

RESUMEN:

TÍTULO: “MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA”

El Manejo Ecológico del Suelo representa una serie de saberes y prácticas ancestrales que han permitido el desarrollo sustentable de poblaciones a nivel mundial.

Estos saberes incluyen nociones culturales, políticas, ambientales, sociales y ecológicas, mismas que armonizan la producción agropecuaria de un territorio, definiendo acciones y relaciones equilibradas a favor del bienestar común de los seres vivos. Conocer, revalorizar y promover estas prácticas de manejo, mediante la investigación y la aplicación en campo, solventan un proceso de transición hacia la Agroecología como modelo de vida a través de la producción agrícola. La reconstrucción de lógicas en la conservación y manejo del suelo, permitirá potencializar la dinámica de los pueblos y nacionalidades indígenas y campesinas de nuestro país, para que de esta manera fundamentar el desarrollo sustentable y alcanzar la salud integral del pueblo mediante la soberanía y seguridad alimentaria. Mantener la tierra lo más fértil posible y llena de vida para poder obtener la base mineral necesaria a partir de los restos orgánicos.

Es importante fomentar los microorganismos para mejorar la fertilidad del suelo, considerando la calidad y cantidad de los nutrientes, además de la organización interna de los procesos biológicos.

PALABRAS CLAVE: Desarrollo sustentable, prácticas ancestrales, ecología, prácticas de manejo, agroecología, minerales, microorganismos.

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA



ÍNDICE	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	9
ANTECEDENTES.....	10
OBJETIVOS	10
a. Objetivo general	10
b. Objetivos específicos.....	11
II. REVISIÓN DE LITERATURA	12
BREVE RESEÑA HISTÓRICA DEL PROCESO DE DEGRADACIÓN Y EROSIÓN DE LOS SUELOS EN EL ECUADOR	12
Sistemas productivos del Ecuador que predominaron durante el siglo XX.....	12
Cambios en el uso y manejo del suelo	15
El Proceso de Reforma Agraria	19
EL SUELO.....	20
Componentes del suelo	20
Los componentes inorgánicos.....	21
El agua del suelo.....	22
El aire del suelo.....	22
Los componentes orgánicos	23
Los agregados del suelo.....	23
Tipos de estructuras del suelo	23
El pH del suelo	26
La materia orgánica del suelo	26
La sostenibilidad de la materia orgánica.....	27

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA



Disponibilidad de nutrientes para el desarrollo vegetal	27
Efecto en la condición física del suelo, erosión del suelo, y capacidad de amortiguación e intercambio.	28
Efecto en la condición biológica del suelo.	28
Funciones de la materia orgánica en el suelo	29
Micro y macro fauna y flora del suelo.....	30
Micro flora del suelo	31
Micro organismos del suelo	31
Macro fauna	35
Ciclo de los nutrientes del suelo	37
Procesos ecológicos fundamentales que se dan en el suelo base de la vida y de toda actividad humana.	38
Ciclo del Carbono	39
Ciclo del Nitrógeno	39
Ciclo del Fósforo.....	40
Ciclo del Azufre.....	41
Desgaste y erosión del suelo	42
EL MANEJO ECOLÓGICO DE SUELOS.....	45
Conceptualización del Manejo Ecológico de Suelos	45
Manejo ecológico del suelo	46
Fundamentos técnicos del Manejo Ecológico de Suelos.....	46
La agricultura convencional química – tecnificada.-.....	49
Beneficios del Manejo Ecológico de Suelos.	50
Sinergismo y antagonismo	52
La conservación e incremento del humus	53

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

Principios básicos que se debería tomar en cuenta en un manejo ecológico de suelos.....	54
PRÁCTICAS DEL MANEJO ECOLÓGICO DE SUELOS.....	56
Manejo mecánico y obras físicas de conservación del suelo.....	56
Medidas Mecánicas	56
Medidas Agronómicas.-	59
Labores Culturales	60
Abonos orgánicos.	63
Abonos verdes	63
El mulch, descanso (barbechos).....	65
Estiércol y compost.....	67
Rotación de cultivos.....	72
El diseño de los planes de rotación.....	73
Asociación de cultivos.....	73
El ordenamiento estructural del sistema.....	74
Las ventajas de la asociación de cultivos:.....	75
Tipos de asociación de cultivos.....	75
Método para determinar rápidamente si dos plantas son compatibles o no	77
Algunas reglas básicas para la rotación y asociación de cultivos	77
Sistemas agroforestales	79
Características de los sistemas agroforestales.....	79
Algunos sistemas agroforestales	80

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA



Consideraciones en la selección de especies:.....	81
Algunos ordenamientos agroforestales	82
Remineralización de los suelos con polvo de rocas.....	84
Como encontrar y preparar las harinas de rocas	85
Probando las rocas antes de utilizarlas	86
III. CONCLUSIONES.....	89
IV. BIBLIOGRAFÍA.....	91



Yo, DORIS SAMANIEGO PLASENCIA, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de INGENIERA AGRONOMA. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora.


DORIS SAMANIEGO PLASENCIA
010561533-0

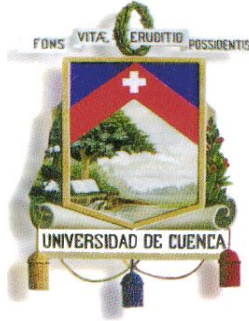
AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA



Yo, DORIS SAMANIEGO PLASENCIA, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.


DORIS SAMANIEGO PLASENCIA
010561533-0



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA

**MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE
LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA**

Protocolo previo a la obtención
del título de Ingeniera Agrónoma

AUTORA:

Doris S. Samaniego Plasencia

**CUENCA – ECUADOR
2012**

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

I. INTRODUCCIÓN

Son muchas las premisas que debemos tomar en cuenta para manejar ecológicamente el patrimonio suelo. La diversidad ecológica y cultural con la que cuenta el país, posibilita un abanico de opciones para recrear y validar una serie de prácticas que permitan mantener en el tiempo la productividad de este patrimonio, considerando siempre la importancia que significa conservar el suelo como sustento de la vida. (Altieri M,1997),

El suelo es la tierra, mujer, madre, diosa esa es la Pachamama. Es la tierra madre en el sentido más profundo, más completo y diverso. Literalmente “Pacha” viene del aymara y quechua significa tierra y, por extensión “mundo”, “cosmos”. “Mama”: madre - es decir, “Madre Tierra”, es considerada ser divino o esencia divina entre los pueblos indígenas de América del Sur. (Benzing;2001).

Cuando el suelo es considerado como un sistema dinámico viviente y sustentable, se convierte en un proceso integrado al sistema en su totalidad. El suelo posibilita procesos para el mantenimiento de un sistema productivo, dinámico y saludable absolutamente esencial.

Al poner en práctica nuestro entendimiento del ecosistema del suelo, que es el aspecto más importante de esta complejidad con una serie de componentes y procesos dinámicos, que mantienen la estructura y función, se fundamenta el Manejo Ecológico del Suelo, mismo que está basado en el entendimiento de los ciclos, el desarrollo de la materia orgánica y del balance entre los componentes vivientes y minerales del suelo.

El sistema de conocimientos campesinos recreado y actualizado en miles de años también ha sufrido procesos erosivos por múltiples razones, sin embargo muchas tecnologías están aquí y ahora para ser revalorizadas y potenciadas como componentes importantes de la Agroecología. (Grillo, 1990).

ANTECEDENTES

El presente trabajo aborda el tema de Manejo Ecológico de Suelos (MES), como fundamento de equilibrio e integración de los subsistemas presentes en el ecosistema agroecológico, estableciendo un relacionamiento entre diversos componentes y factores que interactúan para conformar un agroecosistema equilibrado social y ecológicamente.

El descuido de los suelos y la destrucción de su bioestructura, y con eso, de su productividad, no tiene únicamente reflejos graves en la economía rural, tiene reflejos calamitosos en la salud general, porque productos biológicamente incompletos nutren menos y no contribuyen a la salud de los que los consumen, por lo que la población pierde su vitalidad, su inteligencia, su dinamismo y su fuerza. (Cueva, 2009).

Ecuador revela que los esfuerzos de conservación de suelos hasta la fecha se han centrado en aspectos físicos y químicos. El impacto de las prácticas agrícolas en los organismos del suelo y sus efectos asociados no han sido considerados seriamente. La preocupación por el agotamiento del suelo se centra en su fertilidad o productividad, la cual incluye las cualidades físicas y químicas, pero también por los aspectos biológicos, como por ejemplo: la abundancia y diversidad de plantas, organismos (en particular las poblaciones de patógenos) y el poder regenerativo del suelo; es decir, su capacidad de recuperarse después de períodos de cultivo. (Lenteren, 1991)

OBJETIVOS

a. Objetivo general

- Identificar saberes, conocimientos y prácticas agrícolas que incentivan el proceso de transición de los sistemas

productivos convencionales hacia la agroecología mediante el manejo ecológico de suelos.

b. Objetivos específicos

- Realizar la investigación bibliográfica acerca del manejo ecológico de suelos, así como de las principales prácticas que lo componen.
- Analizar de forma teórica las causas de la degradación del suelo para fundamentar la necesidad de emprender la transición de los sistemas productivos convencionales hacia la Agroecología.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

BREVE RESEÑA HISTÓRICA DEL PROCESO DE DEGRADACIÓN Y EROSIÓN DE LOS SUELOS EN EL ECUADOR

Sistemas productivos del Ecuador que predominaron durante el siglo XX

El siglo XX se dieron grandes transformaciones que han dividido a los científicos sociales entre los que creen que se ha dado una crisis sin precedentes, de cambio de civilización, de lo tangible hacia lo intangible, de la revolución de la energía, de la agricultura, de la industria hacia la revolución del conocimiento. Se creó una conciencia universal sobre el desarrollo sostenible, como el puente intergeneracional para preservar la vida, en este pequeño planeta azul la Tierra, que es el único con vida, hasta ahora, en el universo conocido [55].

En el país sus economías basadas en la exportación de plantas ansiaban tecnificar este campo y, desde el siglo XIX, En el Ecuador Gabriel García Moreno trajo científicos europeos para modernizar la educación; también fue él quien introdujo eucaliptos y otras plantas para aclimatación. [55].

En el caso ecuatoriano, los primeros acercamientos para cooperación agrícola ocurrieron en 1939 con el envío de una misión para estudiar las posibilidades agrícolas del país e incrementar la producción de alimentos y de productos cuyo suministro desde el Asia estaba cortado. La zona húmeda de la Costa, libre de la plaga Sigatoka (entre Machala y Naranjal) estaría bien para banano (*Musa paradisíaca*), que podría sembrar el gobierno. También señaló el abacá (*Musa textilis*), piñas (*Ananas sativus*) y jengibre (*Zingiber officinale*). En las regiones secas podían fomentarse el ceibo (*Erythrina crista galli*) papaya (*Carica papaya*), cabuya (*Agave filifera*), limas (*Citrus aurantifolia*), aceite de ricino, (*Ricinus*

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

communis L), yuca (*Manihot Esculenta*), flores de Acacia farnesiana para perfumes, entre otros. También se refirió a los Andes, donde había quina (*Cinchona pubescens*) y podía haber piretro (*Chrysanthemum cinerariaefolium*), menta (*Mentha piperita*), mora (*Rubus sp*). Estados Unidos orientó la agricultura de cada país, aprovechando su condición de portador de tecnología patrocinaba este tráfico de especies con la colaboración de las autoridades políticas y científicas locales; en el Ecuador lo propio fue liderado por Misael Acosta Solís. Poco se hizo en torno a la producción de alimentos, y no de forma desinteresada: en el Ecuador la OIAA ejecutó programas de producción de alimentos a gran escala cuyo fin era proveer a las bases militares estadounidenses instaladas en Salinas y Galápagos. [6].

El cacao fue el primer producto explotado a gran escala, dio paso a un boom económico para el país, en el siglo XVI. Su evolución se inició a partir de unas cuantas plantaciones a orillas del río Guayas y se ha expandido hasta llegar a ser el segundo cultivo más extenso en superficie del país aproximadamente 360 000 ha. Este cultivo experimentó un constante desarrollo entre 1860 y 1900, y atravesó una fuerte crisis entre 1920 y 1950, debido a plagas y enfermedades; posteriormente, se recuperó al tiempo que otros cultivos como el del banano redujeron la superficie cacaotera. [55].

Los únicos que algo sabían sobre los espacios que iban a ser colonizados, como el área de Santo Domingo de los Tsáchilas, eran los indígenas, pero su conocimiento se limitaba a cultivos rotativos de especies nativas, y no a grandes monocultivos de especies introducidas. Ya existían desde la época colonial plantaciones de cultivos tropicales de exportación (café, cacao, caña de azúcar), a las que se añadió, en la era republicana, el cultivo del caucho, la extracción de la madera y las plantaciones de algunos frutales. Monocultivo: Predominio del café y el banano, cacao, productos que básicamente suplían al mercado externo. [55].

La Sierra sería más ganadera y menos agrícola. En los Andes se debía desarrollar quina y cabuya y árboles frutales, manzanas, durazno, albaricoque, hortalizas (col, cebolla, zanahoria, arveja, lechuga, etc.) y sobre todo cereales (trigo, cebada y avena). También incrementaron en forma muy notable lo que constituyó un verdadero "choque socio- agrícola". [55].

La Amazonía debía ser dejada como reserva de recursos, como efectivamente ocurrió. Se promovió la asistencia con discursos que aludían a tecnologías inferiores, a una "agricultura primitiva" (luego llamado subdesarrollado), que necesitaba "asistencia", "cooperación". Así se justificaba la modernización de la agricultura, La Revolución Verde, ese conjunto de tecnologías transferidas de norte a sur en la segunda mitad del siglo XX, tuvo antecedentes en esos años de la guerra. [6].

El banano ha sido cultivado para su exportación desde 1920 y alcanzó un auge que revitalizó la economía del país entre los años 1940 y 1950. Su cultivo influenció la migración de mano de obra de la Sierra a la Costa. Durante el boom bananero, Ecuador fue el mayor exportador mundial de este producto, pero en la actualidad debe competir con plantaciones centroamericanas y las restricciones impuestas en el mercado europeo. Actualmente, la producción bananera se realiza en 20 provincias del territorio continental. La Costa aporta el 89% de la producción; la Sierra, el 10%; y la Amazonía, el 1%.

El café se cultiva en el país desde mediados del siglo XVIII, pero solo en las últimas décadas ha ocupado un lugar importante en la producción agrícola. En superficie es el principal cultivo de exportación; sin embargo, el mercado mundial de café está saturado, lo que perjudica a este sector productivo; únicamente cuando las heladas disminuyen la producción de Brasil, los demás países productores pueden colocar con facilidad su producto en el mercado. [53].

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

Zona andina: frutos y verduras que no son de temporada en el hemisferio norte, como, como papas, babaco y tomate de árbol; y flores. [53]. La floricultura de exportación surgió a mediados de los años 80 cerca de Quito, pero la producción de flores en Ecuador es anterior a este boom exportador que actualmente se vive. [53].

Para poder desarrollar estas nuevas producciones, los conquistadores impusieron sus propias concepciones de la agricultura. Por una parte, instalaron el sistema privado de la tierra, considerándola más en su dimensión horizontal que vertical, mientras que para los indígenas era un sistema colectivo y complementario. Por otra parte, generalizaron el uso de la tracción animal, práctica extensiva en cuanto a la mano de obra y uniforme por la repetición de operaciones idénticas, en oposición a la agricultura indígena, intensiva y diversificada. El uso de plantas erosivas tales como trigo, cebada, avena; el arado más profundo del suelo trazando frecuentemente surcos en sentido de la pendiente; la práctica más sistemática del deshierbe y de rotaciones más cortas. Además la ganadería, en especial la crianza de ovejas, se convirtió en uno de los elementos principales del paisaje andino. El sobre pisoteo no controlado sobre tierras donde hasta entonces no se había practicado ganadería y el desbroce de las partes boscosas de las vertientes. Las reducciones de los indígenas, la importación de una nueva agricultura, provocaron la ruptura de los lazos ancestrales entre el indígena y su entorno geográfico y consecuentemente una degradación de los conocimientos agrícolas precoloniales. [5].

Cambios en el uso y manejo del suelo

En el siglo XX, la agricultura se encuentra en crisis; el campesino parece desorganizado frente a su entorno geográfico y haber olvidado las bases del antiguo equilibrio "producción-consumo" establecido por las comunidades precoloniales. Fruto de una especie de simbiosis entre las estructuras socioeconómicas e ideológicas y la naturaleza. Las relaciones actuales entre el hombre

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

y el medio ambiente se plantean más en términos de lucha y adversidad que de adaptación conservacionista, convirtiéndose la erosión en uno de los aspectos mayores de degradación de los recursos naturales y en particular del suelo.[5].

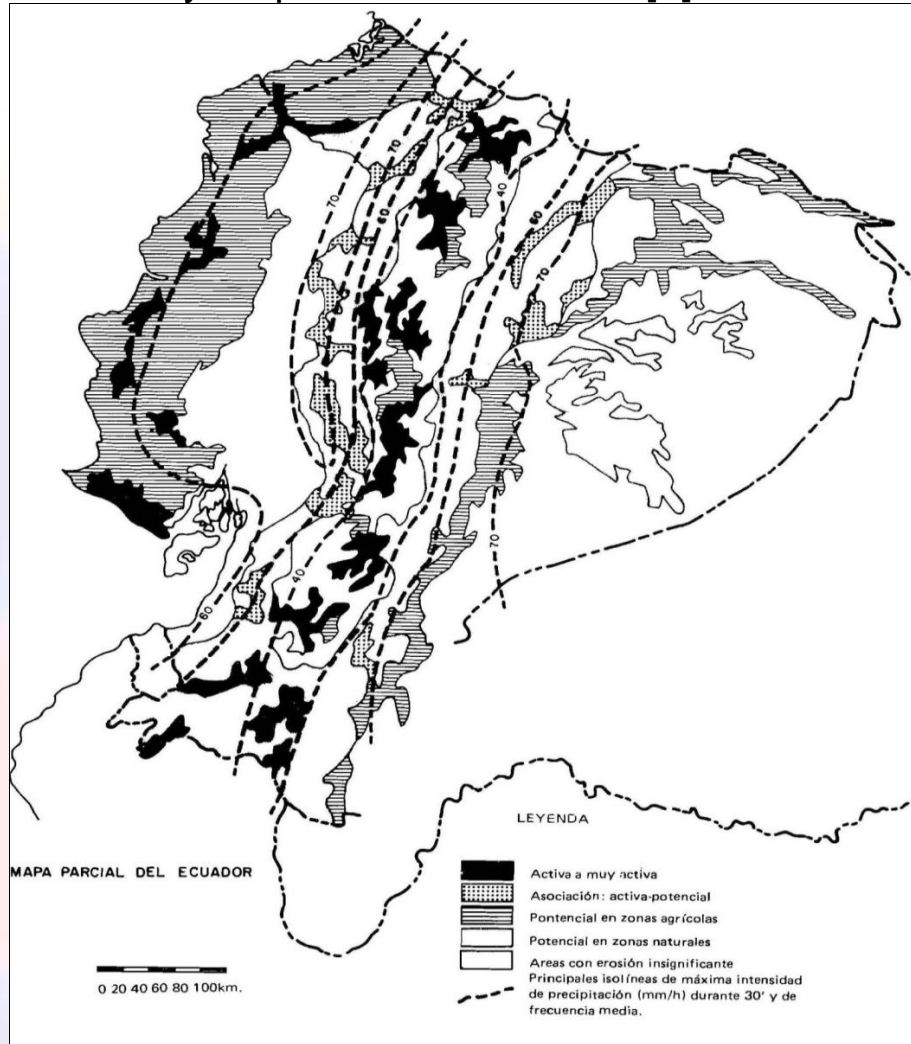


Ilustración 1. Principales zonas erosionadas en el Ecuador según su grado de intensidad, en el año 1983.

