



CIFCA/SA/SERNA/82  
Madrid, 8-12 Febrero 1982

SEMINARIO SOBRE RECURSOS NATURALES  
BOSQUES, ZONAS HJMEDAS Y ZONAS ARIDAS Y SEMIARIDAS

PUNTO 3.3.

Las zonas áridas y semiáridas

Documento n° 9

Preparado por:

Prof. D. Juan Gastó  
Catedrático de Ecología

LAS ZONAS ARIDAS Y SEMIARIDAS  
DE AMERICA LATINA

SITUACION ACTUAL Y PLANTEAMIENTO DE DESARROLLO

JUAN GASTO C.

SEMINARIO SOBRE RECURSOS NATURALES

CIFCA

MADRID, ESPAÑA

8 al 12 de Febrero, 1982

## CONTENIDO

Introducción	1
Las zonas áridas y semiáridas	2
Descripción	2
Llanos	5
Guajira	5
Cerrado	5
Caatinga	6
Chaco	6
Monte	6
Puna	7
Desierto de Atacama	7
Desierto de neblinas o Lomas	8
Patagonia	8
Mediterráneo	8
Chihuahua	10
Sonora	11
Planteamiento del problema	12
Estado actual	17
Experiencias y soluciones	17
Puna	17
Desierto de Atacama	18
Oasis y valles del Desierto	19
Desierto costero de neblinas	19
Pampas del desierto de Atacama	20
Chaco	22
Monte	23
Mediterráneo	25
Patagonia	28
Opciones	30
Desertificación y desarrollo	39
Soluciones	47
Ambito temático	47
Ambito geográfico	48
Estrategia de desarrollo	49
Bibliografía	51

## INTRODUCCION

Los recursos naturales de las zonas áridas y semiáridas constituyen un alto porcentaje del medio ambiente natural que rodea al hombre o del cual usufructa. El crecimiento de las naciones y el mejoramiento de la calidad de vida, buscado por la población, especialmente durante las últimas décadas, ha sido una de las causas principales de la ocupación, cada vez más intensiva, de las zonas áridas y semiáridas, las cuales originalmente eran consideradas como marginales. La dependencia del hombre, en esta forma, se ha tornado cada vez más dependiente de estas regiones, lo cual ha conducido a la búsqueda de soluciones que conduzcan a un mejoramiento del medio ambiente en general, y de los recursos naturales en particular como un mecanismo de transformación y mejoramiento del ecosistema.

La literatura existente en la actualidad, en relación a las zonas áridas y semiáridas es abundante y variada. En el presente trabajo se ha relacionado aquella que dice relación en la descripción, problemas y soluciones relacionados con la región, con el objeto de contar con los antecedentes básicos que permitan detectar y definir las prioridades futuras de capacitación, difusión e investigación de las instituciones regionales relacionadas con el tema.

El estudio ha sido dividido en tres partes. En la primera se describen las principales zonas áridas y semiáridas de la región, destacándose las características principales de las limitantes propias a cada una. Se plantea, además, en forma abstracta, el significado ecosistémico de las zonas áridas. En la segunda parte del estudio se presenta una revisión somera del estado actual de la investigación sobre las zonas áridas de la región, tanto en lo referente a las experiencias que se realizan como a las soluciones alcanzadas. Luego se analizan las causas de los problemas propios de las zonas áridas y se plantean las opciones, a través de un análisis de los diversos estilos de utilización de los recursos naturales y de su evolución a través de los tiempos. En el mismo capítulo se analiza el proceso sistemogénico del ecosistema tanto en un aspecto degradativo o de desertificación que conduce al agri deserti como en lo referente al mejoramiento o desarrollo.

En la última parte de éste estudio se analiza la resolución de los problemas de los recursos naturales de las zonas áridas, consideradas, desde un ángulo temático general. Ello constituye la base sobre la cual se plantean las prioridades de capacitación, investigación y difusión, lo cual constituye el objetivo primordial del Seminario, que pretende realizar un análisis de la situación actual y perspectivas de aprovechamiento de los recursos naturales del árido, en beneficio del hombre.

## LAS ZONAS ARIDAS Y SEMIARIDAS

Descripción

Las regiones incluidas en el presente acápite se caracterizan por presentar condiciones áridas o semiáridas durante el año, o al menos durante algunas estaciones críticas para el desarrollo y crecimiento de la vegetación (Figuras 1 y 2). En sentido estricto, algunos de ellos no corresponden, necesariamente, a zonas áridas, pero en la práctica presentan limitantes hídricas prioritarias que afectan en alguna forma la productividad y estabilidad del ecosistema, simultáneamente con alterar las condiciones de vida de la población (UNESCO, 1977). Estas regiones representan un escenario con restricciones pronunciadas para el desarrollo del hombre y la mantención de estándares de calidad de vida compatible con los niveles que usualmente se consideran como ideales (Hueck y Seibert, 1972).

Las limitantes que caracterizan a las regiones indicadas en el presente capítulo, aún cuando son difíciles de obviar, pueden llegar a eliminarse. El desarrollo alcanzado durante los últimos años entrega información adecuada para el desarrollo de la región y el mejoramiento de la calidad de vida de la población. La resolución de los problemas de éstas zonas, requiere de conocimientos específicos, aplicados dentro de un contexto diferente al del mejoramiento y manejo de recursos naturales en ambientes sin limitantes hídricos.

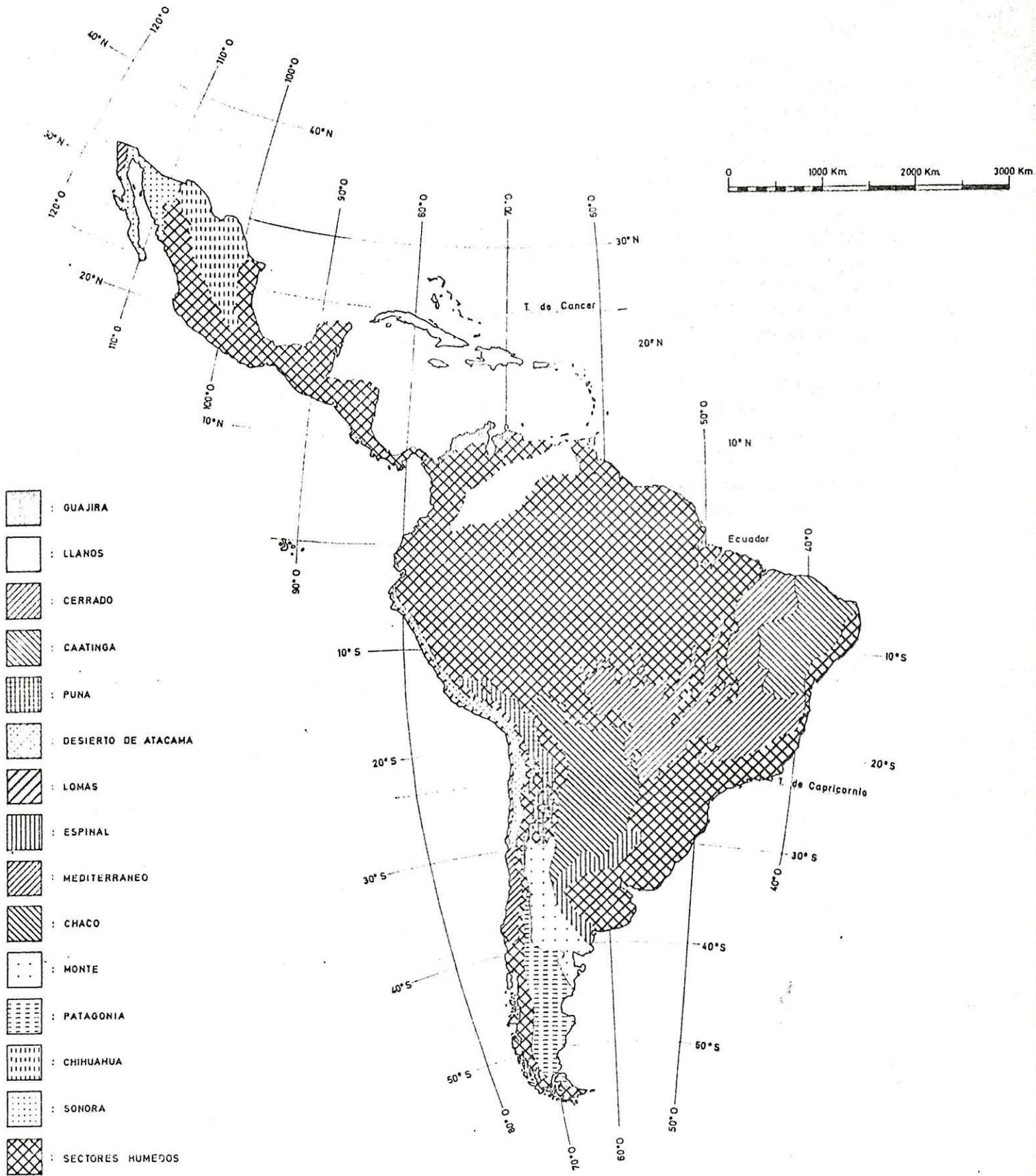


Figura 1. Regiones naturales áridas y semiáridas de América Latina. Las regiones incluidas, durante todo el año o parte de él, presentan condiciones áridas o semiáridas. Según Cabrera y Willink, 1973 y otras fuentes.



se encuentran indicadas en el estudio de Venezuela y Colombia. El clima se caracteriza por una alta humedad con alta evaporación (Willink, 1973). Los llanos se caracterizan por ser planos, con pendientes, copiosos de una forma o aliter aliter de árboles; el suelo en algunas zonas es muy fértil que hace más difícil durante la estación de lluvias el déficit hídrico.

de octubre y la temperatura...

algunos...

potencial...

relación...

Figura 2. Precipitación total anual en América Latina.

## Llanos

Se encuentra, ubicada en el extremo norte de Sudamérica, en Venezuela y Colombia. El clima se caracteriza por presentar una estación seca alternada con otra extremadamente lluviosa (Cabrera y Willink, 1973).

Los llanos se caracterizan por su fisiografía plana, de ínfima pendiente, cubiertos de una alfombra continua de gramíneas con ejemplares aislados de árboles y arbustos. Durante la temporada de lluvias, el suelo en algunos sectores, se cubre de una capa delgada a gruesa de agua que hace más difícil el crecimiento de las plantas, en tanto que durante la estación seca el crecimiento se reduce a un mínimo debido al déficit hídrico.

## Guajira

Se ubica en las costas del mar Caribe en el norte de Colombia y de Venezuela. Las precipitaciones se concentran durante los meses de octubre y noviembre, en medias anuales que alcanzan a sólo 400 mm. La temperatura media es de 28°C (Cabrera y Willink, 1973).

La vegetación característica está dominada por cactáceas columnares y arbustos a achaparrados, propios del ambiente árido en que se desarrollan.

## Cerrado

La región natural del cerrado se localiza en un planalto de altitud fluctuante entre 500 y 1000 metros, cubriendo un área de doscientos millones de hectáreas. La precipitación media del lugar corresponde a un rango que va desde 1200 a 2000mm al año, con una estación seca muy marcada, entre los meses de mayo a septiembre. La temperatura media del lugar es de 21°C a 25°C.

La vegetación predominante corresponde a bosques abiertos de poca altura, que ocasionalmente alcanzan a 8 m ó 12 m con estratos arbustivos y herbáceos. Una alta proporción del cerrado corresponde a sabanas donde predomina una estrata de Gramíneas perennes con arbustos y arbolillos intercalados (Cabrera y Willink, 1973). En cuanto al origen de la vegetación del cerrado, algunos autores plantean que corresponde a estados climáticos. Otros en cambio, sostienen que se trata de estados originados en la intervención antrópica. Un tercer grupo, finalmente sostiene que algunos cerrados son climaxes, pero que el hombre al derribar o quemar la vegetación, generó condiciones para la migración vegetal al cerrado, desde sus hábitats forestales originales (Ferri, 1973).

## Caatinga

Es una región árida que se caracteriza por las precipitaciones escasas que fluctúan entre 400 a 700 mm en promedio, con una alta variabilidad anual. En años lluviosos el exceso de agua se pierde por crecimiento superficial en tanto que en años secos el agua escasea en exceso y el crecimiento estacional de la vegetación se reduce a un mínimo. La temperatura elevada, cuya media alcanza a 27°C magnifica aún más el problema de la aridez.

La cubierta vegetal es heterogénea en la cual, junto a la vegetación arborescente o arbustiva que se localiza en ciertos sectores más favorecidos, se extienden áreas abiertas dominadas por arbustos espinosos o crasos. Una alta proporción de las especies pierden un follaje en la estación seca que<sup>s</sup> extiende desde mayo a septiembre.

## Chaco

La vegetación predominante es el bosque abierto, xerófito caducifolio con cactáceas, bromeliáceas, y una estrata de gramíneas. Se presentan, además, palmeras y sabanas en sectores localizados en estepas arbustivas halófitas (Cabrera y Willink, 1973).

En el sector oriental del Chaco las precipitaciones son más abundantes y se registran durante todo el año. En el sector occidental, en cambio, solo existe una temporada estival de lluvias, con una media de 500 mm a 1200 mm. La temperatura es de 20°C a 23°C. Las condiciones ambientales adversas son la causa de la baja capacidad sustentadora de ganado de la pradera que alcanza a solo 1/20 o 1/33 en el norte y 1/10 en el sur (Braun y Candia, 1978). En la región del Chaco (Morello y Adamali, 1973) han delimitado once subregiones ecológicas, de las cuales solo algunas presentan algún grado de aridés.

## Monte

La vegetación que caracteriza al monte corresponde a un matorral abierto a muy abierto, el cual se va reduciendo en estatura a medida que se avanza hacia el oeste. La ubicación entre la Cordillera de los Andes, el Chaco, la Llanura Pampeana y la Patagonia produce ecotonos amplios cuyos límites son poco nítidos. Lowe et al. (1973) establecen una estrecha similaridad florística y vegetacional entre esta zona árida del hemisferio sur con el desierto sonorense, de América del Norte.

El clima varía desde la región norte en que la temperatura media es más cálida hasta el extremo meridional en que es más fresca. La media de la región es de 13°C a 15°C. La precipitación es escasa, registrándose en promedio sólo 100 a 250 mm en el monte propiamente tal y cantidades, a menudo, mayores en sus ecotonos con regiones más lluviosas.

Es una región de ganadería intensiva, de baja capacidad sustentadora, que va desde 1/10 hasta 1/70 de unidad animal por hectárea al año. El ganado se alimenta de algunas plantas herbáceas propias de la zona y del ramoneo de los arbustos que dominan (Guevara, Candia y Braun, 1978).

#### Luna

Corresponde a una planicie elevada que se ubica entre la cordillera de los andes y la cordillera real entre altitudes de 3200 y 4400 m sobre el nivel del mar. Se caracteriza por su clima seco y frío y por la marcada variabilidad térmica entre el día y la noche y entre las estaciones. La temperatura media anual alcanza a 9°C. La precipitación es mayor en el sector septentrional donde alcanza a 800 mm y disminuye gradualmente hacia el sur hasta alrededor de 50 mm anuales. La estación de lluvias en el verano, época en la cual se produce, por efecto del régimen hídrico, un desarrollo espontáneo de plantas efímeras estivales. El resto de la vegetación corresponde a una estepa cuya estrata principal es de gramíneas perennes intercaladas por especies arbustivas bajas, subordinados a la estrata principal.

#### Desierto de Atacama

El desierto se encuentra localizado en la costa del Pacífico entre las latitudes sur de 5° y 30°. Posee un clima cálido y seco, con extremos muy marcados de temperatura entre el día y la noche y entre las estaciones del año.

La precipitación en el extremo norte alcanza hasta cerca de 100 mm disminuyendo gradualmente hacia el sur, en el extremo norte de Chile en Arica a Iquique cuya media anual es cercana a cero milímetro. Luego hacia el sector meridional continúa aumentando hasta llegar a algo más de cien milímetros en el paralelo de 30° L.S.

La faja central del desierto es de una humedad relativa muy baja, de alta luminosidad, con un mínimo de días nublados durante el año, lo cual hace que se produzca una carencia casi absoluta de vegetación. Sobre los 2800 m sobre el nivel del mar hacia el interior, en el ecotono con la región Altoandina las precipitaciones comienzan a sobrepasar las isoyetas de cinco y diez milímetros con lo cual comienza a aparecer vegetación efímera y arbustiva rala.

La cercanía de la Cordillera de los Andes, donde la precipitación es mayor, hace que existan aportes externos de agua en forma de quebradas temporales, ríos subterráneos, avenidas estivales, y otros que provocan la existencia de oasis, Valles Transversales del desierto, salares y pampas donde el agua freática se localiza a menos de 20 m de profundidad. La vegetación y la fauna que allí se desarrolla presenta atributos muy definidos, característicos de las zonas áridas.

### Desierto de Neblinas o Lomas

Se encuentra entre el Desierto de Atacama y el Océano Pacífico en el sector costero entre las latitudes sur de 5° y 30°. Debido a la corriente fría de Humboldt y la presión atmosférica, este sector se caracteriza por presentar neblinas densas que, al existir superficies foliares de concentración, provocan el desarrollo de vegetación, que en algunos casos llega a ser exuberante, alcanzado en algunos casos fisionomías de bosque.

### Patagonia

El clima templado frío con fuertes vientos del oeste durante una parte considerable del año es lo más característico de la región. Las heladas que se producen durante casi todo el año y las nevadas durante los meses del invierno le dan a la región un carácter más inhóspito. Las temperaturas medias que alcanzan a 13°C en el norte y 5° en los sectores más fríos unido a la precipitación que fluctúa entre 100 y 400 mm con carácter de región árida fría.

La topografía del terreno corresponden en general a una planicie donde se intercalan serranías y valles con algunas mesetas. Los suelos, en general, son petroarenosos, aunque muy variables, de acuerdo a su posición en el relieve.

La vegetación es característica de estepa arbustiva baja, donde predominan las plantas de cojín intercaladas con gramíneas. En los sectores más húmedos predominan las gramíneas sobre otras formas vitales.

### Mediterráneo

La vegetación característica de la región mediterránea es de fisionomía arbórea en los lugares más favorecidos con exposición sur a arbustivas en ambientes más áridos o en suelos más delgados o en los llanos. La estratificación de la vegetación es compleja existiendo horizontes de terófitas, geófitas, fanerófitas de diversas estaturas además de hemicriptófitas y lianas, todo lo cual le da alta estabilidad.

El clima, como en otras regiones mediterráneas del mundo, se caracteriza por su prolongada sequía estival alternada con una estación lluviosa invernal, la cual en las regiones más favorecidas se extienden desde el otoño a la primavera. En el extremo norte la precipitación anual alcanza a sólo 20 ó 25 mm en tanto que, a medida que se avanza hacia el extremo meridional se incrementa hasta llegar a 1400 y aún 2000 mm en el año. La temperatura media, en cambio es mayor en el extremo norte llegando a 16°C y en extremo sur es de sólo 12°C en la costa y de 8°C en las cercanías de la Cordillera de los Andes. La variación térmica diaria es elevada siendo las noches relativamente frescas, con temperaturas mínimas que corrientemente no bajan de 0°C a 2°C en los meses más fríos del invierno. Durante el verano las temperaturas máxima raramente sobrepasan los 32°C ó 35°C (Di Castri y Mooney, 1973).

La topografía del terreno es generalmente de cerros y llanos, que se cortan por quebradas transversales que desaguan el escurrimiento superficial provocado por las precipitaciones invernales. Durante la temporada invernal el terreno se cubre de plantas anuales efímeras que dominan las estratas inferiores, las cuales maduran y se secan durante la primavera. Las especies leñosas, en cambio comienzan a crecer y florecer durante la primavera permaneciendo activas durante todo el verano. La mayoría de las especies son siempreverdes.

Existe además, otra región mediterránea en el extremo norte de la península de Baja California, en Mejico, lo cual aparece indicado en las figuras correspondientes.

## Chihuahua

Se localiza en el altiplano septentrional de México, en altitudes entre 1000 y 2200 m, incluyendo principalmente los estados de San Luis Potosí, Zacatecas, Chihuahua, Durango, Coahuila y Porciones de Nuevo León y Tamaulipas (Martínez y Maldonado, 1973). Su superficie está surcada de numerosas cadenas de montañas, cuyas cumbres y algunas vertientes escapan del clima desértico. Las grandes llanuras aluviales presentan suelos profundos, grises, arenosos, o a veces arcilloso, siendo el caliche muy frecuente. Los fondos de cuencas cerradas o mal drenadas, a menudo presentan suelos salinos o yesosos. El 70% al 80% de la precipitación se concentra en los meses de junio a septiembre, siendo la primavera el período más seco. La temperatura es extrema en sus porciones norte y noreste, siendo más al sur menos pronunciados, aunque las heladas ocurren en todas partes. Aunque las temperaturas no llegan a extremos muy elevados es el principal factor que limita la efectividad precipitacional (Rezdowsky, 1968). Las precipitaciones se concentran en la época más cálida del verano, y fluctúan entre 200 y 450 mm. La época más seca corresponde a la primavera, ocurriendo algunas precipitaciones ocasionales en invierno.

