de la agricultura y no en el incremento del área cultivada. A partir de 1970 ha existido una tendencia que muestra una reducción consistente de la superficie utilizada..

**c. Efectos de la agricultura en el ambiente.** A largo plazo, aparentemente la agricultura de alto input, daña al medio ambiente y reduce su productividad potencial. Se ha demostrado en numerosos casos que daña al suelo reduciendo la estabilidad de los agregados, aumentando el riesgo de erosión y deteriorando el drenaje interno (MAFF, 1970). En algunos casos la agricultura de alto input aumenta la salinidad, reduce la fertilidad, hace difícil el manejo del suelo e inhibe los rendimientos y la flexibilidad de las labores.

La tecnología agrícola afecta al ecosistema y al medio ambiente en grados diferentes (Vets, 1977); existen algunos métodos agrícolas que son menos dañinos y además reciben menores inputs; sin embargo, a menudo no son de menor productividad. Es posible reducir los efectos ambientales adversos sin socavar sus bases económicas.

**d. Abandono de tierras.** En áreas de baja receptividad tecnológica donde los ecosistemas son frágiles y la relación output-input desfavorable, amplias áreas de tierra están siendo abandonadas. En el contexto las actividades de la Política agraria, esas áreas no son adecuadas para la agricultura. Desde un punto de vista global son parte del sistema agrícola moderno, y en esta forma se reducen las áreas cultivadas.

**e. Áreas naturales protegidas.** A partir de la creación del Parque Nacional de Yellowstone en 1872 hasta la primera mitad del presente siglo, especialmente hasta la década de 1970, grandes áreas de tierra han sido dejadas de lado para la producción animal y de cultivos, así como para otros usos productivos, y han sido destinadas a la recreación, a la protección ambiental y a la aforestación. La protección ambiental a través de las diversas categorías, tales como parques nacionales, reservas de la biósfera, monumentos naturales, refugios de fauna silvestre, áreas naturales, parques naturales o cualquier otra, es un estilo de uso, complementario a otros usos agrícolas (Simon, 1989). La protección puede ocurrir, no sólo en grandes áreas públicas de tierra, sino también en pequeñas áreas de tierra privada, tal como pequeños bosques, vegas húmedas, setos o en general, en cualquier parte de un predio (Miller, 1980).

**f. Estilos de agricultura.** El concepto de estilo de agricultura, de acuerdo al significado dado en Holanda por Ploeg (1992), tiene como premisa básica que cualquiera que sea su ubicación en el tiempo y espacio, la agricultura siempre incluye la movilización de recursos, con el fin de convertirlos en valores específicos. El estilo se refiere a la forma en la cual un productor y su familia estructura en su finca la organización del espacio y la agricultura, simultáneamente con el establecimiento de relaciones con los mercados, tecnología y

recursos naturales. Existen numerosos estilos en el contexto de la agricultura moderna, adaptados a situaciones diferentes y a las preferencias personales: revolución verde, dehesas, ranchos, agricultura orgánica, invernaderos y muchos otros. Cada uno presenta atributos y necesidades de inputs diferentes, así como producen cantidades variables de outputs y de impacto ambiental (Altieri, 1987, Sevilla, 1993, Rockefeller Foundation, 1966. Winkelmann, 1993, Hecht, c. 1985).

**g. Principios ecológicos.** La ecología es una ciencia de desarrollo reciente, a pesar del hecho de que el concepto fue desarrollado durante la segunda mitad del siglo pasado. El mayor desarrollo se logró con posterioridad a la formulación de los conceptos de ecosistema y de la teoría general de sistemas, durante los años treinta y las décadas siguientes, especialmente después de la Segunda Guerra Mundial. Durante los años sesenta, los conceptos ecológicos se introdujeron en la agricultura moderna y durante los setenta, se desarrollaron los conceptos medioambientales. La agricultura moderna tiene una fuerte base ecológica.

Si la agricultura se define en la forma tradicional más amplia, que no sólo incluye las diferentes clases de cultivos y de especies animales, sino que también a los bosques, los sistemas acuáticos, la fauna silvestre, las áreas naturales protegidas, o cualquier otro uso, grado o estilo de artificialización cero, la agricultura moderna no es solamente aquella representada por los cultivos intensivos, sino que también las áreas abandonadas, las áreas naturales protegidas y los cultivos extensivos. El conjunto de todo esto es la agricultura moderna. En este contexto, la agricultura de altos inputs solamente no es la agricultura moderna, ya que no puede existir sin el resto (Figura 1).

La sustentabilidad ambiental y de la agricultura se refiere a la mantención del balance positivo de flujo así como a la capacidad de generar rangos medios o grandes de ingresos basado en la reproducción, evaluación y conservación del capital ecosistémico (Gastó y González, 1992), En el caso de sistemas artificializados se introduce como input masa, energía e información en tanto que los parámetros de volumen (biomasa), tasa de crecimiento y tasa de

circulación deben ser mantenidos en estado de equilibrio. La estabilidad económica debe poder mantener los atributos de armonía y periodicidad de acuerdo al estilo de transformación, La sustentabilidad tiene un costo adicional en relación a la productividad que requiere ser agregado a los costos de productividad (Figura 2). En los sistemas de baja vulnerabilidad este costo adicional es menor que en los de alta. Es por ello que los problemas ambientales son mayores en estos últimos.