Fuente: CEDIG.1986

Elaboración: Almeida, G. De Noni J. F. Nouvelot G. Trujillo A. Winckell,1984.

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

Cuadro 1. Erosión activa del Ecuador calculada en Porcentajes en relación con la superficie del Ecuador. Año 1984.

Intensidad de los procesos erosivos	Porcentajes
Muy activa	1,3
Activa	7,7
Activa y potencial	3,1
Potencial	35,8
Total	47,9

Fuente: CEDIG. 1986

Elaboración: Almeida, G. De Noni J. F. Nouvelot G. Trujillo A. Winckell, 1984.

Con el pequeño mapa se puede saber las áreas activas y potencialmente afectadas por la erosión, ocupaban alrededor de 47,9% de la superficie del país. Se puede considerar corresponde a las clases de intensidad erosiva, muy activa y activa, y a la asociación activa y potencial, o sea el 12.1% de la superficie del país. Los 35.8% sobrantes son procesos erosivos de intensidad potencial. Se evidencia que la Sierra es sin duda era la región del país más severamente afectada por la erosión porque en ella predominaban las manchas de color negro referentes a las intensidades "muy activa" y "activa". En cuanto al grado de intensidad potencial, ocupaba una superficie notable porque se consideraron no solamente las zonas con presencia humana y de agricultura predominante y también las áreas naturales. Por una parte, a casi todas las zonas agrícolas de la mitad occidental de la región costanera, y en menor proporción, a las de la Región Amazónica. [5].

En la actualidad se puede visualizar la intensidad de erosión del suelo en el Ecuador donde evidentemente se aprecia un nivel de

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

degradación del suelo por este fenómeno, en la región interandina. [28].

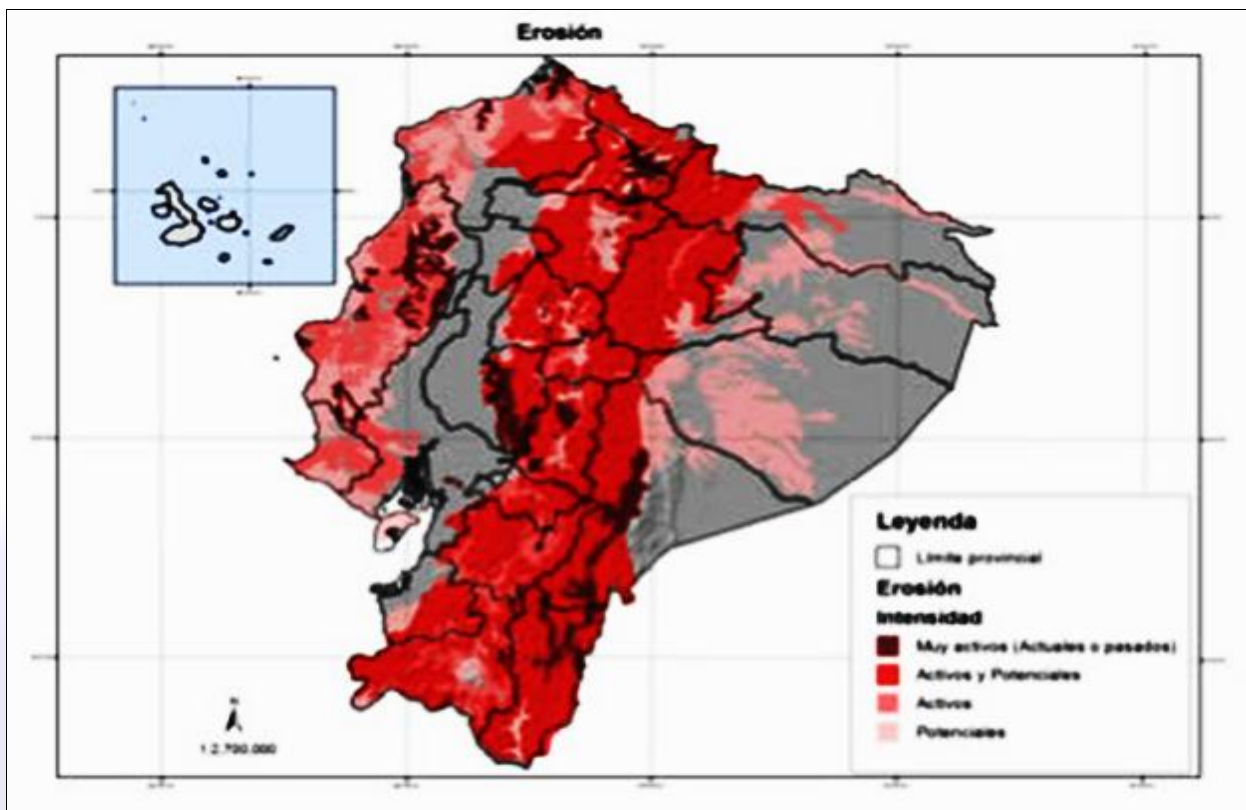


Ilustración 2. Principales zonas erosionadas en el Ecuador según su grado de intensidad. Año 2011

Fuente: NEWVI, 2011.

Elaboración: NEWVI, 2011.

En el gráfico siguiente se evidencia que 37.5 mil Km², que representan 15% del total de la superficie nacional, se encuentra en erosión activa o muy activa. Las provincias de mayor incidencia y grados de erosión están concentradas en la región de la sierra, Azuay, Loja y Chimborazo, que representan porcentajes de 6%, 8%, y 4% respectivamente. En la región costa, la zona de mayor prevalencia de este fenómeno está en las provincias de Manabí (28%), Esmeraldas (13%), y Guayas (6%). [28].

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

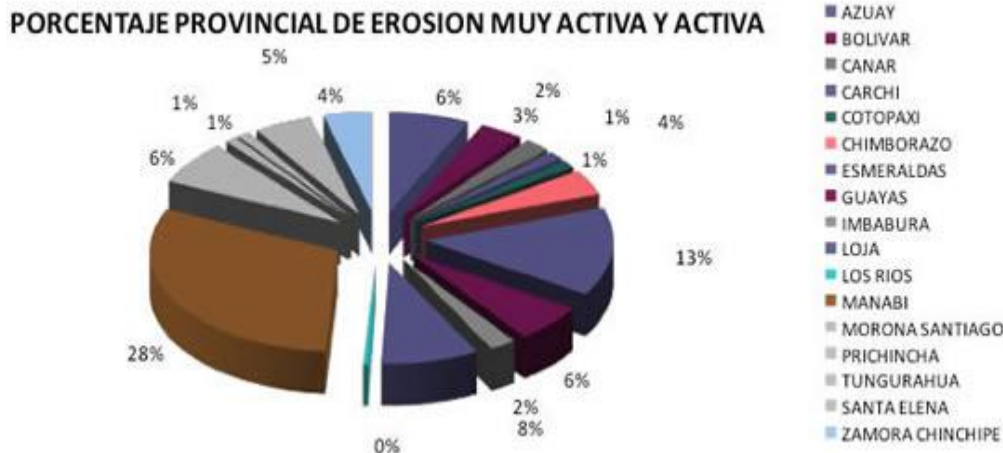


Ilustración 3. Porcentaje de erosión muy activa y activa.

Fuente: NEWVI, 2011.

Elaboración: Jiménez, 2011

Como aspectos negativos tenemos dependencia de América Latina del mercado internacional y de la venta de los productos, promovió el minifundio, explotación obrera laboral, pérdida de soberanía del país, desastres naturales, disminución en la producción de alimentos, aumento de las importaciones, acelerado endeudamiento externo. [28].

El Proceso de Reforma Agraria

La organización laboral de la hacienda se basaba en la utilización de la fuerza de trabajo de los indígenas que, en cambio, usufructuaban una pequeña parte de sus tierras. El 11 de Julio de 1964, la Junta Militar expidió la Ley de la Reforma Agraria, reconociendo a los huasipungueros el derecho de acceder a la propiedad privada y aboliendo de esta manera las relaciones de sujeción entre la población indígena y los terratenientes, pero sin los medios suficientes para difundir el asesoramiento técnico y financiero indispensable para su realización en el campo. De esta manera, no permitió al campesino, por fin ser libre, reconstruir el sistema agrícola precolonial. [5].

Por una parte, las tierras entregadas, eran muy pocas, de bajo potencial agrícola y ubicadas en un solo piso de altura, sistema

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

opuesto al de la micro verticalidad; por otra parte, se insistió en el carácter privado e inalienable de estas nuevas tierras, En forma general, favoreció "una minifundización" de las zonas altas . Sin embargo, las tierras entregadas se volvieron rápidamente insuficientes para permitir la reproducción de las familias campesinas que se vieron obligadas a parcelar más sus propiedades. El agotamiento de la fertilidad y la erosión de los suelos fueron el resultado de este proceso, más acentuado todavía por la rugosidad del relieve. En otros lados a los ex-huasipungueros fueron ubicadas entre 3600 y 3800 m, en sitios accidentados y de fuertes pendientes. Lo exiguo de las tierras entregadas obligó a los campesinos a acortar los tiempos de rotación entre papa, haba, quinua, usando muy intensivamente el suelo y provocando en consecuencia una fuerte erosión irreversible. [5].

Se promovió el desmonte de zonas tropicales del litoral Pacífico, Amazonía y Orinoco, sin conocer que al extirpar el monte de esas tierras quedaba al descubierto una delgada capa fértil, que azotada por lluvias torrenciales demandaba un elevado costo de manejo para mantener una alta productividad, costo inaccesible para los campesinos a quienes luego se culpaba (a los gobiernos locales) de no hacer conservacionismo. [6].

EL SUELO

Componentes del suelo

Un suelo vivo presenta una gran actividad biológica, producto de la enorme cantidad de microorganismos que lo habitan, en él se encuentran: bacterias, hongos, algas, protozoarios, anélidos etc.

La acción conjunta de los factores bióticos y abióticos en el proceso de formación del suelo contribuye a la formación de una capa superficial humosa muy apreciada por los agricultores. El humus, es el resultado de la descomposición cíclica de la materia orgánica a consecuencia de la actividad del edafón, que solubiliza y libera los

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

nutrientes a ser absorbidos por las plantas. En condiciones tropicales, la tasa de acumulación de humus en el suelo es baja, por lo que es muy importante fomentar el reciclaje "intensivo" de la materia orgánica. [4].

"Un suelo vivo y sano producirá más en términos cuantitativos y cualitativos." [13].

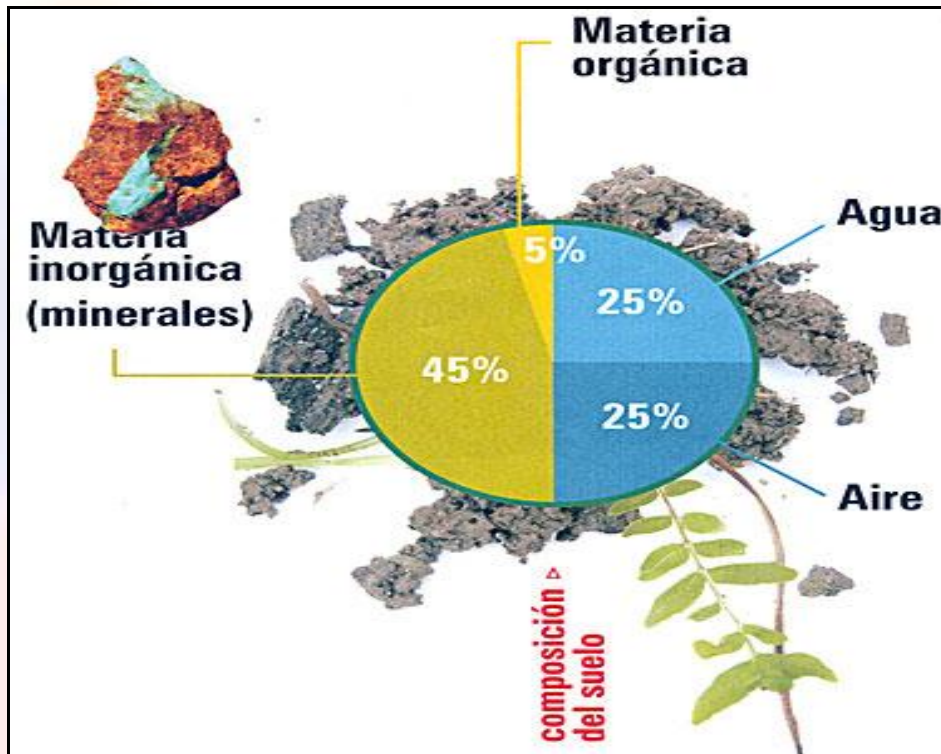


Ilustración 4. Componentes del suelo.

Fuente: SAFA, 2012.

Elaboración: SAFA, 2012.

Los componentes inorgánicos

Pueden ser sólidos (cantos, gravas, arenas, limos y arcillas) Este conjunto de componentes representa lo que podría denominarse el esqueleto mineral del suelo y entre estos, componentes sólidos, del suelo destacan: Silicatos, tanto residuales o no completamente meteorizados, (micas, feldspatos, y fundamentalmente cuarzo). Como productos no plenamente formados, singularmente los minerales de arcilla, (caolinita, illita, etc.). Óxidos e hidróxidos de Fe

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

(hematites, limonita, goetita) y de Al (gibsitita, bohemita), liberados por el mismo procedimiento que las arcillas. Clastos y granos poliminerales como materiales residuales de la alteración mecánica y química incompleta de la roca originaria.

Otros diversos compuestos minerales cuya presencia o ausencia y abundancia condicionan el tipo de suelo y su evolución. Carbonatos (calcita, dolomita). Sulfatos (yeso). Cloruros y nitratos. [34].

El agua del suelo

El agua es un elemento indispensable para el crecimiento de las plantas, es portadora de diversas sustancias nutritivas, por lo que la capacidad de retención de humedad del suelo influye en su fertilidad. Los suelos con buena humificación, presentan una buena capacidad de retención y percolación, mientras que los suelos pobres en materia orgánica presentan un drenaje excesivo o malo y necesitan mayor cantidad de agua lo que favorece la erosión y crea además una necesidad cada vez mayor de riego tecnificado.[13].

El aire del suelo

El agua comparte con el aire la porosidad que hay entre las partículas sólidas del suelo en relación inversa, es decir, al inundar el suelo, el agua desplaza al aire y cuando el suelo empieza a secarse el aire desplaza al agua. El agua es retenida con mayor energía en los microporos (0.0002 - 0.01 mm), mientras que el aire circula por los macroporos. Las raíces de las plantas y los organismos aportan al aire del suelo anhídrido carbónico (CO₂) en proporciones de 1/3 y 2/3, respectivamente. Este contenido varía con la estructura, tipo y profundidad del suelo. El intercambio gaseoso de anhídrido carbónico y oxígeno (O₂) entre la atmósfera y el suelo se denomina respiración del suelo, el contenido de anhídrido carbónico en el suelo es mayor que en la atmósfera. Al mismo tiempo, el intercambio gaseoso es óptimo en suelos bien estructurado. Tener cuenta que los suelos muy ventilados oxida rápidamente la materia orgánica. Por el contrario, los suelos

compactados y anegados no pueden satisfacer a las plantas del oxígeno necesario. [13].

Los componentes orgánicos

Los componentes orgánicos son los seres vivos microscópicos (bacterias, hongos, etc.), las raíces de las plantas superiores y el humus o mantillo. El mantillo es el conjunto de sustancias resultantes de la actividad de los microorganismos sobre la hojarasca, los excrementos, los cadáveres de los animales, etc. La actividad de los seres vivos origina sustancias que continúan alterando los componentes minerales. Dan lugar a la parte orgánica del suelo. [13].

Mineralización y humificación

El edafón descompone y desintegra la materia orgánica produciendo su mineralización y humificación. La desintegración microbiana conduce a la liberación de los elementos orgánicos y su posterior transformación en productos inorgánicos (mineralización). A través del proceso de humificación (lo que aún no está esclarecido por completo) se forman las sustancias húmicas más importantes. [26].

Los agregados del suelo

Los componentes del suelo (minerales, sustancias orgánicas, agua, aire) se organizan en una variedad de formas estructurales denominados agregados. Estos son unidades que dependen de las partículas del suelo, de la arcilla, óxidos de hierro, carbonatos, sílice, sustancias orgánicas etc., así como de la actividad del edafón y del clima principalmente. [26].

Tipos de estructuras del suelo

- Estructura de grano simple: La presentan los suelos arenosos pobres en materia orgánica (los suelos arcillosos, pesados, ricos en limo y pobres en materia orgánica) así como el polvo suelto de los caminos. No hay unidades estructurales definidas. La agregación es

limitada o nula en suelos con escasa materia orgánica al igual que su poder retentivo. [13].