Presenta gran variedad de formas biológicas estando, en general, dominadas por especies arbustivas que le dan una fisionomía de matorral. Entre las formas más características cabe destacarse el Pastizal mediano abierto, Pastizal amacollado arbusufrutescente, y el Pastizal halófito. Además existe el Matorral micrófilo inerme, Matorral micrófilo espinoso y el Izotal.

Sonora

Ocupa la mitad occidental del estado de Sonora y la mayor parte de la península de Baja California. Su altitud no sobrepasa usualmente los 600 m ,donde dominan extensas llanuras con lomeríos. No son frecuentes las cuencas cerradas grandes. La planicie costera sonorense está atravesada por numerosos ríos que descienden desde la Sierra Madre Occidental.

Desde el punto de vista geológico predominan depósitos aluviales recientes. En la porción boreal existen extensas áreas cubiertas por arena, que en los sitios más áridos adquieren la forma de duna. Abundan suelos desérticos rojos y la presencia de caliche en frecuente. (Rzedowski, 1968).

El clima es cálido, siendo frío en el invierno. El extremo sur de esta región es uno de los lugares más cálidos de Méjico. Hacia el noreste del desierto sonorense domina una distribución biestacional de las precipitaciones, en verano e invierno. En la porción central y sur, en cambio la distribución es estival. La precipitación en algunos sectores es inferior a los 100 mm , llegando en los extremos hasta 500 mm. Las zonas más cálidas son las situadas alrededor del Golfo de California, donde las temperaturas medias de julio pasan de los 30°C y las de enero no bajan de 10°C, siendo las máximas absolutas no inferiores de 45°C. La mayor parte del territorio está libre de heladas.

Los tipos vegetacionales principales corresponden a Matorral microfilo, Matorral crasicauléscente, Matorral arbosafrutescente, Desierto arbórescente, Desierto sarcófilo y Desierto arbocrasicauléscente (Rzedowski, 1968).

## Planteamiento del problema

La unidad ecológica básica para programar el desarrollo del árido es el ecosistema, el cual es el resultado de la integración o interdependencia ordenada de los elementos vivos y no vivos de la naturaleza. El ecosistema ha sido definido como un arreglo de componentes bióticos y abiótico, o un conjunto o colección de elementos que están conectados o relacionados de manera que constituyen una unidad o un todo. Conexión y relación en cualquier sistema dinámico significa transporte de materia, energía o información (Becht, 1974; Distanfano *et al.*, 1967; Maynez, Armijo y Gastó, 1975).

El ecosistema constituye la síntesis de los componentes físicos y biológicos con la característica de integrar en una sola unidad elementos de naturaleza tan diversa como los que caracterizan a los recursos naturales y al hombre. Los recursos naturales pueden ser estudiados a cualquier nivel de complejidad o jerárquico, es decir, desde el nivel subatómico hasta de la biósfera, pudiendo incluso sobrepasar ambos extremos. Se requiere por lo tanto establecer un centro de referencia y origen desde el cual sea posible relacionar la complejidad ecosistémica. Este nivel se ha denominado ecosistema predial y se debe considerar como la unidad básica del desarrollo.

Desde un punto de vista conceptual y funcional resulta preferible considerar al hombre como un elemento interno del sistema del árido; el cual en alguna forma dirige, modifica y planifica las acciones que se pueden ejercer sobre el sistema, el cual espera una respuesta determinada. El concepto de ecosistema origen parte de la necesidad de definir un nivel de organización e integración que permita marcar los componentes que caracterizan a los sistemas complejos en los que interviene el hombre. El ecosistema quede ser considerado como la unidad básica de los recursos naturales en los que se centra la acción de cualquier disciplina.

Es posible, por lo tanto, definir al ecosistema como la unidad ecológica básica cuya complejidad es el producto de la integración de cinco subsistemas: biogeoestructura ( $E_{b1}$ ), socioestructura ( $E_{h1}$ ), tecnoestructura ( $E_{n1}$ ), entorno ecosistémico ( $E_{e1}$ ) y sistemas externos incidentes ( $E_{c1}$ ), constreñidos por un tipo de complejidad dado por la unidad en referencia (Gastó, 1975).

En base a lo anterior, el ecosistema se puede considerar como:

$$E_1 = \{E_{b1}, E_{h1}, E_{n1}, E_{e1}, E_{c1}\}$$

tal que los componentes estén conectados entre sí de manera que el conjunto actúa como una unidad.

No es posible aislar al hombre dentro del contexto de la naturaleza porque en su estructura se encuentran componentes topológicos propios de la naturaleza, por lo cual intrínsecamente es una parte de ella. La naturaleza a su vez está contenida en el hombre como una unidad socioestructural. Las situaciones dinámicas que gobiernan la evolución de los fenómenos naturales son básicamente las mismas de las que gobiernan la evolución del hombre y las sociedades.

La interacción de la socioestructura con la biogeoestructura genera estructuras y arquitecturas diferentes a las propias de cada uno de estos componentes, produciéndose de esta manera arreglos topológicos de baja probabilidad de ocurrencia en el recurso natural, sin la intervención del hombre. La transformación de la estructura y arquitectura de algunos componentes biogeoestructurales, diseñados bajo al alero del intelecto humano como elemento rector de la transformación del recurso natural, genera la tecnoestructura.

En los ambientes áridos de América Latina, las características sociales, educacionales y culturales estimula el desarrollo de tecnoestructuras y biogeoestructuras propias de cada una de las regiones de este continente.

El estado del ecosistema está definido por:

$$\begin{aligned} P &= f(\mathcal{E}, \beta) \\ \beta &= \beta(\mathcal{E}, \Lambda) \\ \Lambda &= \Lambda(\eta, \sigma); \quad \sigma(\eta) \end{aligned}$$

Estas ecuaciones generales determinan el estado de un sistema en términos de:

sus estímulos  $\mathcal{E}$   
 el comportamiento  $\beta$   
 su arquitectura  $\Lambda$

determinada ésta a su vez por:

su arreglo topológico  $\sigma$ , y el número y dimensión de los componentes  $\eta$

El estado de ecosistema predial destinado primordialmente a actividades de producción puede variar dentro de márgenes muy amplios, pero su organización y manejo debe ser el resultado del estudio detenido de su estado inicial y de su transformación, llevada a cabo con un criterio de optimización antrópica, base del ecodesarrollo.

Para lograr lo anterior es necesario modificar  $\mathcal{E}$ ,  $\sigma$  ó  $\eta$  de los componentes  $E_{p_i}$ ,  $E_{n_i}$ ,  $E_{h_i}$ ,  $E_{e_i}$ ,  $E_{c_i}$ , aplicándole a cada uno de ellos un operador ecosistémico de manera que permita a todo el ecosistema origen, alcanzar el estado óptimo  $E_0^j$ . Simbólicamente se tiene:

$$E_i^j \xrightarrow{\quad \overset{1}{I_0} \quad} E_0^j, \text{ o bien,}$$

$$\{E_{bi}, E_{hi}, E_{ni}, E_{ei}, E_{ci}\} \xrightarrow{\tilde{\Pi}_{i_0}^1} \{E_{bk}, E_{hk}, E_{nk}, E_{ek}, E_{ck}\}$$

donde  $\tilde{\Pi}_{i_0}^1$  es el operador ecosistémico que permite efectuar el cambio de estado a través de una ruta 1.

Lo anterior no implica, sin embargo, que se tenga que transformar a cada uno de los sistemas componentes en óptimos; por lo que se ha denotado por k. Los estados transformados de cada uno de los componentes del sistema predial no corresponden necesariamente a un estado óptimo  $E_0$ , aunque en conjunto lo sean (Armijo, Nava y Gastó, 1976).

En general se tiene que si  $E_i^j(t_i)$  es el estado inicial del sistema y  $E_k^j(t_k)$  es el estado final, en cambio de estado  $E_i^j \rightarrow E_k^j$  requiere de la aplicación de un operador funcional  $\tilde{\Pi}_{ik}^j$ . La ruta de transformación 1 se define como el conjunto de estrategias ( $e_m$ ) utilizadas en la transformación.

En vista que los estímulos corresponden a la adición de materia, energía e información al sistema involucran, por lo tanto la aplicación de un trabajo. La dependencia del operador funcional  $\tilde{\Pi}_{ik}^j$  con los estímulos implica la existencia de una función que mide la cantidad de trabajo requerido para lograr la transformación. El término trabajo se utiliza bajo la acepción de energía generalizada, incluyendo la energía aplicada como tal al ecosistema y a la materia cuantificada en términos de energía requerida para su transformación y aplicación. Este trabajo se puede cuantificar en términos de unidades de energía empleados en la transformación ecosistémica pudiendo expresarse en cualquier unidad energética (Pimental *et al.*, 1973).

En general, al operador ecosistémico  $\tilde{\Pi}_{ij}^1$  que permita transformar el estado ecosistémico desde  $E_i$  a  $E_j$  está dado por una relación  $R_1$  tal que:

$$\tilde{\Pi}_{ij}^1 = R_1(\omega_{ij}; t_{ij}; P_{ij}) \text{ donde,}$$

- $\omega_{ij}$ : es el trabajo requerido para transformar al ecosistema desde el estado i al j.
- $t_{ij}$ : es el tiempo requerido para efectuar la transformación desde el estado i al j.
- $P_{ij}$ : es la probabilidad de efectuar la transformación desde estado i al j, y
- $R_1$ : es la relación entre  $\omega_{ij}$  y  $P_{ij}$ , al seguir la ruta 1 y pasar del estado i al j.

Un operador funcional es, por lo tanto, un estímulo que debe aplicarse a un ecosistema predial del árido en estado  $E_i$  para transformarse en un estado  $E_j$ , en un tiempo  $t_{ij}$ , con cierta probabilidad  $P_{ij}$  de éxito de transformación y con cierto trabajo  $\omega_{ij}$  (Armijo, Nava y Gastó, 1976).

Planteando así, el ecodesarrollo del árido persigue transformar el ecosistema origen en uno óptimo desde el punto de vista antrópico, para lo cual debe determinarse ¿Cuál es el estado inicial ( $E_{ij}$ )? ¿Cuál es el estado final óptimo o meta ( $E_0$ )? y ¿Cómo llegar a dicho estado ( $\Pi_{io}$ )?

Los ecosistemas pueden, por lo tanto, modificarse a través de la aplicación de operadores de transformación que modifiquen la arquitectura del sistema o su funcionamiento, mediante la aplicación de estímulos adicionales. Dado el bajo potencial productivo de una alta proporción de los sistemas del árido latinoamericano, a menudo se ha planteado la ventaja de transformar la arquitectura del sistema más bien que su funcionamiento.

Los argumentos que, a menudo, hacen aparecer como más aconsejable la transformación de la arquitectura se centran en las ventajas que presenta la modificación por una sola vez del comportamiento ecosistémico, ya que existe una estrecha relación entre comportamiento y arquitectura. La modificación de la arquitectura no ocurre en la mayoría de los casos en forma intencionada, sino que es el residuo de la cosecha descontrolada de los elementos de mayor valor del ecosistema, como son: forraje, madera, leña, fertilidad del suelo y otros. La crudeza del medio ha hecho que el hombre para subsistir haya cosechado cualquier elemento que le pueda ser de valor o bien que pueda ser comercializado. En ello reside la motivación que se observa en la sobreutilización de los recursos naturales. Usualmente se confunde el significado de la cosecha ecosistema con su productividad. Son muy pocos los esfuerzos sistemáticos que se han realizado para mejorar la arquitectura del sistema del árido.

El funcionamiento puede mejorarse a través de la importación de estímulos externos tales como fertilizantes minerales, ganado, agua para riego o bebida, semillas, pesticidas y otros. Dado al alto costo de estos estímulos, o la escasés que a menudo se presenta de algunos de ellos, especialmente el agua, el mejoramiento de los sistemas a través de la adición de estímulos para mejorar su funcionamiento está restringido cuantitativa y cualitativamente a condiciones particulares. En todo caso, debe aplicarse en ecosistemas cuya arquitectura haya sido mejorada previamente.

10

La aplicación de operadores de transformación a los ecosistemas del árido requiere de una cuidadosa selección que considere específicamente el esfuerzo que deba invertirse, el tiempo requerido para lograr la transformación y las probabilidades de éxito. A menudo se elige estrategias que pretenden provocar cambio de estado del sistema en períodos muy breves, lo cual involucra una alta inversión energética y altas probabilidades de fracaso.

En el caso de transformación del estado de los ecosistemas del árido se requiere en una primera etapa definir los atributos del estado óptimo para luego proceder a aplicar los operadores de transformación que permitan alcanzar el cambio de estado deseado. Entre los atributos de mayor importancia que deben caracterizar al estado meta u óptimo está la diversidad del sistema, compatible con el grado de estabilidad que deba contener, la biomasa en pie, la tasa de circulación y recirculación de biomasa, el grado de canalización antrópica y otros que raramente se consideran cuando simplemente se plantea la cosecha del sistema (Nava, Armijo y Gastó, 1979).

El conocimiento del proceso sistemogénico natural de los sistemas del árido juega un importante papel en la elección de los operadores. La tecnología que se aplique en el proceso de transformación del sistema no debe sobrepasar ciertos límites, especialmente en lo que se refiere al costo energético de transformación del sistema, como asimismo, no generar sistemas cuyo costo ecológico de mantención sea excesivo. Lo anterior significa que, en general, el proceso de transformación debe contemplar logros prolongados, donde la tecnología que se aplique no esté divorciada del proceso sistemogénico natural.

Experiencias y solucionesPuna

Se ha estudiado las características botánicas, genéticas y agronómicas de especies nativas cultivables entre las que sobresalen quinua (Chenopodium quinua), cañihua (Ch. palidicaule), tarwi (Lupinus mutabilis), oca (Oxalis tuberosa), olluco (Ollucus tuberosus), mashua (Tropaeolum tuberosum) y Kiwisha (Amaranthus caudatus) (Tapia, 1977). En todos los países del área andina se cultivan en cierta extensión algunas de estas especies, aunque el mayor desarrollo ocurre en Perú y Bolivia, donde se ha realizado la mayor cantidad de estudios (Vorano y García, 1976; Tellería, 1976; Lanino, 1976; Cardozo et al.; 1976 y Narrea, 1976).

Los estudios básicos realizados en la zona han permitido formar bancos de germoplasma que contienen una alta proporción de las variedades locales. En la actualidad se cuenta con la infraestructura adecuada para la conservación del germoplasma. Se espera que durante la temporada 1979 se inicie el intercambio de material genético.

Los estudios anatómicos, morfológicos y fisiológicos realizados para las diversas variedades y especies contribuyen a presentar mayores antecedentes para el desarrollo del área (Cornejo, 1976; Lara, 1976; Ignacio, Fernandez y Cortéz, 1976; Cortéz, 1977; Canales y Baldomero, 1977).

Las variedades más promisorias han sido seleccionadas con un criterio nutricional, agronómico y económico (Lescano y Palomino, 1976; Lescano, 1976; Tellería y Baillón, 1976). En la actualidad se dispone de los antecedentes básicos para el cultivo de estas especies, especialmente quinua, oca y tarwi, en aspectos tales como labores del suelo, fertilización y control de plagas (Gandarillas y Tapia, 1976; Chaquilla, 1976; Morales, 1976; Christiansen, 1977; De la Puente, 1977). El crecimiento, productividad, digestibilidad y la utilización de las especies han sido analizados en sus aspectos generales (Arze y Sotelo, 1976; Arze y Alencastre, 1976; Negrón et al., 1976; Cornejo, 1976).

Las zonas agrícolas de los Andes altos ha sido clasificados en sectores homogéneos con indicaciones de sus productividades potenciales y adaptación de variedades, lo cual ha sido tomado como base para un futuro plan de programación de cultivos andinos para la alimentación humana. Uno de los atributos más importantes de la agricultura tradicional es la alta diversidad en el tiempo y en el espacio donde se combinan los diversos cultivos con ganadería en forma de rotaciones y del desarrollo del mosaico de ocupación del suelo. La base de la estabilidad del sistema es precisamente esta alta diversidad (Camino, 1977; Earls, 1977).

Nuevas variedades han sido creadas por las estaciones experimentales locales, especialmente en Perú y Bolivia algunas de las cuales, además de presentar mejores atributos agronómicos, contienen un tenor más bajo de saponina (Gandarillas y Tapia, 1976; Cano y Rozas, 1976). La productividad de una de estas variedades, adaptada a ambientes con períodos libres de heladas de por lo menos 140 días, llega a 2300 kg/ha, con 14% de proteína y 6% de lisina.

También han recibido atención los pastizales de los Andes Altos (Tapia, 1976; Braun, 1964; Flores, 1967; Gómez, 1966; González, 1967 y 1969). El mayor énfasis ha sido estudiar la introducción de nuevas especies y variedades, aunque el mayor potencial se centra en los pastizales naturales (Segura, 1976), algunos de los estudios han sido planteados en forma ecológica (Cárdenas, 1971; Pasmasky, 1971).

La adaptación de especies introducidas depende del medio en el cual se desee introducirse y especialmente de los atributos físicos y químicos del suelo, simultáneamente con la precipitación y temperatura del lugar. Entre las especies de mejor adaptabilidad se tiene Medicago sativa, Onobrychis sativa, y en algunos sectores que reciben dosis elevadas de nitrógeno, se adapta también Lolium perenne, Festuca elatior y Dactylis glomerata. Además debe destacarse la adaptación de Avena sativa y Hordeum vulgare, que constituyen los mayores recursos forrajeros cultivados en la región (Vizcarra y Delgadillo, 1972; Cardozo, 1970).

Se dispone de abundante información sobre estudios agrostológicos, así como de la relación suelo-planta. Con menor detalle ha sido estudiada la fertilización y el riego, como asimismo, la nutrición del ganado a pastoreo, aunque existen algunos estudios (Tapia, 1972 y 1976; Lara, 1972; Johnson, Zeppilli y Cardozo, 1968).

#### Desierto de Atacama

Dada la ausencia casi absoluta de precipitación durante períodos prolongados de años y a la baja humedad relativa del aire, no se han realizado estudios vegetacionales. La ausencia de vegetación no lo permite. La atención de los investigadores se ha centrado en aquellos sectores que por circunstancias especiales reciben aportes hídricos externos en forma superficial o subterránea, tal como ocurre en los oasis, valles y salares.

## Oasis y Valles del Desierto

La atención de la investigación se ha centrado en los problemas de conducción y aplicación de agua de riego y en los problemas de salinización. No ha existido un mejoramiento sustancial de los sistemas de riego a pesar de existir la información básica necesaria. Continúa aplicándose tasas excesivas de agua y una alta proporción se pierde por infiltración profunda o escurrimiento. El proceso de salinización de los suelos continúa en forma generalizada.

Las plagas de insectos continúan siendo un problema grave, tanto en lo que se refiere al daño mismo al sistema ecológico como a los peligros de infectación de otras áreas libres. Dada la simpleza del sistema, las irrupciones de plagas son frecuentes, debiendo recurrirse a aplicaciones de pesticidas en dosis elevadas y a frecuencias altas, las cuales sobrepasan los límites recomendados para la salud humana.

## Desierto Costero de Neblinas

En esta región natural se presentan problemas diferentes de acuerdo al área. En el norte, donde existe la sabana de Prosopis y especies herbáceas el problema se suscita por la tala indiscriminada de Prosopis y Acacia que dan lugar a la erosión eólica, proporcionando el avance de las dunas que acrecientan la desertificación y modifican el microclima (Kummerow, 1966). Por otra parte, el pastoreo indiscriminado con caprino reduce el valor de la vegetación herbácea disminuyendo la repoblación arbustiva y arbórea. Todo ello lleva a la ruptura del ciclo de restitución de materia orgánica y la consiguiente reducción del potencial agropecuario (MAB-3, 1977).

En el sector de las lomas de la costa de Perú y Chile existe también problema de sobrepastoreo, un uso inadecuado de las especies herbáceas forrajeras, que por ser temporales no están protegidas y sufren una merma considerable. La vegetación de las lomas crece principalmente en el invierno en las laderas que miran hacia el mar con exposición S o SO (Aguilar, 1971; MAB-3, 1977).

Con un enfoque de sistemas, Castaño et al. (1978) realizan un estudio en las lomas de la Costa Peruana, cuyo objetivo es definir una metodología para el diseño y evaluación de alternativas para el manejo de los recursos naturales de la región, en las lomas de Lachay e Iguanil. Se trata de uno de los pocos estudios integrados que pretende resolver el problema de uso y manejo del recurso con objetivos múltiples. Los autores pretenden que la metodología del estudio sea aplicable a la planeación del manejo de los recursos naturales en zonas áridas en general.