Para determinar el grado de sustentabilidad para el desarrollo, se deben considerar cinco factores (Gligo, 1987; Mansvelt y Mulder, 1993):

- coherencia ecológica
- estabilidad socioestructural
- complejidad infraestructural
- estabilidad económico-financiera
- riesgo e incertidumbre

La coherencia ecológica se relaciona con el uso de los recursos naturales según su aptitud. En el largo plazo se requiere mantener la coherencia ecológica para conservar el balance input-output y mantener un estado de equilibrio de la arquitectura y funcionamiento del ecosistema. Los restantes factores son igualmente importantes que el anterior.

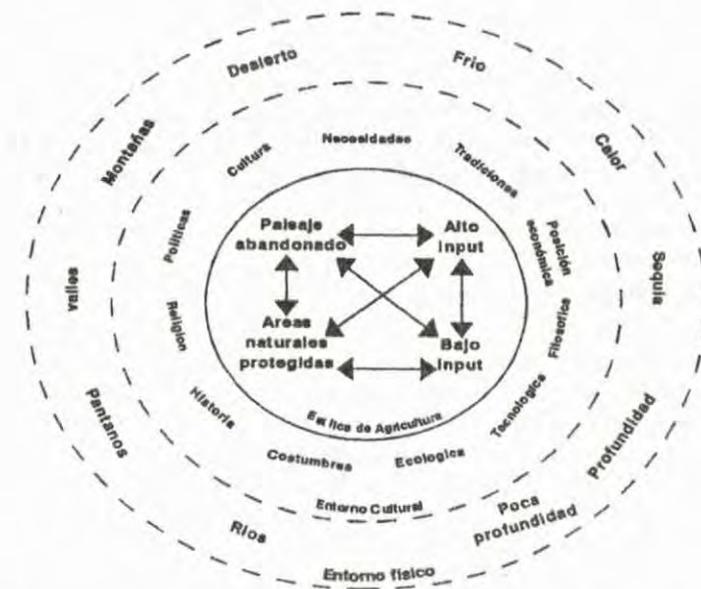


Figura 1. Estilos de agricultura moderna, sus raíces y ámbitos donde tiene lugar.

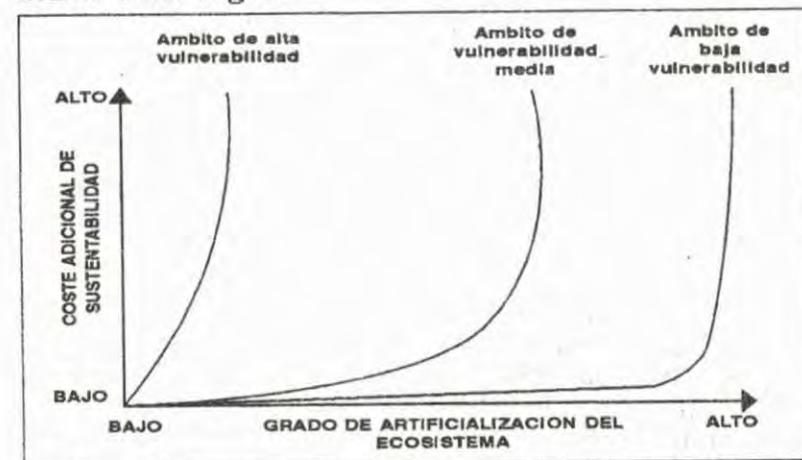


Figura 2. Coste adicional de producción, según el grado de artificialización de diferentes ámbitos ecosistémicos en relación a su vulnerabilidad (Gastó y González, 1992).

## PROBLEMAS AMBIENTALES

Como consecuencia del proceso de artificialización y de las labores agrícolas en general, el ecosistema puede alcanzar un estado diferente del espacio de estado ideal para un ámbito dado. El desarrollo agrícola debe permitir el uso de la tierra de manera de optimizar su productividad sostenida y las condiciones para la vida humana, sin degradar las estructuras básicas del sistema ecológico en condiciones de equidad. Algunos de los impactos ambientales biogeestructurales mas característicos de la agricultura chilena son los siguientes:

**Contaminación hídrica mineral circundante.** Las actividades mineras circundantes a los terrenos agrícolas o a ríos y canales contaminan las aguas con metales pesados y otros compuestos tóxicos, los que luego son utilizados en la agricultura afectando la calidad de los suelos, la productividad primaria y secundaria y la calidad de los productos.

**Contaminación gaseosa y particulada mineral circundante.** Se genera en actividades mineras e industriales circundantes a zonas agrícolas. Afectan a amplios sectores donde las emisiones de  $SO_x$ ,  $NO_x$ , arsénico, lluvia ácida, carbonato de calcio y muchos otros dañan a los cultivos, a la salud y las estructuras tecnológicas del campo.

**Contaminación industrial líquida.** Los desechos industriales líquidos o riles, que se aportan a los ríos y canales que se utilizan para el regadío intoxican la fauna y flora acuática y dañan a las tierras irrigadas.

**Aguas servidas urbanas.** La incorporación de las aguas servidas de las ciudades y pueblos sin un tratamiento previo a la incorporación a los canales de riego, lagos, embalses y cauces naturales, que posteriormente son utilizados en la agricultura son un problema ambiental grave. Afectan además la vida acuática de plantas y animales que requieren oxígeno o que resisten un cierto nivel de nutrientes minerales y sustancias tóxicas disueltas o en suspensión.

