

Bolivia Ecológica

EDICIÓN TRIMESTRAL REVISTA N° 33

AÑO 2004



AGROECOLOGÍA

- Introducción
- ¿Qué es la agroecología?
- Enfoque agroecológico: requisito indispensable
- Principios de la agroecología
- Procesos ecológicos en los agroecosistemas
- Biodiversificación en los ecosistemas
- Clasificación de los agroecosistemas
- Prácticas en los agroecosistemas
- Modelos conceptuales que representan las interacciones entre componentes bióticos y abióticos en dos agroecosistemas
- Determinantes del agroecosistema que establecen el tipo de agricultura en cada región
- Recursos de un agroecosistema
- Diferencias entre agroecosistemas y ecosistemas naturales
- Sostenibilidad dentro de la agricultura ecológica
- Diseño de agroecosistemas sustentables
- Esquema de un manejo sustentable de malezas (MSM)
- Manejo de enfermedades
- Ejemplos de antagonistas disponibles en procesos de registros para uso y preparaciones comerciales
- Sistemas agroforestales
- Beneficios potenciales de los cultivos de cobertura
- Cultivos de cobertura y utilización de mulch
- Rotación de cultivos y labranza mínima
- Ejemplos de sistemas agroecológicos en Bolivia
- Bibliografía



FUNDACIÓN SIMÓN I. PATIÑO

EDITOR

CENTRO DE ECOLOGÍA SIMÓN I. PATIÑO
DEPARTAMENTO DE DIFUSIÓN

DIRECTORA DE LA PUBLICACIÓN

Carmiña Montoya Köster

ASESOR

MSc. Gladys Aguilera S. (UAGRM)

COLABORACIÓN

Cristina Torrico Laserna
Patricia de Avila

FOTO PORTADA

Centro de Ecología Simón I. Patiño
Agroecosistemas diversificados de producción

PRODUCCIÓN DE ARTES

Matias Marchiori

ÍNDICE

● Introducción	pág.	1
● ¿Qué es la agroecología?	pág.	2
● Enfoque agroecológico: requisito indispensable	pág.	3
● Principios de la agroecología	pág.	4
● Procesos ecológicos en los agroecosistemas	pág.	5
● Biodiversificación en los ecosistemas	pág.	5
● Clasificación de los agroecosistemas	pág.	7
● Prácticas en los agroecosistemas	pág.	7
● Modelos conceptuales que representan las interacciones entre componentes bióticos y abióticos en dos agroecosistemas	pág.	8
● Determinantes del agroecosistema que establecen el tipo de agricultura en cada región	pág.	9
● Recursos de un agroecosistema	pág.	9
● Diferencias entre agroecosistemas y ecosistemas naturales	pág.	10
● Sostenibilidad dentro de la agricultura ecológica	pág.	11
● Diseño de agroecosistemas sustentables		
● Esquema de un manejo sustentable de malezas (MSM)	pág.	13
● Manejo de enfermedades	pág.	15
● Ejemplos de antagonistas disponibles en procesos de registros para uso y preparaciones comerciales (30 agentes de biocontrol para el manejo de patógenos en el mercado mundial).	pág.	16
● Sistemas agroforestales	pág.	17
● Beneficios potenciales de los cultivos de cobertura	pág.	18
● Cultivos de cobertura y utilización de mulch	pág.	19
● Rotación de cultivos y labranza mínima	pág.	20
● Ejemplos de sistemas agroecológicos en Bolivia	pág.	21
● Bibliografía	pág.	24



CENTRO DE ECOLOGÍA SIMÓN I. PATIÑO
Departamento de Difusión

Independencia N° 89 - Tef. / Fax: (+ 591- 3) 3 37 57 26 - Casilla 1674
E-mail: edifusion@fundacionpatino.org
Santa Cruz - Bolivia

INTRODUCCIÓN

En los últimos 50 años, la tecnificación de las prácticas agrícolas ha incrementado la producción de alimentos en el mundo, retrasando la predicción matiusiana de hambruna generalizada efectuada hace 200 años. Pero también es cierto, que esto ha estado basado en el uso de dosis masivas de insumos costosos, como combustibles fósiles, junto con otros insumos como plaguicidas, fertilizantes, grandes cantidades de agua, etc. A su vez, tampoco ha logrado solucionar el problema de la distribución de los alimentos en la población mundial: actualmente hay 1 200 millones de personas desnutridas, con dietas que no cumplen el mínimo necesario de calorías y otras tantas sobrealimentadas, con problemas de obesidad.

Las prácticas derivadas de esta concepción de la agricultura moderna han provocado una serie de problemas ecológicos, sociales, culturales y económicos. Estos pueden analizarse, por sus consecuencias, desde dos puntos de vista: por un lado los problemas originados en las prácticas agrícolas, que afectan a otros sistemas como las ciudades, ríos, lagos o personas que viven dentro y fuera de él; por el otro, aquellos a veces más ocultos que degradan, deterioran o afectan al propio agroecosistema disminuyendo su capacidad productiva y por lo tanto, poniendo en duda su sustentabilidad.

El mantenimiento y aumento de la productividad de los sistemas agropecuarios, junto con la conservación de los recursos naturales son hoy uno de los mayores desafíos que deberá enfrentar la humanidad en las próximas décadas. Se requiere desarrollar una agricultura que sea económicamente viable, suficientemente productiva, que conserve la base de

los recursos naturales y preserve la integridad del ambiente en el ámbito local, regional y global (SARANDÓN & SARANDÓN, 1993).

El enfoque de la agroecología introduce claramente el componente social porque entiende que es el hombre el que decide modificar los ecosistemas naturales para transformarlos en agroecosistemas. El estilo de agricultura o la tecnología que elige depende de su entorno socioeconómico, cultural, sus conocimientos, intereses y su relación con la comunidad.

Desconocer este componente o minimizarlo, como muchas veces se ha hecho es un grave error que ya ha generado consecuencias negativas.

Es necesario entonces un nuevo paradigma que intente dar soluciones novedosas partiendo de la consideración de las interacciones de todos los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos de los sistemas agropecuarios integrando este conocimiento con el ámbito regional para una producción sustentable. Este nuevo enfoque de la agroecología, que ha sido definida como el desarrollo y aplicación de la teoría ecológica para el manejo de los sistemas agrícolas, de acuerdo a la disponibilidad de recursos (ALTIERI, 1987).

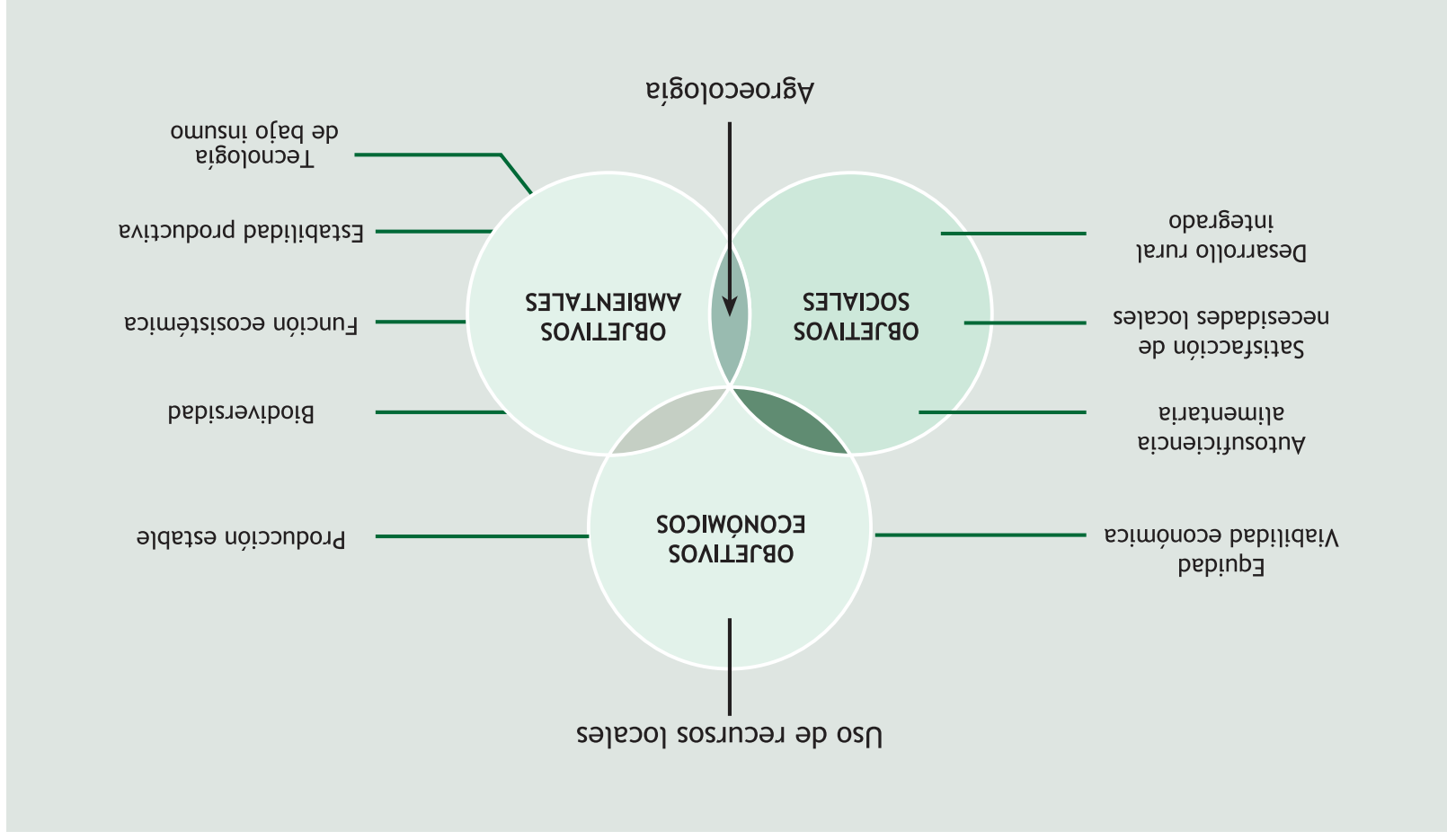
La agroecología surge con una nueva imagen, más amplia, que reemplaza la concepción puramente técnica por una que incorpora la relación entre la agricultura y el ambiente global y las dimensiones, sociales, económicas, políticas y culturales.