Las lomas con toda su masa florística tanto herbácea como arbustiva, y en muchos casos arbórea sobrevive por el aporte de gotitas

en forma de neblina, cuya intensidad aumenta en los meses de julio a octubre. Esta humedad es interceptada por la vegetación al chocar contra las nubes rayantes, y cae en gotitas desde esta o bien se desliza por el tronco, de manera de aumentar el contenido hídrico del suelo y de invertir la gradiente hídrica del sistema suelo-planta-aire. El proceso ha sido detalladamente estudiado por diversos autores, e incluso se ha llegado a cuantificar el aporte (Kummerow, 1966; Hajek y Saiz, 1976). Si la vegetación es destruida, se reduce o elimina la superficie interceptora de la neblina, de manera que el aporte hídrico al suelo y planta disminuye o se hace nulo, de manera que el proceso de desertificación se desencadena. No existe en esta forma una recuperación natural de la vegetación.

En el extremo sur del desierto litoral, a partir de 28 °LS hasta 32 °LS., las precipitaciones invernales propias de la región mediterránea comienzan a incrementarse simultáneamente la reducción de la temperatura por lo cual la vegetación de neblina alcanza un desarrollo más marcado. Entre ellos debe destacarse al bosque de Fray Jorge Talinay. Los aportes de precipitación en forma de neblina alcanza entre 535 mm y 860 mm al año (Kummerow, 1966), aunque otros estudios indican valores de hasta 150 mm mensuales (Hajek y Saiz, 1976). La abundancia de precipitación efectiva es lo que explica la presencia de un bosque maulino, propio de zonas que reciben alrededor de mil milímetros al año, en ambientes que sólo registran alrededor de 100 mm anuales.

#### Pampas del Desierto de Atacama

El sector más destacado de esta unidad geográfica es la Pampa del Tamarugal que se caracteriza, desde el punto de vista vegetacional por los bosques abiertos naturales, dominados por especies del género Prosopis (Contreras, 1978). El sector se caracteriza por la carencia absoluta de precipitaciones (CORFO, 1965, Castri y Hajek, 1976; Almeyda, 1950), y el relieve plano. Durante la última década se han realizado diversos estudios con el objeto de incrementar las plantaciones, elevar la productividad y mejorar la canalización antrópica de la productividad primaria y secundaria (Cadahia, 1970).

La formación se caracteriza por la presencia de bosques naturales abiertos, dominados por una estrata superior de Prosopis tamarugo, cuya densidad media alcanza a 20 ó 30 ejemplares por hectárea (Pisano, 1966). El diámetro medio de la copa fluctúa entre 8 m y 15 m de acuerdo a la edad, cuya cubierta corresponde a 20% o 30% de la superficie. La formación contiene dos asociaciones muy definidas, una dominada por tamarugo (Prosopis tamarugo), que es además la más extensa y otra dominada por algarrobo (Prosopis chilensis). La estrata arbustiva está dominada por especies de los géneros Atriplex,

Ephedra, Frankenia, Haplopappus, Lippia, Bahia, Tessaria, Cressa y ocasionalmente, en forma localizada, Prosopis strombulifera. La estrata herbácea es de escaso desarrollo y discontinua, estando dominada por Distichlis thalassica. Las asociaciones se caracterizan por ser en extremo simplificadas, encontrándose frecuentemente una a tres poblaciones cohabitando, en estratas sobrepuestas, con no más de una especie por estrata. Frecuentemente se presenta una sola estrata y ocasionalmente dos.

El clima corresponde a uno desértico normal (BWh) cuyos atributos más destacados son: las elevadas temperaturas diurnas, la gran oscilación térmica cuya amplitud media mensual es de 26°C, carencia casi absoluta de precipitaciones, aunque ocasionalmente se presentan neblinas, la baja humedad relativa y la alta radiación solar (Contreras, 1978). Dada la carencia de precipitaciones, asociado a la presencia del bosque gran atención han recibido los estudios que analizan las relaciones hídricas de la especie dominante con el objeto de plantear formalmente una hipótesis que permita establecer las relaciones causativas de la existencia de la asociación (Botti, 1970; Sudzuki, Botti y Acevedo, 1973; Sudzuki, 1975).

Los suelos están constituidos por material de relleno de origen fluvial proveniente de la Cordillera de los Andes. En las partes más bajas existen depósitos de sales que se han producido por evaporación del agua superficial subterránea (Astudillo, 1967; Castillo, 1966; Bruggen, 1963).

Prosopis tamarugo es endémico del lugar. Se desarrolla en ambientes donde el suelo está cubierto por una gruesa capa salina, usualmente de 0,10 m a 0,60 m de espesor, siempre que en los estados plantulares y juveniles no sean afectados (Habit, 1980). La especie se desarrolla también en suelos desprovistos de la cubierta salina, pudiendo tolerar un alto grado de salinidad distribuida en los horizontes más profundos (Toro, 1967; Carter, 1966).

La fitocenosis puede ser caracterizada por una elevada proporción de tejido de sostén y de frutos. Un alto porcentaje de la proteína digestible se localiza en el follaje, aunque no así la energía digestible que lo hace en el fruto (González y Haart, 1966; Lanino, 1966; Muñoz, 1972).

Produce abundante forraje apetecido por el ganado ovino, caprino y bovino, con 12% de proteína cruda, 30% de fibra y 1,9% de extracto etéreo. La productividad de hojarasca puede alcanzar a 74 kg por árbol y la de frutos a 8,2 kg. La capacidad sustentadora que puede soportar una plantación depende de la edad alcanzando, en plantas de 16 años, hasta 10 ovejas por hectárea por año (Elgueta y Calderon, 1970; Elgueta, 1971; Contreras, 1978; Lanino, 1966). En árboles de 30 años, se han registrado productividades de materia seca de 3,4 kg/m<sup>2</sup>,

correspondiendo un cincuenta por ciento a la hojarasca, y el resto al fruto. El ganado utiliza principalmente el mantillo que cae sobre el suelo el cual, dada la sequedad del aire y la carencia de precipitaciones se mantiene inalterado durante períodos de varios años. Ocasionalmente, consume el follaje y frutos de las ramas más cercanas a la superficie (Muñoz, 1972; Klein, 1970; Contreras, 1978).

Las cadenas tróficas naturales son principalmente del tipo entomológico donde se presenta una pequeña porción de vertebrados, especialmente lagartijas y aves (Klein, 1970; León, 1964; Campos, 1968; Klein y Campos, 1977). Dada la baja diversidad del sistema, especialmente de la fitocenosis y edafotopo, la inestabilidad de los insectos herbívoros y carnívoros es elevada, consumiendo una alta proporción de la productividad primaria. Las características propias del sistema no hacen aconsejable aplicar masivamente controles químicos por temor a provocar una mayor inestabilidad. Es necesario mantener un cierto grado mínimo de diversidad, ya que representa la manera más adecuada de darle una cierta estabilidad natural al ecosistema.

En el año 1963 se inició un programa de investigaciones con el fin de buscar soluciones conducentes a la utilización de la pampa con fines pecuarios. Los resultados de estos estudios han proporcionado las bases para llevar a cabo un programa de reforestación, que alcanza en la actualidad a un total de 25000 ha plantadas con tamarugos, especialmente en los salares de Pintados y Zapiga. Además, se ha introducido razas mejoradas de ganado de altas productividades (Instituto Forestal, 1971; Lamaigdalaine, 1974; Lanino, 1972; CORFO, 1971). Se ha investigado sistemas de manejo, plantación y utilización de la pampa. Se estima que la superficie potencial de plantación alcanzaría a 25000 ha en sectores salinos y otras tantas en ambientes no salinos (Contreras, 1978; Ingenieros Consultores Asociados, 1975; Agorconsul, 1975, Rolando, 1974; Carter, 1966).

### Chaco

Las grandes unidades de vegetación y ambientes se estudiaron a través del empleo de la fotografía aérea y de mediciones y observaciones en el terreno donde se analizó el suelo, geomorfología (Adamolli, 1972; Morello *et al.*, 1971 y 1972) y la vegetación. La dinámica de la vegetación se estudió con sensores remotos de manera de detectar los cambios operados en la estructura vegetal a través del tiempo y evaluar el avance de las especies leñosas (Morello y Gomez, 1971).

Morello y Adamolli (1973) definieron y describieron las subregiones ecológicas de la región con objeto de detectar y representarlas cartográficamente. Se analizó además la variación de algunas características de las comunidades vegetales que se desarrollan en extremos pluviométricos (Sejzer, 1973).

La caracterización de las comunidades dominadas por Prosopis ruscifolia fueron estudiadas en lo que a su estructura se refiere, con el objeto de inferir acerca de su funcionamiento y acción de la especie sobre los otros componentes (Gomez et al., 1973). Un elevado número de especies arbórea, arbustivas, subarbustivas y puculentas fueron analizadas en lo que a un perfil estructural se refiere (Neumann, 1973). La flora de la región también ha sido descrita en detalle (Digilio, et al., 1971) como asimismo su ordenamiento espacial (Adamoli, 1972).

La cosecha y explotaciones indiscriminada de los recursos vegetales chaqueños durante el último siglo ha producido una retrogradación acentuada de la vegetación (Ledezma, 1978), la cual abarca extensos sectores. Uno de los elementos colonizadores más importantes es Prosopis ruscifolia, cuyo mecanismo de invasión y desarrollo ha sido descrito por Morello (1970) y su control con herbicidas selectivos por Gomez et al. (1974), de manera de provocar cambios sucesionales en la comunidad. Asimismo se ha estudiado otras especies (Lagomarsino et al., 1974).

Díaz et al., (1972) estudiaron la digestibilidad y valor nutritivo de las especies más importantes en esta región semiárida. La fitomasa aérea y radical de algunas especies leñosas del bosque chaqueño occidental, así como de su contribución a la economía del nitrógeno fueron estudiados por Braun et al., (1973) en un sector desmontado ocho años antes.

La competencia intertratas de algunas especies invasoras, como es el caso de Prosopis ruscifolia, se debe a la producción de exudados, capaces de inhibir o retardar la germinación de las semillas de algunas especies subordinadas (Souto y Eilberg, 1972).

La intervención antrópica originada en la explotación forestal y pastoril ocasiona alteraciones en la estructura y funcionamiento del sistema. El análisis de los resultados del estudio de Seravia (1973) permite establecer relaciones entre la productividad real y potencial y plantear las normas de recuperación del sistema. En otro estudio Adamoli (1973) estudió la productividad del pastizal como una primera etapa en la comprensión de la arquitectura y funcionamiento del ecosistema.

### Monte

Diversos estudios se han centrado en la caracterización regional y de sus ecotonos, describiéndose en detalle aspectos relacionados con clima, suelo, geomorfología, vegetación y productividad (Cano, Ponce de León y Nocetti 1974; Adler et al., 1974). Los ambientes

regionales y las comunidades en los ecotonos más húmedos de la región ha sido también estudiado (Cano y Fernandez, 1974; Anderson et al., 1970; Cano y Olmos, 1968; Lewis, 1973; León, 1973).

Alliney et al., (1978) estudiaron la incidencia del tamaño y número de muestras en la precisión del muestreo de praderas, en tanto que Guevara et al., (1978) realizaron inventarios de la vegetación, además de resiembra con especies mejoradas (Díaz, 1972). La estructura del ecosistema de la estepa arbustiva característica del monte, fue descrita a través de su proceso de ruptura de equilibrio por procedimientos biológicos. (Zucardi, 1974).

La flora y vegetación del ecotono más húmedo del monte ha sido estudiado por Cano (1977), Ragonese y Cano (1971) y Covas (1971), además de un estudio de relictos realizado por Anderson (1974) en suelos arenosos. Ambrosetti (1971) estudió algunas especies de importancia para la ordenación de cuencas en la región. Diversos estudios florísticos se han llevado a cabo, entre los que cabe destacar el de las especies del género Stipa, realizado por Roig, (1965).

La dinámica de la vegetación ha sido estudiada a través del cambio inducido bajo la acción del fuego (Braun et al., 1974; Roig et al., 1972; Lamberto et al., 1974; Oriente y Anderson, 1976). En igual forma se han analizado las sucesiones postpíricas (Cano et al., 1971). Los cambios producidos en los pastizales al excluirse el ganado y fauna silvestre fueron estudiados por Cano (1969). Se determinó el tiempo de recuperación de las especies deseables en condiciones de rezago. En igual forma se analizó el comportamiento de especies forrajeras nativas e introducidas en condiciones cultivadas (Santo et al., ).

La condición y tendencia de la pradera dentro del contexto de dinámica ecosistémica fue estudiada por Anderson et al. (1971), con el propósito de formular un manejo adecuado y optimizar la productividad de fito y zoomasa. En otros estudios las sucesiones ecológicas han sido consideradas en un contexto más amplio donde se incluye además de lo ecológico, lo genético, bioquímica y evolución de manera de lograr analizar su convergencia ecológica en comparación con regiones homologas (Lowe et al., 1972).

El nivel proteico y la digestibilidad de gramíneas nativas ha sido efectuado por Abiusso (1974 y 1978) y Magoja (1975), donde se incluye Poa ligularis, Stipa tenuis, Piptochaetium napoense, además de gramíneas cultivadas de los géneros Eragrostis y Agropyron. El contenido energético y de nitrógeno del algarrobal fue estudiado con cierto detalle por Braun y Candia (1976), donde se analiza también las características de otras especies leñosas y herbáceas (Weinstein et al., (1974). En otros estudios se analiza en forma general las características fitoquímicas de algunas especies características del árido (Rondina et al., 1971; Mendiondo et al., 1973; Hnatyszyn et al., 1974).

La productividad primaria de los ecosistemas de monte ha sido analizada por diversos autores. Braun et al. (1974) estudiaron en la gran llanura occidental mendocina, estudios que permitieron establecer la productividad primaria de comunidades dominadas por Protopia flexuosa. Se ha estudiado además, la productividad de las praderas resultantes de la quema controlada del monte (Lutz y Graff, 1974; Braun, McKell y Lucero, 1973). Durante los años secos, la productividad de las estratas herbáceas inferiores se reduce considerablemente (Guevara et al., 1973).

### Mediterráneo

La descripción de asociaciones pratenses características de diversos sitios, ha sido llevada a cabo por el procedimiento de análisis fitológico de praderas (Etienne, Caviades y Contreras, 1978). La composición botánica, valor nutritivo y productividad pratense en la gradiente precipitacional que va desde 50 mm a 2000 mm de precipitación anual ha sido descrita, tanto para suelos de origen granítico como para aquellos de terrazas marinas (Wernli, Silva y Trucco, 1976). Se ha establecido relaciones cuantitativas entre las características ecológicas y climáticas con los atributos pratenses (Gastó y Contreras, 1978; Parilo, 1978; Rojas, 1978).

Los estudios de distribución geográfica y adaptación han permitido seleccionar especies nativas adaptables a ambientes mejorados. Algunas de las especies cultivadas en la actualidad fueron colectadas en el medio natural y seleccionadas para ser incluidas en praderas mejoradas, de acuerdo a un programa de colección y mejoramiento de especies nativas (Gastó y Contreras, 1972).

La tasa de crecimiento absoluto y relativo a través del año, han sido determinadas para la pradera natural, bajo condiciones normales de pastoreo y en praderas fertilizadas (Parilo, 1978; Shenckel et al., 1971; Segarra, 1978; Gastó y Contreras, 1978). La mayor tasa de crecimiento de la pradera ocurre a salidas de invierno y comienzos de primavera, en los meses de agosto a octubre, cuando se conjugan las disponibilidades hídricas del suelo con temperaturas moderadas. Durante el otoño la influencia de las precipitaciones es escasa. La variabilidad de las precipitaciones y las relaciones entre precipitación y productividad han sido estudiadas con cierto detalle (Acuña, 1978; Gastó y Contreras, 1978).

La época y frecuencia de utilización de la pradera afecta su productividad y composición botánica. Los resultados experimentales indican que cuando se trata de períodos breves la pradera puede ser utilizada en cualquier época, e incluso con intensidades altas de uso, sin sufrir una retrogradación. El uso prolongado e intensivo provoca una retrogradación que conduce al deterioro de la pradera y un consiguiente cambio en la composición botánica (Olivares y Riveros, 1978;

Rozas et al., 1978; Olivares y Gastó, 1978; Contreras y Gastó, 1978). La nutrición del animal en la pradera, también ha sido considerada (Riveros, 1977; Avendaño, 1978). El efecto de la pradera sobre el animal y de éste sobre la pradera ha recibido especial atención (Olivares et al., 1978; Fernández y Grez, 1978). La suplementación de animales a pastoreo permite una mejor utilización de la pradera (Mantecarlo, Olivares y Bórquez, 1978; Hechenleitner, 1973; Catalán, 1973).

El comportamiento del animal en lo que se refiere a su preferencia y consumo de los diversos componentes anatómicos y botánicos ha sido estudiado con el objeto de profundizar sobre un tema de tanta relevancia en el manejo de praderas biestratificados. Se ha planteado la influencia de la época, frecuencia e intensidad de utilización de estas praderas en el consumo de parte del ganado (Rodríguez, 1978; Trivelli, 1973; Di Marco, 1973; Concha, 1975).

La organización del campo y su utilización con pastoreo rotativo ha sido estudiado por Avendaño et al., 1978. El trabajo se fundamenta en los resultados experimentales que por largo tiempo se han realizado en la región mediterránea del centro de Chile. No puede dejarse de lado la complementación que debe existir entre manejo del ganado y su trashumancia a veranadas e invernadas (Aranda, 1971). En este estudio se presenta un programa general de las migraciones de ganado durante períodos largos de tiempo (Cosío y Vicens, 1969).

Se ha continuado con los estudios de resiembra de praderas herbáceas mejoradas aunque en menor intensidad que en años anteriores, ya que se tiene una idea clara de la adaptación de los diversos grupos de plantas (Uslar, 1972). Se ha llegado a la conclusión que entre las papilínáceas terófitas sobresalen Trifolium subterraneum, T. branchy-calcinum, T. hirtum, Medicago polymorpha, M. sutellata y M. truncatula, y entre gramíneas terófitas destacan Lolium rigidum, Bromus mollis, Trisetobromus hirtus. Las leguminosas perennes son importantes en los ambientes más húmedos, especialmente Medicago sativa y Trifolium fragiferum, además de Phalaris tuberosa, Dactylis glomerata, Agropyron elongatum, A. intermedium, Ehrharta calycina, Hordeum chilensis, entre las gramíneas perennes (Contreras y Gastó, 1974; Gastó, Caviades y Contreras; 1976). Las especies arbóreas y arbustivas han sido estudiadas desde un punto de vista fenológico y de su arquitectura (Riveros et al., 1976; Zuñiga, 1973). El matorral esclerófito del mediterráneo chileno ha sido estudiado por un largo tiempo (Di Castri y Mooney, 1973), especialmente desde un punto de vista microclimático, anatómico, morfológico y otros, de manera de lograr acumular los antecedentes básicos requeridos para la formulación eventual de modelos de simulación.

El estudio de las fitocenosis naturales han permitido conocer los elementos estructurales básicos del matorral que caracteriza a los ambientes mediterráneos chilenos. En base a su estructura natural se ha pretendido diseñar una nueva arquitectura morfológicamente similar, de alta estabilidad y con una favorable tasa de canalización antrópica (Gastó y Contreras, 1972). Los estudios realizados con especies arbustivas y arbóreas se han llevado a cabo por un período de alrededor de dos décadas. En este lapso se han estudiado los aspectos más relevantes de este grupo de plantas, como asimismo de otras utilizables en el desarrollo de sistemas agrosilvopastorales.

Los aspectos estudiados abarcan la selección de especies adaptables a condiciones diversas de suelo, clima y utilización. El mayor énfasis se ha puesto en la adaptación de especies en ambientes que registran precipitaciones entre 50 mm y 300 mm (Gastó y Contreras, 1972) aunque también se ha estudiado el secano más húmedo (Cosío, 1970; Vicens y Cosío, 1968 y 1970). La adaptación de las especies arbustivas a diversas condiciones edáficas ha sido estudiada por Lailhacar (1975) como asimismo la distribución natural de las poblaciones (Bardilla, 1975).

La interferencia intraespecífica ha sido uno de los aspectos que ha recibido mayor atención durante los últimos años dado que constituye la base para el desarrollo de fitocenosis biestratificadas para el mejoramiento de los ecosistemas del mediterráneo árido y semiárido del centro de Chile (Zuñiga, 1973; Gastó y Caviades, 1976). La interferencia de las estratas arbóreas y arbustivas superiores sobre las estratas herbáceas inferiores da como resultado su modificación de la composición botánica y productividad como consecuencia de la interceptación lumínica, hídrica y eólica, además de modificar los ciclos biogeoquímicos y competencia entre estratas y poblaciones, de manera de alterar sustancialmente el equilibrio fitocenósico.