**Basuras urbanas.** Se depositan normalmente en espacios rurales sin una planificación adecuada, lo cual genera problemas ambientales de la más variadas naturaleza tal como el desarrollo de plagas de roedores, y de aves que viven en estos habitats y ocupan el nicho generado por los desperdicios. Además se produce escurrimiento de fluentes que contaminan las napas inferiores y escorrentías que alcanzan a los cauces naturales. También se presentan problemas de olores y de deterioro estético del paisaje rural. Se depositan normalmente en las orillas de caminos rurales, en los potreros y tierras de labor o bien en los canales de regadío, drenes o masas de agua.

**Vertederos abandonados.** Los vertederos cerrados continúan emanando gases y percolando líquidos por espacio de décadas. En el país es un problema aun poco conocido y poco explorado que puede ser de gran relevancia, especialmente por la contaminación de aguas subterráneas con sustancias tóxicas especialmente metales pesados.

**Escombros.** Se depositan en los costados de caminos o en la superficie de terrenos agrícolas y áreas naturales transformándose en un habitat para plagas de roedores pequeños. Son un estorbo para las labores, deterioran los ecosistemas y afectan la estética del lugar.

**Incendios de montes y pastizales.** Se producen en lugares donde se acumula forraje seco de verano, no consumido por el ganado durante la primavera, conjuntamente con material leñoso de matorrales y bosques. La combinación de altas temperaturas, existencia de combustible natural, de oxígeno y de vegetación seca es el ambiente ideal para que esto ocurra. Los incendios se producen idealmente en terrenos marginales abandonados de zonas mediterráneas debido a la ausencia de ganado doméstico que consume el forraje existente. También se producen incendios accidentales provocados en los coironales patagónicos y cordilleranos.

**Apertura de nuevas tierras para la agricultura.** En un alto grado este problema ha cesado. Solo continúa en zonas de agricultura

marginal, especialmente en lugares donde se hacen cultivos en terrenos de capacidad de uso forestal, en bosques de protección.

**Erosión.** Es un problema que afecta al suelo destruyendo su estructura, extrayendo los horizontes superficiales o generando cárcavas, los cuales son arrastrados y depositados fuera del ecosistema. Como consecuencia de lo anterior, el suelo deja de funcionar normalmente y sus atributos productivos y de conservación se deterioran. El mecanismo desencadenador puede centrarse en la sobreutilización del recurso, labores de cultivo o en la carencia de prácticas de conservación, originada en el exceso de demanda y presión desde la socioestructura o en el desconocimiento de las normas y prácticas adecuadas de uso del ecosistema..

**Desertificación.** Es el empobrecimiento de los ecosistemas de regiones áridas, semiáridas y subhúmedas por efecto combinado del impacto de las actividades del hombre sobre la biogeoestructura y de la sequía. El mecanismo que desencadena el proceso de devastación de la biocenosis y del edafotopo, está generado en la demanda y cosecha excesiva por parte de la socioestructura. La etapa final del proceso, en su grado mas avanzado, corresponde a un desierto generado por la acción del hombre o Agri deserti. El mecanismo mas importante desencadenador de la desertificación es el sobrepastoreo, el cual en algunos casos se combina con la extracción de leña y con las labores de cultivo.

**Pestización.** Es el incremento exagerado de las plagas de insectos, ácaros, vertebrados, mamíferos y aves y otros grupos de organismos animales como consecuencia de la desarmonización del ecosistema, debido principalmente a la devastación de algunos elementos que constituyen mecanismos cibernéticos de control. La aplicación de pesticidas general el desarrollo de nuevas plagas, por efectos evolutivos de adaptación evolutiva de nuestro ambiente generado por éstos (Gonzalez, 1983).

**Aridización.** Es el incremento agudo de la aridez ecosistémica, generado en la reducción de la capacidad de infiltración y retención de las precipitaciones y de una reducción de la eficiencia hídrica debido principalmente, a la reducción o eliminación del tapiz vegetal

y al deterioro de la estructura de los horizontes edáficos.

**Pérdida de ecodiversidad.** La simplificación de los ecosistemas al uniformizarse el uso de la tierra en grandes áreas, reduce su diversidad beta y gama con todas las consecuencias sobre la flora y fauna del lugar en términos de productividad y estabilidad, además de la calidad de vida de la población.

**Extracción de fuentes de agua.** Es la extracción y secamiento de ríos, quebradas, vertientes, vegas y napas para ser utilizados en otros usos tal como industria, minería, urbanización o para la generación de electricidad. En zonas desérticas, el desvío de las aguas desde el valle hacia su entorno puede significar el desecamiento y despoblamiento de extensos sectores de cultivos y praderas.

**Secado de ríos, esteros y lagos.** Extracción de la totalidad del agua corriente o almacenada para ser transportada a través de ductos artificiales fuera del lugar, eliminando las condiciones ecológicas originales.

**Animales muertos.** Permanecen abandonados sobre terrenos agrícolas con el consiguiente hedor y peligro de contaminación y de enfermedades. La carencia de animales muertos, por otro lado, puede ser un problema ecológico para la preservación de la fauna carroñera tal como buitres, condores, zorros.

**Animales cimarrones.** Gatos y perros alzados constituyen un problema en el campo al atacar ganado doméstico y ser fuente de transmisión de plagas y enfermedades.

**Cementación.** Cobertura de extensas superficies de tierra y vegetación por capas de asfalto, edificios, carreteras u otros que sumergen la biosfera bajo un tapiz inerte que inhibe su expresión ecológica natural.