- Estructura laminar y prismática: Estas estructuras se encuentran, por lo general, en suelos pesados, pobres en materia orgánica, biológicamente casi inertes. No ofrecen buenas condiciones para el desarrollo de las plantas. El suelo con estructura columna está muy seco por exceso de aeración, mientras que el de tipo laminar es muy húmedo debido a su mal drenaje.
- La estructura prismática y columnar también puede encontrarse en algunos subsuelos arcillosos. Se desarrolla por efectos de su desecación y contracción y forma rajaduras en el suelo.
- La estructura laminar se observa en algunos horizontes superficiales de materiales finos, arenosos, salinos y carentes de estructura definida.
- Estructura granular: es llamada también "migajón". Los agregados son partículas redondeadas, humosas y porosas de 1 a 10 mm de diámetro y se denominan gránulos, si son mayores de 10 mm.

Los suelos de estructura granular son suaves y sueltos lo que permite una adecuada movilización del aire y del agua. También pueden trabajarse fácilmente. Se originan en suelos ricos en materia orgánica [13].

La estructura del suelo presenta tres capas principales u horizontes:

- Horizonte A o de lavado: es la capa más superficial, que suele ser de color oscuro debido a que contiene el humus. La actividad de los microorganismos descomponedores libera sales minerales que son arrastradas por el agua de lluvia al infiltrarse hacia capas más profundas.

- Horizonte B o de precipitación: es la capa intermedia, en la cual se depositan las sales minerales del horizonte A que el agua arrastra. Es de color más claro que el horizonte A.
- Horizonte C o subsuelo: es la capa más profunda. Está constituida por los materiales de alteración de la roca madre y por la propia roca madre. [33].



Ilustración 5. Componentes del suelo.

Fuente: La Nación Revista, Especial Ecología, 1999.

Elaboración: Especial Ecología, 1999.

En síntesis el suelo se compone de:

- Elementos minerales (restos de rocas-minerales)
- Elementos orgánicos (flora y fauna = edafón) más raíces, residuos animales y vegetales, humus
- Agua (intermediario del metabolismo, intercambio de iones)
- Aire (mediador del nitrógeno, oxígeno y anhídrido carbónico). [13].

El pH del suelo

Entre los diversos cationes fijados por el complejo adsorbente está el H^+ . La acidez y reacción del suelo viene determinada en su mayor parte por la cantidad de cationes hidrógeno fijados en relación con los demás iones. Normalmente el pH de los suelos varía entre 5,5 y 8,5, siendo el pH óptimo para la mayoría de cultivos entre 6 y 7,5. Los dos factores naturales que más influyen en el pH del suelo son: Naturaleza de la roca madre, clima de la región, las temperaturas bajas y una pluviosidad abundante propician suelos ácidos. La vegetación también influye en la acidez del suelo, que determinan el tipo de flora presente. Puesto que el equilibrio H^+/Ca^{++} es determinante para el pH del suelo, si se dan pérdidas de calcio generalmente habrá una acidificación. Estas pérdidas ocurren debido al arrastre por el agua y por las extracciones de las cosechas. [17].

La materia orgánica del suelo

La materia orgánica está compuesta por los residuos animales y vegetales que, en condiciones favorables, transformados por los organismos del suelo, perdiendo su estructura original. Su comportamiento, en el suelo está en función de las propiedades físicas y químicas existentes. Por lo tanto, la transformación de la materia orgánica está influida por las condiciones ambientales así como por las características físicas y químicas del suelo. [13].

Mediante el proceso de la transformación de la materia orgánica, se mejora la estructura del suelo porque se provee las sustancias nutritivas a las plantas y se incrementa la capacidad de retención de agua. [13].

Por otro lado, éste también permite agregar las partículas del suelo, lo que mejora su estabilidad, porosidad y estructura física. De esta manera, se incrementa su capacidad de infiltración y retención de agua de forma óptima. Este aspecto es muy importante en época de seca y sobre todo en regiones áridas. [13].

La materia orgánica ayuda a mejorar las propiedades químicas del suelo y a retener los nutrientes; actúa como un "amortiguador" al regular la disponibilidad de éstos según las necesidades de las plantas. Por ejemplo, en los suelos ácidos, impide la fijación del fósforo, neutraliza el efecto tóxico del aluminio. La disminución de la materia orgánica en el suelo implica la reducción de los nutrientes disponibles para las plantas. [13].

La sostenibilidad de la materia orgánica

Según el clima, el grado de vida del suelo y tipo y cantidad de residuos se provee de nutrientes a los cultivos en forma suficiente y permanente. Por la intensidad de los ciclos biológicos, en condiciones del trópico, un buen manejo del suelo implica la generación significativa de materia orgánica-biomasa (vegetal y animal). La sostenibilidad de la fertilidad del suelo está en función de la capacidad de autogeneración de biomasa del sistema productivo. Por lo tanto, este aspecto requiere una atención prioritaria para el éxito de la agricultura ecológica. Sin la materia orgánica en el suelo, los nutrientes son inalcanzables para las plantas. [47].

La materia orgánica se caracteriza por presentar a las plantas los nutrientes disponibles en forma ideal en cuanto a su variedad y concentración. La materia orgánica en un suelo agrícola varía de 1.5% a 4.5%, esto es unos 45 a 135 t/há de materia seca. [47].

Disponibilidad de nutrientes para el desarrollo vegetal

La materia orgánica tiene efectos tanto directos como indirectos en la disponibilidad de nutrientes para el crecimiento de las plantas. Además de servir como fuente de N, P, S a través de la mineralización por medio de microorganismos del suelo, la materia orgánica influye en la provisión de nutrientes desde otras fuentes (por ejemplo, la materia orgánica es requerida como fuente de energía para bacterias fijadoras de N). [13].

Efecto en la condición física del suelo, erosión del suelo, y capacidad de amortiguación e intercambio.

El humus tiene un profundo efecto en la estructura de muchos suelos. El deterioro de la estructura que acompaña la labranza intensiva es, usualmente, menos severa en suelos adecuadamente provistos de humus. [13].

La adición frecuente de residuos orgánicos de fácil descomposición lleva a la síntesis de compuestos orgánicos complejos que ligan partículas de suelo en unidades estructurales llamadas agregados. Estos agregados ayudan a mantener una condición suelta, abierta y granular. El agua puede penetrar y filtrar hacia abajo a través del suelo. Las raíces de las plantas necesitan una provisión continua de O₂ para poder respirar y crecer. Poros grandes permiten un mejor intercambio de gases entre el suelo y la atmosfera. [13].

Efecto en la condición biológica del suelo.

Cabe recordar que la materia orgánica sirve como fuente de energía tanto para organismos de macro y microfauna. Un número de bacterias, actinomicetes y hongos en el suelo están relacionados de manera general al contenido de humus. Lombrices y otros organismos de la fauna están fuertemente influenciados por la cantidad de residuos vegetales retornados al suelo. [34].

Las sustancias orgánicas en el suelo pueden tener un efecto fisiológico directo en el crecimiento de las plantas. Algunos compuestos, tales como ciertos ácidos fenólicos, tienen propiedades fitotóxicas; otras, tales como las auxinas, mejoran el crecimiento de las plantas. [34].

Las fuentes más importantes de materia orgánica para los suelos son los abonos verdes, los residuos de cosechas, el estiércol y la turba. Los abonos verdes son cultivos con el propósito de enterrarlos para proveer de materia orgánica. La gradual descomposición de la materia orgánica provee de nutrientes; mejora

la textura del suelo; evita la pérdida por lavado, y retiene el agua. [34].

Lamentablemente existe la pésima costumbre de quemar los rastrojos y de esta manera se priva a los suelos de la materia orgánica necesaria. El uso de estiércol o guano de animales es una práctica muy arraigada. Su aplicación muestra efectos positivos en los cultivos, especialmente los intensivos. [34].

Funciones de la materia orgánica en el suelo

La MOS tiene sustancias activas, aumenta la actividad biótica, es rica en microorganismos, reprime y regula el crecimiento desmesurado de las poblaciones de organismos dañinos.

- La materia orgánica es una gran reserva de nutrientes que es liberada poco a poco para su empleo e impide su arrastre por la erosión.
- Contribuye al crecimiento vegetal mediante sus efectos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Mantiene la vida de los organismos del suelo, esenciales para los procesos de renovación del recurso.
- Es una fuente importante de nutrientes, a través de los procesos de descomposición con la participación de bacterias y hongos.
- Absorbe nutrientes disponibles, los fija y los pone a disposición de las plantas. Fija especialmente nitrógeno (NO_3 , NH_4), fósforo (P_04) calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na) y otros.
- Función física y físico-química la que promueve una buena estructura del suelo, por lo tanto mejorando la labranza, aireación y retención de humedad e incrementando la capacidad amortiguadora y de intercambio de los suelos.
- Aumenta la productividad de los cultivos en más del 100 % si a los suelos pobres se les aplica materia orgánica.
- Juega un rol en los suelos a través de sus efectos en la absorción de micronutrientes por las plantas y. Debe

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

enfatzarse que la importancia de cada factor dado variará de un suelo a otro y dependerá de condiciones ambientales tales como el clima y la historia agrícola.

- Tiene una alta capacidad de absorción y retención de agua. Absorbe varias veces su propio peso en agua y la retiene, evitando la desecación del suelo. [47].



Ilustración 6. vida en el suelo.

Fuente: Vida sustentable, 2012

Elaboración: Vida sustentable, 2012

Micro y macro fauna y flora del suelo

En general, un suelo sano es profundo, de color oscuro, suave y húmedo cuando se toca. Además, se deshace fácilmente cuando se toma entre los dedos y al cortarlo se encuentran insectos y lombrices. La coloración oscura y la sensación grasienta se deben a la cantidad de años durante los cuales las plantas han crecido, han muerto y se han descompuesto en el suelo. Las plantas en descomposición no solamente proveen alimento a los insectos y lombrices, sino a otros pequeños seres vivos que muchas veces no se ven. Éstos son los “microorganismos”, o sea animalitos y plantitas muy pequeñas que no los podemos ver a simple vista, que ayudan a proteger las plantas contra las enfermedades y a

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

proveerles nutrientes, así como a descomponer la materia orgánica. [17].

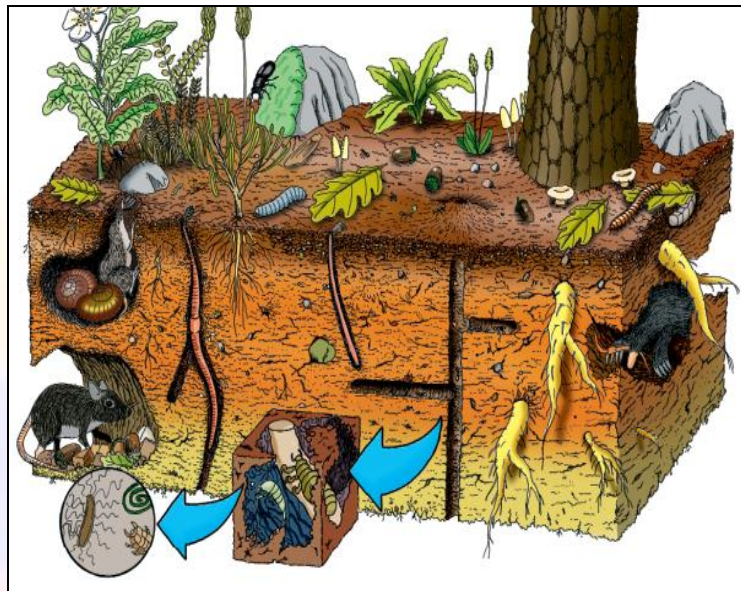


Ilustración 7. Organismos en el suelo.

Fuente: Materia orgánica en el suelo, 2011

Elaboración: Dávila, 2011

Micro flora del suelo

En el suelo la microflora se distribuye de manera que su número va disminuyendo con la profundidad dependiendo de las condiciones climatológicas y de las características físico químicas del suelo. Se pueden distinguir dos tipos de flora microbiana:

- **Flora microbiana de descomposición:** Los aportes de materia orgánica fresca provocan un rápido crecimiento de las bacterias. Durante esta fase de descomposición, la capacidad de germinación de las semillas queda inhibida.
- **Flora de asimilación:** A medida que la materia orgánica va descomponiéndose, tras la primera fase, va creciendo otro tipo de flora asociada que es favorable al crecimiento de los vegetales.

Micro organismos del suelo

Las bacterias .- Las bacterias que utilizan compuestos nitrogenados como fuente de energía incluyen las bacterias que oxidan el amonio y lo transforman en nitritos (nitrosomas) y las

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

bacterias que oxidan a los nitritos transformándolo en nitratos (nitrobacter).

Las bacterias se clasifican en:

- Aerobias: viven solo en presencia de oxígeno.
- Anaerobias; viven solo en ausencia de oxígeno.
- Anaerobias facultativas, las cuales pueden desarrollarse en presencia o ausencia de oxígeno.
- Organismos heterótrofos utilizan a los compuestos orgánicos complejos como fuente de energía y carbono.
- Organismos autótrofos: usan dióxido de carbono como única fuente de carbono.
- Bacterias fotoautotofas: utilizan la luz solar.
- Bacterias quimioautotrofas: utilizan la energía de la oxidación de materia orgánica.

La mayor parte del azufre del suelo forma compuestos orgánicos y solo es absorbido por las raíces de las plantas en forma de sulfatos, por lo que es necesario el proceso de mineralización.

Algas: El grupo más importante lo constituyen las cianobacterias (100.000 unidades/gr. De suelo) que fijan nitrógeno atmosférico e indican agotamiento del suelo, cuando éstos toman un color verdoso.

Hongos: Son los principales agentes de descomposición de la materia orgánica en todos los ambientes ácidos. Poseen una red de filamentos o hifas en el suelo. El micelio se observa fácilmente en los humus. Son muy importantes en el suelo, comprenden 2/3 de la biomasa microbiana. Hay de varios tipos:

- Depredadores de insectos.
- Saprofitas: descomponen la celulosa y la lignina y la transforman en humus.
- Productores de antibióticos.

Líquenes: son asociaciones entre hongo y alga y funcionan como bio indicadores de contaminación.

Rizosfera .- Se denomina rizosfera al volumen de suelo que rodea a las raíces y que resulta afectado por el desarrollo de éstas. En ella

se encuentra el mayor porcentaje de los microorganismos del suelo, viviendo a sus expensas. Es por eso que hay que tenerla muy en cuenta a la hora de hablar del suelo y de comprender la importancia que tiene la diversidad de plantas en la riqueza y fertilidad del mismo. La rizosfera sigue el ciclo de las plantas, es decir nace con la semilla, crece con la madurez de la planta, decrece cuando ésta envejece y desaparece cuando ésta muere. Pero mientras dura, entra a formar parte activa de lo que se podría llamar la red alimentaria del suelo. [17].

Las raíces toman nutrientes de la solución del suelo y liberan sustancias que afectan la nutrición de los microorganismos. Los microorganismos, a su vez, segregan y excretan ácidos orgánicos que solubilizan los nutrientes para las plantas. Se producen aminoácidos que estimulan la microflora de la rizosfera que puede tener 100 veces más organismos. [17].

Microzoos

Existen 3 grupos de importancia en el suelo:

Nematodos

Están en los suelos en abundancia se alimentan de bacterias, hongos, protozoos, pueden ser parásitos. Existen más de 1000 especies de nematodos en suelo siendo los más importantes son los que viven de residuos / saprofitos). Hay especies que atacan las raíces de las plantas siendo muy perjudiciales. [17].



Ilustración 8. Nematodos del suelo.
Fuente: Materia orgánica en el suelo, 2011
Elaboración: Dávila, 2011

Protozarios

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

Son organismos muy variados y abundantes. Su diámetro varía de entre 5 y 100 micrómetros. Son amebas, ciliados y flagelados y en suelo se han visto más de 250 especies. Su hábitat es de suelos húmedos bien drenados y en especial es el horizonte A y en la zona de la rizosfera. [17].

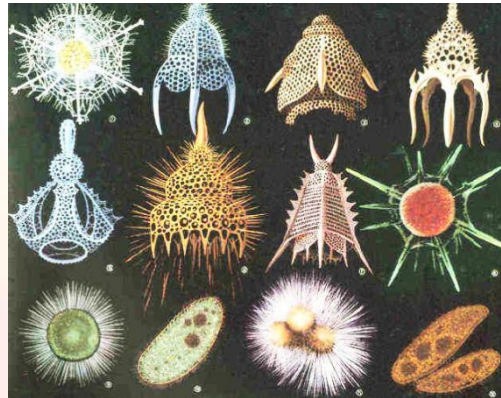


Ilustración 9. Protozoarios que habitan en el suelo.

Fuente: Materia orgánica en el suelo, 2011

Elaboración: Dávila, 2011

Las micorrizas

Las micorrizas, al igual que los líquenes y las bacterias nodulares, presentan el mismo tipo de simbiosis. Son asociaciones simbióticas de hongos con raíces de plantas superiores, aumentando la disponibilidad para la planta de nutrientes escasos en el suelo (P, Zn, Cu, Ca, Mg, Mn, Fe) [36].

Estos hongos viven en las raíces de muchas plantas, en asociación principalmente a los árboles (coníferas y latifoliadas) ayudan a solubilizar el fósforo y el potasio e inclusive a fijar el nitrógeno. [18].

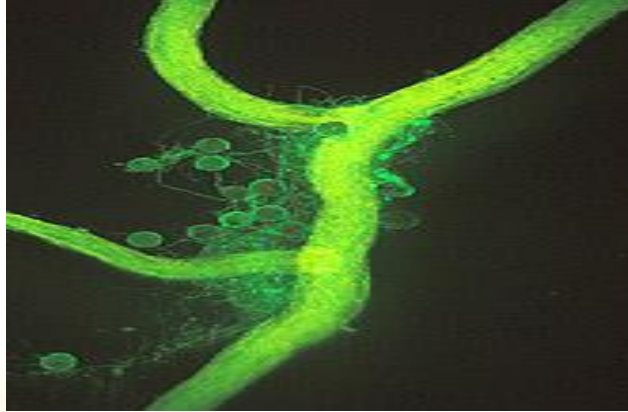


Ilustración 10. micorriza en la raíz del suelo.

Fuente: Materia orgánica en el suelo, 2011

Elaboración: Dávila, 2011

Macro fauna

Los procesos del suelo están sometidos a una jerarquía de determinantes que operan en de tiempo y espacio. El clima, seguido por las propiedades del suelo opera en las grandes escalas, los cuales fuerzan a las comunidades de plantas, que determinan la calidad y cantidad de los ingresos orgánicos del suelo, a los macroinvertebrados y a los microorganismos que operan en escalas locales. [15].