Las especies mediterráneas han sido estudiadas como productoras de materia prima para ser empleadas en la elaboración de extractos proteicos. La extracción de proteínas de árboles y arbustos depende de diferentes factores entre los que sobresalen la especie, variedad, edad de la planta, estado fenológico, capacidad de recuperación al corte, porcentaje de hojas, tallos y frutos, además del proceso químico de extracción. Los extractos de proteína soluble de hojas de Atriplex repanda y A. nummularia corresponden según los estudios de Silva y Pereira (1976), respectivamente a 19,6 % y 26,6 % del total de la proteína presente en las hojas. Los análisis de los aminoácidos de las fracciones proteicas obtenidas, muestran una composición aminoacídica equilibrada con excepción de la metionina que se encuentra en el límite inferior. El contenido de Lys y Met depende del estado fenológico de la planta (Ferrer et al, 1977). Los concentrados proteicos se presentan como suplementos valiosos para otros alimentos pobres en aminoácidos esenciales (Silva y Pereira, 1976).

La intensa actividad desplegada durante los últimos años ha permitido acumular la información básica para resolver los problemas del secano mediterráneo sobre una base de sistemas. Otros aspectos relevantes incluyen el planteamiento formal del desarrollo de ecosistemas optimizados, la adaptación de especies y ecotipos, la descripción de la arquitectura individual y poblacional, la absorción foliar de agua, el crecimiento y cosecha de poblaciones y la natalidad y mortalidad de la población analizada como un elemento básico para la mantención de las densidades adecuadas (Arentzen, 1972). En general, los estudios relacionados con el cambio de estado de los ecosistemas, han recibido la mayor atención, tanto en lo referente a la génesis natural del sistema como a su transformación antrópica. Se encuentra en etapa de preparación un texto en el cual se sintetiza la labor desarrollada con especies arbustivas.

### Patagonia

Dentro de los programas de relevamientos e inventarios de vegetación de la patagonia semiárida se han realizado estudios para desarrollar una escala tentativa de clasificación y valoración de comunidades dominadas por Stipa speciosa y S. humilis (Soriano y Braun, 1973). Asimismo, se ha realizado un inventario expeditivo de los recursos naturales de tres áreas en lo referente a su geología, geomorfología, suelos, vegetación y meteorología (Braun et al., 1971). En algunas áreas delimitadas se ha analizado las comunidades vegetales en una base cartográfica y en escalas detalladas (De Anchorena, 1973). La flora y vegetación de la región también han sido incluidas en los estudios (Latour, 1971).

La exclusión del ganado en los terrenos de pastoreo provoca cambios en la composición botánica y productividad de la pradera, incluso en períodos breves, situación que se manifiesta desde los primeros años de la sucesión por pastoreo (Soriano, 1973). Dentro del marco de la vegetación real y potencial Soriano et al., 1978, analizaron con mayor detalle y tiempo las características de la comunidad climax previo a la utilización por ovinos y luego de su utilización. En otro estudio se analizó la dinámica del pastizal a través del estudio de las diseminulas presente, dentro y fuera de exclusiones.

Las especies espontáneas psamófilas de la región de Bahía Blanca fueron analizadas por Bishop et al. (1968) desde un punto de vista taxanómico y bromatológico, determinándose, además su palatabilidad. La productividad de fitomasa de algunas especies y praderas también se han considerado en algunos estudios, a través, de la cosecha periódica de los componentes herbáceos dominantes, especialmente Stipa speciosa y S. humilis (Soriano, 1974). Las características nutritivas de las principales especies de las praderas de un vasto sector patagónico han sido descritas por Wernli et al. (1978).

La estructura de las comunidades naturales dominadas por

pastos duros y arbustos de baja palatabilidad pueden ser modificados a través de la introducción de praderas herbáceas mejoradas (Serra, 1970). Específicamente, Abadie (1967) estudió el manejo del pastizal autóctono de Festuca pallescens, de valor forrajero elevado, de manera de mejorar su regeneración natural.

## Opciones

La configuración actual de la ecósfera es el resultado de un largo proceso de transformaciones, en el cual han intervenido procesos internos de la corteza terráquea desde hace cinco a ocho mil millones de años; la evolución y transformaciones endógenas propias de la biocenosis a través de un período de mas de dos mil millones de años y la aparición reciente de la familia Hominidae, hace apenas uno a cinco millones de años (Urey, 1952).

La comprensión de la génesis del ecosistema, hasta alcanzar su arquitectura y funcionamiento actual, son el resultado de un proceso recíproco en el cual, en una primera etapa, el medio ha modelado al hombre hasta llegar a alcanzar a través de un proceso evolutivo atributos, similares a los del hombre actual. A su vez, especialmente durante los últimos milenios, siglos y décadas, la acción del hombre sobre el medio ha ido intensificándose con su evolución biológica, social, tecnológica y demográfica, hasta alcanzar una etapa en que ha llegado a ser el verdadero rector de las transformaciones ecosistémicas.

La agricultura, entendiéndose como tal a la serie de procesos de artificialización de ecosistemas de recursos naturales renovables con el fin de beneficiar al hombre y aplicado en el sentido mas amplio que incluye a cualquier tipo de bioma, es en la actualidad el principal mecanismo de transformación de la ecósfera (Laves, 1847; Gasto, 1979). La aparición del hombre sobre el planeta y luego de su conquista inicial de los territorios y nichos existentes, a los cuales estaba adaptado, dentro de un contexto de concomitancia de numerosos factores de la especie y su medio, resultó en transformaciones bruscas de la ecósfera o revoluciones (Dovring, 1969). La agricultura está transformando los ecosistemas de la ecósfera a tal grado que, desde un punto de vista antrópico, algunos se han mejorado intensamente, pero otros, la mayoría, se han deteriorado a tal grado que, incluso han llegado a amenazar la sobrevivencia de la especie en las regiones donde ello ha ocurrido.

El hombre primitivo apareció sobre el planeta con posterioridad a los ecosistemas terrestres. Fue una consecuencia del medio y como tal se presenta como un organismo adaptado a vivir en las condiciones naturales del ecosistema. En esta primera etapa no fue mas que un componente del ecosistema, igual que como lo eran las otras especies de mamíferos que ya existían. Su acción sobre el medio era la de ocupar los nichos

que le correspondían en el ecosistema natural, complementándose así con las demás especies vegetales y animales.

El hombre-animal interviene sobre el ecosistema cosechando los elementos que necesita para su sobrevivencia y alimentación. Esta cosecha la realiza solamente con la ayuda de sus componentes anatómicos, es decir, su cuerpo, y dentro de este, especialmente las extremidades anteriores y el aparato bucal. Su capacidad de cosecha está limitada por mecanismos físicos tales como, velocidad de desplazarse para capturar la presa, capacidad limitada de trepar para cosechar frutos, fuerza corporal para luchar con su presa o desprender frutos y tejidos, rapidez de movimientos y otras limitantes mayores a su actividad (Childe, 1954).

Estas limitantes, son precisamente las que incapacitan al hombre para destruir o degradar intensamente al ecosistema. El hombre pudo mantenerse como cosechador natural durante períodos muy largos, pues su actividad natural no le permitía transformar intensamente al sistema. Como tal permaneció durante un largo período, la primera etapa de su existencia; período que se estima de una longitud de un millón a cinco millones de años, durante el cual la población se mantuvo la mayor parte del tiempo estática, en equilibrio con el medio.

Hace aproximadamente cincuenta a cien mil años, aparece el Homo sapiens, el cual se comporta en una primera etapa como hombre-animal, para luego transformarse desde recolector natural en recolector con elementos naturales propios del ecosistema. Es el recolector organizado, que cosecha con la ayuda de palos y piedras, con lo cual su capacidad recolectora se incrementa considerablemente. Su acción transformadora del ecosistema es mayor al ocupar nichos recolectores que originalmente correspondían a otras especies y al destruir y cambiar el arreglo topológico de los elementos utilizados en la captura. Algunas especies animales y vegetales desaparecieron por la acción del hombre cosechador organizado y tecnificado incipientemente.

La tercera etapa de evolución de la agricultura de cosechadores es la que se practica con la ayuda de algunas herramientas manuales, que hacen la labor de cosecha más eficiente, tales como cuchillos, machetes, picotas, hachas, tracción animal y otros que elevan la eficiencia antrópica de cosecha. En esta etapa se utilizan los avances en la tecnología de metales y mecánica a través del empleo de la tracción animal.

La acción destructora del hombre cosechador con herramientas manuales varía en intensidad de acuerdo al ambiente donde la ejerce. En ambientes con alta capacidad de resiliencia su acción es moderada a leve ya que los mecanismos endógenos de recuperación reaccionan y recuperan al sistema más rápidamente que la acción del hombre. Ello es lo que ocurre en

ecosistemas tropicales que, en general, tienen alta capacidad de resiliencia en las etapas serales climáticas. En ecosistemas del árido, en cambio su resiliencia es menor, por lo cual se degradan fácilmente.

La agricultura de cosechadores con herramientas manuales es común en los países en desarrollo y, en general, ha permitido la subsistencia de muchos pueblos, por periodos largos de tiempo, sin destruir al ecosistema en forma irreparable. Cuando existen centros urbanos con capacidad de generar demandas elevadas, simultáneamente con una densidad demográfica, también elevada, este estilo de agricultura puede ser muy destructivo. En cambio, cuando la densidad poblacional es baja y la cosecha se emplea solamente para la sobrevivencia de la población cosechadora, el efecto degradativo es generalmente leve (Curtis, 1956). Algunos ejemplos de este estilo de agricultura son la cosecha del tuna cardona (Opuntia streptacantha) en nopaleras naturales, de candelilla (Euphorbia antisyphilitica) en el Desierto Chihuahuense, de melón loco (Apodanthera ondulata) para el consumo de la semilla también en el árido mejicano, del piñon de piñonero (Pinus edulis) también para el consumo humano, de la fibra de lechugilla (Agave lechugilla) y palma china (Yucca carnerosana) y del aguamiel del maguey (Agave spp.). Todas estas especies han permitido subsistir practicándose una agricultura de cosechadores, sin destruir mayormente al sistema, aunque manteniéndose producciones netas relativamente bajas.

La etapa de mayor intensificación de la cosecha ocurre cuando se desarrollan procesos industriales de elaboración y recolección que permiten recolectar la totalidad de los componentes más valiosos, dentro de un marco de demanda prácticamente ilimitada de empresas nacionales y transnacionales, capaces de industrializar y comercializar volúmenes mayores que los existentes en los ecosistemas naturales. Ejemplos de esto fue la cosecha devastadora del guayule (Parthenium argentatum) ocurrida durante la primera mitad de este siglo en el norte de México, y que podría ocurrir en el futuro; la cosecha de candelilla, en la forma que se practica usualmente que ha devastado también miles de hectáreas; y la cosecha de cladodios de nopal para ser empleados en la alimentación de vacas lecheras en los establos cercanos a las ciudades del desierto Chihuahuense.

La cosecha devastadora ocurre usualmente en ecosistemas frágiles y de muy baja resiliencia, donde el cosechador está conectado con poblaciones periféricas que le suministran las herramientas para la cosecha y efectúan el trueque o venta de los insumos que requiere la población que cosecha hasta devastar

al sistema. Las poblaciones periféricas, a la vez, envían posteriormente los productos cosechados a los centros de consumo, los cuales mantienen una alta tasa de demanda, la cual es constante y de difícil saturación. Los mercados mundiales actuales son de esta naturaleza.

Los cosechadores periféricos van avanzando radialmente en la medida que van cosechando y devastando los ecosistemas. Este estilo de cosecha y utilización de los ecosistemas requiere por lo tanto el traslado constante a nuevos ecosistemas no cosechados (Curtis, 1956).

Las culturas primitivas se diferencian de las modernas en tres hechos principales (Guthrie, 1971): tamaño de la población, sofisticación tecnológica y actitud frente al medio. El tamaño actual de la población genera una demanda prácticamente ilimitada de los recursos naturales, lo cual estimula su cosecha indiscriminada y la destrucción masiva de la naturaleza. La sofisticación tecnológica estimula un mayor consumo y proporciona las herramientas necesarias para la cosecha indiscriminada. La posibilidad de migrar hacia lugares naturales no destruidos se hace cada vez mas remota.

El estilo básico tradicional y actual de agricultura del Desierto Chihuahuense es la agricultura de recolección, en la cual, el predio se organiza de manera de cosechar el máximo sin, manejar, reparar, o reponer los elementos destruidos. Los ejemplos mas clásicos de esto son la cosecha de candelilla, guayule, nopal forrajero y bosques naturales.

La diferencia fundamental entre las poblaciones que subsisten de alimentos silvestres y las que viven en villorrios permanentes es que las primeras deben explotar una gran variedad de nichos ecológicos pequeños durante cada estación y que los nichos se encuentran desparramados en la cuenca, cubriendo una amplia gama de ambientes y lugares. En contraste a ello, las poblaciones que viven en villorrios tienen la mayor proporción de su producción efectiva de alimentos concentrada en unos pocos ambientes que se encuentran próximos a sus residencias (Coe y Flanery, 1964).

La agricultura de plantas anuales pioneras se desarrolla en ambientes originalmente ocupados por ecosistemas en estado cercano al climax, usualmente dominadas por bosques, praderas o matorrales. Para ello se requiere destruir la vegetación original, usualmente por medio del fuego, de manera de disponer de un suelo con un alto contenido de materia orgánica y fertilidad. Esta agricultura, en su origen es de naturaleza destructiva, pues basa su permanencia en la migración constante hacia lugares no destruidos, los cuales se habilitan para continuar con el cultivo.

Un factor de estabilización es el enriquecimiento de la dieta humana, en base a alimentos de calidad, provenientes de plantas perennes y de larga vida, además de los productos provenientes de plantas anuales, tales como los cereales. En el Cercano Oriente esto ocurrió con los olivos, higos, dátiles, vides y otras plantas. En un comienzo debe haberse tratado de plantas silvestres. Estas plantas son perennes y para cosecharse sus frutos se requiere vivir en la vecindad o por lo menos volver a ellos cada año. Pronto, estas plantas fueron cultivadas. Ello implicó una técnica agrícola enteramente nueva. El hombre tuvo que aprender por experiencia los secretos de la poda, para obtener leña o frutos, del injerto y de la fertilización (Childe, 1954).

En el árido chihuahuense esta etapa de culturización en el manejo de plantas perennes no existió en la magnitud que se presentó en el Cercano Oriente, donde aun falta por esclarecerse las etapas del cultivo de árboles frutales y vides. Con seguridad, se piensa, que se remontan a la época prehistórica (Childe, 1954). Es éste el comienzo y la evolución de la agricultura de ecocultivos. En el desierto chihuahuense se progresó en la cosecha de algunas de estas plantas, tales como maguey y nopal pero no en la transformación del sistema como un ecocultivo.

Las consecuencias del desarrollo de la agricultura tradicional de ecocultivos son obvias, pues se trata de posesiones mas permanentes que un campo de trigo o de algún otro cultivo anual, los cuales deben sembrarse año tras año. Los ecocultivos, en cambio, no producen los primeros años, pero luego su productividad es permanente. Esto hace que los propietarios se apeguen mas férreamente a la tierra.

La ganadería es usualmente del mismo estilo: de cosechador devastador. El ganado se emplea como una herramienta destinada a cosechar intensamente la productividad primaria al mas bajo costo. Los sistemas ganaderos usuales del desierto se caracterizan por una cosecha indiscriminada por los vacunos, ovinos y caprinos, sin ninguna práctica de manejo tales como: rezago de la pradera, fertilización, resiembra, regulación de la intensidad de pastoreo y otros que permiten mantener la máxima cosecha sostenida del sistema.

Los recursos naturales del desierto, a menudo, debido a su inaccesibilidad, baja productividad, alto costo ecológico de cosecha, falta de mercados u otras razones, a menudo no se cosechan. Un ejemplo de ello son las poblaciones naturales de guayule, las cuales, debido a la carencia de industrias elaboradoras del guayule no se cosechan en la actualidad.

En algunos casos, recursos valiosos no son cosechados debido a una protección legal y administrativa del ecosistema natural, que prohíbe o impide su utilización. Tal es el caso de los parques nacionales, reservas de la biosfera y otros protegidos por leyes específicas. En estos casos no contribuyen como insumos para la población pero vienen a llenar una necesidad de recreación, esparcimiento y estética del hombre urbano. En el mundo moderno, no se concibe un desarrollo global sin algunos santuarios de preservación de la naturaleza que vengan a complementar a los ecosistemas productivos.

La agricultura de cultivos o de labranza máxima ha sido definida como el sistema tradicional de cultivación que se inicia usualmente por una rotura profunda general seguida de otras para preparar la cama de semilla, y posteriormente se controlan las malezas en pre o post emergencia por medio de cultivadora o herbicidas (Baeumer y Bakermans, 1973).

La agricultura de cultivos tuvo su origen en los ecosistemas naturales en estado climácico, que fueron intervenidos por el hombre. La intervención antrópica mayor transformó su estado en disclimácico. La intervención continuada y el desarrollo de herramientas de piedra y metálicas, simultáneamente con el empleo del fuego, permitió una mayor intervención y la creación de estados pioneros, cada vez más alterados. Fue en estas condiciones donde debió haberse originado la agricultura de cultivos, que con el tiempo se transformó en una agricultura de alta artificialización.

En los ambientes pioneros, las especies efímeras, de rápido crecimiento, corta vida, elevada tasa de natalidad y alta productividad de diseminulas son las más exitosas. Estas especies, colectadas en forma recurrente por el hombre tuvieron mayores posibilidades de éxito en los ambientes alterados por éste, de manera que gradualmente fueron adaptándose mejor a esos ambientes, hasta llegar a ajustarse perfectamente y perder sus atributos para sobrevivir en el ambiente natural climax o disclimax donde originalmente evolucionaron.

La agricultura primitiva de cultivos, debió haber sido del tipo de mínima labranza. El desconocimiento de la tracción animal, y de la tecnología de metales no le permitía al hombre roturar el suelo ni cultivar la tierra. Es por ello que debido a la baja capacidad de artificialización, la escasa población humana debió haber invertido su esfuerzo principalmente en las labores de establecimiento. Las herramientas primitivas de labranza que se conocen, son solamente de establecimiento, desconociéndose las de roturación y las de cultivación.

Luego de la emergencia del cultivo, la competencia de las especies complementarias se controlaba en algunos casos con fuego, lo cual alcanzaba a chamuscar a la especie cultivada, la cual luego se recuperaba rápidamente. Este estilo era usual en algunos lugares de América. Otra forma de hacerlo era por medio del control manual de las especies asociadas competitivas (Gay, 1862).

Durante los últimos años, ha comenzado a difundirse lo que se denomina agricultura de mínima labranza o cero labranza, la cual se caracteriza por la no roturación del suelo, simultáneamente por no cultivarse los espacios entre las plantas. Además de ello, el éxito de esta agricultura depende del empleo generalizado de herbicidas para controlar las especies invasoras complementarias que invaden al sistema ocupando los nichos y territorios libres del cultivo. Mínima labranza ha sido definida como un sistema de cultivación en el cual la manipulación mecánica del suelo se limita al tránsito y a la preparación de la cama para la semilla (Baeumer y Bakermans, 1973).

Debido a la carencia de una tecnología adecuada de herbicidas, esta agricultura no pudo desarrollarse en el pasado. Fué más exitoso, en cambio el control físico de las malezas invasoras y del manejo de la fertilidad y agua a través del empleo de implementos manuales de roturación. El descubrimiento del empleo de la tracción animal permitió posteriormente comenzar sistemáticamente a roturar y cultivar el suelo.

La agricultura de cultivos se inventó en forma independiente tres veces, en lugares distanciados y con especies diferentes. En Asia Menor, en el Kurdistán se inventó la agricultura del trigo-cebada-centeno, es decir la agricultura de cereales pequeños cultivados al voleo. En el sudeste asiático, por otro lado, se inventó la agricultura del arroz. Finalmente, en América, en Méjico y Guatemala, se inventó la agricultura del maíz.

Las tres agriculturas tienen un objetivo común, cual es la producción de un grano, con alta concentración de energía digestible. Pero tienen, además, en común el ser gramíneas y el ser la especie dominante de las etapas pioneras de las sucesiones ecológicas secundarias. Diversas etapas de avance tecnológico se han ido descubriendo y aplicando al cultivo, incrementándose la intensidad de artificialización. Las etapas más importantes de desarrollo son: la roturación y cultivación con el empleo de la tracción animal; el empleo del barbecho descubierto, que ya se empleaba en tiempos romanos; el uso de las leguminosas en la rotación para mantener el nivel de fertilidad en forma natural; el riego generalizado; la fertilización mineral, especialmente durante el último siglo;

los herbicidas e insecticidas; el empleo de variedades genéticas mejoradas; la cosecha mecanizada; y la industrialización de la cosecha. Todo ello permite en la actualidad la práctica de una agricultura intensiva, con alta artificialización y rendimientos elevados. Es la agricultura que se practica exitosamente en los valles con suelos profundos y de alta calidad química y física tanto del suelo como del agua. También se practica esta agricultura en ambientes marginales, pero con resultados cuestionables.