**Desubicación.** Es la ubicación de estructuras fuera de lugar, tal como muy cerca o muy lejos o bien muy alta o muy baja, en relación a otros elementos de referencia donde se localiza el observador o el

receptor.

**Invasión de terrenos agrícolas.** Extensas áreas agrícolas están siendo invadidas por ciudades, pueblos, industrias, galpónes, caseríos, vertederos, plantas de tratamientos de aguas servidas, ductos de combustibles, plantas hidroeléctricas, torres de alta tensión, carreteras, minas, cementerios y muchos otros, que sin un estudio previo son arrasadas e incorporadas a otros usos.

Entre los impactos socioestructurales se tiene:

**Tensiones.** El incremento de las probabilidades de fracaso o riesgo de los individuos o de la población, genera tensiones síquicas que afectan la socioestructura e inciden consecuentemente en la tecnoestructura y artificialización de la biogeoestructura.

**Pérdida de condiciones de ocio y recreación.** El desarrollo de la biogeoestructura, tecnoestructura y socioestructura genera condiciones adversas para la recreación o el ocio de la población. La escasez de espacios naturales adecuados para la recreación dificulta las opciones espacio-temporales de recreación y ocio.

**Antropización del medio antrópico.** El hombre primitivo evolucionó en un medio diversificado de animales, plantas y recursos abióticos. El medio natural del hombre es la naturaleza y no otros hombres, lo cual al ocurrir en exceso, le provoca efectos síquicos de naturaleza conocida. Ello unido a la tecnoestructura genera un ambiente distinto al de la naturaleza donde evolucionó la especie, lo cual, unido a la gigantización urbana que hace cada vez más inaccesible la naturaleza, genera enfermedades socioestructurales complicadas.

**Consumismo.** Necesidades exageradas de bienes, lo cual genera una demanda excesiva de elementos provenientes de la biogeoestructura. Está estrechamente relacionado con otras enfermedades de la socioestructura.

Entre los impactos espaciales se tiene:

**Hacinamiento.** Concentración excesiva de la población en algunos lugares.

**Despoblamiento.** Ausencia de asentamientos donde el ecosistema presenta condiciones favorables de receptividad poblacional o donde se requiere población para desarrollar el ecosistema.

**Atochamientos.** Falta de movilidad en el traslado de población desde un espacio a otro.

**Cercados.** Muros artificiales de separación entre las personas o grupos periurbanos, urbanos o rurales, tales como: rejas, tapias, pircas, cercas, puertas, calles y otras, que producen división artificiales o al ser mal hechas dividen inconvenientemente el espacio.

Entre los problemas tecnoestructurales se tiene:

**Gigantización.** Estructuras tecnológicas y prediales excesivas en relación al sitio y a la posición y tamaño de la cuenca y a la organización del espacio como medio ambiente humano.

**Miniaturización.** Estructuras tecnológicas insignificantes en relación a la posición y al tamaño de la cuenca y a la organización del espacio urbano como medio ambiente humano, lo cual se representa en falta de cercos, corrales, represas y otras estructuras.

**Ruido.** Es cualquier sonido indeseable tal como bocedores callejeros, ladridos de perros, bocinas de vehículos, alarmas, motores sin silenciador, música estridente, industrias, disparos y aviones.

**Contaminación visual.** Es la presencia de estructuras o de mensajes indeseables en las paredes y lugares no adecuados, tal como la propaganda visual en espacios naturales.

**Deformación espacial.** Se origina en la subdivisión de la tierra por razones ajenas a su ordenamiento ecológico, productivo y estético. Las causas de esta deformación puede ser divisiones por herencia,

loteos, asentamientos humanos, incorporación de tecnologías viales, adquisición de otras propiedades, etc.

**Fragmentación espacial.** Subdivisión de la tierra en propiedades más pequeñas que no constituyan unidades viables para fines productivos, ecológicos y estéticos. Un ejemplo de esto es el minifundo.

**Contaminación por fertilización mineral.** La fertilización mineral de tierras de cultivos y de pastizales naturales y cultivados, en cantidades elevadas puede ser excesiva y contaminar las napas subterráneas y los cauces de agua además de lagos y represas. El problema es mayor cuando se trata de extensos valles de tierras fértiles.

**Deyecciones de animales a pastoreo.** Los desechos animales sólidos y líquidos, devueltos al pastizal pueden generar exedentes de nitratos y fosfatos que se lixivian o escurren hacia los cauces de agua del entorno. Este fenómeno se presenta en los valles fértiles donde las dosis de fertilizantes son excesivas o donde se suplementa intensamente la dieta de ganado. El problema ocurre cuando la generación de exedentes orgánicos sobrepasa la capacidad de almacenamiento y asimilación del ecosistema.

**Hormonas animales.** Son productos bioquímicos que se aplican al ganado para estimular su apetito, su crecimiento o cualquier otra causa. Puede afectar la calidad del producto obtenido para el consumo humano.

**Efluentes de ensilaje.** Es una de las causas más importantes de contaminación de las aguas en las regiones templadas de Europa. El valor de BOD<sub>5</sub> alcanza a 200 veces el de las aguas servidas. Ocurre en silos mal diseñados donde no se tiene las facilidades de recolección y almacenamiento necesarios para evitar la contaminación de las aguas (Cuadro 2).