¿QUÉ ES LA AGROECOLOGÍA?

Es el enfoque de la agricultura que intenta proporcionar un medio ambiente armoniosamente equilibrado, buscando rendimiento y fertilidad del suelo y un control natural de plagas, mediante el uso de tecnologías optimizadoras del medio ambiente existente, en el cual se incluyen el hombre y los recursos naturales de su

entorno, en una forma autosostenible con crecientes beneficios económicos, sociales y ecológicos a través del tiempo.

La agroecología es el estudio holístico de los agroecosistemas, que incluye los elementos ambientales y humanos, se basa principalmente en la dinámica, función de sus interrelaciones y en los procesos en los cuales están envueltos.



ENFOQUE AGROECOLÓGICO: REQUISITO INDISPENSABLE

Pareciera que la ecología y la producción agropecuaria no tienen muchos puntos en común, ya que se considera que el agro está libre de problemas ecológicos, sin embargo, la producción

agropecuaria está íntimamente asociada a problemas graves, entre otras razones por falta de vinculación entre la agronomía y otras ciencias como la ecología y sociología.

ALGUNOS ENFOQUES, OBJETIVOS Y TÉCNICAS USUALMENTE UTILIZADOS EN UN SISTEMA AGRÍCOLA

Revolución Verde		Enfoque Agroecológico	
Enfoque		Enfoque	
Reduccionista	Falta de una óptica sistémica	Holístico	Empleo de una óptica sistémica
Importancia de los componentes	Reduccion o mala definición de los límites del sistema.	Ampliación y redefinición de los límites del sistema.	
Objetivos		Objetivos	
A corto plazo	Concepto productivista	Enfasis en el rendimiento	No incorporación del costo ambiental
		Enfasis en el agroecosistema y ecosistemas relacionados	Incorporación del costo ambiental
		Concepto sustentable	
		A largo plazo	
Técnicas		Técnicas	
Revolución Verde	Enfoque Agroecológico	Revolución Verde	Enfoque Agroecológico
Fertilizantes sintéticos	Fertilizantes orgánicos	Reciclado de nutrientes	Uso conservacionista del suelo
Uso intensivo del suelo	Agricultura permanente	Rotación cultivos praderas	Policultivos
Monocultivos	Control químico de plagas	Manejo integrado de plagas	Manejo de la biodiversidad para el control de plagas.
Plantas transgénicas para el control de plagas	Conservación de la biodiversidad en bancos de germoplasmas	Conservación de la biodiversidad in situ	Conservación de la biodiversidad para control de patógenos
Esterilización del suelo para control de patógenos	Aumento de la biodiversidad de microorganismos del suelo		

Fuente: SARANDÓN, 1993 (modificado)

PRINCIPIOS DE LA AGROECOLOGÍA

La agroecología emerge como una disciplina que provee los principios ecológicos básicos sobre cómo estudiar, diseñar y manejar **agroecosistemas** productivos y a su vez conservadores de los recursos naturales y que sean además culturalmente sensibles, social y económicamente viables (ALTIERI, 1999).

La agroecología va más allá del punto de vista unidimensional de los **agroecosistemas** (genética, edatología, etc.) para abarazar un entendimiento de los niveles ecológicos y sociales de coevolución, estructura y función. En lugar de centrar su atención en algún componente particular del agroecosistema, la agroecología enfatiza las interrelaciones entre sus componentes y la dinámica compleja de los procesos ecológicos (VANDERMEER, 1995).

Los **agroecosistemas** son comunidades de plantas y animales interactuando con su ambiente físico y químico que han sido modificados para producir alimentos, fibra, combustible y otros productos para el consumo y procesamiento humano.

Un campo por ejemplo, es visto como un sistema complejo, en el cual los procesos ecológicos que se encuentran en forma natural pueden ocurrir (ciclaje de nutrientes, interacciones depredador-presa, competencia, simbiosis y cambios sucesivos), por tanto, si se entienden estas relaciones y procesos ecológicos, los agroecosistemas pueden ser manejados para mejorar la producción de forma sustentable, con menores impactos (negativos) ambientales y sociales y menor uso de insumos externos.

El diseño de estos sistemas está basado en la aplicación de los siguientes principios ecológicos.

- Aumentar el reciclado de biomasa y optimizar la disponibilidad y el flujo balanceado de nutrientes.
- Asegurar condiciones del suelo favorables, para el crecimiento de las plantas, principalmente a través del manejo de la materia orgánica, aumentando la actividad biótica del suelo.

- Minimizar las pérdidas debidas a flujos de radiación solar, aire y agua, mediante el manejo de micro climas con el aumento de la cobertura.
- Diversificar específica y genéticamente el agroecosistema en el tiempo y el espacio.
- Aumentar las interacciones biológicas y los sinergismos entre los componentes de la biodiversidad, promoviendo procesos y servicios ecológicos claves.

Estos principios pueden ser aplicados a través de varias técnicas y estrategias, cada una de las cuales tiene diferentes efectos sobre la productividad y la estabilidad dentro del sistema de finca, dependiendo de las oportunidades locales, la disponibilidad de recursos y en muchos casos del mercado.

La finalidad del diseño agroecológico es integrar los componentes de tal manera que aumente la eficiencia biológica general y mantengan la capacidad productiva y autosuficiente del agroecosistema cuyo objetivo es lograr agroecosistemas similares en estructura y en función de los ecosistemas naturales.



CENTRO ECOLOGIA SIMON I. PATINO

Agroecosistemas integrados Granja Modelo Pairumani

PROCESOS ECOLÓGICOS EN LOS AGROECOSISTEMAS

Se deben optimizar los siguientes procesos ecológicos en los agroecosistemas:

- Fortalecer la inmunidad del sistema (funcionamiento apropiado del sistema natural de control de plagas).
- Disminuir la toxicidad a través de la eliminación de agroquímicos.
- Optimizar la función metabólica (descomposición de la materia orgánica y ciclo de nutrientes).
- Balance de los sistemas reguladores (ciclos de nutrientes, balance de agua, flujo de energía, regulación de poblaciones, etc.).
- Aumentar la conservación y regeneración de los recursos del suelo, agua y biodiversidad.
- Aumentar y sostener la productividad a largo plazo.

BIODIVERSIFICACIÓN DE AGROECOSISTEMAS

Desde una perspectiva de manejo, el objetivo de la agroecología es proveer ambientes balanceados, rendimientos sostenibles, fertilidad biológica del suelo, regulación natural de plagas median-te el diseño de agroecosistemas diversificados y el uso de tecnología de bajos insumos (GLESSMAN, 1998).

El manejo agroecológico debe tratar de optimizar el reciclado de nutrientes y de materia orgánica, cerrar los flujos de energía, conservar el agua y el suelo y balancear las poblaciones de plagas y enemigos naturales.

En esencia, el manejo óptimo de los agroecosistemas depende del nivel de interacciones entre los varios componentes bióticos, y abióticos. A través del ensamble de una biodiversidad funcional, es posible iniciar sinérgicos que mantengan los procesos del agroecosistema y procesos ecológicos tales como la activación de la biología del suelo, el reciclado de nutrientes, el aumento de los artrópodos benéficos, los antagonísticos y otros (ALLIERI Y NICHOLLS, 1999).