La agricultura altamente intensificada también se practica en otros tipos de cultivos entre los que sobresalen los árboles frutales, frutales menores, verduras, hortalizas y otras, teniendo en todos los casos modalidades similares de aplicación elevada de estímulos exógenos, grado de artificialización alto, corta vida y otros atributos en común.

Una modalidad muy especial de cultivación en ambientes adversos, donde la vegetación predominante es de leñosas arbustivas y arbóreas, en el trópico y ambientes áridos, es lo que se denomina corrientemente roza, tumba y quema. Esta agricultura se caracteriza por la destrucción de la vegetación original de manera de dejar el suelo desnudo, pero con alto nivel de materia orgánica y fertilidad, donde se establece el cultivo, el cual se repite por algunas temporadas, mientras dura la fertilidad natural del suelo. Luego se abandona por algunos años, lo cual estimula la reinvasión de la vegetación original y la recuperación de la fertilidad del suelo. En esta forma año a año se van despejando nuevos sectores e incorporándose al cultivo.

El período de descanso es necesario para recuperar el suelo para el cultivo. Se trata por lo tanto de una agricultura intermitente caracterizada por un período prolongado de carga de fertilidad y ordenamiento del sistema, alternado por un período breve de descarga intensiva de la fertilidad, durante el cual se establece el cultivo, el cual es usualmente de elevados rendimientos.

El ecocultivo, es una modalidad intermedia de agricultura disclimática. En oposición a la de roza, tumba y quema, no presenta extremos tan grandes de carga y descarga intermitente. Presenta en cambio, atributos ecosistémicos que le permiten mantener indefinidamente un estado similar cercano al óptimo. Durante el año, a través de las estaciones, presenta períodos de carga y descarga pero se mantienen estables a lo largo de una media productiva que se mantiene invariable de año en año. Su alta fitomasa en pie, elevada diversidad de componentes, longevidad de las poblaciones, memoria del sistema y otras, le dan los atributos de estabilidad y homeostasis necesarios en los ambientes inestables, tales como en el trópico y zonas desérticas.

Durante los últimos años ha comenzado a dársele mayor énfasis a la agricultura ecológica de ecocultivos, especialmente en lo referente a lo que se denomina agricultura forestal (Douglas y Hart, 1978; Douglas, 1967). En el Octavo Congreso Mundial Forestal, realizado en Jakarta, Indonesia, en 1978 se le dio especial énfasis a este tema. Anteriormente, Smith (1929) planteó formalmente los cultivos forestales como un estilo de agricultura permanente.

La silvicultura tradicional, donde se maneja ecológicamente el bosque, estimulando sucesiones ecológicas que conduzcan a un disclimax que se aproxime al óptimo antrópico, luego de ser sometido el sistema a procesos leves de artificialización, puede ser considerado como un ecocultivo. En igual forma el manejo ecológico de praderas naturales, con artificializaciones leves y permitiéndose la acción de las sucesiones ecológicas hasta alcanzarse estados sucesionales disclimácicos, próximos a la madurez del sistema es también un ecocultivo.

La agricultura tradicional de frutales, con baja artificialización donde predominan higueras, vides, olivos, castaños, guindos, perales, manzanos, que se cultivan en forma semi-natural es un estilo de ecocultivo, que contrasta con la agricultura pionera intensiva de cultivos anuales o de frutales. Esta agricultura, a pesar de su antigüedad y del éxito demostrado a través de los siglos, no ha recibido la atención que se merece dentro del ámbito intelectual y de las ciencias agrícolas.

## Desertificación y desarrollo

Sistemogénesis o génesis del estado del ecosistema puede ser definido como el proceso de cambio en el tiempo, de las variables de estado del ecosistema. El proceso que conduce hacia el estado de equilibrio climácico o hacia disclímaces mas avanzados, se denomina desarrollo. Este proceso conduce hacia una mayor organización del sistema, lo cual se expresa en un incremento de su información, estando frecuentemente acompañado de un incremento del contenido de materia y energía. Todo lo cual significa un mejoramiento del sistema.

El proceso opuesto, es el de degradación del sistema, el cual se caracteriza por el deterioro del recurso, lo cual está contenido dentro del marco de retrogradación del sistema (Figura 3). En las zonas áridas, la retrogradación toma modalidades particulares, proceso que se denomina desertificación, lo cual requiere necesariamente de acciones antrópicas que tiendan a degradar al sistema ecológico. El estado final que se arriba, luego del proceso de desertificación es el agri deserti.

En condiciones naturales, el sistema ecológico presenta mecanismos endogenos que desencadenan un proceso sucesional, por lo cual el sistema, eventualmente, al cesar las actividades que estimulan la desertificación el proceso tiende a invertirse (Figura 4).

En cualquier estudio de desertificación debe considerarse la atractabilidad del sistema para la cosecha y manipulación antrópica y la sensibilidad de este ante la actividad del hombre. Además de lo anterior, debe considerarse la condición o relación entre el estado actual y potencial del sistema, de manera de evaluar la necesidad de invertir el proceso de desertificación y las ventajas de hacerlo.

La influencia modificadora del hombre sobre los ecosistemas naturales se genera desde el momento mismo en que éste o su acción arriban a un ecosistema (Castó y Contreras, 1979). El hombre primitivo u hombre-animal logró establecer relaciones relativamente estables con su medio. Su rango de acción y su desarrollo tecnológico no le permitían cosechar integralmente la biocensis, sinusia o población, debido al excesivo incremento del costo ecológico de cosecha. Estaba capacitado solamente, para retirar una parte de la biomasa y productividad del ecosistema y, posiblemente, alterar el equilibrio de la población afectada dentro de márgenes muy restringidos. Independientemente de la acción modificadora del hombre, que sólo ha tenido incidencia marcada durante los últimos siglos, se tiene las

Figura 3. Grados de riesgo de desertificación en América del Sur, según Naciones Unidas, Conferencia de Desertificación, 1977.

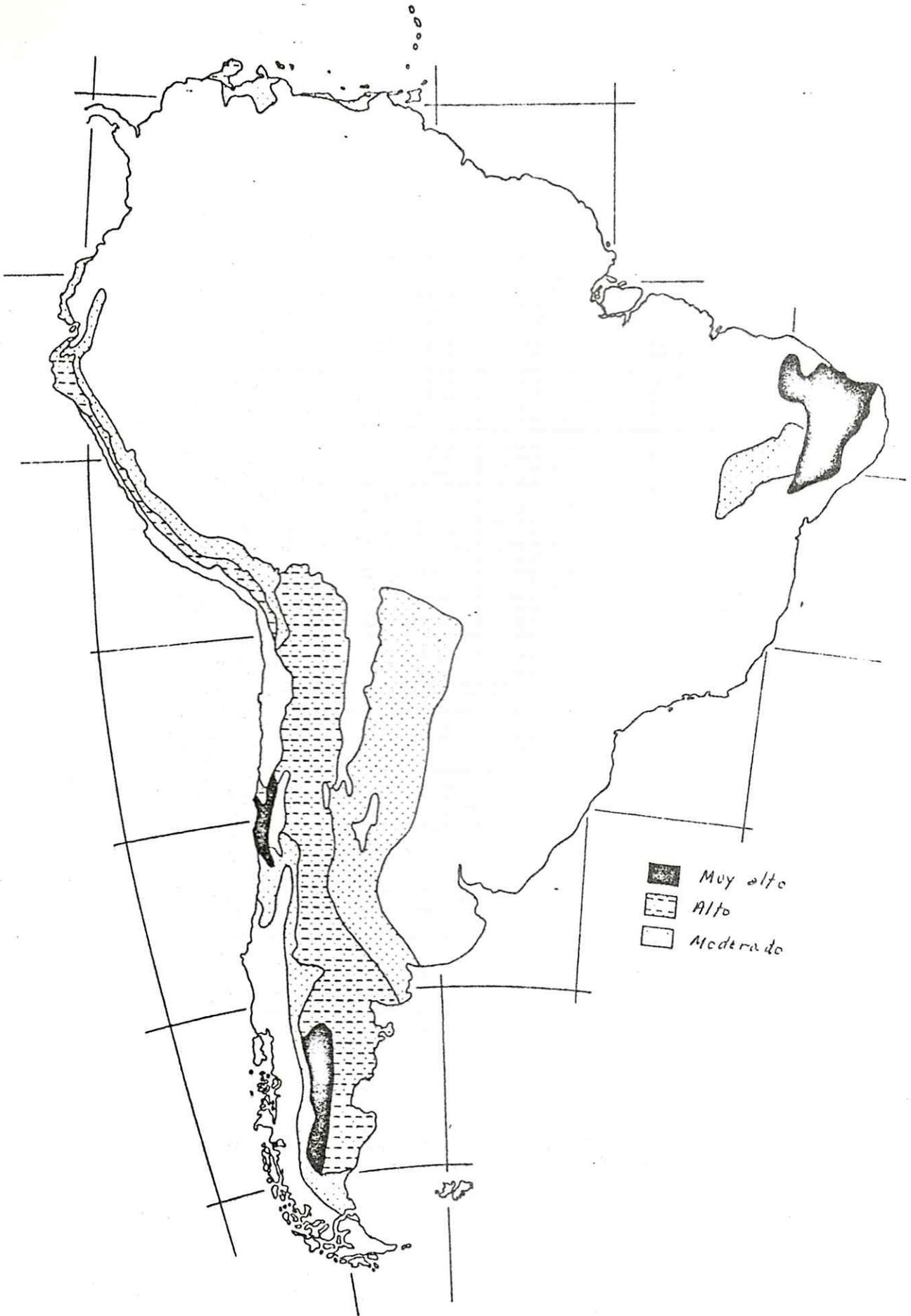
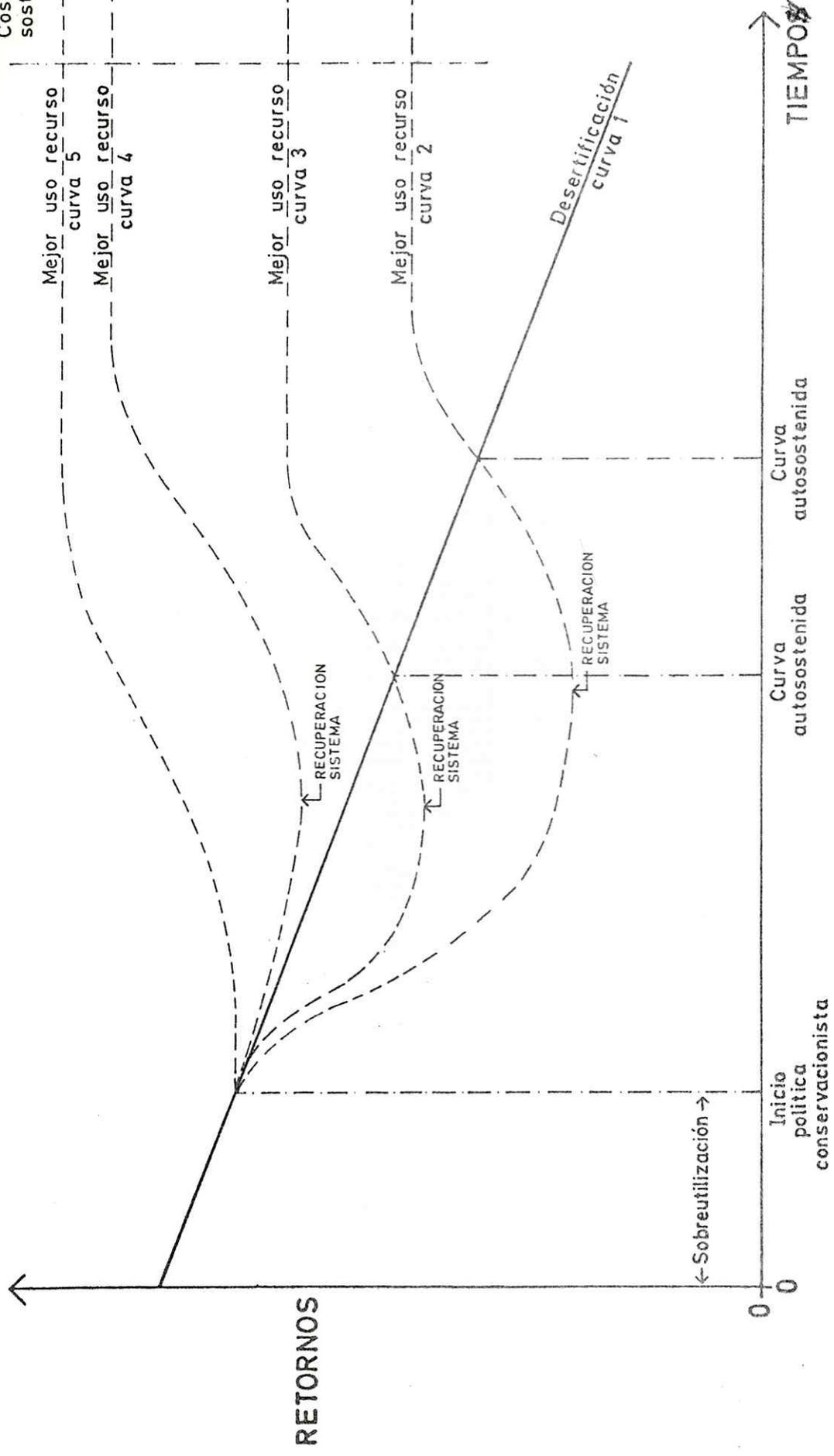


Figura 4. Modelo simplificado de políticas de conservación aplicados a la desertificación en ambientes áridos, según Warren y Maizels, 1976 (Modificado).

Cosecha sostenida



RETORNOS

TIEMPO

Curva autosostenida

Inicio política conservacionista

← Sobreutilización →

RECUPERACION SISTEMA

RECUPERACION SISTEMA

RECUPERACION SISTEMA

Desertificación curva 1

Mejor uso recurso curva 5

Mejor uso recurso curva 4

Mejor uso recurso curva 3

Mejor uso recurso curva 2

modificaciones florísticas y ecosistémicas ocurridas debido a la acción de las glaciaciones durante el último millón de años (Sparre, 1956).

La simplificación de los biomas terrestres y sus transformaciones en sistemas agrícolas contribuye a la destrucción y a la aislación entre los altos y bajas y entre el río y el estuario. La tendencia evolutiva predominante durante los últimos milenios, hacia la construcción de ecosistemas complejos, integrales y estables, ha sido invertida con la agricultura (Woodwell, 1970). El cambio mas obvio es la composición botánica y faunística, tanto en los aspectos cualitativos como cuantitativos (Curtis, 1956).

El desarrollo tecnológico del hombre, unido a una presión poblacional cada dia mayor, lo obligó a transformar intensamente, y en forma directa o indirecta, los recursos naturales a su alrededor, incluyendo los elementos mas pequeños, como ocurre con la fauna edáfica (Covarrubias, Rubio y diCastrí, 1964). El objetivo primordial de la transformación de los ecosistemas de este sector ha sido tradicionalmente el beneficio directo e inmediato del hombre, cual es, su cosecha y utilización (Figura 4). Las consideraciones del efecto a largo plazo no han sido, generalmente, de gran importancia porque, hasta muy recientemente, se consideraba que los recursos naturales eran inagotables. El explotador primitivo no se preocupa de la posibilidad de hacer una segunda cosecha, o de la cosecha continuada del ecosistema (Curtis, 1956).

El proceso de transformación consta de cuatro etapas básicas, dos de las cuales son de eliminación parcial o total de algunos atributos del ecosistema original, seguido de otras dos etapas de construcción del nuevo ecosistema (Candia et al., 1976). En algunos casos, los beneficios antropogénicos han derivado de la destrucción del ecosistema original, como ocurre en la cosecha de los bosques naturales y de la fauna; en otros, en cambio, los beneficios se originan de la construcción y funcionamiento del nuevo modelo arquitectónico de ecosistema (Gastó, 1976).

La acción modificadora del hombre contemporáneo sobre las comunidades naturales de árboles y praderas pueden ser separadas en dos categorías de procesos (Curtis, 1956). La primera, ocurre en areas periféricas, donde se establecen comunidades humanas que avanzan desde los principales centros poblacionales. Las razones de la existencia de poblaciones periféricas, puede deberse a comunidades antropogénicas en expansión, que no han tenido suficiente tiempo para colonizar toda el area. La otra causa del periferismo de la población puede ser la severidad del medio, de montaña, desierto u otro que impida una mayor concentración humana, como sucede en los villorrios de Canela de la IV Region de Chile, tales como Soruco, Canela

Alta, Canela Baja y Angostura. La segunda categoría del proceso origina la utilización intensiva de la tierra en actividades silvi-agropecuarias y de urbanismo, en regiones altamente pobladas, donde se concluye frecuentemente en la sobreutilización del recurso natural con el consecuente dano de este.

Frecuentemente, el objetivo del hombre en áreas periféricas no ha sido transformar el ecosistema, sino retirar el producto cosechable. La transformación del ecosistema, en este caso, es solo un resultado accidental de la cosecha selectiva de algunos elementos del sistema. Debe distinguirse esta transformación casual del ecosistema que, a menudo, conduce a resultados desastrosos, de las transformaciones intencionadas (Gastó y Contreras, 1972; Wright, 1963).

En la transformación intencionada, el objetivo ha sido generalmente mejorar la productividad del ecosistema o su canalización hacia el hombre. No siempre el resultado de su transformación ha sido concordante con los objetivos; a menudo, la productividad de los recursos de canalización antropogénica, y la estabilidad del nuevo ecosistema han resultado inferiores al modelo original.

En las áreas periféricas a los centros poblados principales el aumento de la intensidad de utilización en espacio o en tiempo, hace que las acciones originales de efecto insignificante sobre la biocenosis y ecosistemas, se transformen gradualmente, en una operación inversa, que tiendan a favorecer a algunas especies y eliminar a otras (Curtis, 1956).

Comunmente, los primeros productos cosechados de la naturaleza, en regiones periféricas, pertenecen al reino animal, debido a su alto valor específico. Este efecto del hombre no fue inicialmente en exceso detrimento, pues corresponde, a menudo, a variaciones poblacionales inferiores a las fluctuaciones naturales (Curtis, 1956). De mayor importancia, según ese autor, es la cosecha selectiva de las especies vegetales más valiosas para construcciones habitacionales, de mobiliario, cercas, minería, leña, carbón y otras. El efecto sobre la fitocenosis, en estos casos, es aun mayor cuando la especie se desarrolla en poblaciones puras.

La transformación de ecosistemas naturales ha sido intensiva en los ecotopos de baja capacidad productiva, pero con alta capacidad de almacenamiento de biomasa y fertilidad. La destrucción de la biocenosis natural permite utilizar la biomasa y fertilidad acumulada durante períodos prolongados, construyendo modelos de ecosistemas, como ocurre con los cultivos, que pueden consumir o impedir la conservación de los recursos naturales, especialmente del componente abiótico del ecosistema. Finalmente, luego de un corto período de utilización el modelo silviagropecuario termina por autodestruirse, al igual que en otras regiones mediterráneas del Viejo Mundo (Cornelius, 1962).

No es posible limitarse a la simple descripción de los ecosistemas en su estado actual y proponer soluciones para su mejoramiento. Cualquier solución que se proponga debe estar sólidamente respaldada por principios y leyes ecológicas de aplicación universal. La teoría singenética establece una secuencia ordenada de cambios en los componentes bióticos y abióticos que conducen a la destrucción o a alguna etapa intermedia, en el caso que la dirección de los cambios sea la retrogradación. En caso contrario, cuando la acción sobre el medio invierte la dirección del proceso, la transformación del ecosistema implica estados sucesivos de progresión, que tienden a aproximarse al climax o a etapas intermedias que pueden ser de alta productividad, canalización antropogénica y estabilidad.

La reconstitución de la secuencia sucesional permite llegar a establecer, basándose en evidencias ecológicas fragmentarias, hipótesis singenéticas donde se plantee la dirección, etapas, procesos, tiempo, causa y otros atributos de estos cambios. La calidad y frecuencia de las evidencias que se ha dispuesto para este trabajo son, en algunos casos, reducidas, por lo cual las posibilidades de certeza no son excesivamente altas. En otros ecosistemas de la región estudiada existe suficiente evidencia para establecer hipótesis que presentan una mayor probabilidad de certeza. En general, el proceso de destrucción intensiva de los recursos naturales de esta región del globo ha sido sectorizado y relativamente breve, ya que no sobrepasa los doscientos años. En la mayoría de los casos, los sectores deteriorados se encuentran en forma contigua a relictos con menor grado de intervención antropogénica, lo cual permite establecer una secuencia de cambios y describir el proceso singenético completo (Olivares y Gasto, 1971; Gonzalez, 1975).