**Desechos de animales confinados.** Son las sustancias originadas en edificios y corrales, las cuales al alcanzar al suelo, agua o aire, pueden causar contaminación. Se clasifican de acuerdo al tipo de

animal y a su forma física en líquidos, sólidos y semi-sólidos. Los riesgos de contaminación pueden ocurrir en las etapas de: recolección, almacenamiento o de aplicación, siendo mayor en los sistemas líquidos.

**Combustibles y lubricantes para la agricultura.** Son sustancias altamente contaminantes que cuando se derraman pueden generar serios problemas al suelo y al agua. Con frecuencia se generan problemas de esta naturaleza.

Cuadro 2: Niveles típicos de niveles de BOD<sub>5</sub> (Code y Good Agricultural Practice, 1992).

Sustancia contaminante	BOD <sub>5</sub> mg. l <sup>-1</sup>
Leche	140000
Efluentes de ensilaje	30000 a 80000
Efluentes líquidos del estiércol	10000 a 20000
Purines del ganado	10000 a 20000
Lavado de establos y corrales	1000 a 2000
Lavado de vegetales	500 a 3000
Efluentes domésticos sin tratar	300 a 400
Efluentes domésticos tratados	20 a 60

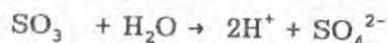
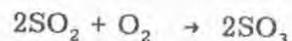
**Pediluvio.** Numerosos problemas ambientales ocurren debido a la manipulación descuidada y a la evacuación del líquido del pediluvio. Si se derraman al agua corriente o a lagunas y charcos, aun en pequeñas cantidades, puede ocasionar la muerte de los invertebrados y peces. Mas peligroso aún es la contaminación del agua de bebida.

**Leche derramada.** No es uno de los contaminantes más comunes,

pero cuando ocurre es uno de los más perjudiciales pues presenta un  $\beta\text{OD}_5$  tres a cinco veces superior a los efluentes de ensilaje. Ocurre en plantas lecheras y en lecherías, especialmente cuando se deteriora el producto y luego se deposita en los cauces de agua o en estanques.

**Quema de rastrojos.** Puede ser un contaminante atmosférico grave donde las masas de aire no circulan o en las cercanías de asentamientos humanos. Existen regulaciones que prohíben este proceso en circunstancias específicas.

**Lluvia ácida.** La disolución de  $\text{CO}_2$  en la lluvia deprime el pH debido a la formación de ácido carbónico pudiendo bajar desde 7,00 a 5,65. El dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) y los óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) son absorbidos por la lluvia produciéndose la siguiente reacción.



Con un pH de 2 a 6 con promedios anuales de 4 a 5. Luego estas aerosoles ácidos son depositados en cantidades significativas sobre los ecosistemas terrestres y acuáticos causando la muerte de extensas áreas. El proceso está relacionado con industrias que emiten gases derivados de la combustión de carbón y petróleo. Estos gases pueden viajar a cientos de km. de distancia de la fuente de emisión donde contaminan las lluvias (Vermeulen, 1978).

**Partículas sólidas.** Pueden tener varios orígenes tales como procesos industriales de combustión donde además de las partículas en sí pueden contener otras sustancias que dañen a la vegetación y al ganado. Un caso frecuente de contaminación es el polvo de los caminos rurales no estabilizados que se deposita sobre los cultivos, praderas o bosques afectando su fotosíntesis y el intercambio gaseoso y generando un hábitat ideal para plagas.

**Basuras caseras.** Deposición de basuras provenientes de los asentamientos rurales en condiciones donde no existe recolección

domiciliaria sin vertederos organizados.

**Sedimentación.** Como consecuencia de la erosión y desertificación se generan procesos de sedimentación que dañan los ductos de conducción del agua de riego y de bebida, concluyendo en un mayor costo de mantención o inutilizando las estructuras.

**Anegamiento.** Como consecuencia del mal manejo del suelo se produce una pérdida de su estructura que puede concluir en la generación de procesos hidromórficos y de anegamiento de extensas áreas.

## PARTICULARIDADES AMBIENTALES DE CHILE

Los problemas ambientales de Chile adquieren diversas características que los que se presentan en otros países o continentes. Numerosos condicionantes culturales, demográficos, ecológicos, climáticos y geomorfológicos hacen que así sea (Gastó, 1992).

Como fenómenos ecológicos, las Cordilleras de Los Andes y de la Costa deben relacionarse con las tierras bajas que la circundan. Su efecto ecológico es mayor en la medida que el relieve orográfico y los extremos climáticos se contrastan e integran con las regiones vecinas. Dado sus posiciones norte-sur y el rango latitudinal de las tierras bajas circundantes que van desde las ecorregiones desérticas a las nivales, la integración orográfica-climática, adquiere expresiones diferentes, todo lo cual se expresa en el contexto de la geoecología de montaña (Troll, 1958).

Los cambios altitudinales abruptos dan como resultado un gradiente altitudinal de ecozonas con rangos límites, que van desde los bosques lluviosos y desiertos en los extremos inferiores hasta la nieve y hielo en el extremo superior. Los efectos ambientales de los diversos inputs que se apliquen al sistema difieren de acuerdo a las características del entorno, produciéndose una amplia variedad de

situaciones y problemas.

La predominancia de geofformas abruptas y de climas extremos hace que los procesos morfogénicos del suelo predominan sobre los pedogénicos, presentando suelos inmaduros e indeferenciados con desarrollo biogeográfico reciente. En estas circunstancias, los impactos ambientales tienden a ser de menor duración.