Sistema diversificado de producción

Actualmente, existe una gama diversa de prácticas disponibles las cuales varían tanto en efectividad, como en valor estratégico. Las prácticas claves son aquellas de naturaleza preventiva y multipropósito, que actúan reforzando la inmunidad del ecosistema mediante una serie de mecanismos como son:

- Aumentar las especies de plantas y la diversidad genética en el tiempo y el espacio.
- Mejorar la biodiversidad funcional (enemigos naturales, etc.).
- Mejora la materia orgánica del suelo y la actividad biológica.
- Aumento de la cobertura del suelo y la habilidad competitiva.
- Eliminación de insumos tóxicos y residuos.
- Sistema diversificado de producción.

Las estrategias para restaurar la diversidad agrícola en el tiempo y el espacio son las que tienen características similares como:

Rotación de cultivo: diversidad temporal incorporada en los sistemas de cultivo, proveyendo nutrientes para el cultivo e interrumpiendo el ciclo de varios insectos plaga, de enfermedades y del ciclo de vida de las malezas (SUMNER, 1982).

Policultivos: son sistemas de cultivos múltiples, donde dos o más cultivos crecen juntos en la misma superficie de tierra durante parte o todo su ciclo. Estos sistemas pueden ser mezclas de diferentes especies o de cultivares, o genotipos de la misma especie, que pueden ser cultivados en diferentes diseños o arreglos espaciales.

Sistemas agroforestales: es un sistema agrícola donde los árboles proveen funciones protectoras y productivas cuando crecen junto con los cultivos anuales y/o animales, resultando un aumento de las relaciones complementarias entre los componentes e incrementando de este modo el uso múltiple del agroecosistema (NAIR, 1982).

Cultivos de cobertura: es el uso en forma pura o mezclado de plantas, leguminosas u otras especies anuales, generalmente se siembran debajo de las especies frutales o forestales perennes, con el fin de proteger el suelo de la erosión, mejorar la fertilidad,

Sistemas agroforestales



TOMAS WENDE

Sistemas de policultivos (Huerta Asano)



CENTRO ECOLOGIA SIMON I. PATINO

Los *productores* son aquellos componentes que tienen la particularidad, mediante el proceso de la fotosíntesis transformar y acumular energía lumínica en forma de energía química, las plantas verdes son productores por excelencia.

Los *consumidores* se ubican en un nivel trófico superior y necesitan a los productores para subsistir, ya que por su incapacidad de transformar la energía lumínica, deben alimentarse de los componentes que sí lo hacen. Los consumidores comprenden todos los animales, por tanto, aquellos que se alimentan de vegetales se los denominan consumidores primarios y a los que se alimentan de animales, consumidores secundarios.

Los *descomponedores* son también consumidores, pero se alimentan del tejido muerto de las plantas e intervienen en el reciclado de la materia orgánica y los nutrientes (bacterias, hongos, y otros).

PRÁCTICAS EN LOS AGROECOSISTEMAS

Algunas prácticas en los agroecosistemas incluyen:

- Rotaciones culturales.
- Manejo integrado de plagas (MIP).
- Sistemas de manejo para mejorar la salud vegetal y la capacidad de los cultivos para resistir a plagas y enfermedades.
- Técnicas conservacionistas de labranzas del suelo.
- Sistemas de producción animal que enfatizan el manejo preventivo de las enfermedades.
- Mejoramiento genético de cultivos (plagas y enfermedades para lograr un mejor uso de los nutrientes).

Por tanto, el comportamiento óptimo de los sistemas de producción agrícola depende del nivel de interacciones entre varias prácticas.

Las interacciones potenciadoras de sistemas, son aquellas en las cuales los productos de una práctica son utilizados en la producción de otro componente (malezas utilizadas como forrajes, estiércol utilizado como fertilizante, etc.). La biodiversidad también puede ayudar en el funcionamiento del agroecosistema, al proveer

aumentar el control biológico de plagas y modificar el microclima del huerto (FINCH & SHARP, 1976).

Integración animal: es la práctica que se utiliza para alcanzar dentro del agroecosistema, una alta producción de biomasa y un reciclaje óptimo (PEARSON & ISON, 1987).

CLASIFICACIÓN DE LOS AGROECOSISTEMAS

Cada región tiene una configuración única de agroecosistemas que son el resultado de las variaciones locales del clima, suelo, relaciones económicas, estructura social e histórica.

La región es un sistema que está formado por componentes físicos, bióticos y socioeconómicos dentro los límites geográficos definidos de modo que, sus componentes interactúan y funcionan como una unidad.

Los agroecosistemas se clasifican en:

- Sistemas de cultivo itinerante
- Sistemas semi-permanente de cultivo de secano
- Sistemas arables de irrigación
- Sistemas de cultivos perennes
- Sistemas con ganado – cultivo (alternando cultivos arables con sembrado de pasturas)

Los componentes de un sistema pueden ser bióticos y abióticos, unos pueden estar compuestos por muchos componentes y otros por muy pocos.

En un sistema es primordial entender que sus propiedades no sólo dependen de sus componentes, sino de la interrelación existente entre ellos. Un sistema ecológico no es sólo la suma de sus componentes, sino principalmente la forma en que estos se interrelacionan, lo cual les da propiedades particulares y en el caso de un agroecosistema le confiere características productivas.

Los componentes de los ecosistemas y agroecosistemas pueden dividirse según su función, en productores, consumidores y descomponedores.

procesos ecológicos (reciclaje de nutrientes, control biológico de plagas, conservación del agua y el suelo, etc.). Se pueden citar tres tipos de interacciones:

Interacciones temporales a nivel de sistema de cultivo

Las rotaciones establecen secuencias temporales en las que se obtienen aportes de nitrógeno, al rotar cultivos de cereales con leguminosas. Mediante rotaciones bien diseñadas, se pueden incrementar los rendimientos y reducir los requerimientos de energía al disminuir la necesidad de fertilizantes, por ejemplo la incorporación de alfalfa a una rotación con maíz, puede reducir la necesidad de energía en un 39%.

Interacciones espaciales a nivel de sistemas de cultivo

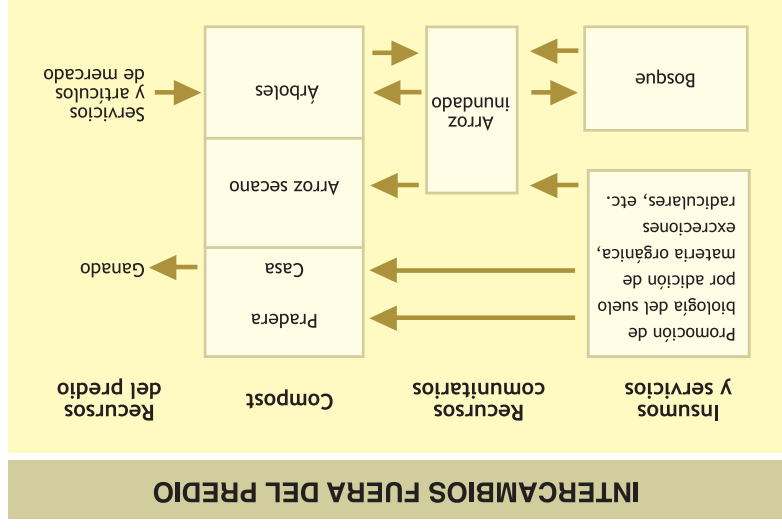
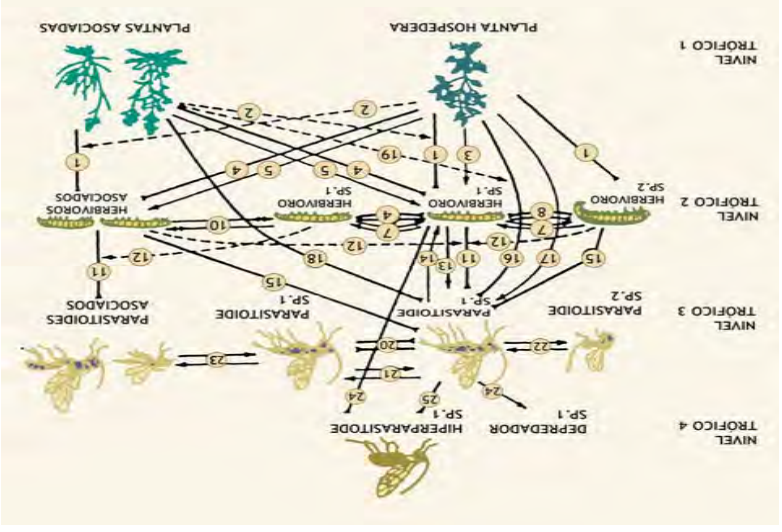
En este caso, la interacciones derivan de ciertos cambios en los diseños y ordenamientos espaciales y temporales de los sistemas de cultivo, como los policultivos. Al cultivar varias especies

MODELOS CONCEPTUALES QUE REPRESENTAN LAS INTERACCIONES ENTRE COMPONENTES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS EN DOS AGROECOSISTEMAS

Interacciones a nivel del predio

Las interacciones que mueven el sistema son ciertos productos o resultados de un componente que se usan en la producción de otros, por ejemplo malezas utilizadas como alimento para el ganado, huan usado como fertilizante en cultivos, rastrojo de cultivo empleado como mulch y mezcla de estiércol y paja para compost.

