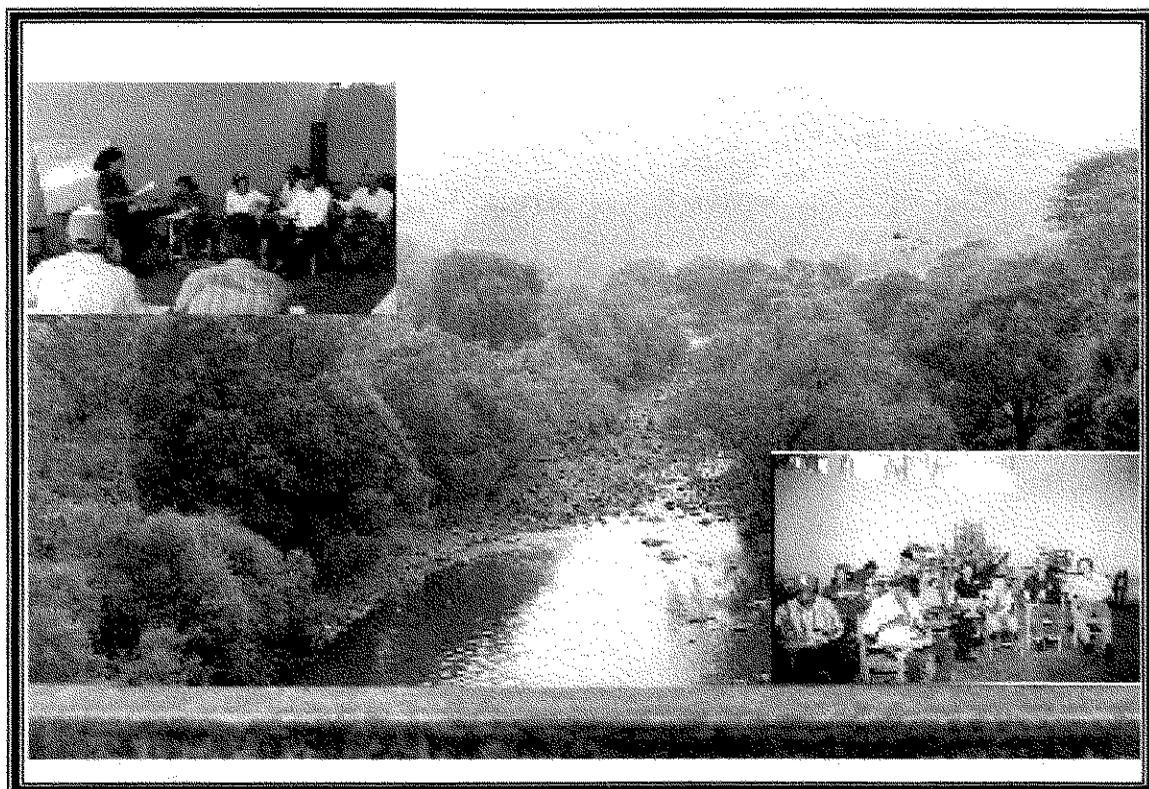




Universidad Nacional Agraria

Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

TRABAJO DE DIPLOMA



***Identificación, Priorización y clasificación de Indicadores
Locales de Calidad del Suelo de la Sub Cuenca del Río Calico
San Dionisio, Matagalpa***

Autor

Br. Cristian Mercedes Luna Acuña

Asesor

Ing. M.Sc. Leonardo García Centeno

Managua, Octubre del 2000.

Dedicatoria

A Dios

De manera principal y con todo sinceridad por haberme dado la vida hasta el día de hoy con quien siempre estaré en deuda.

A mi Madre

Yelba del Rosario Acuña Blanco, quien con su esfuerzo, sacrificio y trabajo permitiera que pudiera terminar exitosamente mi formación profesional.

A mi Padre

Aristides Antonio Luna Montoya, por el apoyo brindado en los momentos más difíciles.

A mi Abuela

Melania Acuña Centeno, por su ayuda y apoyo.

A mis Hermanos

Yelba María Luna Acuña.

Marling Rocío Luna Acuña.

Aristides Antonio Luna Acuña.

Norlan José Luna Acuña.

Ezaquiel de Jesús Luna Acuña.

A todos los que hagan falta, gracias

Cristian Mercedes Luna Acuña.

Agradecimientos

Gracias a Dios por haberme iluminado, guiado por el camino correcto y haberme llenado de fuerza y sabiduría en los momentos más difíciles de mi carrera.