El escenario variado del país, en lo que respecta a geofformas, climas, suelos, vegetación y fauna estimula la diversificación del uso de la tierra, del desarrollo tecnológico y de de la organización socioantropológica. Los impactos ambientales, por lo tanto, se producen en pequeña escala y no tienen el efecto combinado y multiplicado de la gran escala, tal como ocurre en algunas regiones desarrolladas del Viejo Mundo.

Los espacios pequeños de planos y depresiones, se intercalan con montañas, cerros y lomas, además de lagos, ríos y mar. En estas circunstancias el efecto de borde es mayor, lo cual favorece la bio y ecodiversidad. La capacidad de uso de la tierra es diferente en cada uno de estos ambientes, y el impacto ambiental potencial de un fenómeno cualquiera también varía.

Los lugares donde se puede aplicar altas intensidades tecnológicas son escasos, y ocurren en los suelos de mayor potencial productivo. Existen en cambio, amplios sectores de bajo potencial productivo y de alta vulnerabilidad que deben ser mantenidos con una cubierta vegetal protectora.

Los ríos que cruzan el país son de corto recorrido; nacen en la Cordillera de Los Andes descienden al llano central y luego de cruzar la Cordillera de la costa llegan al mar. La alta pendiente hace que las aguas fluyan rápido y se oxigenen intensamente. Es por esto, que el impacto ambiental es proporcionalmente menor que el que ocurre en otras regiones desarrolladas con ríos de largo recorrido y de aguas lentas, que atraviesan por numerosos países y poblados.

## TECNOLOGIAS AMBIENTALES DISPONIBLES

Las medidas correctivas deben plantearse en un contexto globalizador que contemple simultáneamente tanto los aspectos ecológicos de la organización y funcionamiento de la naturaleza como la dimensión socioeconómica de la población que hace uso del recurso y de las opciones tecnológicas (Vladimirov e Istomin, 1987). Las acciones que se apliquen deben permitir detener los procesos que conducen al deterioro ambiental dentro de lo cual se tiene la tecnología aplicada al sistema, la cual con frecuencia es incompatible con su fragilidad inherente. La causa inmediata, sin embargo, no es usualmente de naturaleza tecnológica sino que se presenta asociada a problemas sociales de requerimiento de los recursos existentes en estas regiones sin establecer previamente restricciones de intensidad y frecuencia de utilización. La presión social se expresa con frecuencia en requerimientos económicos de la población la cual se ve forzada a hacer un uso indiscriminado y excesivo de los recursos del sistema ecológico.

De acuerdo con las características socioeconómicas de la región, problemas ecológicos similares adquieren dimensiones diferentes. En las regiones sobrepobladas, donde la demanda de recursos sobrepasa el potencial productivo del sistema, la presión social desencadena su sobreutilización, lo cual se presenta asociado con los procesos degradativos subsecuentes. En las regiones excedentarias, en cambio, el problema es opuesto. En la actualidad se trata de pasar desde una situación de sobreutilización a una subutilización o de no uso, tal como ocurre en las naciones económicamente más desarrolladas. Mabbut (1987) plantea diez medidas correctivas contra el deterioro ambiental relativas a:

- Manejo del agua
- Recuperación de praderas deterioradas
- Conservación de suelos
- Combinación de anegamiento y salinización de tierras regadas
- Regeneración y mantenimiento de la cubierta vegetal

Conservación de plantas y animales  
Combate de la dimensión social y económica  
Medidas para reducir riesgos  
Desarrollo de ciencia y tecnología a nivel local  
Creación de conciencia pública y canales participación

Existe actualmente una amplia gama de tecnologías aplicables al manejo y desarrollo de las regiones donde el deterioro ambiental es generalizado. Las causas del deterioro no deben buscarse en la tecnología en sí, sino en el mal uso que se ha hecho de ella y de la sobreexplotación del recurso.

La tecnología del agua ha alcanzado gran desarrollo a través de la hidráulica y de las técnicas de riego convencionales. Actualmente es posible resolver técnicamente con rigor y sistemática cualquier problema de riego. En relación con las aguas de escurrimiento existe abundante literatura sobre microcuencas, poceo, reguladores de aguas de escorrentía, sistemas de distribución en cultivos temporales de secano y desparramadores de agua en praderas de secano (Vallentine, 1971). La tecnología aplicable a problemas de drenaje y de lavado de suelos salinizados es también conocida. Existen conocimientos de ingeniería y de química de suelo que permiten calcular y resolver estos problemas.

Hasta hace poco tiempo, el agua era un recurso renovable y desechable. Actualmente se sabe que es un recurso limitado de alto costo, razón por la que se busca reutilizarla. Son muchos los sistemas existentes, para la reutilización de aguas servidas, los que para su uso deben adaptarse a las condiciones existentes en el lugar en que se desean aplicar. La tendencia actual es entregar aguas limpias a los cursos naturales superficiales, pudiendo usarse para ello sistemas biológicos (microorganismos, plantas) o químico-físicos (floculación, decantación). En muchos de estos procesos subsiste el problema del tratamiento de los productos decantados, los que a su vez pueden tener diversas aplicaciones como abonos o alimentos para animales.