Los beneficios derivados de estas interacciones, dependen de una buena organización e integración de los distintos componentes y de un manejo que permita la recirculación de recursos a nivel del predio.



RECURSOS DE UN AGROECOSISTEMA

Según NORMAN, 1979, las categorías de recursos que se encuentran generalmente en un agroecosistema son:

Recursos naturales

Son los recursos naturales como: tierra, agua, clima, vegetación natural que el agricultor explota para la producción agrícola. Los más importantes son la superficie del predio incluyendo topografía, grado de fragmentación de las tenencias, ubicación respecto a los mercados, profundidad, estatus químico, atributos físicos del suelo, disponibilidad de aguas de superficies y subterráneas, precipitación, evaporación, radiación solar y temperatura promedio (junto con las variantes estacionales y anuales), así como la vegetación natural que puede ser una importante fuente de alimentos, forrajes, materiales de construcción, medicinas para el hombre y finalmente una influencia en la productividad del suelo en los sistemas de cultivo.

Recursos humanos

Los recursos humanos son las personas que viven y trabajan dentro del predio y explotan sus recursos para la producción agrícola, sobre la base de incentivos tradicionales o económicos.

Recursos de capital

Son los bienes y servicios creados, comprados o tomados en préstamo por las personas asociadas a la granja para facilitar la explotación de los recursos naturales, para la producción agrícola.

Recursos de producción

Estos incluyen la producción agrícola de la finca, como los cultivos y los animales. Se convierten en recursos de capital cuando se venden y los residuos (cultivos, estiércol) son insumos nutrientes reinvertidos en el sistema.

DETERMINANTES DEL AGROECOSISTEMA QUE ESTABLECEN EL TIPO DE AGRICULTURA EN CADA REGIÓN

En el agroecosistema se desarrollan importantes procesos energéticos, bioquímicos, hídricos y de equilibrio biológico, los cuales se amplían en el siguiente cuadro:

TIPO DE DETERMINANTES	FACTORES
Físicos	Radiación Temperatura Lluvia, suministro de agua (humedad, presión) Condiciones del suelo Topografía Disponibilidad de la tierra
Biológicos	Plagas e insectos y enemigos naturales Comunidades de malezas Enfermedades de plantas y animales Biota del suelo
Entorno natural de vegetación natural	Eficiencia de fotosíntesis Modelos de cultivos Rotación de cultivos
Socioeconómicos	Densidad de población Organización social Economía Asesoría técnica Herramientas de cultivo Grado de comercialización Disponibilidad de mano de obra
Culturales	Conocimiento tradicional Creencias Ideología División sexual del trabajo Hechos históricos

DIFERENCIAS ENTRE AGROECOSISTEMAS Y ECOSISTEMAS NATURALES

Según SARANDON, 2002, varias son las diferencias y similitudes entre los ecosistemas naturales y los agroecosistemas. El conocimiento de estas características y la influencia que sobre ellas ejercen determinadas prácticas agrícolas es fundamental para planificar el manejo adecuado de los mismos, con el objetivo de lograr una producción sustentable en el tiempo.

Algunas de las principales diferencias entre ecosistemas naturales y agroecosistemas se han sintetizado en la siguiente tabla:

Propósito	Ecosistema Natural	Agroecosistema
Fuente (energía)	Solar	Solar + artificial (combustibles fósiles)
Diversidad (genética)	Alta	Baja
Diversidad (específica)	Alta	Baja
Asignación recursos	Equitativa	Económica
Fuerza de selección	Natural	Hombre (económica)
Productividad	Baja (nula)	Alta
Biomasa	Alta	Media
Productividad/biomasa	Baja	Alta
Flujo nutrientes	Cerrado	Abierto
Ocupación de nichos	Alta	Baja
Recursos (aprovechamiento)	Alta	Baja
Continuidad (espacio temporal)	Alta	Baja
Sincronización (entre plantas - microorganismos)	Alta	Baja
Lixiviación (nutrientes)	Baja	Alta
Estabilidad	Alta	Baja
Erosión	Baja	Alta
Resistencia	Alta	Baja

Biodiversidad

La diversidad, tanto genética como específica es otra gran diferencia entre el ecosistema natural y el agroecosistema.

La biodiversidad o diversidad biológica se refiere a la variación en genes, especies, poblaciones, comunidades y ecosistemas. La diversidad biológica es uno de los conceptos más importantes en ecología y uno de los puntales de la agricultura.

El manejo que hace el hombre de los ecosistemas, consiste en reemplazar una gran cantidad de especies silvestres por unas pocas o sólo una especie de utilidad agrícola. La agricultura moderna se caracteriza por su uniformidad a nivel genético y

Energía

La eficiencia y el tipo de energía utilizada, es una de las grandes diferencias entre los agroecosistemas y los ecosistemas naturales.

En un ecosistema natural la principal fuente de energía es la natural, sin embargo, los agroecosistemas además de la energía del sol, utilizan energía de otras fuentes (energía fósil derivada del petróleo) que no pertenece al flujo actual de energía emitida por el sol, ya que ésta es un recurso no renovable, que tarde o temprano se agotará. La eficiencia del uso de energía está estrechamente relacionada con el tipo de agricultura que se practique.

Una medida del uso de energía es la eficiencia energética del sistema, es decir la relación entre la energía que sale y la que entra y/o cuantas unidades de energía se obtienen en forma de alimentos por cada unidad que se invierte en el sistema. Debido a que la energía no conserva sus características luego de atravesar en un agroecosistema (ingresa como energía de un tipo y se transforma en otro), es necesario convertir todas las entradas y salidas a unidades equivalentes en joules o Calorías (PIMENTEL *et. al, 1990*).

A continuación se detallan algunas de las diferencias que consideramos más importantes:

- Optimizar el uso de insumos locales disponibles, combinando los diferentes componentes del sistema finca, por ejemplo: plantas, animales, suelo, agua, clima y gente de tal manera que se complementen los unos a los otros y tengan los mayores efectos sinérgicos posibles.

- Reducir el uso de insumos externos y los no renovables, con gran potencial de daño al ambiente y a la salud de los productores y consumidores y un uso más restringido y localizado de los insumos remanentes, con la visión de minimizar los costos variables.

- Basarse principalmente en los recursos del agroecosistema, reemplazando los insumos externos por reciclaje de nutrientes, mejor conservación y uso eficiente de insumos locales.
- Mejorar la relación entre los diseños de cultivo, el potencial productivo y las limitantes ambientales de clima y el paisaje, para asegurar la sustentabilidad a largo plazo de los niveles actuales de producción.

- Trabajar para valorar y conservar la biodiversidad, tanto en regiones silvestres como domesticadas, haciendo un uso óptimo del potencial biológico y genético de las especies de plantas y animales presentes dentro y alrededor del agro-ecosistema.
- Aprovechar el conocimiento y las prácticas locales.

Además de lo anteriormente descrito, es necesario la adopción de ciertas prácticas que garanticen la sustentabilidad como:

Policultivos

El beneficio del uso de policultivos y el rol que esta tecnología o sistema puede cumplir en una agricultura sustentable se basa en dos grandes aspectos: un mejor comportamiento ante la presencia de adversidades (enfermedades, malezas y plagas) y una mayor eficiencia en el uso de los recursos naturales.

Ventajas de los policultivos

- Mayor biodiversidad
- Mayor estabilidad en el tiempo

específico (híbridos de maíz), toda la parcela (sembrada con la misma especie), sin presencia de vegetación espontánea (malezas), la finca (grandes extensiones con pocos cultivos) la región (zonas productoras de determinados cultivos, los que se traducen también en la uniformidad del paisaje).