Es posible, haciendo uso de la teoría singenética del ecosistema, elaborar algoritmos de transformación, que permitan a la larga invertir el proceso destructivo y generar progresiones sucesionales que conduzcan a disclimaxes más estables, productivos y de mayor canalización antropogénica, donde la eficiencia de utilización de los limitados recursos precipitacionales se optimicen y donde las influencias negativas de las variaciones anuales de las precipitaciones se minimicen, generando unidades ecológicas que, desde un punto de vista antropogénico, sean del máximo interés y beneficio sostenido para las generaciones actuales y futuras.

En ciencia silviagropecuaria, como requisito previo a la transformación del ecosistema en sí, se debe tener un marco conceptual que permita plantear los fundamentos del cambio. Dentro de este marco conceptual debe definirse con la mayor

precisión al ecosistema que se pretende transformar. Una vez definido el ecosistema a través de un examen, se requiere determinar su estado y elegir dentro de todas las opciones posibles de óptimo, aquel estado que sea de mayor conveniencia antrópica (Armijo, Nava y Gasto, 1976).

El algoritmo de transformación es una representación análoga del proceso real que permite penetrar dentro del dominio de la previsión de eventos, lo cual es uno de los objetivos fundamentales de la ciencia. Mediante lo anterior, es posible simular una amplia gama de posibilidades de transformación de ecosistemas y elegir aquella más próxima al óptimo.

En la práctica, es necesario ejecutar el algoritmo analógico de manera tal que se provoque el cambio de estado del ecosistema, dirigido hacia su estado meta y óptimo. Esta operación involucra la aplicación de energía y materia, siguiendo alguna estrategia definida previamente en el algoritmo. El concepto operacional de transformación involucra la aplicación de ciertos trabajos regidos por una estrategia definida, de tal manera que provoque el cambio de estado programado.

El proceso de desertificación ha afectado en forma casi irreversible, dañando enormes superficies de suelos de calidad, en sectores que en alguna ocasión han sido regados. Algunos estudios indican que el efecto del riego ha sido notorio tanto en lo referente a la elevación de la napa freática como en la elevación del contenido salino del suelo (Heathcote, 1980).

La salinidad del suelo se incrementa en forma gradual en los sistemas que presentan condiciones favorables para ello. A través del tiempo el suelo se va haciendo cada vez más salino, hasta que concluyen en una salinización global que le hacen inadecuado para la agricultura. En este proceso debe considerarse, por consiguiente, tanto el contenido salino de las tierras de cultivo como las superficies salinizadas en el pasado, que han traspasado los límites donde es factible practicar la agricultura.

Los suelos con contenido intermedio de sales pueden ser cultivados con especies tolerantes a niveles elevados de salinidad. Eventualmente, sin embargo, esos sistemas deben ser abandonados, en la medida que el contenido salino se incrementa. El manejo del suelo con prácticas adecuadas y su lavado con aguas de buena calidad pueden ocasionalmente invertir el proceso y desalinizar el suelo (Warren y Maivels, 1976).

La reducción de la infiltrabilidad del suelo es un mecanismo de aridización que tiene su origen en la sobreexplotación del recurso ya sea por pastoralismo excesivo, por agriculturización del sistema o por cualquier otro que concluya en último

término en la destrucción de la cubierta edáfica y de la estructura de las pasturas. El resultado final puede ser la denudación del suelo, con lo cual las precipitaciones escurren hacia lugares mas bajos donde, además de acarrear partículas pueden llegar a perderse o causar otro tipo de problemas. La no incorporación de materia orgánica al suelo, debido a la reducción de la fitomasa aérea, originada en la sobreexplotación del recurso, concluye en la pérdida de la estructura y por consiguiente, menor infiltración, representa un balance hídrico de mayor aridez.

La fertilidad del suelo, debido a la degradación de la fitomasa aérea en pie, tiende a reducirse. En casos extremos tiende a constituir una limitante seria al desarrollo de los sistemas del árido. Unido a lo anterior se tiene, a menudo, la erosión que arrastra los horizontes superiores, lo cual puede concluir en estados que en la práctica tiendan a ser irreversibles.

La destrucción de la fitocenosis es una de las primeras etapas del proceso de desertificación. Las sucesiones ecológicas, en sistemas bien manejados tienden a invertir el proceso de desertificación con lo cual puede lograrse una recuperación del sistema. Este proceso se manifiesta en tasas mayores cuando el suelo no ha sido destruido previamente.

La forma edáfica y otros organismos menores que se encuentran asociados a las etapas mas avanzadas de la sucesión, se degradan paralelamente al ocurrir el proceso de desertificación. Los organismos mayores, debido a ser de mayor valor autrópico tienden a ser cosechados y destruidos en las etapas iniciales de desertificación, dejando, en esta forma, nichos desocupados.

El microclima generado en el entorno de la biocenosis y ecotopo también se deteriora, especialmente debido a la degradación del componente biótico del sistema, lo cual hace que el medio se torne mas extremo, especialmente en lo referente a las condiciones hídricas, térmicas y eólicas.

Los mecanismos causales de la desertificación son usualmente, la cosecha indiscriminada de los componentes vegetales y animales, empleo excesivo del fuego, pastoralismo abusiva, el riego descontrolado, roturación excesiva del suelo y desorganización del sistema a nivel de cuenca

## SOLUCIONES

El desarrollo del árido puede ser analizado dentro del marco geográfico, o del temático. El marco geográfico se refiere a los aspectos locales de cada una de las zonas áridas y sus limitantes específicas, lo cual, debido a la extensión del tema no será analizado en el presente trabajo.

Ambito temático

La organización temática de las áreas de desarrollo presenta la ventaja de permitir la especialización de los profesionales en áreas del saber de manera de aplicar soluciones generales basadas en principios de validez universal. La investigación y el conocimiento logrado dentro del ámbito temático tiende a ser de validez más general pues, además de resolver problemas locales, puede permitir encontrar principios generales aplicables a otras regiones del árido.

Las áreas prioritarias de desarrollo que debería considerarse para las regiones áridas, como asimismo algunas de las líneas de trabajo de mayor relevancia, se indican a continuación. No se indican proyectos específicos:

- 1) Inventario de recursos naturales
  - Biogeoestructura: geomorfología, suelos, clima, vegetación, faunación
  - Tecnoestructura: vivienda, urbanismo, construcciones rurales prediales, maquinaria, equipo
  - Soçioestructura: aerofotogrametría, topografía, cartografía
- 2) Manejo del recurso abiótico (Ecotopo)
  - Suelo: Relaciones hídricas (suelo-planta), fertilidad y salinidad, manejo y conservación
  - Agua: Escurrimiento, almacenamiento, conducción, distribución y aplicación
- 3) Manejo del recurso biótico (Biocenosis)
  - Pitocenosis: sucesión, desmonte, resiembra, utilización, cultivos
  - Zoocenosis: sucesión, control, introducción, utilización, ganadería

- 4) Desarrollo y manejo de la tecnoestructura  
 Vivienda y urbanismo, diseño, construcción y evaluación  
 Construcción de producción; edificios, infraestructura de manejo de la biocenosis  
 Maquinaria y equipo para el árido, tecnología intermedia
- 5) Socioestructura  
 Cultura  
 Educación  
 Organización
- 6) Organización predial  
 Diseño  
 Construcción  
 Evaluación
- 7) Economía  
 Evaluación  
 Organización empresarial  
 Administración  
 Comercialización

#### Ambito geográfico

Dentro del contexto geográfico, el desarrollo y capacitación del árido debe realizarse en o para las regiones áridas de influencia del Centro. Las principales regiones naturales son:

Patagonia  
 Monte  
 Chaco  
 Mediterráneo  
 Desierto de Atacama  
 Desierto de neblinas  
 Cerrado  
 Caatinga  
 Guajira  
 Llanos  
 Chihuahua  
 Sonora

La elección de la zona respectiva debe basarse en la importancia relativa que ella presente. Para ello, debe considerarse su extensión superficial, naturaleza de las limitantes ambientales, factibilidad de manejo y mejoramiento, población que sustenta, desarrollo potencial luego de eliminadas las limitantes, necesidades de capacitación, importancia para las

naciones involucradas y su población, y otras consideraciones propias de cada situación particular.

La integración de los aspectos temáticos de la investigación con los geográficos debe situarse dentro de un marco de prioridades contenidos en una matriz de doble entrada donde estén incluidas las diversas regiones geográficas y las áreas, líneas y programas.

### Estrategia de desarrollo

Se propone que la actividad del centro tendiente a la capacitación en el desarrollo de las regiones áridas debe contemplar una secuencia de etapas y procesos relacionados con investigación, docencia, ejecución, administración y otras, las cuales se indican a continuación:

- 1) Orientar la investigación hacia la optimización de la organización, manejo y producción de los recursos naturales
- 2) Organizar la investigación a nivel nacional dentro de ámbitos geográficos y temáticos definidos
- 3) Asignar prioridades geográficas y temáticas a la investigación. Las prioridades se materializan por medio de asignaciones de investigadores, laboratorios tiempo y presupuestos
- 4) Asociar personalidades altamente calificadas, con contrapartes locales, en los diversos temas prioritarios, con el objeto de diseñar e implementar actividades y evaluar sus resultados
- 5) Formar grupos de investigadores altamente especializados y calificados en cada tema prioritario. Su período de formación y práctica profesional debe realizarse bajo la tutela de especialistas de experiencia. Familiarizar a los jóvenes profesionales en todos los aspectos relacionados con su área de trabajo
- 6) Capitalizar las experiencias mundiales de acuerdo con las necesidades de cada región y país. Iniciar programas orientados a la combinación y adaptación de las experiencias mundiales y nacionales a las necesidades de cada región
- 7) Dar especial importancia en cada tema a los aspectos referidos a: producción, rentabilidad, estabilidad y bienestar, dentro del marco del ecodesarrollo
- 8) Establecer metas nacionales y regionales de desarrollo del árido. El éxito de cada programa debe evaluarse en relación con el criterio de optimización establecido para cada caso. La mayor atención y esfuerzo debe concentrarse en la eliminación de los factores limitantes que se contraponen al logro del óptimo.

Actividades CIFECA

- 9) La investigación y capacitación inicial debe concentrarse en pocos centros regionales principales de experimentación y desarrollo
- 10) La rapidez de los resultados debe ser considerada de alta prioridad
- 11) El ataque a los problemas prioritarios investigados y resueltos debe necesariamente venir acompañado de actividades colaterales que permitan dar una solución global a los problemas
- 12) Un aspecto importante en todo este contexto es el de la forma en que se llevara a cabo la extensión de resultados a los posible usuarios. Ella debe ir acompañada con detalles complementarios referidos a las condiciones de aplicación
- 13) Proponer acciones tendientes a crear un marco adecuado para el desarrollo del árido, compatible con las condiciones de optimización. Esto debe incluir aspectos tales como: precios, crédito, materias primas, infraestructura vial y urbana, comunicaciones, etc.
- 14) Ejecución del plan

## BIBLIOGRAFIA

El presente trabajo se elaboró en base a las siguientes publicaciones, algunas de las cuales fueron extractadas parcialmente:

- Armijo T., R., R. Nava C., J. G. Medina T. y H. Dávila H. 1977. Ecodesarrollo como un proceso de transformación de ecosistemas. Univ. A.A. Antonio Narro. Monog. Técnico Científica 3: 305-399. Saltillo, Méjico.
- Braun, R., R. Candia y J. Gastó C. 1980. Planteamiento metodológico de la investigación para el ecodesarrollo del árido argentino. Deserta. Mendoza, Argentina (En prensa).
- Candia G.R., J. Gastó C., R. Armijo T. y R. Nava C. 1976. Estrategias de transformación del ecosistema arido. Operadores y algoritmos. Univ. A.A. Antonio Narro. Monog. Técnico Científica 2: 250-364. Saltillo, Méjico.
- Gastó C., J. 1980. Bases ecológicas de la modernización de la agricultura. En: O. Sunkel y N. Gligo. Estilos de desarrollo y medioambiente en America Latina. Fondo Cultura Económica. Lecturas. pp. 341-378.
- Gastó C., J. 1980. Ecología. El hombre y la transformación de la naturaleza. Universitaria. Santiago. 573p.
- Gastó C., J. y A. Olivares E. 1978. Recent advances in plant research in arid and semiarid South America. International Aridlands Conference on plant resources. Texas Tech. Univ. Lubbock, Texas. EE.UU. 46p (Mecanografiado).
- Gastó C., J. y D. Contreras T. 1979. Un caso de desertificación en el norte de Chile. El ecosistema y su fitocenosis. Univ. Chile. Fac. Agronomía. Bol. Tecn. 42. 99p.
- Gastó C., J., R. Nava C. y L. Perez R. 1981. Ecocultivo Una alternativa de mejoramiento del ecosistema natural. Univ. Autónoma Agraria Antonio Narro. Monog. Técnico Científica 7: 67-134. Saltillo, Méjico.
- Mabbutt, J.A. 1979. Research and training for management of arid lands. United Nations University. Tokio, Japón. 48p.

- Mabbutt, J.A., H.J. Schneider y R. Nava. (ed.) 1980. Strategies for improved management of aridlands. United Nations University. Tokio, Japón. 27p.
- Nava C., R., R. Armijo T. y J. Gasto C. 1979. Ecosistema. La unidad de la naturaleza y el hombre. Univ. A.A. Antonio Narro. Saltillo, Méjico.
- Olivares E., A. y J. Gasto C. Atriplex repanda. Organización y manejo de ecosistemas con arbustos forrajeros. Ed. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias, Forestales y Veterinarias. 300p.
- Warren, A. y J.K. Mairals. Ecological change and desertification. Desertification Secretariat. United Nations Environment Program y University Collage of London. 185p.

Se incluye a continuación la literatura consultada en el desarrollo del trabajo:

ABADIE, C.A. (1967). La regeneración de Festuca pallescens (St.Ives) Parodi en los pastizales del oeste del Chubut, IDIA, 239: 58 -64

ABIUSSO, N.G. (1973). Estudio químico de cuatro gramíneas forrajeras: Eragrostis curvula, Agropyron intermedium, A. elongatum y A. cristatum Revista Investigaciones Agropecuarias, INTA, Buenos Aires, Serie 2 Biología y Producción Vegetal 3 : 89-110,

ABIUSSO, N.G. (1974). Nivles proteicos y valores de digestibilidad (DIUMS) de tres gramíneas invernales nativas de la Pampa, V Reunión Nacional para el Estudio de las Regiones Aridas y Semiaridas, Mendoza, Argentina

ACUÑA, H. (1978). Influencia de la pluviometría en la producción primaria de una pradera anual de clima mediterráneo, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Tesis Mg, Sc.

ADAMOLI, J. et al. (1972). El chaco aluvial salteño, Revista de Investigaciones Agropecuarias, Buenos Aires, INTA, Serie 3 Vol 9 : 165-237.

ADAMOLI, J. (1972). Frecuencia, confinamiento y transgresividad en especies del Chaco Argentina, I Reunión Argentina de Ecología, Vaquería, Córdoba, Argentina.

ADAMOLI, J. (1973). Manejo y recuperación de recursos forrajeras degradados en el chaco salteño. II Reunión Argentina de Ecología 97 pp.

ADLER, M. et al. (1974), Relevamiento ecológico del borde occidental de los Llanos de la Rioja, III Reunión Argentina de Ecología, Puerto Madryn, Chubut, Argentina,

AGROCONSUL, 1975. Proyecto agroindustrial y forestal, SERPLAC, Primera Región, Estudio de Factibilidad para la Sociedad Esmeralda, Iquique.

AGUILAR, F., (1970), Las lomas costeras del Perú, Univ. Nac, Agraria La Molina, Lima, Congreso de Internacional de Zonas Áridas, Arica.

ALLINEY, J.E. ET. AL. (1978), Efecto del tamaño y del número de las muestras para medir producción en el pastizal natural de San Luis, VI Reunión Argentina de Ecología, Corrientes, Argentina,

ALMEYDA, A.E. (1950), Pluviometría de las zonas del desierto y estepas calidas de Chile, Editorial Universitaria, 93 pp,

AMBROSETTI, J.A. (1971), Especies interesantes en la ordenación de la cuenca Papagayos I. In. Deserta, Anuales del Instituto de Investigaciones de las Zonas Áridas y Semiáridas, Tomo II p. 207-237, Mendoza Argentina,

ANDERSON, D.L. (1974), Un relicto del pastizal de San Luis, IV Reunión Argentina de Ecología, Río Cuarto, Córdoba, Argentina,

ANDERSON, D.L. at al. (1971), La dinámica y el manejo de la pastura natural en el centro-sur de San Luis, Reunión de Programación Sobre Pastizales de la Región Semiárida, Villa Mercedes San Luis, Argentina,

ANDERSON, D.L. et al. (1970), Las formaciones vegetales en la provincia de San Luis. Revista Investigaciones Agropecuarias INTA, Buenos Aires, Serie 2, Biología y Producción Vegetal , 7 (3) ; 81-87,

- ARANDA, X. (1971). Un tipo de ganadería tradicional en el Norte Chico, la trashumancia. Centro Demostrativo Corral de Julio y Depto. de Geografía Universidad de Chile, 194 p. Santiago.
- ARENTZEN, D., J. (1972). Absorción foliar de humedad atmosférica y relaciones hídricas en Atriplex semibaccata R. y A. repanda Phil, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, tesis Ing. Agrónomo, Santiago.
- ARMIJO, T., R., R. Nava C. y J. Gastó C. (1976). Fundamentos de transformación de ecosistemas, Univ. Auton. Agraria Antonio Navvo, monografía Técnico-Científica 2 : 1-57, Salhillo, Coslivila, México.
- ARZE, J.A. and G. SOTELO, (1976). Epoca óptima de corte de cañihua (Chenopodium pallidicaula Aellen) para su uso como forraje, En ; II Convención Inter Quenopodiáceas 155-162, IICA, Inf, Conf, Cursos y Reuniones N° 96 Potosí, Bolivia.
- ARZE, J.A. and S.J. ALENCASTRE, (1976). Digestibilidad de los granos de quinua (Chenopodium quinoa wild) y Cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen) en ovinos, En ; II Convención Inter Quenopodiáceas 166-171, IICA, Inf, Conf, Cursos y Reuniones N° 96, Potosí, Bolivia.
- ASTUDILLO, J. (1967). Informe de suelos, sector Pampa del Tamarugal. CORFO, Santiago.
- AVENDAÑO, JULIA, Influencia de la temperatura y la precipitación en el valor nutritivo de Erodium cicutarium, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Tesis Mg. Sc. (en preparación).
- AVENDAÑO, J. C. Ovalle and I. Franco. 1978. Un sistema ovino propuesto para la zona centro-sur del Secano-Interior. Descripción y análisis económico . Estación Experimental Quilamapu, Sub-Estación Cauquenes. Inst. Investig. Agropecuarias. Bol. Tecn. 13. 52 pp.

- BADILLA, S., I. (1975). Características ecológicas y fitosociológicas de Atriplex repanda Phil. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía Tesis Ing. Agrónomo. 347 p.
- BECHT, G. (1974). Systems theory.. The key to holism and reductionism, Bioscience 24:569- 579.
- BISHOP, J.P. et al. (1968). Estudio de las especies espontáneas psamófilas de la Región de Bahía Blanca en la alimentación de ovinos: análisis taxonómico y nutritivo, III Reunión Nacional para el estudio de las regiones áridas y semiáridas. Trelew, Chubut, Argentina.
- BOTTI, C. (1970). Relaciones hídricas del tamarugo (Prosopis tamarugo Phil) en la localidad de Canchones, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Tesis Ingeniero Agrónomo.
- BRAUN, D. (1964). Forrajeras del altiplano, Bolivia, Servicio Agrícola Interamericano, Boletín Experimental 30. 20 p.
- BRAUN, R.H. et al. (1973). Distribución y balance de biomasa y nutrientes en dos comunidades de desmonte de los Llanos (La Rioja) IV Reunión Argentina de Ecología.
- BRAUN, R. H. et al. Modificaciones producidas por incendios en la integración de los componentes leñosos de un monte natural. Revista Investigaciones Agropecuarias INPA, Buenos Aires, Serie 2 Biología y Producción Vegetal Vol 9 (2) ; 11-24.
- BRAUN, R.H. et al. (1974). determinación de la productividad primaria en el algarrobal de Nacuñan (Mendoza). V Reunión Nacional para el Estudio de las Regiones Aridas y Semiáridas. Mendoza, Argentina.