En relación con el germoplasma para la revegetación de áreas degradadas, los bancos existentes actualmente contienen especies,

variedades y ecotipos susceptible de ser empleados en la recuperación de los ambientes más diversos. La genética y la biotecnología complementan lo anterior y permiten desarrollar nuevas especies y variedades mejor adaptadas a la solución de problemas de desertificación. Numerosas empresas en todos los continentes se dedican a la venta de germoplasma nativo y mejorado y disponen de estudios y de literatura donde se describe su adaptación.

La tecnología de establecimiento de estas especies permite recuperar con técnicas convencionales o con tecnologías mecánicas más sofisticadas cualquiera de los ecosistemas deteriorados. Existen implementos de todos los tamaños, que permiten llevar a cabo programas de pequeña o gran escala. La tecnología de manejo de praderas proporciona las herramientas científicas y aplicadas que permiten organizar al ecosistema como un recurso productivo sostenido.

El manejo de los bosques, matorrales y estepas también es bien conocido, pues tiene sus bases en la silvicultura y en la ecología. La cosecha indiscriminada de leña y madera, simultáneamente con el sobrepastoreo y los cultivos intercalados, deja el suelo sin protección. El manejo del recurso con prácticas convencionales permite revertir el proceso. Para ello, con frecuencia es suficiente ordenar la cosecha de fitomasa. Con técnicas silvícolas y pascícolas más sofisticadas la recuperación puede ocurrir en períodos breves.

Las técnicas de conservación de suelos permiten acelerar procesos de recuperación, especialmente cuando se trata de procesos agudos. Entre estos merecen destacarse los cultivos en fajas, curvas de nivel, terrazas, nivelación de terrenos y gaviones. Su uso se concentra en áreas pequeñas o en sectores agudos de deterioro, donde es necesario aplicar tecnologías duras de recuperación.

En sectores donde la fauna silvestre de caza y pesca es de gran desarrollo y valor, la presión de caza es normalmente excesiva, lo cual devasta al sistema del recurso. La tecnología de manejo de poblaciones animales y las bases ecológicas del ecosistema y de las poblaciones permiten recuperar la población hasta niveles incluso

superiores a los originales. La producción de productos animales en los ambientes marginales de caza logra usualmente superar en ambientes similares lo que se obtiene con la ganadería convencional.

El desarrollo de áreas silvestres protegidas tales como parques nacionales, reservas forestales de áreas de protección en general, son medidas complementarias de conservación de recursos y en ocasiones de lucha contra la desertificación y el deterioro ambiental en general (FAO y PNUMA, 1988).

El concepto de uso múltiple fue formalmente establecido en 1960 como resultante de numerosas influencias, tradiciones en 1960 como resultante de numerosas influencias, tradiciones y conceptos relacionados con filosofía, religión, economía, equidad, matemáticas, ciencias ambientales, sociología y cultura. La resultante fue la Ley de Uso Múltiple Sostenido promulgada en junio de 1960 por el Congreso de los Estados Unidos. Esto significa que el uso y la gestión de todos los recursos renovables superficiales debe realizarse en la combinación que mejor se ajuste a las necesidades de la gente, sin dañar la productividad de la tierra y su conservación (Lynch, 1992).

**Basura**, es un término muy amplio y generalmente se tiende a pensar sólo en aquellas materias que se recogen periódicamente de las residencias domiciliarias en los centros urbanos. Se olvidan así otros productos o sustancias que están aumentando su volumen en forma constante: residuos de poda de árboles y de jardines, enseres domésticos incluidos los que se asimilan bajo línea blanca, envolturas de productos comerciales (prendas de vestir, alimentos, electrónica), chatarra, neumáticos, electrónica, escombros, residuos industriales, medicinas, pilas, por nombrar solo algunos. Existe actualmente un desarrollo tecnológico amplio en lo relativo a la construcción, localización y manejo de vertederos de manera de no ocasionar daño ambiental.

Los sistemas de información geográfica (SIG) permiten describir el territorio desde una perspectiva ambiental y organizar una base de datos de las variables y parámetros relativos al tema. El problema ambiental es fundamentalmente un problema de ordenamiento

territorial, lo cual con la tecnología existente pueden describirse y cuantificarse los problemas y planificarse su control y mitigación.

Las tecnologías de evaluación económica y social complementan este cuadro. El costo que se incurra en la lucha contra el deterioro ambiental debe estar compensado con el beneficio económico y social que se logre. Algunas técnicas económicas distorsionan el resultado favoreciendo el corto plazo en desmedro del largo plazo. En algunos análisis pueden ignorarse las externalidades y evaluarse sólo las internalidades.

La organización actual de la investigación en ciencia y tecnología agropecuaria permiten además desarrollar cualquier tecnología que se requiera para complementar a las ya existentes. El problema sustantivo no es por lo tanto el de las disponibilidades tecnológicas sino el de la capacidad de hacer un buen uso de la tecnología existente para lo cual obviamente se requiere del contexto social, económico y cultural compatible con el uso de la tecnología.