SOSTENIBILIDAD DENTRO DE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA

Por sostenibilidad se entiende, la capacidad de la agricultura para sostener la vida en la actualidad y en el futuro, fortaleciendo y preservando los ciclos naturales, la biodiversidad basada en un desarrollo rural integrado y armónico. (FRAMTISDJORDEN, 1994). Sin sostenibilidad no se concibe la agricultura, y por lo tanto menos aún la agricultura orgánica o ecológica, que difiere en sus objetivos de una agricultura netamente productivista. La agricultura orgánica guarda un profundo respeto por las generaciones presentes y futuras, ya sean hombres, mujeres, niños o cualquier otro tipo de organismo vivo. Por lo tanto, uno de los objetivos básicos de la agricultura ecológica es que sus prácticas sean sustentables en el tiempo.

Aun existe el prejuicio acerca de que la agricultura ecológica trata sólo de “no usar agroquímicos”. En realidad, además de los principios filosóficos que motivan a los promotores de la agricultura ecológica, todas las corrientes tienen una base científica profunda que es atender las necesidades de los organismos vivos en determinados ambientes y aprovechar al máximo los recursos existentes en el ecosistema, en concordancia con los equilibrios naturales.

DISEÑO DE AGROECOSISTEMAS SUSTENTABLES

Los investigadores buscan la promoción de la agricultura sustentable que mantenga la productividad a largo plazo a través de (PRET, 1994, & VANDERMEER, 1995):

- Menor riesgo económico
- Mejor oferta nutricional
- Mejor uso de los recursos (agua, luz, nutrientes)
- Mejor comportamiento contra el clima, plagas, enfermedades y malezas

Manejo ecológico del suelo

La agricultura ecológica considera el suelo como un medio vivo donde según las prácticas que se realicen se obtendrán resultados por sus efectos directos e indirectos sobre el mismo.

Las estrategias básicas para el manejo del suelo en la producción ecológica son:

- Reciclaje de nutrientes
- Labranza mínima y/o vertical
- Rotaciones adecuadas de cultivo
- Uso de abonos verdes
- Incorporación de la mayor cantidad posible de materia orgánica
- Máximo aprovechamiento de la materia orgánica del propio establecimiento (barbechos, rastrojos, plantas espontáneas, arbustos, desechos).

Los abonos usados en la agricultura ecológica son: lombricom-puesto compost, mantillo de bosque, estiércoles, coberturas (vivas o muertas), abonos verdes y abonos foliares derivados de sustancias orgánicas, ya sean animales o vegetales.

Manejo de malezas

Al igual que en la agricultura convencional, las malezas constituyen una de las principales limitaciones en la producción de los agroecosistemas.

Desde un punto de vista agroecológico, se consideran las malezas como integrantes de un agroecosistema dinámico, permitiendo distintas vías de acción en cuanto a las alternativas a utilizar. El papel ecológico de las malezas en un agroecosistema va



CENTRO ECOLOGIA SIMON I. PATINO

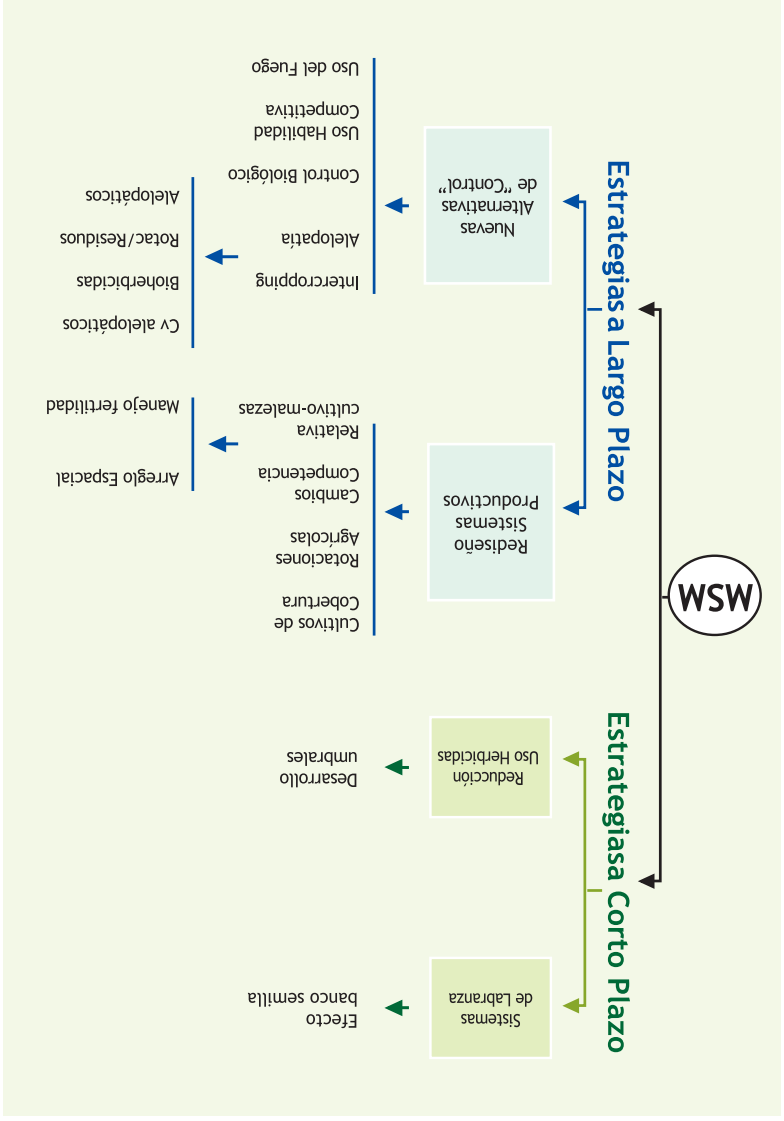
Sistemas asociado de abonos verdes (Huerta Asano)



CENTRO ECOLOGIA SIMON I. PATINO

Reciclaje de nutrientes (Huerta Asano)

ESQUEMA DE UN MANEJO SUSTENTABLE DE MALEZAS (MSM)



Fuente: SARANDÓN, 2002

mucho más allá de su efecto competitivo.

En este sentido, ALTIERI (1997) destaca las consecuencias negativas que pueden surgir al intentar eliminar en forma total las malezas.

- Reemplazo de malezas susceptibles a herbicidas por eco tipos resistentes.
- Reducción de la diversidad genética de aquellas malezas re-lacionadas taxonómicamente con el cultivo.
- Transferencia de plagas y patógenos hospedadas en las ma-lezas hacia los cultivos.
- Reducción de la fauna benéfica que empleaban a la maleza como fuente de alimento, refugio o protección.
- Lixiviación de nutrientes que eran almacenados en la vegetación espontánea.
- Disminución de la eficiencia captación de recursos y producción de biomasa por el sistema.
- Disminución de la biodiversidad de la vida del suelo por unfor-midad en el tipo de residuos incorporados.

El manejo sustentable de malezas (MSM), tiene como objetivo lograr sistemas donde el control se realice sólo cuando sea estrictamente necesario, considerando a largo plazo todos los efectos ambientales y económicos y la repercusión o impacto sobre otros componentes del sistema.

Dentro de este enfoque se han comenzado a desarrollar distintas tendencias o métodos alternativos. El manejo integrado de malezas (MIM) es parte integrante del manejo del cultivo, por lo cual cualquier técnica que apunte a reducir los niveles de infestación de las malezas (cultural, biológica, mecánica o química) debe estar en armonía con el programa de manejo de cultivo, primordialmente con aquellos programas de manejo integrado de plagas y enfermedades, entre los cuales el (MIM) surge como una herramienta apropiada para integrarla en este esquema. El MIM está concebido y dirigido para ser económico, ambiental y socialmente aceptable (SWANTON & MURPHY, 1996), involucrando el uso de tácticas biológicas y físicas en forma integrada.

Manejo de plagas

La aparición de plagas, al igual que otros problemas que enfrenta la agricultura, es causada por la creación de condiciones ambientales que propician su desarrollo y aumentan la vulnerabilidad de los agroecosistemas; por lo tanto, en algunas prácticas se hace necesaria la utilización del control biológico para disminuir su efecto negativo sobre la producción.

El **control biológico** consiste en la utilización de enemigos naturales, parásitos, depredadores y patógenos (hongos, virus, bacterias, protozoos, nematodos) para reducir las poblaciones de una plaga a densidades por debajo de los niveles de daño económico.

El éxito del control biológico depende en gran medida del conocimiento de la biología, de las especies que intervienen de su interacción y algunas veces de la acción complementaria de varios enemigos naturales que atacan a diferentes estados de desarrollo de la plaga o actúan en diferentes momentos.

El empleo de variedades resistentes consiste en la utilización de variedades de cultivo que son menos atacadas por una plaga o que producen un rendimiento aceptable a pesar de sufrir daño. La obtención de estas variedades se realiza tradicionalmente mediante cruzamientos y métodos de selección natural.