- BRAUN, W.R.H. and CANDIA, R.J. (1976). Poder calorífico y contenido de nitrógeno y carbono de componentes del argarrobal de Macuñan (Mendoza). IV Reunión Ecológica. Rio Cuarto, Córdoba, Argentina.
- BRAUN, R.H., McKELL, C.M. y LUCERO, J.C. (1974). Eficacia en el uso de la humedad edáfica y producción de forraje en un monte quemado. IV Reunión Nacional para el Estudio de las Regiones Áridas y Semiáridas, Mendoza, Argentina.
- BRUGGEN, J. (1963). El agua subterránea en la Pampa del Tamarugal y morfología general del Tarapaca, Universitaria, Santiago 59 p.
- BRUN, J.M. et al. (1971). Relevamiento ecológico en áreas piloto de la Patagonia. Reunión de Programación sobre Pastizales de la región semiárida Villa Mercedes, San Luis, Argentina.
- CABRERA, A.L. y A. WILLINK. (1973). Biografía de América Latina, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Depto. Asuntos Científicos, OEA, 120 p.
- CADAHIA, D. (1970). Informe sobre el forestal ganadero Pampa del Tamarugal. Estudio FAO para BID. Corporación de Fomento, Mimeografiado.
- CANALES, G. y O. BALDOMERO. (1977). Características morfológicas asociadas al rendimiento en oca (Oxalis tuberosa Mol.) bajo condiciones de Allpachaka (3600 m.s.n.m.) Ayacucho. En: Primer Congreso, Inter-Cultivos Andinos : 244-247, IICA. Reuniones y Cursos y Conf, N° 178, Ayacucho, Perú.
- CANO, E. y A. OLMOS. (1968). Mapa de vegetación del Departamento de Loventue Provincia de la Pampa, III Reunión Nacional para el Estudio de las Regiones Áridas y Semiáridas, Trelew, Chubut, Argentina.

- CANO, E. (1969), Dinámica de la vegetación de un pastizal de planicie de La Pampa, Revista de Investigaciones Agropecuarias, INTA, Buenos Aires Serie 2 Biología y Producción Vegetal 6 (12) ; 193-223.
- CANO, E. et al. (1971). Cambios en la vegetación de un caldenal después de un fuego. IV Reunión Nacional para el Estudio de las Regiones Áridas y Semiáridas, Santa Rosa, La Pampa, Argentina.
- CANO, E. and B. FERNANDEZ, Mapa de vegetación de la Provincia de la Pampa. V Reunión Nacional para el estudio de las Regiones Áridas y Semiáridas Mendoza, Argentina.
- CANO, E.J. PONCE, DE LEON, J.A. y NOCETTI, (1974), Caracterización regional de la Provincia de la Pampa, V Reunión Nacional para el Estudio de la Zona Árida y Semiárida, I Encuentro de la Zona Árida Latinoamericana, Mendoza, Argentina.
- CANO, E. (1977), Pastizales en la Región Central de la Provincia de la Pampa IDIA. 331-333: 1-15.
- CANO, J. y M. ROSAS. (1976). Evaluación cualitativa y cuantitativa del comportamiento de siete variedades de quinua In: II Convención Inter, Quenopodiáceas ; 106-112 IICA Inf. Conf, Cursos y Reuniones 96 Potosí Bolivia.
- CAMINO, A. (1977). Monocultivo y policultivo en las montañas tropicales: un estudio preliminar en el distrito de Cuyo-Cuyo. (Prov. de Sanja, Puno). En ; Primer Congreso Inter, Cultivos Andinos; 44-51. IICA, Reuniones, Cursos y Conf. N°178, Ayacucho, Perú.
- CAMPOS, S.L. (1968). Proyecto estudio entomológico del Tamarugo, Insectos asociados con el tamarugo en la Pampa del Tamarugal, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Memoria Anual 1967, Depto, Biol, 180 85.

- CARDENAS, M. (1971), El altiplano como un sistema ecológico, In: Primera Reunión sobre Sastura de los Andes Altos ; 56-65, la Paz.
- CARDOZO, A. (1970), Bibliografía boliviana de pastos y forrajes, Ecuador Inst. Ineramericano de Ciencias Agrícolas, Programa de Investigación, Bol. Informativo, 1 (1), Suplemento Técnico 2.
- CARDOZO, G., A., A., ROMERO, R., E., SOTOMAYOR and O.T., DE NAVARRO, (1976), El cultivo de la quina en el Ecuador y Colombia, In: II Convención Inter. Quenopodiaceas ; 26-30 IICA, Inf, Conf, Cursos y Reuniones N° 96. Potosí, Bolivia,
- CARTER, D.E. (1966), Impresión of agricultural potencial in North of Chile Preliminary Report 2/66 - 20/4/66, En ; Informe Preliminar a INIA.
- CASTAÑO, E, et al. (1978), Diseño de un sistema para el desarrollo de los recursos naturales de las Lomas de la costa peruana, Proyecto Cooperativo en Ejecución de Oficina de Investigaciones de Tierras Áridas. Univ. de Arizona y Univ. Agraria La Molina.
- CASTILLO, D. (1966), Profundidad, sentido de escurrimiento y calidad química de la superficie freática del agua subterránea del Salar de Pintados. Informe CORFO, Depto. Recursos Hidráulicos, Sección Aguas Subterráneas, Santiago.
- CATALAN, K.N. (1973), Invernada de novillos Hereford en pradera natural de secano con suplementación y término de engorda en dry-lot con urea. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Tesis Ing. Agrónomo. 91 p.
- CHAQUILLA, O. (1976), Exploración de herbicidas en el cultivo de quinua (Chenopodium quinoa wild), En ; II Convención Inter Quenopodiaceas: 127-129, IICA. Inf, Conf. Cursos y Reuniones N° 96 Potosí, Bolivia.

- CHRISTIANSEN, J. (1977). Las papas amargas fuente de calorías y proteínas en los Andes, En ; Primer Congr. Inter, Cultivos Andinos: 201-203, IICA, Reuniones y Cursos y Conf, N° 178 Ayacucho, Perú.
- CONCHA, R. (1975). Consumo y ganancia de peso ovino durante el período primavera-verano en una pradera natural biestratificada con Atriplex repanda , Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Tesis M.C, 90 p.
- CONTRERAS, T.D, and J.GASTO, C. (1974). Soluciones pratenses para las zonas áridas y semi-áridas de Chile. IX Reunión Latinoamericana de Fitotecnia Panamá, 16 p.
- CORNEJO DE Z., G. (1976). Hojas de quinua (Chenopodium quinoa w.) fuente de proteína, En; II Convención Inter, Quenopodiácea 177-188. IICA. Inf, Conf, Cursos y Reuniones N°96, Potosí, Bolivia.
- CORNEJO DE Z.G. (1976). Estructura anatómica de la quinua, En ; II Convención Inter, Quenopodiáceas: 35-50, IICA, Inf.Conf, Cursos y Reuniones N° 96, Potosí, Bolivia.
- CORTES, H. (1977). Avances en la investigación en oca, En: Primer Congr. Inter. Cultivos Andinos: 227-243, IICA Reuniones, Cursos y Conf, N°178. Ayacucho, Perú.
- COSIO, G.F. (1970). Informe técnico anual, Proyecto de praderas de secano y Producción Animal, Area Sur..INIA, Est. Exper, Quilamapu, Chillán, Chile.
- COSIO, G.F., O.J. VICENS. (1969). Efectos de la fertilización de fósforo de mantención en pradera mejorada sobre la producción de lana. Jornadas Agronómicas, Chillan, Chile.

- COVAS, G. (1971). Árboles y arbustos forrajeros nativos en la provincia de La Pampa, IV Reunión Nacional de C.A.P.E.R.A.S., Santa Rosa (La Pampa), Comité Nacional para el Estudio de las Regiones Áridas y Semiáridas, Argentina,
- DE ANCHORENA, J. (1973). Relevamiento de vegetación en el Sudoeste del Chubut. II Reunión Argentina de Ecología, Salta, Argentina,
- DE LA PUENTE, F. (1977). Desarrollo tecnológico del cultivo de la papa en el Perú. En; Primer Congr. Inter. Cultivos Andinos; 183-200, IICA. Reuniones, Cursos y Conf. N° 178, Ayacucho, Perú,
- DIAZ, H.B. et al. (1972). Estudio de las pasturas naturales e implantación de forrajeras cultivadas en zonas ganaderas del Noroeste argentino (Región semiárida), Revista Agronómica del Noroeste argentino, Vol. 9 (1); 32-53,
- DIAZ, H.B. et al. (1972). Determinación de la digestibilidad de las especies forrajeras naturales mas comunes y de algunas cultivadas en la zona semiárida del noroeste argentino, Revista Agronómica del Noroeste Argentino, Vol. 9 (1); 55-68,
- DIGILIO, A.P. et al. (1971). Flora chaqueña, Reunión de Programación sobre Pastizales de la Región Semiárida, Villa Mercedes, San Luis, Argentina,
- DI CASTRI, F. Y MOONEY, H.A. (1973). Mediterranean type ecosystems, Origin and structure, New York Springer, 405 p, Ecological Studies, V, 7,
- DI CASTRI, F. Y E. HAJEK. (1976). Bioclimatología de Chile, Universidad Católica, Vicerrectoría Académica,
- DI MARCO, O.N. (1973). Consumo y preferencia ovina estacional al aumentar la intensidad de pastoreo de un bioma biestratificado con Atriplex repanda. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Tesis M.C, 89 p.

- DISTEFANO, J.J., A.R. STUBBERUD and I.J. WILLIAMS, (1967). Feedback and control systems, Shaun Publishing Co, N.Y.
- ETIENNE, M, (1978), Fotos aéreas, diagnostico cartografico y planificación del desarrollo, Primer Simposio Ieter nacional chileno sobre Percepción Remota.
- ETIENNE, G.M., E. CAVIEDES DE LA R. and. D. CONTRERAS T, (1978), Nuevo enfoque en la evaluación de la productividad de las praderas. Facultad de Agronomía. Universidad de Chile, Santiago, Chile. Mimeografiado 13 pp.
- EARLS, J, (1977). La coordinación en la producción agrícola en el Tawantinsu yo, In; Primer Congreso Inter, Cultivos Andinos; 52-78, IICA, Reuniones, Cursos y Conf. N°178, Ayacucho, Perú,
- ELGUETA, S.M, (1971). Estudio del tamarugo (Prosopis tamarugo Phil) como productor de alimento para el ganado lanar en la Pampa del Tamarugal. Instituto Forestal. Informe Técnico 38. 36 p.
- ELGUETA S.H. and S. CALDERON, (1970), Estudio del tamarugo como productor de alimento de ganado lanar en la pampa del tamarugal, Informe Técnico. Julio 1970. Instituto Forestal, Santiago, 38 p.
- FERRER, I., E. SILVA Y R. BARRIEGA. (1977). Evolución de la distribución proteica en una especie con mecanismo de fotosíntesis C-4; Atriplex repanda IX. Jornadas Chilenas de Química. Soc. Chilena de Química y Universidad de Chile. Jahuel,
- FERRI, M.G. (1973), Sobre origen, a manuteção e a transformacao dos cerrados Ecología I (1) : 5-10, Argentina,

- FLORES, M,A. (1967) Contribución al estudio de los pastos del Altiplano peruano, Perú, Ofic. Nacional de Reforma Agraria, Ofic. de Castros y D,R,
- GREZ, P,Y , FERNANDEZ, M, (1978), Encaste prematuro de borregas Merino Precoz Francés, sometidas a diferentes planos nutricionales Univ. de Chile, Facultad de Agronomía. Tesis Ing. Agr,
- GANDARILLAS, H. G. TAPIA. (1976). Requerimientos de fertilizantes en la quinua, Altiplano central de Bolivia, In: II Convención, Inter. Quenopadiaceas; 116-123, IICA, Inf. Conf, Cursos y Reuniones N° 96, Potosí, Bolivia,
- GASTO, C,J. (1966), Variaciones de las precipitaciones anuales en Chile. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Bol. Téc. n. 24, 24 p.
- GASTO, C,J, y CONTRERAS, D, (1972). Análisis del potencial pratense de fane da. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Bol. Téc. n. 35: 30-61 Santiago,
- GASTO, C,J,D, CONTRERAS T. (1972), Bioma pratense de la región mediterránea de pluvimetría limitada, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Bol. Téc. n. 35: 3-29. Santiago,
- GASTO, C,J, E, CAVIEDES DE LA R. (1976), Interferencia intraespecífica de atriplex repanda en el secano mediterráneo de Chile, Universidad de Chile Facultad de Agronomía, Bol. Téc. n. 41:3-18, Santiago,
- GASTO, C.J., E. CAVIEDES DE LA R. Y D. CONTRERAS T. (1976), fertilización, productividad y siete años de sucesión de la pradera mediterránea anual biestratificada con Phalaris tuberosa. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Bol. Téc. n. 41: 19-32.

- GASTO, C.J, Y D, CONTRERAS T, (1978), Fertilización nitrogenada y precipitación en la productividad de la pradera anual natural del secano mediterráneo de Chile Central (en prensa),
- GASTO, C.J, Y A. OLIVARES E. (1978), Análisis cuantitativo de la arquitectura de Atriplex repanda Phil, Ciencia e Investigación Agrícola (en prensa),
- GERDING, M, Factores ambientales e internos en el establecimiento y germinación del pasto salobre (Atriplex semibaccata R.Br.) Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Tesis Ing. Agr.,
- GOMEZ V., J.F, (1966), Aspectos generales sobre los pastos naturales en las zonas alto-andinas de la sierra peruana, Inst. Veter, Inv, Tropic, y de Altura, Bol, Extraordinario; 99\_101, Lima,
- GOMEZ, J, et al. (1973), Caracterización estructural de poblaciones de vinal (Prosopis ruscifolia Gris), Revista Investigaciones Agropecuarias INTA, Buenos Aires, Argentina, Serie 2, Biología y Producción Vegetal (4); 143-150,
- GOMEZ, I, et al. (1974), Efectos de un herbicida sobre la población de Prosopis ruscifolia, III Reunión Argentina de Ecología, Puerto Madryn, Chubut, Argentina,
- GONZALEZ, N. Y E, HAART, (1960), Análisis de muestras diversificadas de Prosopis tamarugo, Informe interno, Universidad de Chile, Facultad de Medicina Veterinaria,

- GONZALEZ, B.G. (1967), Algunos aspectos sobre la situación de pastos y forrajes en Ecuador, EN; Sexta Conferencia Interamericana de FAO sobre Producción y Salud Animal, Gainesville, 11 p.
- GONZALEZ, B.G. (1969), Recomendaciones generales para el cultivo de pastos en la sierra, Inst. Nac. Invest. Agropecuarias, Colombia. Bolet. Divulgativo SC/69/12, 12 p.
- GUEVARA, J.C. et al. (1973). modificaciones florísticas y producción forrajera invernal del estrato herbáceo de Nacuñan en un año anormalmente lluvioso, Deserta IV: 125-139.
- GUEVARA, J.C., R.J. Y CANDIA Y R. M., BRAUN W. (1978), Range resources inventory of Mendoza, (Argentina), Proc. Firts, Int. Rangeland Congress : 500-504.
- HABIT, M.A. (1980), Contribución al conocimiento del árbol farrajero del desierto, Prosopis Tamarugo, Phil, FAO, Oficina Regional America Latina Santiago, 124 p.
- HAJEK, E.F. SAIZ, (1976), Aplicación del método de la sacarosa a la caracterización microclimática del Parque Nacional Fray Jorge, Chile, An. Museo Historia Natural, Vol.9.
- HECHENLEITNER, K.M. (1973). Suplementación proteica a vaquillas de carne en pradera natural de secano durante la estación estival, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Tesis Ing. Agrónomo, 75 p. Santiago.
- HNATYSZYN, D. et al. (1974). Estudio fitoquímico de plantas indígenas argentinas VI. Revista Investigaciones Agropecuarias. INTA, Buenos Aires. Serie 2. Biología y Producción Vegetal. Vol. 11 (1): 15-23.

- HUECK, K. y P. SEIBERT. (1972), Vegetations skarte von Sudamerik. Gustav. Fischen Verlag, Stuttgart, Alemania 70 p.
- IGNACIO, Q.J., A. FERNANDEZ C. Y J. CORTES G. (1976). Contribución al estudio morfológico del grano de quínoa. En: II Convención Inter. Quenopodiaceas; 58-68. IICA, Inf. Conf. Cursos y Reuniones N°96. Potosí, Bolivia .
- INGENIEROS CONSULTORES ASOCIADOS. (1975). Estudio de prefactibilidad frutífera de la Pampa del Tamarugal, C. N°7703. Dic. 1975. Santiago.
- INIA. (1977). Lucha contra la desertificación; la experiencia chilena, Informe preparado por INIA para UNESCO.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE RECURSOS HIDRAULICOS, (1977). El problema de la desertificación en la provincia de Manabí, Ecuador. Ministerio de Agricultura, INERHI. 19 p.
- INSTITUTO FORESTAL, (1971). Estudio del tamarugo como productor de alimento del ganado lanar en la Pampa del Tamarugal, Boletín 38. Santiago.
- JOHNSON, W.L., R. ZEPELLI. D. DELGADO (1968), Respuesta a diferentes niveles de alimentación de vacas pardo suizas en altura, In: Segunda reunión Latinoamericana de Producción Animal. 47 p. Lima.
- JOHNSTON, M. Y A. OLIVARES, (1976), Nuevos antecedentes sobre la germinación de Atriplex repanda (Phil). VI Reunión de la Sociedad Latinoamericana de Fisiología Vegetal. Campinas, Sao Paulo; Brasil, Julio.

- \_\_\_\_\_ (1976), Condiciones de cama de semilla y profundidad de siembra en la germinación de Atriplex repanda. XXVII Jornadas Agronómicas, Santiago, Chile.
- \_\_\_\_\_ (1978), Estructura y rol de la testa en la germinación de Atriplex repanda, Investigación Agrícola, (en prensa)
- \_\_\_\_\_ (1978), Estudy on Dormancy Factors in Atriplex repanda (Phil) I Morfohological and anatomic characteristics of Atriplex repanda fruits and seeds, Annals of Botany (en prensa),
- \_\_\_\_\_ (1978), Estudy on Dormancy Facotrs in Atriplex repanda (Phil) II Storage period and sed coat effects on the germination of Atriplex repanda, Anals of Botany (en prensa),
- KLEIN K., C, (1970), Evaluación de la producción de frutos en tamarugos adultos del bosque Junoy, temporada 1969-1970, CORFO, Tarapacá, Laboratorio de Entomología, INCONOR, Canchones, 12 p,
- KLEIN K, C, (1970), La técnica del espolvoreo como método de control de plagas en encinares (Quercus ilex L.) en España y las posibilidades del uso en la Pampa del Tamarugal, CORFO, Departamento de Tarapacá, 13 p, Informe, Interno,
- KLEIN K, C, Y L, CAMPOS S, (1977), Biocenosis del tamarugo (Prosopis tamarugo Phil) con especial referencia a los artrópodos y fitófagos y sus enemigos naturales, Zeitschrif fur angewandte Entomologia, Sonderdruck ans Bol, 85 (1977); 86-108, Verlag Paul Parey, Hamburgo,

- KUMMEROW, J, (1966), Aporte al conocimiento de las condiciones climáticas del bosque Froy Jorge, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Bol. Téc., 24,
- LAGOMARSINO, E.D, et al., (1974), Control químico de un renoval en zonas ganaderas del N.D, argentino, Revista Agronómica del Noreste Argentino Vol. 11 (3-4); 241-256,
- LAILHACAR K,S, (1976), Effect of soil parameters on the componente of biomass production in Atriplex polycarpa (Torr) Wats, and Atriplex repanda Phil, Ph.D, Tesis University of California, Davis 57 pp,
- LAMAGDELAINE, L, (1974), Antecedentes sobre forestación y ganadería en la Pampa del Tamarugal y en el Altiplano de Tarapacá, Univ, de Chile Depto. Ciencias Sociales, Iquique, 29 p,
- LANINO, R,I, (1972), Instrucciones generales para la siembra y plantación de tamarugo (Prosopis tamarugo Phil), 2 p,
- LANINO, R,I, (1966), Comparación de tres razas ovinas alimentadas con tamarugo (Prosopis tamarugo Phil) en la Pampa del Tamarugal, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, 80 p,
- LANINO, R,I, (1976), Informe preliminar sobre el cultivo de quinua en el Altiplano chileno, zona de Isluga, En: II Convención Inter, Quenopodiáceas; 24-25, IICA, Inf, Conf, Cursos y Reuniones N° 96; Potosí, Bolivia,
- LAMBRETO, S,A, et al., (1974), Cambio en el estrato bajo de un monte natural inducidos por incendios, Ciencias e Investigaciones 30; 327-333