## BIBLIOGRAFIA

1. Briggs, D. and F. Courtney. 1991. Agriculture and environment. Longman Scientific and Technical, Essex, U.K.
2. Code of Good Agricultural Practice. 1992. Prevention of environmental pollution from agricultural activity. Committee of the Scottish Farm Waste Liaison Group, Scottish Office Agriculture and Fisheries Department (SOAFD). Edimburgo.
3. Childe, U.G. 1954. Los orígenes de la civilización. Breviarios. Fondo de Cultura Económica. México. D.F.
4. FAO y PNUMA. 1988. Manual de planificación de sistemas nacionales de áreas silvestres protegidas en América Latina. Oficina Regional FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.
5. Gastó, J. 1992. Aproximación agroecosistémica. En: Centro Internacional de la Papa. El agroecosistema andino: problemas, limitaciones, perspectivas. Anales del Taller Internacional sobre el Agroecosistema Andino, Lima. Marzo 30-Abril 2. p.31-49.
6. Gastó, J. y C. González. 1992. Interpretación ambiental de la expansión de la agricultura intensiva en Chile: el caso de frutícola. Banco Interamericano de Desarrollo (BID) e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). September, 1992. Washington, D.C.
7. Gastó, J., J.E. Guerrero y F. Vicente. 1994. Bases ecológicas de los estilos de agricultura y del uso múltiple. Curso: Hacia un Nuevo Sistema Rural. Universidad Antonio Machado. Baeza, Jaen. España.
8. Gligo, N. 1984. Los factores críticos en la sustentabilidad ambiental del desarrollo agrícola. Revista Comercio Exterior 40: 1135-1142. México.
9. González, R. 1983. Manejo de plagas de la vid. Universidad de Chile. Ciencias Agrícolas. 10:115.
10. Hecht, S.B.c. 1985. La evolución del pensamiento agroecológico. Mimeografiado. Santiago, Chile.
11. Lynch, D. 1992. Readings in multiple-use. En: Uso Múltiple del territorio, sistemas agrosilvopastorales. ETSIAM-Junta de Andalucía. Córdoba.
12. Mabbutt, J.A., 1987. A review o progress since the UN Conference on desertification. Desertification Control Bulletin, 15: 12-23.
13. MAFF, 1970. Modern farming and the soil. HM50. Agricultural Advisory Counsel. London. UK.
14. Mansvelt, J.D. Van and Mulder, J.A., 1993. European features for sustainable development. Conference on "New strategies for sustainable rural development". Gödöllő University of Agricultural Sciences. Gödöllő. March 1993.
15. Martínez, J. (ed) 1982. Educación ambiental. Hacia el desarrollo de una conducta ecológica en Chile. Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación. Santiago.
16. Meeus, J., J.D. van der Ploeg and M.Wijerman. 1988. Changing agricultural landscape in Europe. IFLA Conference. Rotterdam.
17. Miller, K. 1980. Planificación de parques nacionales para el ecodesarrollo en Latinoamérica. Fundación para la Ecología y el Medioambiente (FEPMA), Madrid.
18. Ortiz-Cañavate, J. 1993. Las técnicas agrícolas del futuro: maquinaria, labores y riego. En: Cubero, J.I. and M.T.Moreno. La agricultura del siglo XXI: 213-221. Mundí-

Prensa. Madrid.

19. Osten, A. von der. 1993. El CGIAR: Retos actuales y futuros. En: Cubero, J.I. and M.T. Moreno. Eds. la agricultura del siglo XXI.: 225-242. Mundi-Prensa. Madrid.
20. Ploeg, J.D. van der. 1992. Styles of farming: an introductory note on concepts and methodology. En: Haan. H. de and J.D. van der Ploeg (eds). "Endogenous regional development in Europe: theory, method and practice. "Proceedings of the ICERES/CAMAR seminar, Universidad de Tras-os-Montes, Vila Real, Portugal. Noviembre 4-5, 1991. pág. 1-27.
21. Rockefeller Foundation. 1966. Program in the agricultural sciences. Annual Report 1965-1966. Rockefeller Foundation. New York.
22. Sáez, B. y R. Abeliuk. 1984. Calidad del agua y del aire. Escuela de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Hidráulica. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago.
23. Sevilla, E. et al. 1993. The role of farming systems research and extension in guiding low input system toward sustainability: an agroecological approach for Andalucía. First European Convention on Farming System Research and Extension. Edimburg. 6-9 October 1993.
24. Simon, g. 1989. La relation entre espaces naturels, espaces proteges et a proteger: les termes d'un polemique. En Supervivencia de los espacios naturales. Casa de Velásquez. Secretaría Técnica, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
25. Soler, F. (ed) 1985. Medioambiente en Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago.
26. Vallentine. J.F., 1971. Range development and improvement.

Brigham Young University Press.

27. Vermeulen, A.J. 1978. Acid precipitation in the Netherland. Env. Sci. Tech. 12(9): 1016-1021.
28. Viets, F.G. 1977. A perspective on two centuries of progress in soil fertility and plant nutrition. Soil Science Society of America Journal 41: 242-249.
29. Vladimirov, V.V. y Istomin, S.A., 1987. Elaboración de los programas integrales del desarrollo económico de las zonas áridas. En Colonización de los territorios áridos y lucha contra la desertificación: enfoque integral (PNUMA) Centro de Proyectos Internacionales. CKNT, Moscú.
30. Welsh Office Agriculture Department. 1992. Code of good agricultural practice for the soil protection. Ministry of agriculture, 1995. La función del municipio en sistema de evaluación del impacto ambiental de proyecto. Serie Documentos Tecnicos. Santiago.
31. Winkelmann, D.L. 1993. La revolución verde: sus orígenes, repercusiones, críticas y evolución. En: Cubero, J.I. and M.T. Moreno. Eds. La agricultura del siglo XXI.: 35-45. Mundi-Prensa. Madrid.