Se emplean además una variedad de prácticas agrícolas que son potencialmente capaces de mitigar la aparición de plagas (HORN, 1988). El control cultural con el manejo del ambiente para mejorar la producción del cultivo, representa la primera línea de defensa contra las plagas que puede retrasar o disminuir las explosiones numéricas de las mismas (HERZOG & FUNDERBURK, 1986). Apunta a impedir la colonización del cultivo por la plaga, creando condiciones bióticas y abióticas adversas para su supervivencia, además de modificar el cultivo de manera tal, de reducir el daño.



CENTRO ECOLOGIA SIMON I. PATINO



Plaga agrícola

Hojas dañadas por plagas

CENTRO ECOLOGIA SIMON I. PATINO

MANEJO DE ENFERMEDADES

El manejo de enfermedades, implica un proceso continuo de eventos consistentes en la selección y uso de técnicas orientadas a reducir las enfermedades a un nivel tolerable (APPLE, 1977), trata además de regular los organismos fitopatógenos y no de erradicarlos. Su concepto está estrechamente ligado al de "umbral de daño económico", definido como la menor densidad de población de patógeno que causa daño en el cultivo.

El *control biológico* nace como una nueva alternativa, que puede contribuir a minimizar los daños causados por los patógenos y reducir el uso de productos químicos que pueden ser realizados de la siguiente forma:

- A través de prácticas culturales, creando condiciones ambientales favorables para la acción de los microorganismos saprofitos.

- Mejorando genéticamente la capacidad del huésped para activar microorganismos.

- Introduciendo masivamente microorganismos benéficos.

De acuerdo a MATTÁ (1985), la lucha biológica de fitopatógenos deberá tender a mantener el equilibrio biológico preexistente, o ha reconstituirlo para manejar a los antagonistas naturales en situaciones ecológicamente desfavorables. Estas estrategias de acción estarán basadas en un profundo conocimiento de las características epidemiológicas de la enfermedad.

Se consideraran antagonistas a aquellos organismos saprobios capaces de interferir en el ciclo de vida de los patógenos vegetales. Pueden ser hongos, bacterias, nematodos o virus, estos son los equivalentes a los enemigos naturales usados en el control biológico de insectos, pero su especificidad es menor.

El antagonismo incluye diferentes mecanismos como la antibiosis, competencia, parasitismo y la resistencia inducida (Fig. 2.)

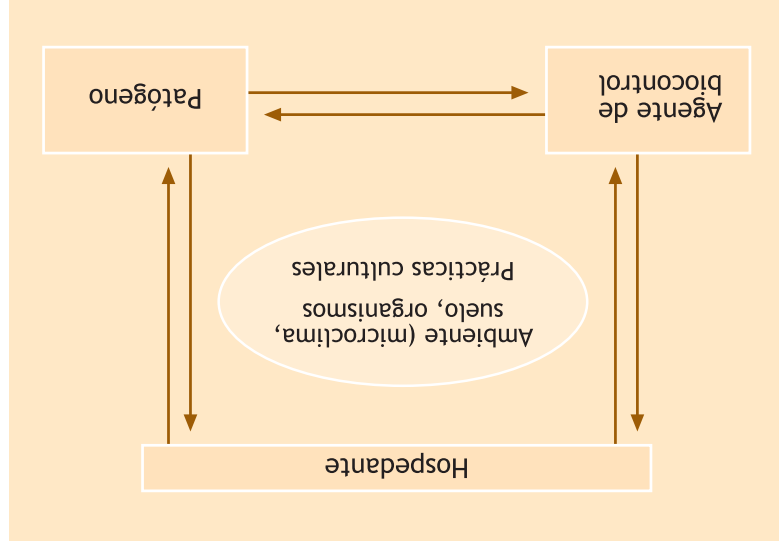


Figura 1. Interrelaciones entre los componentes del control biológico.

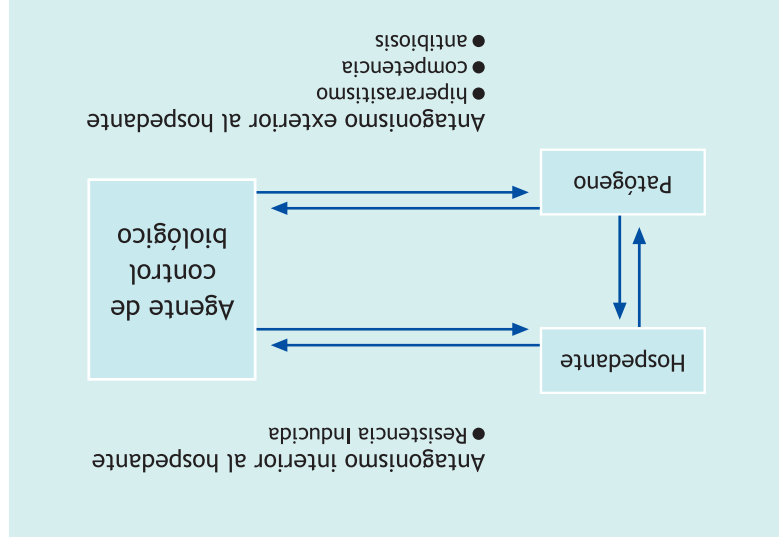


Figura 2. Algunos mecanismos involucrados en el control biológico mediante el uso de antagonistas.

Según MONACO, C., 2002 existen tres estrategias para el uso de microorganismos en el control biológico:

Liberación inoculativa: pretende introducir el agente antagonista una sola vez en el medio, con el propósito que éste se establezca como una población duradera y provoque algunos niveles de control. Esta estrategia se define como "control biológico clásico".

Aplicación aumentativa: busca aumentar la población de un microorganismo antagonista ya presente en el medio. El control biológico resulta del incremento de la población antagonista a una densidad efectiva antes que se produzca el daño al patógeno.

Aplicación inundativa: pretende elevar la población de un agente de biocontrol a una densidad instantáneamente muy alta para asegurar una rápida supresión o muerte del patógeno deseado.

EJEMPLOS DE ANTAGONISTAS DISPONIBLES O EN PROCESOS DE REGISTROS PARA USO EN PREPARACIONES COMERCIALES (30 AGENTES DE BIOCONTROL PARA EL MANEJO DE PATOGENOS EN EL MERCADO MUNDIAL)

Antagonista	Patógeno	Enfermedad / hospedante	Nombre del producto / país
<i>Candida oleophila</i>	<i>Botrytis</i> , <i>Penicillium</i> sp.	Enfermedades de post-cosecha	Aspire (USA)
<i>Conyothrium minitans</i>	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Enfermedades de <i>Helianthus annuus</i>	Conyothrium (Rusia)
<i>Fusarium oxysporum</i> (no patógeno)	<i>F.oxysporum</i> f.sp. <i>bataas</i>	Marchitamiento en <i>Ipomea bataas</i>	Japón
<i>Gliocladium virens</i>	<i>Pythium ultimum</i> y <i>Rhizoctonia solani</i>	Damping off	USA
<i>Peniophora gigantean</i>	<i>Heterobasidium annosum</i>	Podredumbre del tallo y de la raíz de <i>Pinus</i> sp	United Kingdom
<i>Pythium oligandrum</i>	<i>P. ultimum</i>	Damping off en <i>I. Bataas</i>	Checoslovaquia
<i>Pseudomonas syringae</i>	Patógenos de post-cosecha	Enfermedades de post-cosecha	BioSave 10 y 11 (USA)
<i>Streptomyces griseovorodis</i>	<i>Alternaria</i> sp.; <i>Fusarium</i> sp.; <i>Phomopsis</i> sp.	Enfermedades en partes aéreas	Mycostop (USA)
<i>Sporidesmium sclerotivorum</i>	<i>Sclerotinia</i> spp.	Hortalizas	USA
<i>Trichoderma spp.</i>	<i>Ceratomyces ulmi</i> ; <i>Endothia parasitica</i>	<i>Ulmus</i> sp. Marchitamiento de <i>Castanea</i> sp	BINAB-T (Suiza)
<i>Gliocladium virens</i>	<i>Pythium</i> sp.; <i>Rhizoctonia</i> sp	Marchitamientos y podredumbres	SoilGard 12G (USA)
<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Pythium</i> sp.	Damping off	F-Stop (USA)
<i>Trichoderma spp.</i>	<i>Botrytis</i> sp.; <i>Pythium</i> sp.; <i>Sclerotinia</i> sp.; <i>Verticillium</i> sp.;	Frutos y Hortalizas	Trichodermin (Bulgaria y Gob. Soviético)

Fuente: LUMSDEN et al., 1995

SISTEMAS AGROFORESTALES

La agroforestería es un sistema sustentable de manejo de cultivos y de tierra que procura aumentar los rendimientos en forma continua, combinando la producción de cultivos forestales arbolados (que abarcan frutales y otros cultivos arbóreos) con cultivos de campo arables y/o animales de manera simultánea o secuencial sobre la misma unidad de tierra, aplicando además prácticas de manejo que son compatibles con las prácticas culturales de la población local.