- LARA, M. (1972), Pastos naturales del Altiplano de Bolivia, Bol. 13 IETA.
- LARA, R.R. (1976), Algunos caracteres sistemáticos excomorfoógicos de importancia para una clasificación de tipos agronómicos de quinuas cultivadas. En: II Convención Inter, Quenopodiaceas, 51-57, IICA, Inf, Conf, Cursos y Reuniones N° 96, Potosí, Bolivia,
- LATOUR, C.M. (1971), Nuevo estudio sobre gramíneas forrajeras en la Patagonia, IDIA, 283,
- LEDESMA, N.R. (1978), La degradación ecológica del ecosistema en el Chaco, VI Reunión Argentina de Ecología, Corriente, Argentina,
- LEON, J.C. (1973), Delimitación de comunidades en el pastizal puntano y sus relaciones con el pastorero, II Reunión Argentina de Ecología, Salta Argentina,
- LEON, M. (1974), Estudio comparativo de espolvoreos y pulverizaciones para el control de insectos del tamarugo (Prosopis tamarugo Phil.) Tesis Fac, Agronomía, Universidad de Chile, Santiago, 58 p,
- LESCANO, J.L. (1976), Cariotipo y poliploidía en cañihua, En: II Convención Inter, Quenopodiaceas; 81-88, IICA Inf, Conf, Cursos y Reuniones N° 96, Potosí, Bolivia,
- LESCANO, J.L. Y C. PALOMINO. (1976), Metodología cruzamiento quinua, En: II Convención Inter, Quenopodiaceas; 78-80, IICA, Inf, Conf, Cursos y Reuniones N°96, Potosí, Bolivia,

- LOWE, CH, et al, (1972), Estructura y variación de la vegetación en los desiertos del monte y de Sonora, Proyecto Origen y Estructura de Ecosistemas, Programa Biológico Internacional I Reunión Argentina de Ecología, Vaquerías, Córdoba, Argentina,
- LOWE, C., J. MORELLO, G. GOLDSTEIN, J. CROSS Y R. NEWMAN, (1973), Analisis comparativo de la vegetación de los desiertos subtropicales de norte y sudamérica (Norte-Sonora). Ecología 1 (1): 35-43,
- LEWIS, J.P, (1973), El espinal periestépico, III Reunión Argentina de Ecología Salta, Argentina,
- LUIZ, E.E. and GRAFF, A.B. (1974), Evaluación de las pasturas naturales resultantes de la quema controlada de monte en la región semiárida pampeana, V Reunión Argentina para el Estudio de las Regiones Áridas y Semiáridas, Mendoza, Argentina,
- MAB- 3. (1977), Descripción, funcionamiento y transformación de los ecosistemas agropastorales en Bolivia, Chile, y Perú para el beneficio del hombre, Proyecto de Cooperación presentado a UNESCO por Comité MAB-3 de Bolivia, Chile y Perú, Noviembre 1977, 24 p,
- MAGOJA, J.L, (1975), La composición mineral y su variación estacional de tres forrajeras nativas en la Pampa; Stipa tenuis Phil., Poa ligularis Nees ex Stendel y Piptochaetium napostaense Speg. Hacker ag, Stuckert Revista Investigaciones Agropecuarias INTA, Buenos Aires, Serie 2 Biología y Producción Vegetal 12 (1): 27-48,

- MANTEROLA, H., A., OLIVARES Y F., BORQUEZ, Efecto de la suplementación con nitrógeno no proteico y la presencia del arbusto Acacia cayen en la utilización de la pradera natural mediterránea, Avances en Producción Animal, (En prensa),
- MARTINEZ, M., L., Y L., J., MALDONADO, (1973), Importancia de las zonas áridas en el desarrollo general del país Reunión Internacional Ciencia y el hombre CONACYT, México, Agosto 1973 30 p,
- MAYNEZ DEL R., F., R., ARMIJO T., and J., GASTO C., (1975), Clínica ecosistemica silvoagropecuaria, Univ. Auton., Agraria ANTONIO NARRO, Monografía Técnico Científica 1; 72-136, Saltillo, México,
- MEDINA T., J., (1980) Tipos vegetacionales mas comunes en el norte de México Informe mecanografico, Universidad A., A., ANTONIO NARRO, Saltillo Coahuila, Mejioco,
- MENDIONDO, M., E., et al., (1973), Estudio fitoquímico de plantas indígenas argentinas,  
V, Revista Investigaciones Agropecuarias INPA, B., Aires, Serie 2, Biología y Producción Vegetal 10 (3): 137-141,
- MIRANDA, F., (1955), Fases de vida vegetales y el problema de la delimitación de las zonas áridas de México, Fn, neras redondas sobre problemas de zonas áridas de México, Instituto mexicano de Recursos Naturales Renovables, México, pp, 85-109.
- NISLUM, J.M. (1972), The hierarchial basis for general living systems. En: G.J. Klir, Trends in general systems theory, Wiley- Interscience N.Y: 145-187.

- MORALES R, A. (1976), Control de plagas en cultivo de quinua. En: II Convención,
- Inter Quenopodiaceas; 131-133, IICA, Inf, Conf, Cursos y Reuniones N°96 Potosí, Bolivia,
- MORELLO, J. (1970). Modelo de relaciones en tres pastizales y leñosas colonizadoras en el Chaco Argentina IDIA 276; 31-52,
- MORELLO, J. Y J. ADAMOLI, (1973). Subregiones ecológicas de la provincia del Chaco. Ecología, 1 (1): 29-23, Argentina,
- MORELLO, J. et al. (1971). Vegetación y ambiente en la provincia de Salta. Reunión de Programación sobre pastizales de la Región Semiárida. Villa Mercedes, San Luis, Argentina.
- MORELLO, J. GOMEZ, (1971), Uso de sensores en el inventario de recursos y problemas de leñosas en el norte argentino. Reunión de Programación sobre pastizales de la Región Semiárida, Villa Mercedes. San Luis, Argentina.
- MORELLO, J. et al. (1972). Un Chaparral de sensibilidad estival en el centro de la Argentina. I Reunión Argentina de Ecología, Vaquería, Córdoba, Argentina.
- MORELLO, J. ADAMOLI, (1973), Subregiones ecológicas de la Provincia del Chaco Ecología 1 (1): 29-33, B. Aires,
- MUÑOZ, S.C. (1972). Evaluación de la proporción de fruto en tamarugos adultos CORFO. Informes Interno, Canchones.

- NACIONES UNIDAS, (1972), Mapa mundial de la desertificación, Organización de las Naciones Unidas FAO, UNESCO Y OMM,
- NARREA, R.A, (1976), La producción de quinua en el Perú, En: II Convención Inter. Quenopodiaceas: 31-34, IICA, Inf, Conf, Cursos y Reuniones N° 96, Potosí, Bolivia,
- NAVA C.R., R, ARMIJO T. Y J.GASTO C, (1978), Ecosistema, La unidad de la naturaleza el hombre. Libro en prensa,
- NEGRON, A.A., E, ALVAREZ G, and E, CALMET U, (1976), La quinua y la cañihua en raciones de pollos parrilleros en Puno-Perú, En: II Convención Inter Quenopodiaceas 172-176, IICA, Inf, Conf, Cursos y Reuniones N°96 Potosí, Bolivia,
- NEUMANN, E. (1978). Variación estacional del contenido de caroteno en la pradera mediterránea y su efecto en el consumo de forraje, Universidad de Chile, Fac, Agronomía, Tesis Mg, Sc,
- NEUMANN, R, (1973). Perfiles estructurales de leñosas y suculentas del Chaco semiárido provincia de Salta. II Reunión Argentina de Ecología, Salta, Argentina,
- ODUM, E.P. (1972), Ecosystem theory in relation to man, In: J.A, Wiens (Ed). Ecosystem structure and function, Oregon State University Press.
- OLIVARES, E.A, Y J, GASTO C, (1971), Comunidades de terófitas en subseres postaradura y en exclusión en la estepa de Acacia caven (Mol). Hook et Arn, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Bol. Técn, 34: 3-24,

- OLIVARES, A, Y JOHNSTON B,M, (1978), Alternativas de mejoramiento en la emergencia de Atriplex repanda (Phil), Revista de Botánica Internacional (en prensa),
- OLIVARES, A, Y E. RIVEROS, (1978), Cambios en la composición botánica de la estrata de terófitas residentes de una pradera mediterránea natural sometida a diferentes época y frecuencias de talajeo, Avance en Producción Animal 3 (2),
- ORIONTE Y ANDERSON, D.L, (1976), Influencia del fuego en un área relicto del sorgastral, IV Reunión Argentina de Ecología, Argentina,
- ORTIZ G., J, (1970), Plantas ricas en oxalatos responsables de provocar intoxicaciones al ganado, Min, Agric, Serv, Agric, y Ganadero Div, Conservación de Recursos Naturales Santiago, Chile,
- ORTIZ G., J, (1970), Plantas y forrajes cianogénicos de Chile Ministerio de Agricultura Depto, Extensión Agrícola Bol, Téc, 22 81, p, Santiago, Chile,
- PALACIOS, B.,M, (1980), Estructura y sistemogénesis del matorral de Acacia caven (Mol) Hook, et Arn, Fac, Agron, Univ, Católica, Tesis Ing. Agrónomo 117 p, Santiago,
- PARILO, V,J, (1978), relaciones sinecológicas del bioma pratense en suelos graníticos de Chile y productividad potencial del ecosistema, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Tesis M,S, (en preparación),
- PERALTA, P,M, (1977), Mapa preliminar de los procesos y áreas de desertificación en Chile Continental, Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Silvicultura, Universidad de Chile Informe Interno,

- PIMENTEL, E., L., E., HURD, D., C., BELLOTTI, M., J., FORESTER, E., OJA, O., D., SHOLLS and R., J., WHITMAN, (1973), Food production and energy crisis. Science 182:442.
- PISANO, E. (1966), Zonas biogeográficas de Chile. In: Geografía Económica de Chile Tomo I: 62-72. CORFO.
- PISANO V., E. (1960), Mejora de campos de secano con Falaris, Univ. Chile, Fac. Agronomía, Bol. Extencion 1, 24 p.
- POSNANSKY, M. (1971), Aspectos ecológicos sobre pastos nativos del altiplano In: Primera Reunión sobre Pasturas de los Andes Altos; 24-31. La Paz
- RAGONESE, A. Y E. CANO. (1971), La vegetación de la provincia de La Pampa Reunión de Programación sobre Pastizales de la Región Semiárida. Villa Mercedes, San Luis, Argentina.
- RIVEROS, E., E. NEUMANN, A. OLIVARES, H. MANTEROLA Y R. RAMIREZ, (1978) Variaciones estacionales en el contenido de caroteno y proteínas de la pradera natural y del forraje consumido por ovinos en ecosistemas semiáridos Avances en Producción Animal 3 (1).
- RIVEROS, V., E. (1977), Influencia de las variaciones estacionales de caroteno de la pradera sobre el contenido plasmático de caroteno y vitamina A y sobre la producción de lana y fertilidad de machos ovinos en ecosistemas semiáridos. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía Tesis Mg. Sc. 69 p.
- RIVEROS, F., A. HOFFMAN, G. AVILA, M., E. ALJARO, S. ARAYA, A., E. HOFFMAN and G. MONTENEGRO. (1976). Comparative morphological and ecoohisiological aspects of two sclerophyllous chilean shrubs, Flora 165:223-234.

- ROBINOVE, C.J, Y P.S, CHAVEZ, (1978) Landsot albedo monitoring method for an arid región, A.A.A.S, Intern, Symp on Arid región Plant Resowes, Lubbock, Texas,
- RODRIGUEZ, D. (1978), Influencia del momento de utilización de la pradera natural de la zona mediterránea central de Chile en el consumo ovino, Universidad de Chile Fac, de Agronomía, Tesis Mg, Sc.
- ROIG, F.A, et al, (1972), Investigaciones climáticas II, Los pastizales disclimáticos del Melocoton, Mendoza y nuevas observaciones sobre la biología de Schinus polyganus, II Reunión Argentina de Ecología Salta, Argentina,
- ROJAS, W. (1978), Relaciones sinecológicas del bioma pratense en suelos de terraza marina de Chile y productividad potencial del ecosistema, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Tesis M.S, (en preparación),
- ROLANDO, N., N. (1974), Evaluación económica del rubro ovino en la Pampa del Tamarugal y sus posibilidades de desarrollo, Universidad de Chile Facultad de Agronomía, Tesis Ing, Agr,
- RONDINA, R.V.D, et al, (1971), Estudio fitoquímico de plantas indígenas argentina III, Revista Investigaciones Agropecuarias, INTA, Serie 2, biología y Producción Vegetal, 8 (1); 29-33,
- RZEDOWSKI, J. (1968). Las principales zonas áridas de México y su vegetación Bios, 1; 4-24 Mejico,
- SAMPSON, A.W., A. CHASE Y D.W. HEDRIC (1951), California grasslands and range forage grasses, Calif. Agric. Exper, Station, University of California, 130 p,

- SANTO, R, et al, Comportamiento de especies forrajeras nativas e introducidas en el oeste de la Pampa, Hoja informativa INTA, Rama Caída, San Rafael, Mendoza, Argentina,
- SARAVIA, T.C. (1973), Información ecológica cuantitativa del efecto de pastoreo y explotación forestal en bosques de quebracho en la provincia de Salta. II Reunión Argentina de Ecología; 97 pp.
- SEGARRA, F, Caracterización de la curva de crecimiento de praderas natural en el Secano Interior mediterráneo, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Tesis Ing. Agr, (en preparación),
- SEGURA B.M, (1976), Métodos de evaluación de pasturas naturales, In: Programación de la Investigación Programa Andes Altos, IICA-OEA, La Paz: 33-47,
- SERRA, J. (1970), Pasturas en Tierra del Fuego, IDIA 272:7-14,
- SEJZER, D. (1973), Variación de caracteres estructurales y funcionales en comunidades vegetales chaqueñas, Ecología 1 (1): 25-28, B, Aires,
- SHENCKEL, G.P. BAHERLE, M, FLOODY Y M, GAJARDO, (1971), Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. II Cálculo de las líneas de fertilidad sobre el diagrama de fertilidad, Agric. Técn. Chile 31:106-115.
- SHREVE, F. (1942), The desert vegetation of North America, Bot, Rev. 8:195-246.
- SHENCKEL, G., P. BAHERLE, M, FLOODY and M, GAJARDO, (1971), Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. IV, Macronutrientes Provincias de Malleco, Agric. Técn. Chile, 31:129-135,

- SILVA S., E. C., PEREIRA CH., (1976), Concentrados proteicos de hojas de Atriplex nummularia, Ciencia e Investigación Agraria 3: 153-157, Santiago,
- SILVA S., E. C., PEREIRA CH., (1976), Aislación y composición de las proteínas de hojas de Atriplex nummularia y Atriplex repanda, Ciencias e Investigación Agraria 3: 169-174, Santiago,
- SORIANO, A., (1974), La producción de fitomasa en el pastizal de Stipa speciosa del sudoeste del Chubut, V Reunión Nacional para el estudio de las regiones áridas y semiáridas, Mendoza, Argentina,
- SORIANO, A et al., (1978), Vegetación actual y vegetación potencial en el pastizal de Coirón Amargo con el S.O. de Chubut, Tendencias registradas e hipótesis propuestas, VI Reunión Argentina de Ecología, Corriente, Argentina ,
- SORIANO, A., (1973), Efecto de diecinueve años de clausura sobre el pastizal de Stipa del oeste de la Provincia de Chubut, II Reunión Argentina de Ecología, Salta Argentina,
- SORIANO, A., BRUN, (1973), Valorización de campos en el centro-oeste de la Patagonia; desarrollo de una escala de puntaje, Revista Investigaciones Agropecuarias INTA, B, Aires, Serie 2 Biología y Producción Vegetal 10 (5); 173-186,
- SOUTO, J., Y EILBERO, (1972), Efecto de extractores de hojas de vinal (Prosopis ruscifolia Griseb) sobre la germinación y el crecimiento de plántulas de varias especies cultivadas, Revista de Investigaciones Agropecuarias Buenos Aires, INTA, Serie 2 Biología y Producción Vegetal 9 (1):19-27
- STODDART, L.A., A.H., HOLMGREN Y C.W., COOK, (1949), Important poisonous plants of Utah Agric, Exper, Station, Utah, State Agric, College, Logan, Utah, EE, UU,

- SUDZUKI H., F. (1975), Captación y economía del agua en plantas que viven en ambientes de desierto, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Bol. Téc., 40.
- SUDZUKI, H.F. (1969), Absorción foliar de humedad atmosférica en Tamarugos (Prosopis tamarugo Phil.) Univ. Chile, Facultad de Agronomía, Estación Experimental Agronómica, Bol. Tecn. 30.
- SUDZUKI, F., C. BOTTI and E. ACEVEDO. (1973), relaciones hídricas del tamarugo (Prosopis tamarugo Phil.) en la localidad del Canchones, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Bol. Tecn. 37, Santiago.
- SUAREZ DE CASTRO, F. (1977). La desertificación en América Latina desde una perspectiva ecológica y agrícola, IICA, Reunión Preparatoria Regional para América, Santiago, Febrero 1977, 21 p.
- TAPIA, M.E. (1976), Metodología para el estudio de la dieta del ganado a pastoreo, In; Programación de la Investigación, Programa Andes Altos, IICA-OEA, La Paz; 48-58.
- TAPIA, M.E. (1976). Sistema de producción ganadera en base a pastizales y avena alfalfa, en el altiplano de Puno, In; Programación de la Investigación, Programa Andes Altos IICA-OEA, La Paz; 16-32.
- TAPIA, M.E. (1977). Características de los sistemas agrícolas andinos, In; Primer Congreso Internacional de Cultivos Andinos, Universidad Nacional San Cristobal-Huamanga. Ayacucho, Perú; 90-103.
- TELLERIA, W. E. BALLON. (1976), Componentes de rendimiento en quinua, En; II Convención Inter. Quenopodiaceas; 96-101, IICA, Conf. Cursos y Reuniones N°96, Potosí, Bolivia.

- TELLERIA P,W, (1976), La quinua y cañihua en Bolivia, In; II Convención Inter, Quenopodiaceas; 21-23, IICA, Inf, Conf, Cursos y Reuniones N° 96; 21-23, Potosí Bolivia,
- THOM, R, (1975), Structural stability and morphogenesis, W,A, Benjamin, Reading, Mass,
- TORO, J.M, (1967), Desarrollo radical del tamarugo, Informe Interno, facultad de Agronomía, Universidad de Chile, Santiago,
- TRIVELLI R, A, (1973), Fertilización, época y frecuencia de utilización en la bioma biestratificada de Atriplex repanda Phil, y terófitas residentes Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Tesis M,S, 87 p, Santiago,
- UNESCO, (1977), Map of the world distribution of arid region MAB, Technical Notes 7, 54 p,
- USLAR, S,R, (1972), Estudio de la efectividad de algunas cepas nativas de Rhizobium trifolii en simbiosis con Trifolium subterraneum, Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía, Tesis Ingeniero Agrónomo Chillan Chile. 81 p,
- VICENS, O,J, Y F, COSIO G. (1970), Productividad potencial de gramínes con distintos niveles de nitrógeno en el secano central, INIA, Chile. (inédito),
- VICENS, O,J, Y F, COSIO G. (1968), Resumen de investigación en praderas de secano en el Campo Experimental Collipulli, INIA, Chile. (Inédito).
- VIZCARRA, I,A, DE, (1972), Bibliografía de pastos y forrajes de los Andes Altos IICA, La Paz, 50 p.

- VORANO, A., E. Y R., C. A., GARCIA, (1976), La quinua (Chenopodium quinoa) en la Provincia de Jujuy, Informe preliminar de su situación actual y perspectivas futuras, In: II Convención Inter, Quenopodiaceas: 19-20, IICA, Inf, Conf, Cursos y Reuniones N° 96, Potosí, Bolivia.
- WAINSTEIN, P. et al. (1974), Valor nutritivo de plantas forrajeras del este de la provincia de Mendoza III, V, Reunión Nacional para el estudio de Zonas Áridas y Semiáridas, I Encuentro de la Zona Árida Latinoamericana, Mendoza, Argentina.
- WERNLI, C., M. SILVA and A. TRUCCO, (1976), The nutritive value of range pastures in Chile. I Mediterranean grasslands of Central Chile, Firts, International Symposium Feed Consumption Proc., Utah State Univ, Logan: 149-157.
- WERNLI K., C. et al. (1977), Estudios sobre el valor nutritivo de las maderas en Magallanes INIA, Est. Exper, Kampenaike, Bol Tecn, 10 (IKAILP), Punta Arenas.
- ZUNIGA, F., M. (1973), Determinación de curvas de crecimiento en Atriplex repanda Phil. en función de la densidad poblacional, Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Tesis Ing, Agrónomo, 80 p, Santiago.
- ZUCCARDI, R. (1974), El ecosistema de los Valles Calchaquies, III Reunión Argentina de Ecología.