La estructura del suelo determina la distribución de la fauna. Existe una clara y positiva relación entre el número y tamaño de los poros y el tipo de animales que lo habitan. Los grandes invertebrados ocupan los poros del suelo llenos de aire. [22].

En general los organismos edáficos prefieren los ambientes húmedos. En condiciones de déficit de agua se trasladan a partes más profundas del perfil y se distribuyen en forma más agregada, las densidades poblaciones de la macrofauna son considerablemente superiores que en suelos ricos en nutrientes. [22].

La macrofauna del suelo poco es considerada al momento de establecer las diferentes prácticas agrícolas; no obstante, puede ser afectada por el impacto que ocasiona la labranza y el uso de insumos químicos, condición que se refleja en la reducción o

eliminación de especies y en la disminución de la biomasa de estas poblaciones; dada la susceptibilidad a ser afectada por dichas prácticas, la macrofauna se ha establecido como un indicador de la calidad de los suelos. [10].

De hecho diversos autores proponen que una diversidad puede revelar información sobre la calidad del suelo y sugieren también a los macroinvertebrados como proveedores de servicios ambientales, por ejemplo, contribuyen en el secuestro de carbono en el suelo. En la transformación de la hojarasca, aireación del suelo y formación de estructura.[10].

Los macroinvertebrados (lombrices, termitas y hormigas), son denominados los ingenieros del ecosistema, con efectos directos sobre las propiedades del suelo y procesos de humificación y mineralización de la materia orgánica.[16].

Los macro invertebrados repartidos en diferentes ecosistemas naturales pueden ser en cada sistema muy disímiles. Donde una mayor abundancia y diversidad de fauna del suelo puede ayudar a asegurar un eficiente reciclaje de nutrientes y un rápido crecimiento de las plantas.[20].

Las lombrices son de especial interés dentro de la fauna edáfica por su mayor presencia y biomasa, cumplen un importante papel estructural, ya que sus galerías facilitan el crecimiento de las raíces, sus excrementos retienen agua y contienen importantes nutrientes para las plantas.[40].

En los sistemas tropicales, está demostrado que los macro invertebrados desempeñan un papel clave en los procesos que determinan la conservación y fertilidad del suelo, al regular la disponibilidad de minerales asimilables por las plantas y favorecer la estructura del suelo, influyendo en las condiciones de vida, la abundancia y composición de otras comunidades del suelo.[10].

Los macroinvertebrados del suelo son importantes reguladores de muchos procesos del ecosistema: tienen efectos positivos en la conservación de la estructura del suelo, actúan sobre el microclima y la aireación; en el movimiento y retención de agua, en el

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

intercambio gaseoso y en las propiedades químicas y nutricionales del mismo, pueden activar o inhibir la función de los microorganismos y están involucrados en la conservación y ciclado de nutrientes.[21].



Ilustración 11. Macro invertebrados del suelo.

Fuente: Ibáñez, 2007

Elaboración: Ibáñez, 2012



Ilustración 12.

Fuente: Ibáñez, 2007

Elaboración: Ibáñez, 2012

Ciclo de los nutrientes del suelo

La agricultura ecológica no rechaza el valor de los conocimientos científicos, pero sí cuestiona la orientación de la agricultura convencional que observa a la planta desde su estructura material y olvida la función del ambiente y del cosmos que ordena los componentes materiales en, razón que obliga a reconocer, incentivar y respetar las leyes naturales, principios fundamentales en que se basa la agroecología. [7].

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

Procesos ecológicos fundamentales que se dan en el suelo base de la vida y de toda actividad humana.

• **Ciclo del Agua**

A medida que cae la lluvia, parte de esta se evapora directamente hacia la atmósfera o es interceptada por los seres vivos. La que sobra penetra a la tierra a través de un proceso que se llama infiltración, formando las aguas subterráneas. Si la precipitación continúa cayendo a la tierra hasta que ésta se satura, el agua excedente entonces pasa a formar parte de las aguas superficiales. Tanto las aguas superficiales como las aguas subterráneas finalmente van a dar al océano. [7].

El suelo con buen ciclo de agua tiene:

- cubierta vegetal, materia orgánica, aireación suficiente, buen drenaje, microfauna abundante, • raíces sanas y diversas. [41].

• **Dinámica de comunidades:**

Los cambiantes patrones de las comunidades bióticas. Hay que tener en cuenta que:

- Para que haya vida es necesario que los vegetales transformen la energía solar en energía utilizable.
- Cuanto mayor complejidad, mayor estabilidad los sistemas simplificados son muy vulnerables.
- La mayor actividad biológica ocurre en el subsuelo, cualquier cambio arriba será aún mayor debajo, afectando la producción.
- La tendencia natural: mayor biomasa, diversidad y riqueza mediante la sucesión ecológica. [41].

• **El ciclo de los nutrientes esenciales y minerales**

Los organismos y su dinámica de comunidades, el ciclo del agua, el flujo de la energía. Se extraen del suelo y del aire por las plantas, donde deben volver. Suelo es vivo y biológicamente activo. [41].

• **Flujo de energía**

El ecosistema es abierto, puesto que, al ser utilizada en el seno de los niveles tróficos para el mantenimiento de las funciones propias de los seres vivos, se degrada y disipa en forma de calor

(respiración). En cambio, el flujo de materia es, en gran medida, cerrado ya que los nutrientes son reciclados cuando la materia orgánica del suelo es transformada por los descomponedores en moléculas orgánicas o inorgánicas que, bien son nuevos nutrientes o bien se incorporan a nuevas cadenas tróficas.[30].

Ciclo del Carbono.- Los tejidos vegetales y las células microbianas contienen grandes cantidades de carbono. El dióxido de carbono es convertido a carbono orgánico, principalmente por la acción de los organismos fotoautotóxicos (las plantas verdes superiores en la tierra y las algas en habitats acuáticos.) Estos suministran los nutrientes orgánicos necesarios para los animales heterótrofos y para los organismos microscópicos que no contienen clorofila. El metabolismo microbiano ocupa el papel principal en la secuencia cíclica después de la muerte de las plantas o animales. Los tejidos muertos son descompuestos y transformados en células microbianas y en un amplio conjunto heterogéneo como humus o fracción orgánica del suelo. [39].

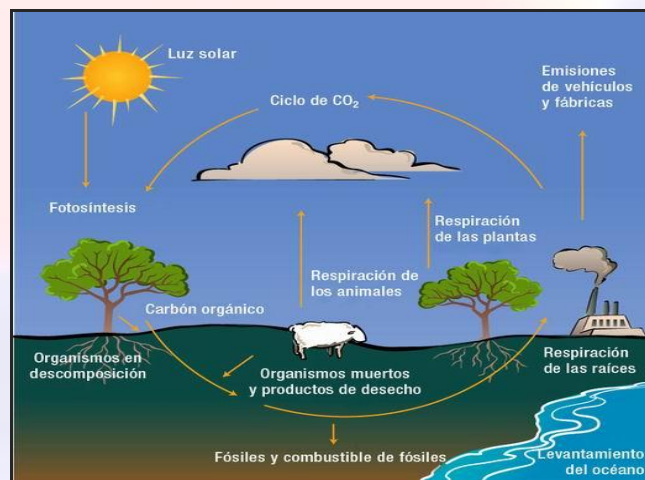


Ilustración 4.Ciclo del C.

Fuente: Guía de Jardinería ;Nutrición orgánica, 2011

Elaboración: Guía de Jardinería, 2011

Ciclo del Nitrógeno.- Los organismos emplean el nitrógeno en la síntesis de proteínas, ácidos nucleicos (ADN y ARN) y otras

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

moléculas fundamentales del metabolismo. Su reserva fundamental es la atmósfera, en donde se encuentra en forma de N_2 , pero esta molécula no puede ser utilizada directamente por la mayoría de los seres vivos (exceptuando algunas bacterias). Esas bacterias y algas cianofíceas que pueden usar el N_2 del aire juegan un papel muy importante en el ciclo de este elemento al hacer la fijación del nitrógeno. De esta forma convierten el N_2 en otras formas químicas (nitratos y amonio) asimilables por las plantas. Finalmente se produce la desnitrificación, que mediante organismo autótrofos, toman los nitratos y los transforman nuevamente en dióxido de nitrógeno que regresa al ambiente.[41].

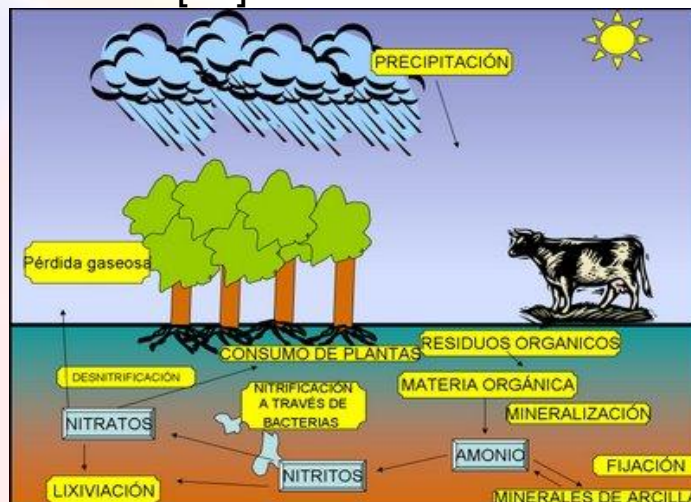


Ilustración 14. Ciclo del N.

Fuente: IDEAM ,2002

Elaboración: SIAC.2002

Ciclo del Fósforo.-El fósforo circula a través del agua, de la corteza terrestre, y organismos vivos. No es transportado en la atmósfera y es más probable que entre en las cadenas alimenticias siguiendo el lento intemperismo de los depósitos de roca de fosfato. Su reserva fundamental en la naturaleza es la corteza terrestre. Por meteorización de las rocas o sacado por las cenizas volcánicas, queda disponible para que lo puedan tomar las plantas. Con facilidad es arrastrado por las aguas y llega al mar. Otra parte es absorbida por el plancton que, a su vez, es comido por organismos

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

filtradores de plancton, como algunas especies de peces. Cuando estos peces son comidos por aves que tienen sus nidos en tierra, devuelven parte del fósforo en las heces (guano) a tierra. [30].

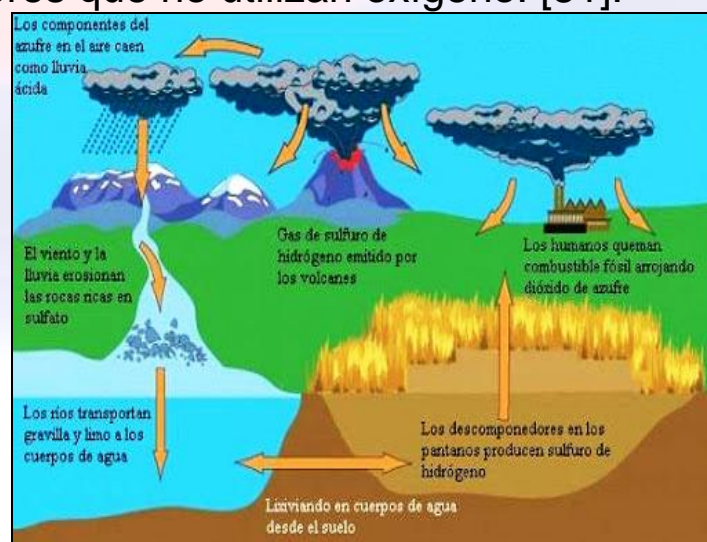


Ilustración 15. Ciclo del P.

Fuente: Cueva del ingeniero civil, 2011

Elaboración: Cueva del ingeniero civil ,2011

Ciclo del Azufre.-La mayor parte del azufre de la tierra existe en las rocas subterráneas. Parte es liberado como gas de sulfuro de hidrógeno, de olor fétido, por los volcanes y la descomposición de materia orgánica en los pantanos, ciénagas, y otros humedales, por descomponedores que no utilizan oxígeno. [51].



AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

Ilustración 16.Ciclo del S.

Fuente: Pinheiro 2002

Elaboración: Pinheiro 2002

Desgaste y erosión del suelo

Define la degradación de la tierra como la reducción o pérdida de la productividad económica y complejidad de los ecosistemas terrestres, incluyendo a los suelos, vegetación y a otros componentes bióticos de los ecosistemas, así como a los procesos ecológicos, biogeoquímicos e hidrológicos que tienen lugar en los mismos. Son tierras degradadas aquellas que debido a procesos naturales o a la acción humana, ya no son capaces de mantener sus funciones económicas y ecológicas originales. El proceso de degradación de la tierra comienza con la alteración de la cubierta vegetal. Una vez que la cobertura vegetal es menos densa y el suelo está más descubierto, las precipitaciones erosionan el suelo y se pierden nutrientes, porque la escasez de vegetación impide su fijación. Al modificarse la estructura y porosidad del suelo, este pierde productividad y capacidad de regulación hídrica y se alimenta así una espiral que si no es interferida da lugar a la degradación irreversible del suelo. [3].



Ilustración 17.Suelo desgastado.

Fuente: Fundación IPADE, 2010

Elaboración: Arellano, 2010

Para formar un centímetro de suelo, la naturaleza se demora

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

alrededor de 500 años. Las causas de esta pérdida conocida como degradación o erosión del suelo pueden ser físicas, químicas y biológicas. [7]

- **Degradación física:** Esta pérdida del suelo ocurre por la erosión o arrastre de partículas finas del suelo, por la destrucción de la estructura y la compactación, cuando se elimina la cobertura vegetal o se realiza una excesiva labranza. Puede ser ocasionada por el sol, el viento, el agua, y el hombre. [7]



Ilustración18.Labranza intensiva.

Fuente: Chancusig 2012

Elaboración: Chancusig 2012

- **Degradación química:** Esta se produce por el mal manejo del agua de riego, la acumulación de desechos mineros y la aplicación excesiva de fertilizantes y plaguicidas. Provocaran los problemas de salinización, toxicidad y deficiencia de algunos nutrientes.



Ilustración 19. Aplicación de agroquímicos en el cultivo.

Fuente: Taringa, 2010

Elaboración: Samaniego, 2011



Ilustración 20. Monocultivo de brócoli en el norte del país

Fuente: Chancusig ,2012

Elaboración: Chancusig ,2012

- **Degradación biológica:** Al no incorporar materiales orgánicos se reduce la actividad microbiana y se disminuye el reciclaje de nutrientes que necesita la planta. La erosión causada por el hombre se produce cuando se realiza prácticas como la deforestación, el sobrepastoreo; cuando no se hacen los surcos siguiendo curvas de nivel; cuando se botan cercos o

pircas. Reducción del contenido de humus, de la actividad microbiológica, cepas nativas de microorganismos. [31].



Ilustración 21 suelo erosionado por la deforestación

Fuente: DEAM 2002

Elaboración: SIAC.2002

EL MANEJO ECOLÓGICO DE SUELOS

Conceptualización del Manejo Ecológico de Suelos

La ciencia clásica da la impresión de considerar el suelo como un soporte inmutable y estático. Sin embargo, este es un complejo natural viviente constituye el nexo entre lo orgánico y lo inorgánico; como recurso puede ser manejado y modificado, pero estos cambios siempre deberán tener presente las leyes de su funcionamiento interno y desarrollo como un sistema. La experiencia en el uso y manejo del suelo ha demostrado que si se modifica un solo factor del complejo ecológico «suelo», inmediatamente cambian los demás factores al variar el equilibrio del sistema en el que está incluido el factor modificado. [37].

Conceptos clave sobre el manejo ecológico del suelo:

Suelo: es la base de la agricultura, es el medio en donde se desarrollan las raíces de las plantas y de donde ellas toman el agua y el alimento. El suelo tiene vida es muy variado y distinto en cada lugar. En él existen millones de distintos y pequeños seres vivos.

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

Manejo: Es la forma como conduces, administras

Ecología: Es una ciencia que estudia el ambiente que nos rodea, y las relaciones entre los seres vivos que lo integran. [37].

Manejo ecológico del suelo: Es una forma de manejar tu terreno, que te permite cuidarlo, enriquecerlo, y que se basa en hacer uso eficiente de los recursos disponibles. A todo ese conjunto de recursos, relaciones que hay entre ellos y que rodean a tu terreno se le conoce como agroecosistema.

Estos recursos pueden agruparse en cuatro categorías:

Recursos naturales: son los que provienen de la tierra, agua, clima, incluye a la vegetación natural.

Recursos humanos: es la gente que vive y trabaja en tu campo.

Recursos de capital: son los bienes y servicios creados, comprados o prestados. Por ejemplo: granero, cercas, herramientas, abonos, semillas, crédito,

Recursos de producción: comprende la producción o el rendimiento de los cultivos y animales. [31].

Con un buen manejo ecológico podemos obtener suelos de buena calidad, cultivos sanos y de alto rendimientos, con un mínimo de impactos negativos sobre el medio ambiente. Es un suelo que también brinda propiedades estables al crecimiento y salud de los cultivos, haciendo frente a condiciones variables de origen humano y natural, principalmente las relacionadas con el clima, es decir, debe ser un suelo flexible y resistir el deterioro. [13].

Fundamentos técnicos del Manejo Ecológico de Suelos.

La agroecología no es un conjunto de técnicas, es un enfoque que parte de reconocer (valorar) el conocimiento ancestral y las semillas locales para construir alternativas de desarrollo local ambientalmente sustentables, económicamente viables y socialmente justas y en armonía con las culturas. [13].

La "Revolución verde", basada en progreso científico, (basado en: Variedades mejoradas, aplicación de fertilizantes y plaguicidas), rompe con los procesos tecnológicos anteriores que fueron consolidados durante mucho tiempo mediante la experimentación

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

campesina (a partir de éxitos y fracasos.) La degradación de los suelos es un problema ambiental y significa la reducción de la fertilidad física, química y biológica del suelo. Haciendo una comparación, éste problema es tan importante como la reducción de la capa de ozono y el efecto invernadero, porque afecta directamente la seguridad alimentaria de los pueblos. [9].

La degradación de este recurso no solo es producida por el mal manejo de las unidades productivas, sino también se debe a los impactos que vienen ocasionando otras actividades productivas que el hombre realiza. Por ejemplo, los efectos de la explotación forestal, el sobrepastoreo, el mal manejo del agua que causa la salinización, el crecimiento de las ciudades a expensas de las áreas agrícolas, la explotación minera entre otras, son los agentes que directamente vienen destruyendo éste importante recurso. [9].