El objetivo de la mayoría de los sistemas agroforestales es el de optimizar los efectos benéficos de las interacciones de los componentes boscosos con el componente animal o cultivo para obtener un patrón productivo, para mejorar con lo que generalmente se obtiene de los mismos recursos disponibles en el monocultivo, dadas las condiciones económicas, ecológicas y sociales predominantes (NAIR, 1982)

Clasificación de los sistemas agroforestales

Se pueden utilizar los siguientes criterios para la clasificación y de los sistemas agroforestales: estructura, composición y disposición (de los componentes), función, escala socioeconómica, nivel de manejo y extensión ecológica. A manera de ejemplo en cuanto a estructura se refiere, los sistemas agroforestales pueden agruparse de la siguiente manera:

Agrosilvicultura: el uso de la tierra para la producción secuencial o concurrente de cultivos agrícolas y cultivos boscosos.

Sistemas silvopastoriles: sistemas donde los bosques se manejan para la producción de madera, alimento y forraje, como también para la crianza de animales domésticos.

Sistemas agro-silvopastoriles: el manejo de la tierra se utiliza para la producción concurrente de cultivos forestales y agrícolas, así como para la crianza de animales domésticos.



CENTRO ECOLOGIA SIMÓN I. PATINO

Sistemas de agro-silvicultura



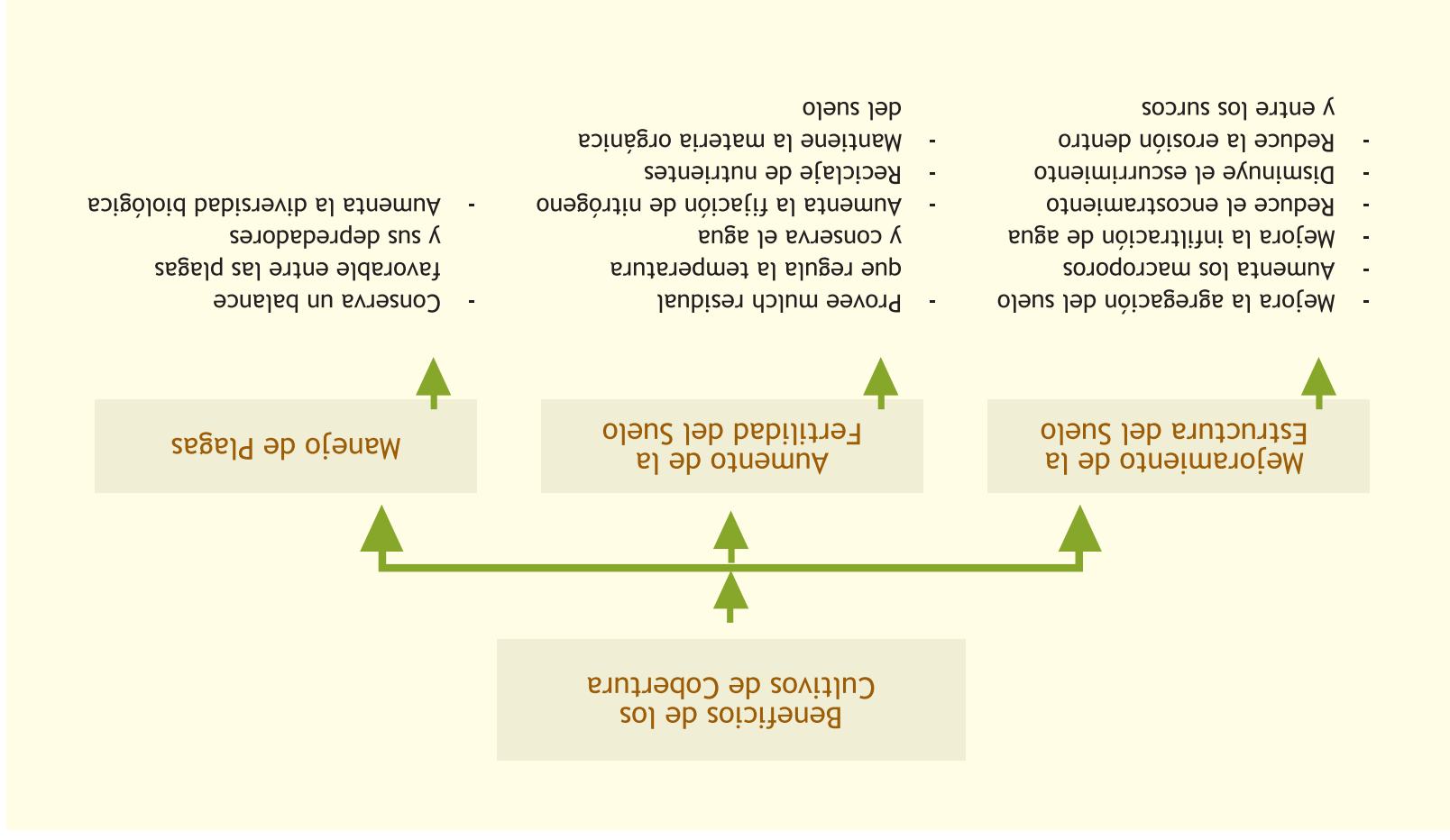
CENTRO ECOLOGIA SIMÓN I. PATINO

Sistemas agroforestales (Granja Altavista)

Sistemas de producción forestal de multipropósito: en este sistema no sólo se manejan las especies forestales que se regeneran para la producción de madera, sino también hojas y/o frutas que son apropiadas para alimentación y forraje.

Otros sistemas agroforestales: se pueden mencionar la apicultura con árboles, la acuicultura en zonas de mangle y lotes de árboles de multipropósito.

BENEFICIOS POTENCIALES DE LOS CULTIVO DE COBERTURA



CULTIVOS DE COBERTURA Y UTILIZACION DE MULCH

Se llama cultivo de cobertura a la técnica de sembrar plantas herbáceas perennes o anuales en cultivos puros o mezclados, para cubrir el suelo durante todo o parte del año.

Las plantas pueden incorporarse al suelo por medio de la labranza, como en el cultivo de cobertura estacional, o pueden conservarse para una o varias temporadas. Cuando las plantas se incorporan al suelo mediante la labranza, la materia orgánica que se adiciona al suelo se llama abono vegetal.

Tipos de manejo de cultivos de cobertura

Los tipos de manejo de cultivo de cobertura más comunes son:

Sistemas sin labranza: un sistema de manejo sin labranza del cultivo de cobertura se siega en el suelo, en vez de que se cultive con escarificador de discos. La carencia de labranza disminuye la compactación del suelo, la erosión y mejora la infiltración de agua.

Sistemas de podas frecuentes: el cultivo de cobertura se poda de cuatro a siete veces (comienzos de la primavera), se utiliza para sistemas de riego con rociadores, acequias, surcos o por goteo. Con este tipo de manejo se cultivan mejor las plantas de crecimiento lento (forrajeras anuales o perennes).

Sistemas sin podas frecuentes: el cultivo de cobertura no se poda con frecuencia, por lo general esto se realiza a principios de la primavera como protección contra las heladas y a fines de esta, como control de residuos. Permite utilizar plantas de raíces profundas, forrajeras anuales o perennes.

Sistemas con labranza: se incorpora el cultivo de cobertura en el suelo, después que las semillas han madurado.



CENTRO ECOLOGIA SIMÓN I. PATIÑO

Sistema de producción diversificado con uso de mulch



CENTRO ECOLOGIA SIMÓN I. PATIÑO

Sistema de mulch (Huerta Asano)

Cultivo de cobertura sembrado anualmente durante el otoño: en el cultivo de cobertura que se siembra en el otoño, se incorpora en el suelo a principios de la primavera, luego se sigue con un barbecho estival hasta el otoño o bien un crecimiento anual de verano voluntario. Se utiliza una labranza temprana para tumbar el cultivo de abono verde y reducir los peligros de una helada.

Cultivo de cobertura anual con replantación invernal: las replantaciones invernales anuales se incorporan a fines de la primavera, seguidas por un periodo de barbecho desde el verano hasta el otoño. El cultivo de cobertura se puede podar hasta fines de la primavera, con la finalidad de controlar la altura de la vegetación.

Sin cobertura invernal: se elimina la cobertura invernal mediante cultivo.