Los grandes proyectos en conservación de suelos tanto gubernamentales y privados, han enfatizado en su trabajo los aspectos técnicos relacionados con la hidrología y la ingeniería de suelos; el aspecto biológico y social han sido componentes marginales. Lamentablemente este es el denominador común en la mayoría de los proyectos de este tipo, que se vienen implementando en América Latina y no han logrado detener la pérdida de la fertilidad del suelo; por ello es necesario replantear estos enfoques de trabajo para avanzar con la implementación de modelos de producción más sostenibles. [46].

Es importante indicar que la sustentabilidad de los sistemas de producción depende fundamentalmente del mantenimiento de la productividad del suelo; la restauración y mantenimiento de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo depende en gran medida de la capacidad de reciclaje de los recursos orgánicos y de las actividades de la micro y meso fauna, que deben ser favorecidos por las acciones de manejo que se realicen en las unidades agrícolas. [46].

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

Los cambios desfavorables en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo provocan efectos negativos en la productividad de los cultivos y en la calidad ambiental. Estos procesos de degradación pueden ser causados por variaciones climáticas o provocadas por la acción del hombre. [46].

Degradación física esta se produce principalmente debido a la eliminación de la cobertura vegetal y al uso intensivo de labranza convencional que modifica desfavorablemente las propiedades físicas del suelo. [46].

Manejo Químico comprende la modificación del equilibrio mineral, reducción de la capacidad de intercambio catiónico, la salinización y alcalinización, la acidez del suelo, la toxicidad de aluminio y manganeso, deficiencia de nutrientes y acumulación de compuestos tóxicos.[46].

Los plaguicidas utilizados para el control de las plagas en la agricultura llegan al suelo y pueden permanecer sin cambio o sufrir degradación química, fotoquímica o biológica total o parcial, produciendo en ocasiones metabolitos igual o más tóxicos que el compuesto original. Las moléculas originales o los productos tóxicos de su degradación pueden persistir por diversos periodos de tiempo, en forma libre o adsorbida por los coloides del suelo como la arcilla, materia orgánica y otros complejos del suelo. [46].

La utilización excesiva de fertilizantes nitrogenados pueden aumentar los riesgos de contaminación del agua por nitratos, cuyo consumo permanente puede causar la enfermedad conocida como metahemoglobinemia (falta de oxígeno en la sangre) especialmente en los niños. Por otro lado los nitratos se pueden combinar en el organismo con las amidas secundarias, para formar las nitrosaminas, que son cancerígenas. [46].

También el uso excesivo de éstos fertilizantes aumenta los riesgos que surgen por la liberación de óxido nítrico en la atmósfera, lo

cual puede contribuir a la destrucción de la capa de ozono, al aumento de la temperatura atmosférica y a la desestabilización del clima, causante del calentamiento global. [46].

El incremento del uso de los fertilizantes sintéticos no solo afecta nuestra economía sino también provoca la esterilización del suelo y el agotamiento de los micronutrientes (zinc, hierro, cobre, manganeso, molibdeno y boro), el cual influye negativamente en la salud de las plantas, animales y seres humanos. [46].

Los plaguicidas en la fijación del nitrógeno atmosférico o en la mineralización del nitrógeno son de importancia ecológica y económica, porque al eliminar estos microorganismos se pierde un gran potencial para mantener la fertilidad del suelo. [46].

La agricultura convencional química – tecnificada.-Este modelo de agricultura se basa en el uso de fuertes cantidades de insumos externos, con un gran consumo energético en forma de productos agroquímicos y maquinaria así como el empleo de semillas de alto rendimiento bajo estas condiciones. Demanda una gran cantidad de capital y crédito. [13].

El efecto del abonamiento químico produce las siguientes alteraciones en el suelo

- El deterioro y reducción del edafón implican una menor liberación y fijación de los nutrientes.
- La disminución del humus y el desarrollo radicular aumentan la erosión y lixiviación.
- El suministro de nutrientes en exceso causa la disminución de otros, por efectos antagónicos.
- Alteraciones desfavorables en el pH.
- La inmovilización de nutrientes
- La saturación indeseable con sales minerales
- Efecto negativo en la meteorización y el proceso de humificación que altera la liberación de nutrientes.

- La reducción de compuestos y sustancias orgánicas que aumentan la susceptibilidad de las plantas a plagas y enfermedades.

El problema está en que además de que los productos agroquímicos no beneficiaron al suelo, llevaron a los agricultores a hacerse dependientes de tales insumos y del crédito bancario que condiciona la compra de estos productos y del paquete tecnológico a favor únicamente de la industria y el comercio. [13].

Beneficios del Manejo Ecológico de Suelos.

Al contrario de la agricultura convencional, ésta trata de imitar, en lo posible, a la naturaleza. Una expresión de ello es el incremento de la biomasa para abono verde o el aporte de otros abonos orgánicos según principios ecológicos, desistiendo del uso de productos fitosanitarios químicos, marcando de esta manera una diferencia sustancial con la agricultura convencional. [13].

Cuadro 4. Cuadro comparativo entre la producción agrícola convencional y la Agroecología

Agricultura convencional	Agroecología
• Modelo de producción abierto	• Modelo de producción lo más cerrado posible
• Nutrición vegetal directa	• Nutrición vegetal indirecta
• Nutre a la planta directamente con fertilizantes fácilmente solubles	•Alimenta al edafón para que sea éste el que suministre los nutrientes a la planta en forma apropiada
• Emplea fertilizantes fácilmente solubles	• Emplea fertilizantes de baja solubilidad (efecto lento)
• Desprecia y desactiva conscientemente la actividad del edafón.	• Estimula la actividad del edafón, convirtiéndolo en un ayudante confiable y económico.
• Utiliza métodos de producción incompatibles con los ciclos naturales.	• Trata de imitar, en lo posible, a la naturaleza

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

<ul style="list-style-type: none"> • En los análisis de suelos da sólo importancia a los nutrientes químicos solubles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Considera como indicador de la fertilidad la cantidad/calidad de los nutrientes, actividad biológica, estructura etc.
<ul style="list-style-type: none"> • Evalúa el rendimiento en términos cuantitativos 	<ul style="list-style-type: none"> • Evalúa el rendimiento en términos cuantitativos y cualitativos
<ul style="list-style-type: none"> • Alto consumo energético 	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo consumo energético.

Fuente: Kolmans E. Vásquez D.1999

Elaboración: Samaniego ,2012



Ilustración 22.Practicas convencionales del suelo.

Fuente: Chancusig .2012

Elaboración: Chancusig ,2012



Ilustración 23. Practicas ecológicas.

Fuente: Chancusig. 2012

Elaboración: Chancusig ,2012

Características de las plantas nutridas armónicamente

1. Menor susceptibilidad a plagas y enfermedades
2. Mayor contenido de materia seca
3. Mejor sabor
4. Mejor capacidad para conservación y almacenamiento
5. Mayor contenido de sustancias nutritivas
6. Síntomas bajos o nulos de degradación.[13].

Sinergismo y antagonismo

La agricultura ecológica presta mucha atención a las reacciones químicas de los nutrientes en el suelo ya que algunos de ellos pueden favorecer (sinergismo) o dificultar (antagonismo), es decir algunos nutrientes químicamente se atraen y otros se rechazan.

Los siguientes nutrientes se favorecen mutuamente en la absorción por las plantas: K-NH + 4; K-Na; Mg-Mn; Mn-Zn. Los siguientes nutrientes se obstaculizan mutuamente en la absorción por las plantas: K-Ca; Ca-Mg; Fe-Ca. [13].

Para la agricultura ecológica es muy importante el comportamiento de los nutrientes en el suelo en relación con los procesos biológicos

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

de la planta (metabolismo-síntesis de proteínas) y su influencia en la susceptibilidad a plagas y enfermedades. [13].

La nutrición orgánica eleva la calidad y resistencia de la planta. Solamente renunciar al uso de fertilizantes químicos no significa que ya se produce ecológicamente, lo fundamental es el fomento del ciclo suelo-planta-suelo. Asimismo, la aplicación de grandes cantidades de estiércol o excrementos en forma inapropiada (ejemplo: gallinaza fresca con viruta, contienen amoníaco y resinas) o putrefactos, tampoco puede calificarse de ecológico ya que estas prácticas pueden afectar la vida microbiana del suelo de la misma forma que los fertilizantes sintéticos. [13].



Ilustración 24.cultivos agroecológicos.

Fuente: Chancusig.2012

Elaboración: Chancusig, 2012

La conservación e incremento del humus

- Mejora las cualidades físicas del suelo (color, olor, formación de agregados más estables y una adecuada formación de poros) así como también regula la temperatura del suelo.
- Mejora la estructura del suelo, al incrementar la capacidad de retención de agua (muy importante en zonas áridas). Asimismo, permite un mejor uso del agua y mayor resistencia a la sequía.
- Participación en los procesos químicos del suelo aumentando la capacidad de intercambio iónico. Su poder tampón o capacidad

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

bufferante le permite retener y liberar los nutrientes en función de las necesidades de la planta.

- En suelos ácidos, facilitan la solubilización del fósforo o inmovilizan y neutralizan, a ciertos niveles, elementos tóxicos como el aluminio.
- Es muy importante en suelos tropicales para elevar su poder tampón y de intercambio iónico.
- Abastecimiento complementario de sustancias nutritivas inorgánicas, influye en las reacciones de óxido-reducción, quelatificación intensificada de micronutrientes etc. Efectos de la materia orgánica en la resistencia a plagas y enfermedades.
- Un mayor contenido de materia orgánica aumenta la resistencia a plagas y enfermedades.
- La materia orgánica tiene características repelentes y activadores del micro flora y fauna competitiva en el suelo.
- Los suelos con abundante humus fomentan la producción de antibióticos contra las enfermedades.
- La alta producción de anhídrido carbónico (CO₂) en un suelo vivo inhibe o destruye en cierto grado algunos patógenos, por ejemplo, nematodos.
- Residuos de agroquímicos incrementan la susceptibilidad a plagas y enfermedades. [13].

Principios básicos que se debería tomar en cuenta en un manejo ecológico de suelos.

- El reciclaje de nutrientes, aprovechando al máximo los recursos de la propia chacra
- La diversificación de cultivos.
- El manejo biológico de plagas y enfermedades.
- La conservación del agua y su manejo eficiente.
- La concepción integral de la fertilidad del suelo, basada en el uso eficiente de la materia orgánica.

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

- Revaloración del conocimiento campesino local
- Estructura diversificada del sistema de producción.
- Fomento de la fertilidad autosostenida del suelo.
- Aprovechamiento, lo mejor posible, de las fuentes de generación propias de la fertilidad de la finca.
- Nutrición indirecta de las plantas mediante la actividad biológica del suelo.
- Enfrentamiento de las causas y no de los síntomas en la protección vegetal, fomentando el equilibrio y la regulación ecológica.
- Conservación y labranza mínima en el suelo sobre la base del mejoramiento bioestructural y la materia orgánica.
- Selección y mejoramiento de variedades vegetales y razas de animales en función de las condiciones naturales.
- Crianza y producción animal sanas de acuerdo con la naturaleza y requerimientos fisiológicos de los animales.
- Producción ecológica, social y económicamente estable. [13]

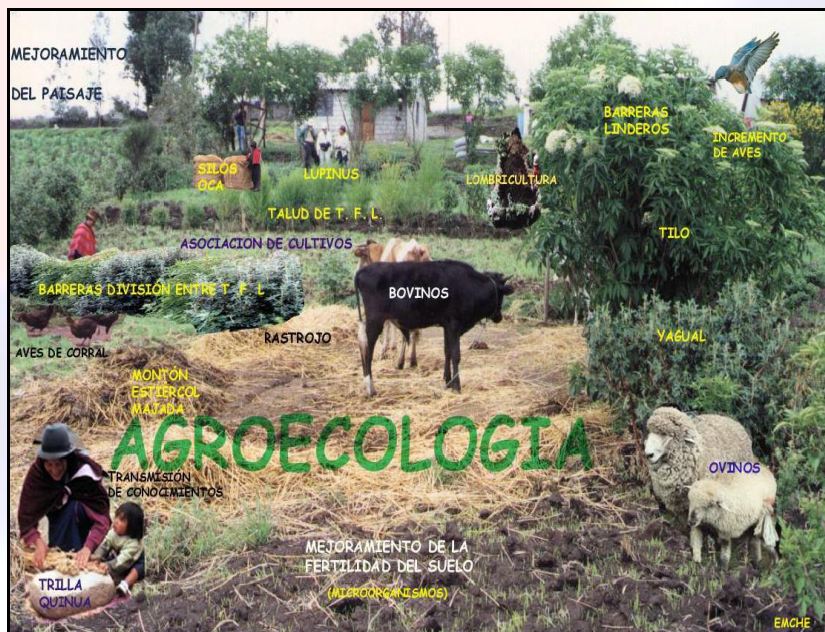


Ilustración 25. Componentes en una finca agroecológica.

Fuente: Chancusig 2012

Elaboración: Chancusig ,2012

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

PRÁCTICAS DEL MANEJO ECOLÓGICO DE SUELOS

Manejo mecánico y obras físicas de conservación del suelo.

Uso integral que los agricultores deben otorgar a los recursos naturales que intervienen en los procesos productivos, procurando no transgredir las leyes de la naturaleza; esto es sin alterar en lo posible el equilibrio natural. [31].

Medidas Mecánicas. Son estructuras construidas perpendicularmente a la pendiente para interceptar el agua de escorrentía y evitar su fuerza erosiva, permitiendo una mayor infiltración del agua y para reducir la erosión estabilizando el suelo en su sitio. [31].

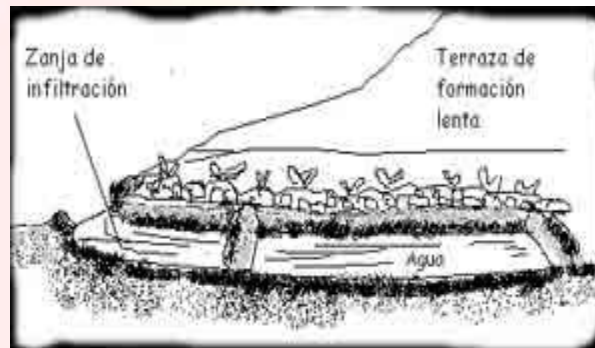


Ilustración 26.prácticas de conservación de suelo.

Fuente: CIED.2010.

Elaboración: Coronado, 2010

- **Acequias de infiltración** ._son pequeños canales que se construyen a nivel y transversales a la pendiente, interceptan el agua, disminuyen su velocidad y permiten una mayor infiltración. Las zanjas interceptan y recolectan el agua de escorrentía de la ladera. La infiltración del agua que se produce en las zanjas contribuye al incremento del nivel de humedad del suelo. [31].
- **Terrazas (Andenes).**_ Reducen la longitud de pendiente y retienen gran parte del suelo. El 100 % del agua que cae sobre la terraza se infiltra, dando lugar a una mayor disponibilidad de

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

agua para el cultivo, incrementando su producción. Son plataformas o bancos construidos individualmente de 1.5 a 2.0 m de ancho separadas entre sí por la distancia requerida para el frutal o especie forestal que se instalará sobre la terraza. En general, estas terrazas individuales siguen curvas en nivel y se construyen en sentido transversal a la pendiente con taludes de tierra o muros de piedra, o protegidos con vegetación. Se llama terraza individual porque en cada terraza se instalará principalmente un árbol frutal o alguna especie forestal. [31].



Ilustración 27. Terraza en formación lenta.

Fuente: IDEAM. 2008

Elaboración: Mafla, 2008



Ilustración 28. Andenes o terrazas del cultivo construidas por los incas

Fuente: Kalipedia. 2011

Elaboración: Santillana, 2011

- **Terrazas de Formación Lenta** Son aquellas terrazas que se forman progresivamente por efecto del arrastre y acumulación de sedimentos en las barreras construidas de piedra, tierra, champas; barreras vivas o una combinación de ellas, que se ubican transversalmente a la pendiente máxima del terreno, constituyéndose luego en el espacio entre dos muros continuos la plataforma donde se instalarán los cultivos. Sus principales funciones son: reducir la erosión hídrica de los suelos de ladera; reducir la pendiente media de la ladera; y propicia la infiltración del agua que discurre por la superficie. Como la terraza se va formando lentamente, no es necesario construir el muro completamente sino poco a poco conforme se va formando la terraza. [44].
- **Para control de cárcavas** Una "cárcava" al estado más avanzado de la erosión en surcos. En función de la pendiente, tipo de suelo y de la longitud de la ladera del terreno, el flujo concentrado de agua en las laderas provoca el aumento de las dimensiones de los surcos formados inicialmente, hasta transformarse en grandes zanjas llamadas cárcavas. Dentro del proceso de estabilización de la cárcava, se da mayor énfasis a la construcción de diques, agro rural Muros de contención: son diques que se construyen de concreto, con piedras, palos y deben su estabilidad a su propio peso y a su base ancha para evitar su derrumbe. [41].



AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

Ilustración 29. Control de cárcavas con materiales de la zona.

Fuente: IDEAM ;2002

Elaboración: SIAC.2002

Medidas Agronómicas.-Proponen técnicas de manejo de cultivos para lograr una mayor producción evitando la erosión:

- Práctica de densidades adecuadas de cultivo.



Ilustración 30. Cultivos asociados.

Fuente: Chancusig ; 2012

Elaboración: Chancusig . 2012

- Manejo Ecológico de Plagas (MEP)



Ilustración 31. Atrayente de insectos por el color.

Fuente: Chancusig .2012

Elaboración: Chancusig, 2012

- Utilización de semillas de buena calidad.

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA



Ilustración 32. semillas nativas.

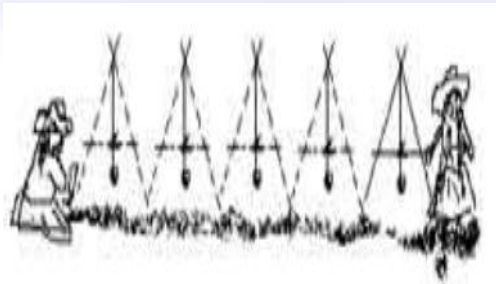
Fuente: Chancusig.2012

Elaboración: Chancusig ,2012

Labores Culturales

Siembra de cultivos en curvas de nivel, realizando las labores de labranza y otras en forma trasversal a la pendiente (nivel de caballete, de manguera o nivel en A).