Eliminación del cultivo de cobertura: para que un cultivo de cobertura resulte beneficioso, este debe descomponerse en el huerto. Para ayudar a la descomposición, el material se debe incorporar con tierra húmeda.

La plantas utilizadas como cultivos de cobertura pueden ser leguminosas y pastos.

Mulches

La utilización de cultivos de cobertura de leguminosas en sistemas anuales y en rotaciones, ofrece un gran potencial para la producción sustentable del cultivo y autosuficiencia para obtener nutrientes en el suelo. Por lo general, se le llama mulch vivo a los cultivos de cobertura de leguminosas asociadas con cultivos anuales.

Para los horticultores un sistema de mulch vivo, puede ser una forma económica de reducir la erosión del suelo, aumentar la materia orgánica y mantener los rendimientos compatibles con los sistemas convencionales.

Las desventajas de los sistemas de cultivo de cobertura se pueden reducir o eliminar con manejos y prácticas agrícolas cuidadosas, las limitaciones son pequeñas comparadas con los beneficios.

ROTACIÓN DE CULTIVOS Y LABRANZA MÍNIMA

La rotación de cultivos, es un sistema en el cual se siembran en sucesión reiterativa y en una secuencia determinada. Las rotaciones son el medio primario para mantener la fertilidad del suelo y lograr el control de malezas, plagas y enfermedades en los sistemas agrícolas orgánicos.

Las rotaciones deben realizarse siguiendo las siguientes pautas:

- Crear una fertilidad equilibrada con cultivos intercalados
- Intercalar cultivos de leguminosas.
- Incluir cultivos con diferentes sistemas de rotación.
- Separar cultivos con plagas similares y susceptibles a las enfermedades.
- Rotar cultivos susceptibles a las malezas con cultivos que las controlen.
- Usar cultivos de abonos verdes y cobertura invernal del suelo.
- Aumentar el contenido de materia orgánica del suelo.

Sistema de labranza mínima

Se entiende por la labranza mínima cualquier sistema que reduce la pérdida de suelo, conserve la humedad y su estructura al compararla con la labranza convencional. Con este sistema, los residuos no incorporados de la planta se dejan en la superficie como protección.

Los efectos en las características del suelo y en el crecimiento de las plantas son: mayor humedad, menor calentamiento y aumento de disponibilidad de nutrientes.

EJEMPLOS DE SISTEMAS AGROECOLÓGICOS EN BOLIVIA

En Bolivia y países considerados en vías de desarrollo el tema de la agroecología y del desarrollo sostenible ha tomado en la actualidad una importancia considerable, debido a los múltiples problemas de naturaleza ecológica, económica, social y política que la denominada agricultura moderna provoca en el sector agropecuario, por falta de una planificación a futuro y su carácter utilitario y depredador del medio ambiente.

Se espera que los modelos citados sirvan de aporte y reflexión a lo que actualmente están haciendo y viviendo las nuevas formas de producción biológica, que si bien son más equilibradas (cantidad y calidad) todavía no comprenden aún el principio de la sostenibilidad considerada no sólo en términos productivos sino también económicos.

En la actualidad existen varias experiencias de aplicación de sistemas agroecológicos, así tenemos por ejemplo el proyecto modelo La Paz - Huaraco, realizado en una comunidad campesina al sur de la Provincia Aroma, que se constituyó en un experiencia de desarrollo rural integrado, en base a la utilización de principios agroecológicos de planificación participativa.

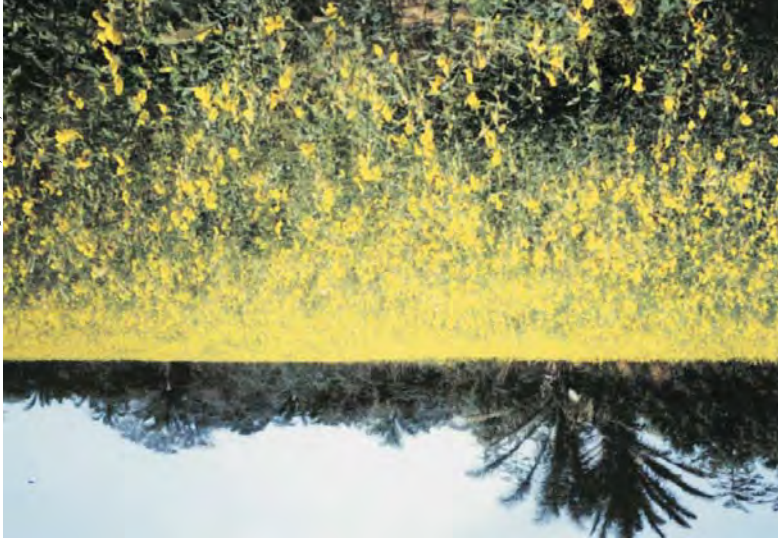
Otros ejemplos son: la comunidad de Majasaya Mujlli (Cocha-bamba) que ha utilizado elementos productivos tales como: la diversidad vegetal, animal y artesanal y su distribución espacial y temporal.

En el Departamento de Santa Cruz de la Sierra podemos citar algunos ejemplos como Agropian y la huerta de Asano (sistema agroecológico que realiza la producción orgánica de hortalizas, frutas, plantas medicinales y ornamentales; además de la cría de conejos, gallinas y cerdos; desarrollando técnicas de manejo



CENTRO ECOLOGIA SIMÓN I. PATINO

Agroecosistemas Integrados (Granja Altavista)



CENTRO ECOLOGIA SIMÓN I. PATINO

Cultivos de cobertura con leguminosas (Crotalarías) Granja El Palmar

con el objetivo de reducir costos, intensificar las acciones biológicas y benéficas de procesos naturales para proteger la salud y el medio ambiente. Las estrategias interrelacionadas que permiten el manejo orgánico básico son: labranza mínima, optimización del ciclo de la materia orgánica, reciclaje de nutrientes, respeto de la biodiversidad, selección de variedades apropiadas, satisfacción de las necesidades de la planta y control biológico natural.

Modelos agroecológicos son las experiencias realizadas en la Granja Modelo Pairumani (Cochabamba), la granja del Centro de Ecología Aplicada Simón I. Patiño ("El Palmar Santa Cruz) y la finca ganadera Altavista (Concepción) pertenecientes a los proyectos que realiza la Fundación Simón I. Patiño en Bolivia, cuyo objetivo es la gestión del ecosistema, conformando una unidad biológica entre los componentes suelo-planta-animal, es decir, una actividad agropecuaria que involucra la fertilidad de suelos y la restauración de la fertilidad por medio de fertilización orgánica, nuevos sistemas de labranza y una gestión adecuada del elemento agua, lo cual permite la recuperación de su actividad microbiana, una formación estructural adecuada, además de optimizar la asimilación de nutrientes minerales necesarios para la planta. A partir de la recuperación de este componente de base, se ha desarrollado la actividad agrícola y agroforestal equilibrada, el cultivo de cereales y leguminosas libre de la utilización de productos químicos, la obtención de productos de alto valor nutritivo y de una calidad excepcional cuyos rendimientos han expresado un equilibrio entre cantidad y calidad.

Finalmente, como componente primordial y complementario, se ha desarrollado un sistema integrado de crianza agrobiológico de ganado lechero y ganado de carne utilizando razas adaptadas a cada región, introduciendo innovadores métodos agro biológicos, los cuales han permitido disminuir y en muchos casos prescindir la utilización de fármacos e introducir de manera exitosa la combinación de prácticas tradicionales y modernas (homeopatía) como terapia de base.

Elaboración de compost (Granja El Palmar)





BIBLIOGRAFÍA

ALTIERI, MIGUEL A. 1999. Agroecología bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan – Comunidad. Montevideo, Uruguay.

DELGADO BURGUA, J. M. FREDDY. 2002 Estrategias de auto desarrollo y gestión sostenible del territorio en ecosistemas de montaña. Complementariedad eco-simbiótica en el Ayllu Majasaya Mujilli, Departamento de Cochabamba, Bolivia. Editorial Agruco / Plural Editores. La Paz, Bolivia.

LORINI LAPACHET, JOSÉ. 1994. La agroecología y el desarrollo atipánico El “Modelo La Paz – Huaraco”. LIDEMA. La Paz, Bolivia.

SARANDÓN, SANTIAGO J. 2002. Agroecología El camino hacia una agricultura sustentable. Editorial E.C.A. Ediciones científicas americanas. Buenos Aires, Argentina.

TAPIA PONCE, NELSON. 2002. Agroecología y agricultura campesina sostenible en los Andes bolivianos. El caso de Ayllu Majasaya Mujilli Departamento de Cochabamba, Bolivia. Editorial Agruco, Plural / Editores. La Paz, Bolivia.



Agroecosistema de producción diversificado