1. Amarra tres palos en forma de A procura que la altura te llegue al hombro.
2. Deja colgar una piedra desde la parte superior.
3. Calibra tu nivel de la siguiente manera: colócalo parado sobre el suelo y marca los puntos de apoyo 1 y 2.
4. Invierte la posición de las patas y marca el punto por donde pasa el hilo de la plomada.
5. Mide con un hilo, la distancia que marcan los dos puntos por donde ha pasado el hilo de la plomada y luego dobla esta longitud en dos para hallar el punto medio. [41].



AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

Ilustración 33. plantación en curvas de nivel

Fuente: La biota Edáfica

Elaboración: Ibáñez J.2007

- Surcos en contorno, disponiendo las hileras de cultivo siguiendo las curvas de nivel, para que el agua de escorrentía no dañe el suelo. [44].



Ilustración 34. Cultivo en surcos de contorno

Fuente: La biota Edáfica

Elaboración: Ibáñez J.2007

- Siembra en franjas, disponiendo los cultivos en bandas o fajas que siguen las líneas de nivel. [44].



Ilustración 35. Cultivos de protección.

Fuente: La biota Edáfica.

Elaboración: Ibáñez J.2007.

- Barreras vivas, con hileras de plantas de porte denso, para reducir la velocidad del agua y retener el suelo. [41].



Ilustración 36. Barreras vivas.

Fuente: Chancusig.2012.

Elaboración: Chancusig , 2012

- Cultivos de cobertura: para proteger el suelo de las lluvias la erosión, y mejorar las propiedades del suelo y dan trabajo a nuestros pequeños peones sin sueldo, los microorganismos. Estos se aplican en terrenos con intensas precipitaciones o con problemas de sequía. Se emplean cultivos con abundante parte aérea. Por ejemplo: frejol castilla, alfalfa (siembra de especies leguminosas). [31].



Ilustración 37. Leguminosa Vicia (Vicia sativa).

Fuente: CIED.2010

Elaboración: Coronado,2010.

- Cobertura muerta: esparciendo restos de cosechas u otros materiales sobre el suelo (mulch). [44].



AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

Ilustración 38. Esparcimiento del bagazo

Fuente: IDEAM; 2008

Elaboración: Mafla, 2008.

- Labranza cero: El suelo no es removido, no hay surcos. [44].



Ilustración 39.

Fuente: IDEAM; 2008

Elaboración: Mafla. 2008.

- Labranza mínima: el suelo es removido en forma localizada. [44].

Abonos orgánicos.

La materia orgánica es indispensable para mantener la fertilidad del suelo. De ahí que su incorporación en forma de abono es indispensable en sistemas de producción ecológica.

La fertilidad natural del suelo Debemos partir de lo que tenemos hoy, haciendo el reconocimiento correspondiente porque todo suelo tiene una fertilidad natural, que puede variar dependiendo del manejo que se le dé al mismo. Aunque en pequeñas cantidades, diariamente el suelo recibe aportes de minerales y sustancias que llegan del espacio (polvo cósmico), de las lluvias (sales minerales, fósforo y nitrógeno) y del viento. [41].

Abonos verdes

Toda planta, por insignificante que parezca, capta energía solar y elabora materia orgánica con sus hojas. Las leguminosas son las más conocidas y utilizadas como abono verde, se podríamos transformar esas “malezas” en abono y dejar de gastar dinero en venenos (herbicidas), tratando de destruir este regalo de la naturaleza. [19].

Su uso tiene una serie de ventajas:

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

- Limitan la invasión de malas hierbas al mantener el suelo ocupado.
- Aumentan la fertilidad de los agrosistemas al aportar materia orgánica y activar la vida de los:
 - microorganismos del suelo.
- Evitan el lavado de los elementos nutritivos que son fijados por las plantas.
- Sus raíces mejoran la estructura del suelo.
- Protegen el suelo de la erosión.
- Si son leguminosas enriquecen el suelo en nitrógeno.
- Estimulan la microflora mineralizadora del suelo que descompondrá la materia orgánica.
- Favorecen la nutrición de las plantas del cultivo siguiente.
- Mejoran la circulación del agua y del aire en el suelo.

Esto varía en función de las características geográficas climáticas de la región, del sistema de laboreo empleado y de los cultivos en la rotación con respecto al suelo que son varios:

- Aumentar la cantidad de nutrientes del suelo.

En principio es interesante elegir las plantas en función de:

- Las condiciones del suelo. Las plantas más comúnmente utilizadas como abonos verdes pertenecen fundamentalmente a tres familias:

Leguminosas, son las más utilizadas por su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico: tréboles, guisantes, habas, alfalfa, frejol.

Crucíferas, suelen acompañar a las leguminosas, crecen rápidamente aún en suelos pobres, movilizan fácilmente las reservas del suelo y aportan mayor cantidad de hidratos de carbono: nabo forrajero, rábano, col.

Gramíneas, aportan mayor cantidad de celulosa a la mezcla de plantas final: centeno, avena, cebada, raigrás. [23].



Ilustración 40. Buenas prácticas de siembra.

Fuente: AGROVIDA.2011

Elaboración: Flores J, 2011

Una vez sembrado el abono verde se deja crecer hasta el momento de la floración luego se corta antes de la floración o antes de que ésta se produzca, se siega, y en muchos casos se pica y se deja sobre el suelo durante una a tres semanas.

De esta manera las plantas comienzan a fermentar de forma aerobia. Al cabo de un tiempo se realiza una incorporación superficial en los primeros cinco a diez centímetros del suelo, de esta forma se estimula el proceso de descomposición al mismo tiempo que el crecimiento de los microorganismos del suelo y las plantas del siguiente cultivo puedan tener acceso a los elementos nutritivos formados a partir del abono verde. Debido a su baja relación C/N los abonos verdes se descomponen rápidamente y no forman humus pero tienen una acción fertilizante más fuerte que otras aportaciones de materia orgánica. [19].

El mulch, descanso (barbechos)

La práctica del mulch consiste en cubrir el suelo alrededor de las plantas de cultivo, pudiendo emplearse diversos materiales como rastrojos de cultivos, follajes de árboles, abonos verdes secos, etc.

Estos pueden emplearse apenas las plantas hayan emergido del suelo y, en algunos casos, incluso se siembra dentro o debajo del mulch. Por lo general, se adiciona nuevo material apenas la actividad biológica haya transformado el material inicial. Debe tenerse cuidado con las capas demasiado gruesas de mulch que

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

impiden una aeración adecuada del suelo asfixiando a muchos microorganismos. En muchas zonas del trópico el uso del mulch ha sido y viene siendo una práctica importante junto con los cultivos de abono verde y de cobertura. La práctica de dejar los rastrojos de cultivos anteriores en la superficie del suelo es uno de los recursos tecnológicos muy importantes para la agricultura ecológica.

Algunas ventajas del mulch:

- Inhibe la germinación y el desarrollo de las malezas
- Regula la humedad y la temperatura ($H^d - T^o$) al reducir la evapotranspiración
- Regula el lavado del suelo, amortigua la lluvia e incorpora al suelo sustancias nutritivas por acción de la precipitación
- Una cobertura de mulch evita la formación de costras en el suelo por desecado.
- Actúa como termorregulador a los cambios de la temperatura (T^o).
- Mantiene una humedad y temperatura ($H^d - T^o$) que favorece a los organismos del suelo
- Protege a determinadas hortalizas de ser atacadas por algunos hongos y mantiene la planta con sus frutos limpios y secos.

En condiciones de clima templado, los suelos con excesiva humedad no deben ser cubiertos inmediatamente con mulch y mucho menos con materiales impermeables que incrementen o conserven la humedad en exceso. [13].



Ilustración 41. Restos de cosecha.

Fuente: AGROVIDA 2011

Elaboración: Flores 2011

Estiércol y compost

A pesar de que se discute mucho sobre las ventajas y desventajas del estiércol y del compost, ambos son buenas fuentes de fertilizantes. Su uso está determinado por las condiciones de su obtención y manejo, en especial, en la pequeña agricultura de América Latina. [19].

No es recomendable incorporar el estiércol con el arado a mucha profundidad, es preferible dejarlo sobre la superficie, ya que al incorporarlo muy profundo no se descompone, se pudre y afecta al edafón. El estiércol fresco tiene un efecto rápido y evidente en el crecimiento vegetal a causa de su elevado contenido de nitrógeno. La agricultura ecológica no busca un crecimiento acelerado, sino un crecimiento armónico y uniforme que sólo puede ser garantizado por un suelo sano.

Los suelos sanos con adecuada humedad asimilan el estiércol en 2 a 3 semanas. Sin embargo, las aplicaciones superficiales de estiércol fresco pueden ser arrastradas por efecto de la escorrentía durante el riego o por las lluvias. [19].

Manejo del estiércol en rumas

Cuando el estiércol no puede ser llevado directamente al campo y se desea mantenerlo en un estado óptimo se recomienda la formación de rumas, las cuales no deben sobrepasar los 50 a 80 cm de altura (según la proporción de rastrojos entremezclados) para que se produzca una adecuada descomposición y no la pudrición del estiércol que fomenta las poblaciones de malezas persistentes así como la conservación de patógenos por varios meses. Este manejo comprende dos fases:

- **Fase aeróbica:** Se amontona el estiércol sin compactarlo. En estas condiciones se estimula la población de bacterias y procesos de oxidación. La temperatura sube a unos 50 a 60 grado centígrados y los organismos patógenos son eliminados. Este estado de descomposición debe ser mantenido de 3 a 5 semanas (según la temperatura ambiental).

- **Fase aeróbica limitada:** Se lleva a cabo con un mínimo de oxígeno. Resulta cuando al haber culminado la fase anterior se pone una siguiente capa de estiércol lo que genera una especie de conserva con un bajo contenido de oxígeno y causa una descomposición aeróbica limitada. Esto produce una disminución de la temperatura y de la evaporación, si el proceso es correcto. Un nivel adecuado de humedad es importante para mantener la temperatura a niveles óptimos que puede descender demasiado si los residuos vegetales secos como la paja de los cereales absorben el agua en demasía.

La presencia de moho indica déficit de humedad. Asimismo, si la temperatura no baja después de tres capas de estiércol (en la ruma de 50 a 80 cm) es necesario subir la humedad, la cual puede lograrse agregando purín a la ruma. En el caso de corrales de animales al aire libre, se presentan efectos contrarios en épocas de lluvia. El estiércol puede absorber tanta humedad hasta convertirse en una pasta o fluido y se recomienda entremezclarlo con residuos secos de cosecha para regular la humedad. [19].



Ilustración 42. Elaboración de compost.

Fuente: Inforganic 2012

Elaboración: García, 2012

Purín

El purín tiene un valor fertilizante que no hay que dejar perder. Sin embargo, si se utilizó mal lo que es frecuente en el caso de ciertas zonas ganaderas, puede conducir a una degradación frecuente de la flora y a una fuerte disminución de la vida del suelo. Nunca se

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

suministrará purín crudo, es decir, sin inducción de una fermentación aeróbica que puede lograrse al remover el purín con cierta frecuencia dentro de la fosa. Sólo se puede esparcir el purín poco fermentado en la preparación del terreno. [19].



Ilustración 43. Purín en proceso de fermentación.

Fuente: Inforganic ,2012

Elaboración: García, 2012

El compost

La elaboración del compost consiste en aprovechar ciertos desperdicios transformándolos en un abono rico en nutrientes. En realidad, la técnica del compost imita un proceso de la naturaleza para la regeneración del suelo. El suministro adecuado de compost a un suelo pobre durante 2 a 3 años mejora sus propiedades y características.

Los microorganismos descomponen los residuos vegetales y animales. Si este proceso es anaeróbico se conoce como "pudrición", a diferencia del compost que es un material con buen olor y de excelentes cualidades, pudiendo ser de tres clases:

1. Compost de residuos de cosecha: Compuesto por rastrojos de hierba fresca y marchitada, malezas u otros residuos vegetales o mulch.

2. Compost de desperdicios domésticos e industriales: Compuesto por desperdicios domésticos con y sin desechos industriales orgánicos.

3. Compost de estiércol: Se prepara a base de excrementos y orine de animales domésticos, agregando rastrojos u otros residuos vegetales. El éxito del compost depende de la mezcla de

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

materiales, de la manipulación en el proceso de fermentación y el tratamiento. [19].



Ilustración 44. Diferentes clases de materiales para el compost.

Fuente: AGROVIDA .2011

Elaboración: Flores ,2011

➤ **El proceso del compost**

Diversos microorganismos descomponen y degradan a los tejidos de los animales y las plantas muertas. Los transforman en sustancias de complejidad variable como el humus. El proceso de humificación puede darse bajo dos condiciones:

1. Sin oxígeno (anaeróbico). Es un proceso de reducción. Característica de este proceso es el mal olor que despiden debido a la pudrición del material y a la generación de sustancias tóxicas, pudiendo ser nocivos para la actividad biológica del suelo.

2. Con oxígeno (aeróbico). Es un proceso de oxidación porque la descomposición se da en presencia de oxígeno. Producto de la respiración de los microorganismos se libera anhídrido carbónico (CO₂) y agua. La temperatura se incrementa hasta unos 70°C y no se generan olores desagradables.

La práctica de la aplicación de compost bajo condiciones controladas acelera el proceso de degradación de la materia orgánica en humus, proceso que en la naturaleza requiere alrededor de cientos de años para formar una capa de humus de pocos centímetros.

➤ **La ubicación de la ruma de compost.**-El lugar para el compost debe encontrarse siempre ordenado y limpio. Una planta de abono orgánico no es un basurero. Un suelo natural con buen drenaje es el mejor lugar o soporte para una ruma de

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

compost porque se facilita el regreso de los microorganismos al suelo, una vez concluido su trabajo. En lo posible, la pila debe tener mayor altura en el centro que en sus lados o bordes protegiéndola en regiones de clima húmedo y excesiva precipitación así como del exceso de viento, sol y calor. [19].

- **El material para hacer compost.-** Cualquier sustancia orgánica animal y vegetal sirve para hacer el compost. Así, tenemos: malezas, rastrojos, hojarasca, residuos de cosecha y de cocina, estiércol u otras sustancias orgánicas provenientes de los animales. [19].
- **Elaboración del compost.-**La formación de la ruma sobre el suelo tiene una dimensión aproximada de 1.50 a 2.00 m de ancho y 1.50 m de altura como máximo según el largo del volumen del material y del espacio disponible. Los restos vegetales pueden ser mezclados con estiércol u otros materiales de origen animal. Es importante para la producción de humus la formación de complejos estables que se logran al mezclarse con tierra. Todos estos materiales una vez mezclados elevan su temperatura por lo que debe mantenerse una humedad adecuada para su regulación. El exceso de humedad genera procesos anaeróbicos produciendo una putrefacción mal oliente. Las temperaturas de 50 a 60°C luego de dos semanas son las adecuadas y disminuyen a 34 y 40°C después de 4 a 6 semanas. El compost estará listo aproximadamente después de 3 a 5 meses. Las siguientes pautas nos permiten evaluar el estado de maduración del compost:
 - El material debe ser suelto, estructura migajón, sin presencia de terrones
 - Un color marrón oscuro es el adecuado
 - Muy oscuro, grasoso o con mal olor indica una mala fermentación por exceso de humedad y poca aeración dentro de la ruma.
 - El olor debe ser a tierra de bosque.

- Un mal olor en buenas condiciones de manejo indica que la degradación de los materiales por las bacterias aún no ha concluido
- Un olor a barro guardado indica la presencia de moho. [19].

➤ **El volteo**

Los expertos divergen mucho en este aspecto. Algunos no recomiendan voltear el compost, sino solamente proporcionar las suficientes entradas de aire además de materiales leñosos y fibrosos. Con la presencia o introducción de lombrices puede eliminarse el trabajo de volteo que cumple una función de aeración y de soltura de la estructura proporcionando una adecuada distribución de la humedad. Lo cierto es que cuanto más se voltea más rápido madura el compost.

Muchos de los fracasos relacionados con la aplicación de abonos orgánicos tienen su origen mayormente por haberse sembrado durante la primera fase de descomposición donde siempre se liberan sustancias inhibidores y toxinas que perjudican a las plantas, por lo que es necesario un tiempo de espera. Asimismo, la diversidad de cultivos debe contribuir al incremento de la resistencia a enfermedades. [19].

Rotación de cultivos.

Los sistemas de producción orientados al monocultivo son inapropiados. A la larga, ocasionan bajos rendimientos, disminución de la materia orgánica, lo que a su vez, trae como consecuencia el "cansancio del suelo", agresividad de las malezas, fomento y diseminación de plagas y enfermedades así como una baja eficiencia en el uso del suelo. Una diversidad bien estructurada asegura un uso más eficiente del suelo, su mejor conservación, una regulación adecuada de malezas, plagas y enfermedades, una buena fijación de nitrógeno (leguminosas), un óptimo aprovechamiento de la energía solar, mayor producción de materia orgánica, mejor regulación y retención de humedad, condiciones favorables para el fomento de un edafón diversificado y equilibrado que se expresa en una buena disponibilidad de nutrientes. [19].

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

El diseño de los planes de rotación

Un plan de rotación adecuado, ejerce un efecto de represión hacia las malezas en grado variable, por ejemplo, la papa tiene un efecto de represión mejor que el maíz, remolacha que son cultivos de lenta germinación y desarrollo inicial. Por lo que se debe procurar mantenerlo limpios, si se usan como cultivo previo al de los cereales. El cultivo de forrajes de varios años de duración, por ejemplo: trébol + gramíneas ayudan a controlar y hasta a eliminar malezas muy persistentes por competencia de luz y agua principalmente - que normalmente se propagan a través de sus raíces y estolones. . A la hora de planificar una rotación hay que tener en cuenta los condicionantes del medio como son el clima, el suelo, la orientación, etc., para cultivar plantas que se adapten bien a esas condiciones. Después también hay que tener en cuenta las necesidades de los cultivos, tanto con respecto al agua, como a los nutrientes. Por eso es importante introducir leguminosas en la rotación y también cultivos verdes. [19].



Ilustración 45. Plantación en asociaciones.

Fuente: AGROVIDA . 2011

Elaboración: Flores ,2011

Asociación de cultivos.

La asociación consiste en la instalación de dos o más cultivos en un mismo campo, no establecidos necesariamente al mismo tiempo, el cual, como ya se ha indicado, debe estar integrado a un plan de rotación. Hay asociaciones de gran valor comprobadas y conocidas y muchas son parte de sistemas tradicionales de producción.

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

En la determinación de las asociaciones debe ponerse especial consideración en los aspectos de: compatibilidad, beneficio mutuo, distanciamiento, características aéreas y radicales de las plantas. En lo posible, deben asociarse cultivos que presenten características vegetativas y desarrollo radicular diferentes para aprovechar los diferentes niveles en la superficie como dentro del suelo y así utilizar mejor la disponibilidad de los nutrientes y la humedad en los diferentes estratos del suelo. [19].



Ilustración 46. Cultivos asociados en terrazas

Fuente: Chancusig .2012

Elaboración: Chancusig, 2012

El ordenamiento estructural del sistema

Debe buscar también una máxima cobertura del suelo. Algunos sistemas tradicionales emplean determinadas asociaciones como por ejemplo: maíz + frijol en continua rotación; esto no es recomendable, pues una secuencia continua año tras año puede ser peligrosa y hasta contraproducente, porque como dijimos, las plantas excretan determinadas sustancias radicales que estimulan a unas y reprimen a otras, lo que puede ocasionar un desequilibrio en el edafón y, con ello, fomentar determinados patógenos.

Es conocida la tradicional asociación maíz + frijol + calabaza: el maíz aprovecha la luz en la parte más alta, le sigue el frijol en la parte media y uso del maíz como tutor, y la calabaza con menor requerimiento de luz en la parte inferior. Igualmente, si observamos el enraizamiento superficial del maíz y de la calabaza que en raíz

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

a mediana profundidad, por lo que el aprovechamiento de nutrientes se realiza a diferentes niveles.

Otro ejemplo de asociación puede lograrse también con pastos o forrajes: es el caso de la alfalfa + trébol + gramínea en la que se consigue un mejor aprovechamiento en la partes aérea como en la zona radicular y además es conocida por sus buenas propiedades en el incremento de la fertilidad y su buen valor nutritivo en la alimentación animal. [19].

Las ventajas de la asociación de cultivos:

- Se hace un mejor uso del suelo, agua y del espacio que en los monocultivos.
- Los problemas de plagas y enfermedades son menores.
- Se regulan mejor las malezas.
- Algunas especies se benefician mutuamente.
- Las producciones son siempre mayores

Tipos de asociación de cultivos

Cultivos intercalados: Es la siembra simultánea de dos o más cultivos en el mismo terreno, en surcos independientes, pero vecinos.

Cultivos mixtos: Consiste en sembrar simultáneamente dos o más cultivos en el mismo terreno, sin organización de surcos.

Cultivos en franjas: Consiste en la siembra simultánea de dos o más cultivos en el mismo terreno, pero en franjas amplias. Esto permite un manejo independiente de cada cultivo.

Cultivos de relevo: Consiste en la siembra de dos o más cultivos en secuencia, sembrando o trasplantando el segundo antes de la cosecha del primero. Luego de la cosecha del primer cultivo el segundo aprovecha el mayor espacio y residuos para su desarrollo.

Cultivos de relevo para abono verde: Una forma importante de asociación lo constituyen los cultivos de relevo, especialmente con leguminosas que pueden servir de abono verde e incluso de forraje, además de las bondades que poseen en favor del suelo por su

buena cobertura así como en el control o represión de plagas, enfermedades y malezas.

No existen reglas fijas que determinen el momento de siembra. Este depende de las características varietales de la planta, del ambiente, de las prácticas culturales etc. Debe evitarse que por competencia, el cultivo de relevo limite al cultivo principal.

Por ejemplo, el frijol + maíz+ zambo es la práctica que más se usa para iniciar la agricultura ecológica. [19].

Razones para el aprovechamiento de los forrajes

En la mayoría de las condiciones, los residuos de los cultivos cortados (o pastados) en verde tienen mayores bondades como incrementadores de la fertilidad que aquellos cosechados maduros. [19].

Maíz.- Ubicación dentro de la rotación. El maíz no es susceptible a determinadas enfermedades del cuello y tampoco favorece a los nemátodos. Cultivos previos: cereales menores, maíz, papa, leguminosas. Buena autocompatibilidad. Sin embargo, el monocultivo no es conveniente para el suelo. [19].

Papa.- Ubicación dentro de la rotación: sin papas no se obtienen buenos rendimientos en los cereales. La papa genera condiciones favorables para ciertas hortalizas. Sólo debe sembrarse cada 4 años en un mismo terreno, pero debe asegurarse buenos aportes de materia orgánica, para evitar problemas de nemátodos y otros patógenos propios de la papa. Cultivos previos: mezclas forrajeras de leguminosas + gramíneas, alfalfa + trébol, trébol + gramíneas. Su auto compatibilidad es variable [19].

Leguminosas de grano.- Especies como el frijol, arveja, lupino, haba, lenteja entre otras son de gran importancia para las asociaciones y rotaciones. Algunas de ellas, se recomiendan como cultivo inicial y posterior en un ciclo anual, por sus cortos períodos vegetativos. Como cultivo previo, poseen mayor valor generador que cultivos de raíces y tuberosas, por las bondades de su sistema radicular. Por lo general, la mayoría de las leguminosas de granos,

salvo haba y soya, requieren períodos de descanso de 2 a 3 años, por su variado auto compatibilidad. [19].

Autocompatibilidad y efecto en el cultivo posterior

Los cultivos autocompatibles son aquellos que bajo condiciones de fertilidad y manejo normales pueden ser cultivados varias veces seguidas, sin que ello produzca mermas en los rendimientos. [19].

Método para determinar rápidamente si dos plantas son compatibles o no

Se extrae la raíz con toda la tierra, enseguida, se sacude con fuerza para tirar la tierra. Se coloca la tierra en un plato o sobre una superficie y se introducen 50 semillas del cultivo que se quiere sembrar. Paralelamente, se colocan 50 semillas en otro plato o superficie con arena lavada. Si las semillas sembradas en la tierra nacen primero con más vigor y en mayor número, se señala que existe compatibilidad entre las dos. Pero, si las semillas plantadas en la arena germinan primero, es señal de incompatibilidad entre las dos. Obviamente, esta última asociación o rotación no debe ser realizada. [18].

Algunas reglas básicas para la rotación y asociación de cultivos

- Cultivos de enraizamiento profundo, después y junto a los de enraizamiento superficial.
- Rotar y asociar plantas de reducido desarrollo radicular con plantas de gran desarrollo radicular.
- Cambio secuencial y combinación de cultivos fijadores de nitrógeno con cultivos extractores de nitrógeno (40% d la proporción de cultivos como mínimo deben ser leguminosas).
- La siembra de cultivos de largo estadio juvenil debe hacerse después de cultivos con efectos represores hacia las malezas.
- Instalar cultivos susceptibles a determinados patógenos, después y junto con aquellos que tienen un efecto represor sobre estos patógenos.

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

- La proporción de cereales no debe ser mayor al 60% (lo óptimo sería el 50%).
- No dejar descubierto al suelo dentro de dos cultivos principales, en lo posible, completar el ciclo anual con rotaciones y asociaciones (relevos) de cultivos intermedios cortos (cobertura-abono verde).
- Una secuencia y asociación equilibrada de cultivos es de gran importancia para el control de malezas.
- Determinados cereales (sorgo, trigo y cebada) son cultivos altamente extractivos, por lo que deben sembrarse después y junto con cultivos incrementadores de la fertilidad del suelo.
- Establecer planes de rotación y asociación de una duración mínima de 5 a 7 años.
- Mantener la cobertura del suelo lo más posible.
- Lograr una máxima intersección de luz por área foliar mediante un óptimo aprovechamiento del espacio aéreo.
- Obtener una máxima producción de biomasa para aportarla como materia orgánica al suelo. [18].

La rotación y asociación conducida ecológicamente asegurara lo siguiente:

- Uso más eficiente del suelo, Mejor conservación del suelo, Regulación adecuada de malezas, plagas y enfermedades, Buena fijación de nitrógeno (leguminosas), Óptimo aprovechamiento de la energía solar, Mayor producción de materia orgánica . Mejoramiento de la bioestructura del suelo, Máxima estimulación de la actividad del edafón Buena movilización de las reservas de nutrientes en el suelo .Mejor regulación y retención de humedad. [19].



Ilustración 47. Suelo con mucha variedad de cultivos asociados.

Fuente: OSACAM, Biblioteca virtual. 2007

Elaboración: OSACAM, 2007

Sistemas agroforestales

La agroforestería, si bien es una práctica antigua en muchas culturas, en cuanto al uso de la tierra, hoy en día es un campo de investigación científica. Consiste en la integración y el uso consciente del árbol y del arbusto en la unidad agropecuaria, conjuntamente con los cultivos anuales y animales. Estos presentan un ordenamiento en el espacio y en el tiempo con diversas interacciones ecológicas y económicas. [50].

Características de los sistemas agroforestales

- La agroforestería incluye dos o más especies de plantas (animales inclusive) y por lo menos una de ellas es una especie leñosa perenne.
- El ciclo de un sistema de agroforestería es siempre mayor de un año y cuenta con más de un producto.
- Los sistemas agroforestales son más complejos que los monocultivos, tanto en lo ecológico como en lo económico.
- Estos sistemas, mayormente, son más eficientes en el aprovechamiento de los nutrientes y de la humedad.
- Mejoran las condiciones microclimáticas y ambientales.
- Son más tolerantes a las variaciones climatológicas que la mayoría de los cultivos agrícolas solos.

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

- Puede funcionar en condiciones de suelos marginales y/o en laderas, no tiene limitaciones.
- Protegen y estabilizan el ecosistema.
- Alta productividad y producción diversificada de uso múltiple (alimentos, combustible, madera, forraje, abono verde, etc.).
- Incrementa el empleo estable, el ingreso y la disponibilidad de materiales básicos para la población rural.

La agroforestería puede funcionar a escala muy pequeña o muy grande, es menos exigente en energía, maquinaria o riego que los sistemas de agricultura convencional o que muchos sistemas tradicionales. [50].

Gran parte de la agricultura en los países de América Latina se realiza en condiciones de laderas, diverso grado de humedad y de aridez. Estas condiciones vienen a confirmar la necesidad de los sistemas agroforestales. La protección que brinda al suelo un sistema agroforestal multiestrato bien estructurado, ya sea en una ladera por efecto erosivo de la lluvia o en un terreno plano por efecto de la erosión del viento. [50].

Algunos sistemas agroforestales

Las especies multipropósito permiten una mayor flexibilidad a estos sistemas. De vez en cuando, puede ser necesario escoger una especie que sea excelente para un propósito específico como por ejemplo, Cedro *Cedrela odorata* o Nogal *Juglans neotropica* que son especies maderables, el cañaro *Eritryna edulis* que aparte de ser una leguminosa que nutrirá el suelo, tiene alto valor nutritivo en sus semillas. [50].

Podemos señalar tres tipos básicos de sistemas agroforestales:

Agrosilvicultura: Son sistemas basados en bosques naturales o cultivados a los que se les incorpora cultivos anuales y perennes. Este manejo permite elevar la productividad de los bosques naturales.

Silvopastoril: Son sistemas integrados de plantas herbáceas, leñosas, anuales y perennes, con el fin de producir forraje en forma intensiva para los animales.

Agrosilvopastoril: Son sistemas que integran cultivos anuales, semi perennes y perennes, con la finalidad de producir alimentos en forma intensiva para el consumo humano y animal.

Estos sistemas pueden ajustarse de acuerdo con las condiciones y requerimientos locales específicos, según sean las necesidades de alimentos, leña, forraje, abono verde, fijación de nitrógeno, barreras vivas, formación lenta de terrazas, propiedades medicinales, producción de miel, hábitat de controladores biológicos, madera, retención y conservación de la humedad, etc.



Ilustración 48 Diferentes sistemas agroforestales

Fuente: Medio Ambiente.2010

Elaboración: Medio Ambiente,2010

Consideraciones en la selección de especies:

- Utilidad: Alimentos, frutas, forraje, leña, abono verde, fijación biológica de nitrógeno, resinas, látex, medicina, uso multipropósito, sombra, producción de cultivos y crías, producción de biomasa, miel, refugio de controladores, protección del suelo y de la humedad, etc.
- Rusticidad: A la sequía, exceso de humedad, pH extremo del suelo (acidez o alcalinidad), pedregosidad compactación, etc.
- Enraizamiento: Profundo (pivotante) o superficial (lateral y competitivo con los cultivos).
- Velocidad de crecimiento: Rápido, medianamente rápido, lento.
- Tipo y forma de crecimiento: Árbol, arbusto, coposo, erecto.

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

- Facilidad de asociación: Buena, regular, mala
- Tipo de fuste: Para árboles maderables.
- Calidad de madera: Para árboles maderables, leña.

Las plantas leñosas perennes pueden intercalarse con cultivos anuales para obtener un óptimo uso del suelo, sostenibilidad y aumento de su productividad. El Eucalipto, especie que no es fácil de asociar, genera poca materia orgánica, tiene un efecto alelopático a causa de las sustancias fenólicas que contiene y exuda, deseca el terreno a causa de su gran requerimiento de agua, no cubre bien el suelo y favorece la erosión. Es una especie que a pesar de su rusticidad y fácil producción de madera y leña, en el tiempo reporta efectos negativos en los ecosistemas producto de sus características ecológicas, por lo que no se recomienda su uso en los sistemas agroforestales. [50].

Algunos ordenamientos agroforestales:

Cultivos en callejones o en hileras

En este sistema, los cultivos anuales son sembrados entre las hileras de árboles o arbustos; el distanciamiento está determinado por las características de las especies anuales y perennes, el cultivo principal, el clima y topografía del terreno, este último aspecto obliga a considerar las plantaciones en curvas de nivel. Los árboles en hileras protegen a los cultivos del viento o la desecación, creando condiciones más favorables para los cultivos anuales además de movilizar nutrientes y aportar abono verde y mulch, con un excelente efecto en la represión de malezas.

Muchos árboles y arbustos podrían ser adecuados para el cultivo en callejones, entre ellos figuran las especies leguminosas, y las especies no leguminosas. [50].

Consideraciones importantes de árboles idóneos para el cultivo en callejones:

- Fácil establecimiento
- Crecimiento rápido

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

- Enraizamiento profundo
- Producción de biomasa
- Buena regeneración después de la poda
- Fácil brotamiento después del desmoche
- Ser fáciles de desarraigar
- Proporcionar derivados útiles



Ilustración 49. Plantación en callejones.

Fuente: ASOCAM Biblioteca virtual. 2007

Elaboración: ASOCAM ,2007.

En barreras para formación lenta de terrazas.

Aquí, las especies arbóreas están multiestratificadas y asociadas considerando su compatibilidad y productividad; el objetivo es contribuir a formar terrazas a través del tiempo que permitan crear condiciones favorables para los cultivos anuales, a la vez que se controla la erosión del suelo y se favorece la retención de agua, incrementándose la productividad y sostenibilidad del sistema. La asociación multi estratificada de especies arbóreas, arbustivas y pastos multipropósito permite optimizar el uso del suelo. [26].

Ordenamiento en franjas.

El ordenamiento en franjas de especies perennes (árboles y arbustos), semiperennes y cultivos anuales puede realizarse. Sistemas de este tipo pueden aprovecharse para intercalarse con cultivos cuyas características de crecimiento hacen difícil una asociación más directa. Es una variante del cultivo en callejones, sólo que en vez de tener cultivos anuales entre hileras de árboles y arbustos a una sola fila, las hileras están compuestas de por lo menos dos filas de árboles y arbustos. [26].

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA



Ilustración 50.

Fuente: ASOCAM Biblioteca virtual. 2007

Elaboración: ASOCAM, 2007.

Cercos vivos productivos.- alrededor de la parcela se establece un cinturón de especies arbóreas, arbustivas, herbáceas en un ordenamiento multiestrato para crear condiciones microclimáticas y ambientales que determinan mayor productividad, sostenibilidad y óptimo uso de los recursos locales. Presentación de las ventajas de un ecosistema agroforestal de dos o más especies vegetales y animales con respecto a sistemas convencionales de monocultivo. [26].

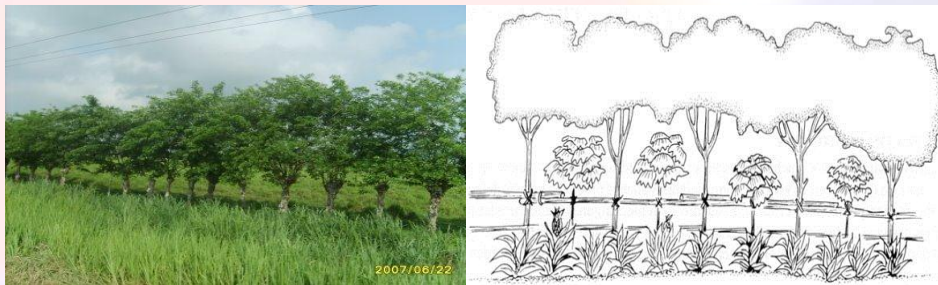


Ilustración 51. Plantación de cercos vivos

Fuente: ASOCAM Biblioteca virtual. 2007

Elaboración: ASOCAM, 2012

Remineralización de los suelos con polvo de rocas

Marcó la historia con su libro publicado en 1894 titulado Panes de piedra, donde propone la fertilización de los suelos por medio de la remineralización de los mismo en base a polvos y soluciones hechas de rocas y de subsuelos y en sustitución de los fertilizantes de estiércol. Estamos hablando sobre la época de nacimiento de las

grandes productoras de fertilizantes artificiales, que en el transcurso del tiempo sustituyeron a los naturales. [11].

Hensel experimentó en principio sometía a las rocas primero a un calentamiento en fuego, luego un rápido enfriamiento y posteriormente rompía con un mazo los restos de las piedras en un finísimo polvo. Comprobó que los alimentos producidos en plantas fertilizadas con las harinas de roca son más ricos en sabor y en el contenido nutricional, además, los cultivos son notablemente más resistentes a los insectos, los hongos y todas las enfermedades de las plantas, a la sequía y las heladas. Los alimentos así producidos parecían mejorar en gran medida la salud de los animales y los seres humanos que los consumen. [11].

En las últimas décadas, la agricultura se ha apoyado principalmente en tres diferentes minerales: nitrógeno, potasio y fósforo, conocido como NPK. Este proceso de la agricultura “moderna” fue promovido en todo el mundo cuando en realidad, teníamos a nuestro alcance un amplio espectro de minerales que nos podían suministrar naturalmente las rocas a través de la remineralización del suelo. Muchas rocas contienen minerales de alta calidad para la elaboración de las harinas de rocas, ricas en elementos necesarios como el silicio, aluminio, hierro, calcio, magnesio, sodio, potasio, manganeso, cobre, cobalto, zinc, fósforo, azufre. [49].

Como encontrar y preparar las harinas de rocas

En la zona andina, se puede fácilmente encontrar fuente de roca alrededor de la chacra: Buscar rocas que se derriten fácilmente y que tienen colores más oscuros. Las piedras en proceso de formación de suelo, atacadas por el agua y plantas se rompen y muelen más fácilmente.

Romper las piedras con un martillo y después, si tiene la posibilidad moler los pedacitos con un batan u otro sistema hasta obtener una harina fina. [49].



Ilustración 52.Elaboracion de harina de rocas.

Fuente: Agroecología A2-006; 2007

Elaboración: Remineralize; 2012

Para grandes cantidades, la mejor solución consiste en moler las rocas mixtas provenientes del río en una moledura y pasarlas después por un tamiz o malla de 0,075 mm o más fino.

Probando las rocas antes de utilizarlas

Es importante de probar la harina de roca antes de usarla a gran escala. Se tiene que realizar la prueba con una planta de crecimiento rápido (por ejemplo la lechuga, acelga o espinaca) lo que permite verificar prácticamente la efectividad de las rocas escogidas en un suelo determinado. Ejemplo de prueba: Llenar una masetta de 15 cm. De diámetro y llenarla con 50% de tierra, 50% de turba, bocashi o compost y 3 cucharas soperas de harina de roca. Observar el crecimiento de la planta. Se recomienda comparar diferentes mezclas o muestras de harina de roca. Es importante prever una muestra que no contiene harina de roca (control) para poder comparar los resultados. [49].

Qué tipo de roca es la más adecuada.- Es difícil de responder a esta pregunta porque depende de cada suelo. Pero generalmente se recomienda primero el uso de roca proveniente de glaciales, seguida de rocas de río, orillas del mar y mezclas de rocas metamórficas. Se puede utilizar en general las rocas que contienen una combinación heterogénea de varios tipos de formación de roca o mineralogía. Las rocas metamórficas o ígneas como los basaltos,

serpentinitos, los micaxistos y riolita, etc., son altamente recomendadas. [49].



Ilustración 53. Diferentes tipos de roca.

Fuente: Agroecología A2-006; 2007

Elaboración: Remineralize, 2012

Aplicación al suelo.- La harina de roca puede ser esparcida a mano con un balde e introducida al suelo usando una pala o arado con la yunta. Se puede aplicar la harina de roca fina mezclada en un medio líquido con una mochila pulverizadora. [49].



Ilustración 54. Aplicación de harina de rocas al suelo.

Fuente: Agroecología A2-006; 2007

Elaboración: Remineralize, 2012

En condiciones de suelos normales, se recomienda utilizar de 2 a 4 toneladas de “harina de roca” por hectárea (200 a 400 gr por m²) aproximadamente cada 5 años.

Aunque sería mejor determinar la cantidad exacta necesaria con un análisis del suelo, se demostró que la utilización de harina de roca

es beneficiosa cualquiera sea la aplicación con un material orgánico (bocashi, biol o compost). [49].

La utilización de las técnicas de fermentación de materia orgánica con harina de roca crea una composición simbiótica que acelera la efectividad de la harina de roca, mejora la aireación, la estructura y previene la putrefacción que permite reducir olores y mejorar la conservación. En el bocashi y compost, se recomienda la aplicación de 1 kg de harina de roca por cada saco de estiércol agregado. En el biol o biofertilizante, se recomienda agregar 6 a 8 kg de harina de roca bien fina para la producción de 200 litros que puede reemplazar los minerales agregados en la formula multimineral. [49].

III. CONCLUSIONES

El Manejo Ecológico del Suelo representa uno de los factores fundamentales para la transición de la agricultura convencional hacia la Agroecología, resultando benéfico para la dimensión socio-ambiental y ecológica de un territorio. Los diferentes tipos de suelos existentes en la Costa, Sierra y Oriente, Región insular requieren prácticas de manejo específicas que respondan a su capacidad de uso y a su grado de susceptibilidad a la degradación. Estas medidas deben estar orientadas a evitar la eliminación de la cobertura vegetal, evitando el sobrepastoreo, la deforestación y la quema. De igual manera se debe reducir la labranza intensiva, el uso de fertilizantes sintéticos y evitar el uso de plaguicidas, con el propósito de mantener y conservar la fertilidad natural de los suelos. Sin embargo, muchos autores sostienen que el Manejo Ecológico del Suelo responde a saberes y conocimientos ancestrales que empatan obviamente con la cultura de las sociedades campesinas; este factor determina el cuidado y manejo sustentable del patrimonio edáfico de una nación fortaleciendo su soberanía.

- El empleo de tecnologías como maquinarias, fertilizantes sintéticos y pesticidas no constituye una forma de producción sustentable para nuestro territorio, ya que al no respetar los ciclos de vida en un agroecosistema, son capaces de dañar la biología del suelo, produciendo un desgaste acelerado, erosión y desequilibrios sociales y ambientales. El enfoque de agricultura convencional no es apropiado para el medio, haciéndose necesario emprender la transición de los sistemas productivos convencionales hacia la Agroecología; como menciona (Altieri, 1985), *“se deben encontrar modelos sustentables de agricultura, y más en esta época con problemas de energía, salud, crecimiento de población; por lo tanto se hace necesaria una agricultura que sea eficiente en*



el, uso de la energía, económicamente viable y socialmente aceptable”.

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

-

IV. BIBLIOGRAFÍA

1. Almeida, G. De Noni J. F. Nouvelot G. Trujillo A. Winckell .Los principales procesos erosivos en Ecuador. Quito: [s.n.]; 1984
2. Álvarez I. E-dehesa. Cartilla de los recursos hídricos .un patrimonio de la humanidad. Los cuatro procesos ecológicos fundamentales que se dan en el suelo. Instituto de Ecología Aplicada [s l]. [s.n.]; 2008.
3. Arellano A. Fundación IPADE Ecuador. Lucha contra la desertificación y la pobreza España. Edita: Fundación IPADE.2010.
4. Benzing A. Agricultura orgánica. Fundamentos para la región andina. Neckar-Verland .Alemania.2001.
5. CEDIG. La erosión en el Ecuador: documentos de investigación .Nº6. [s.n.].Ecuador; 1986.
6. Cuví N .Las semillas del imperialismo agrícola estadounidense en el Ecuador. Procesos Revista ecuatoriana de historia. Segundo trimestre .Quito; 2009.
7. Chancusig E .Manejo ecológico de suelos. Curso de grado en agroecología .Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, ingeniería agronómica, Cuenca .Enero 2012.
8. Dávila M. Materia orgánica en el suelo. VI Semestre de Ing. Ambiental. Geología Ambiental. Corporación Universitaria de la Costa. 2011.
9. Domínguez E. Agro vida y sociedad. Universidad nacional de Colombia. Colombia Editorial .Victor Hugo Raigoso Loaiza; 2008.

10. Feijoo, A. y E. Knapp.. El papel de los macroinvertebrados como indicadores de fertilidad y perturbación de suelos de ladera. Suelos Ecuatoriales. [s l]. [s.n.]; 1998 ,p.254-259.
11. Hensel J. Panes de Piedra Panes de Piedra. Traducido por: Restrepo J. 2^a ed.Cali, Colombia. [s.n.]; 2007.
12. Ibáñez, C., S. Palomeque y F. Fonturbel.. Elementos principales del suelo, geodinámica y dinámica de los principales componentes del suelo. En: El recurso suelo: bases edafológicas, problemática, administración y contaminación. La Paz. Publicaciones Integrales, 2004 p. 2-4.
13. Kolmans E. Vásquez D. Alternativas agroecológicas de desarrollo agrícola .2^{da} ed .Cuba: [s.n.], 1999.
14. Lavelle, P., M. Dangerfield, C. Frago, V. Eschenbrenner, D. López, B. Pashanasi and L. Brussaard. The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility. [s l]. [s.n.]; 1996;p. 137–169.
15. Lavelle, P Senapati, B. Panigrahi, P., Giri, S., Brown, G.,. Restoring soil fertility and enhancing productivity in Indian tea ,plantations with earthworms and organic fertilizers. In: G. Brown. International Technical Workshop on Biological Indian tea plantations with Sustainable Agriculture. , Londrina, Brasil. 2002 pp. 172,
16. Lal, R. Jones et al Effects of Macrofauna on soil properties in tropical systems. Agriculture, Ecosystems and Environment [s l]. [s.n.];1994;p.101-116.

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

17. Ministerio del Poder Popular para la Educación. Compendio sobre agroecología: Aportes de la Escuela Agroecológica Ezequiel Zamora – Guambra. Venezuela; 2009.
18. Primavesi A. Manejo Ecológico del Suelo. La agricultura en regiones tropicales. 5ª edición. Río Grande du Sul - Brasil Editorial Florida; 1982.
19. Serrano J. Agricultura ecológica manual y guía didáctica. Primera edición. España: Editorial Irma; 2009.
20. Vohland, K. and G. Schroth. Distribution patterns of the litter macrofauna in agroforestry and monoculture plantations in Central Amazonia as affected by plant species and management. Applied Soil Ecology [s l]. [s.n.]; 1999;p 57-68.
21. Wolters, V. and K. Ekschmitt.. Gastropods, Isopods, Diplopods, and Chilopods: Neglected groups of the decomposer food web. In: Benckiser, G. Fauna in soil ecosystems: recycling processes nutrient fluxes and agricultural production .New York: Marcel Dekker; 1997. p. 265-306.
22. Zerbino M. Evaluación de la densidad, biomasa y diversidad de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de producción. Tesis de maestría en ciencias ambientales. Montevideo: Universidad de la Republica, Facultad de Ciencias; 2005

Enlaces:

23. Agricultura biodinámica. Bosques de micorrizas. Los abonos verdes .Inversiones verdes. Belari Consultores ; 2011[Acceso 1 Mar 2012] Disponible en: <http://belari.es/2011/01/05/los-abonos-verdes/>

24. Aureum M .Fases Del Ciclo Del Nitrógeno. S.L. Ing Civil Y Medio Ambiente; 2004 [Acceso 1 Mar 2012] Disponible en: <http://www.miliarium.com/proyectos/nitratos/Nitrato/CicloNitrogeno.asp>
25. Ascanio N .Reseña del uso y manejo agroecologico de los suelos, situación actual. CENAIC ;2002 [Acceso 1 Mar 2012] Disponible en: <http://www.proyectorural.org/Manejo.htm>
26. ASOCAM. Agricultura sustentable; Suelos. Biblioteca virtual. 2007. [acceso 19 Mar 2012] Disponible en: <http://www.asocam.org/>
27. BAYER asesina niños en Corrientes .TARINGA; 2010. [Acceso 1 Mar 2012] Disponible en: <http://www.taringa.net/comunidades/impacientes/2459158.2/BAYER-asesina-ni%C3%B1os-en-Corrientes.html>
28. Bolaños G .América latina: Historia en el siglo xx . Estudio Sociales. Liceo de Atenas; 2011. [Acceso 1 Mar 2012] Disponible en: <http://www.slideshare.net/Socialesdigital/iii-unidad-amrica-latina-en-el-siglo-xx>
29. Ciencias de la tierra y del medio ambiente. Ciclo del Fósforo [Acceso 1 Mar 2012] Disponible en: <http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/04Ecosis/137CicP.htm>
30. Ciencias de la Tierra .Ciclos Biogeoquímicos.;2009 [Acceso 1 Mar 2012] Disponible en: <http://platea.pntic.mec.es/~cmarti3/CTMA/BIOSFERA/ciclos.htm>

31. Coronado M. Manejo ecológico del suelo .Centro de Investigación, Educación y Desarrollo, CIED.[Acceso 1 Mar 2012] Disponible en:
<http://www.ciedperu.org/manuales/suelin.htm>
32. Cueva del ingeniero civil: apuntes, herramientas y temas de ingeniería civil. Riesgos para la salud por la disposición de excretas.2011 [Acceso 1 Mar 2012] Disponible en:
<http://www.cuevadelcivil.com/2011/03/riesgos-para-la-salud-por-la.html>
33. Ecología, Formación y desarrollo del suelo. Medio Ambiente.2010; [acceso 22 Mar 2012] Disponible en:
<http://www.vidaecologica.info/formacion-y-desarrollo-del-suelo/ dibujo perfil>
34. García A. El suelo. La gran enciclopedia ilustrada del proyecto salón hogar; [acceso 1 Mar 2012] Disponible en:
http://www.proyectosalohnogar.com/Ciencias/El_suelo.htm.
35. Flores J. La Fertilidad del Suelo .AGROVIDA;2011. [Acceso 15 Mar 2012] Disponible en:
<http://agronovida.blogspot.com/2011/04/la-fertilidad-del-suelo.html>
36. García J. El futuro de la agricultura. La descomposición de la materia orgánica. Inforganic 2012 [acceso 1 Mar 2012] Disponible en: <http://inforganic.com/node/484>
37. González F .Manejo ecológico de suelos y cuencas hidrográficas. General de Brigada ®. Investigador Adjunto del Ministerio de Ciencia. [Acceso 1 Mar 2012] Disponible en:

<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia23/HTML/articulo02.htm>

38. Guía de Jardinería Nutrición orgánica de los suelos – Parte II ;2011[Acceso 1 Mar 2012] Disponible en:
<http://www.guiadejardineria.com/nutricion-organica-de-los-suelos-parte-ii/>
39. Hiller A. Modelo digital de los efectos del calentamiento global. 2006[Acceso 11 Mar 2012] Disponible en:
<http://www.monografias.com/trabajos37/calentamiento-global/calentamiento-global2.shtml>
40. Ibáñez J. Funciones de los Organismos del Suelo: La biota Edáfica.2007. [Acceso 1 Mar 2012] Disponible en:
<http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2007/03/25/62254>
41. IDEAM. Degradación Cambios adversos en el recurso suelo SIAC.2002
<http://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=470&conID=694>
42. Iuianvac .Reservas Ecológicas Del Ecuador;2011 [Acceso 1 Mar 2012] Disponible en:
<http://blog.espol.edu.ec/galletasdearazacsect/>
43. La Nación Revista, Especial Ecología. Suelo. Despertar conciencia.1999 [Acceso 1 Mar 2012] Disponible en:
<http://despertandoconcienciaplanetaria.wikispaces.com/Suelo>
44. Mafla.H Alternativas ecológicamente apropiadas para el manejo sostenible de la Cuenca hidrográfica y parcelas. 2008 IDEAM. [Acceso 1 Mar 2012] Disponible en:

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

<http://www.agrorural.gob.pe/conservacion-de-suelos/conservacion-de-suelos/conservacion-de-suelos.html>

45. Modelo digital de los efectos del calentamiento global. [Acceso 1 Mar 2012] Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos37/calentamiento-global/calentamiento-global2.shtml>
46. Manejo ecológico de suelos: Conceptos, experiencias y técnicas. CEPES; 2010 [Acceso 1 Mar 2012] Disponible en: http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/manejo_ecologico_de_suelos/manejo_ecologico_de_suelos-2.pdf
47. Nigoul M. Función de la materia orgánica en el suelo 2006 [acceso 1 Mar 2012] Disponible en: <http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/11880.html>
48. Nutrientes del suelo nutrientes del suelo. [Acceso 1 Mar 2012] Disponible en: <http://edafologia.fcien.edu.uy/archivos/Nutrientes%20del%20suelo.pdf>
49. Restrepo J. Manual Práctico - El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas. Primera edición. Managua: SIMAS. [s.n.], 2007. [acceso 1 Mar 2012] Disponible en: <http://www.ipcp.org.br/References/seAlimentando/Manual%20Practico%20ABC%20Agricultura%201-16.pdf>
50. Picado J. Añasco A. Preparación y uso de abonos orgánicos Sólidos Y Líquidos Serie Agricultura Orgánica N°8 Editado por: Corporación Educativa para el Desarrollo Costarricense; 2011 [Acceso 1 Mar 2012] Disponible en: www.cedeco.or.cr

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

51. Pinheiro S. Suplemento del Seminario Brecha (Uruguay): PLANETAGUA. 2002. [acceso 1 Mar 2012] Disponible en: <http://www.reluita.org/agricultura/ambiente/agua/acuifero/5.htm>
52. SAFA. El Suelo Y La Vida. Capítulo I. Generalidades Del Suelo. [acceso 15 Mar 2012] Disponible en: <http://img.webme.com/pic/r/ruralistas-lar/dos.jpg>
53. Santillana. Historia del Ecuador. Principales cultivos en Ecuador. Kalipedia ;2011 [acceso 1 Mar 2012] Disponible en: http://ec.kalipedia.com/historia-ecuador/tema/principales-cultivos-ecuador.html?x=20080801klpgeogec_33.Kes&ap=1
54. Santillana. Andenes o terrazas del cultivo construidas por los Incas. Kalipedia [Acceso 1 Mar 2012] Disponible en: http://www.kalipedia.com/fotos/andenes-terrazas-cultivo-construidas.html?x=20080801klphishbo_17.les
55. Santos E .Ecuador el siglo xx. Colegio De Economistas De Pichincha; Biblioteca virtual. 2004; [acceso 17 Mar 2012] Disponible en: <http://www.colegiodeeconomistas.org.ec/documentos.php>
56. Suplemento Rural. Recuperación y conservación de suelos en terrenos poco productivos. ABC Rural; 2008 [Acceso 15 Mar 2012] Disponible en: <http://archivo.abc.com.py/suplementos/rural/articulos.php?pid=85480>
57. Técnicas Agroecológicas y el Uso de Recursos. No. 4 - Técnicas Agroecológicas Unidad de Comunicación e Información – CIED. [Acceso 1 Mar 2012] Disponible en:

AUTOR: DORIS S. SAMANIEGO PLASENCIA.

TEMA: MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA

<http://www.valsalice.edu.co/articulos/Tecnicas%20agroecologicas%20y%20el%20uso%20de%20recursos.pdf>

58. Valesco A. Lombricultura/ compostaje .Infojardin; 2010 [acceso 17 Mar 2012] Disponible en:
<http://www.infojardin.com/foro/showthread.php?t=155863>