Quiero reconocer la valiosa y acertada orientación que recibí del Ingeniero Msc. Leonardo García Centeno en la preparación, orientación y fundamentación de mi tema.

Igualmente mis sinceros agradecimientos por la colaboración y apoyo incondicional brindados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y su personal técnico.

Lic. Martha Lacayo.

Ing. Nohemí Espinoza.

Lic. María Eugenia Baltodano.

Lic. Dominga Tigerino.

Dr. Rony Vernooy.

Ing. Msc. Jorge Alonso Beltrán.

Que en el fortalecimiento con la UNA han hecho posible la realización de este trabajo.

Al Ing. Msc. Camilo Somarriba por ayudarme en mi carrera profesional en la Universidad Nacional Agraria.

A todos ellos gracias por su cooperación

Cristian Mercedes Luna Acuña

INDICE	PAGINA
ÍNDICE DE TABLAS	I
ÍNDICE DE FIGURAS	II
RESUMEN	III
SUMMARY	IV
I. INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
Objetivos Generales	3
Objetivos Específicos	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 El suelo como recurso natural	4
2.1.1 Importancia del suelo como recurso natural	4
2.1.2 Diferentes conceptos de suelo	4
2.1.3 Factores de formación de suelos	5
2.1.4 Procesos de formación de suelos	10
2.2 La importancia del conocimiento campesino de los suelos	12
2.2.1. Conceptos de indicadores de la calidad del suelo	14
2.2.2. Propiedades relacionadas a la calidad de los suelos	17
2.3. Investigación participativa	30
2.3.1 Destrezas para aplicar la metodología de investigación participativa	30
2.3.2. Conceptos de comunicación	31

2.3.2.1. Algunas destrezas de la comunicación	31
2.3.3. Principales características de los métodos participativos	34
2.3.4. Perfil de un buen facilitador	35
III. MATERIALES Y METODOS	36
3.1. Descripción del área de estudio	36
3.2. Clima	36
3.3. Suelo	37
3.4. Geología	37
3.5. Criterios de selección de la zona de estudio	39
3.5.1. Criterios de selección de comunidades	39
3.5.2. Criterios para la selección de agricultores	40
3.5.3. Número de participantes por comunidad a la realización de los talleres	41
3.6. Metodología del desarrollo de los talleres	41
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
4.1. Identificación de los indicadores de la calidad del suelo	50
4.2. Prioridad final de indicadores de la calidad del suelo en la subcuenca del Río Cállico	53
4.2.1. Zona geográfica alta	54
4.2.2. Zona geográfica baja	57

4.2.3	Comparación entre la prioridad final de indicadores de la calidad del suelo, para la zona baja con respecto a la zona alta de la subcuenca del Río Cállico	59
4.3	Desviación estándar para los indicadores locales de la calidad del suelo de la subcuenca del Río Cállico	66
4.3.1	Desviaciones estándar para la parta alta de la subcuenca del Río Cállico	67
4.3.2	Desviaciones estándar para la parta baja de la subcuenca del Río Cállico	69
4.4.	Comparación del conocimiento campesino de los suelos (indicadores locales), con los criterios de los agricultores	72
4.4.1	Opiniones de los agricultores	76
4.5.	Separación de las propiedades permanentes y modificables de los suelos	78
4.5.1	Recomendaciones agronómicas para mejorar las propiedades modificables de los suelos	86
V.	CONCLUSIONES	88
VI.	RECOMENDACIONES	90
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
VIII.	ANEXOS	97

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA		PÁGINA
1	Indicadores locales de la calidad del suelo en la comunidad de Jalapa, Yorito, Yoro	15
2	Listado de indicadores que los agricultores de la zona alta de la Subcuenca del Río Cálido utilizan para determinar el estado de Salud del suelo. (1998)	51
3	Listado de indicadores que los agricultores de la zona baja de la subcuenca del Río Cálido utilizan para determinar el estado de salud del suelo (1998)	51
4	Matriz de priorización final de indicadores de la calidad del suelo: parte alta de la subcuenca del Río Cálido, San Dionisio, Matagalpa (1998)	56
5	Matriz de priorización final de indicadores de la calidad del suelo: parte baja de la subcuenca del Río Cálido, San Dionisio, Matagalpa (1998).	58
6	Comparación entre indicadores locales del suelo ya priorizados, de la zona alta con respecto a la zona baja (1998).	60
7	Desviación estándar par cada indicador de la calidad del suelo; parte alta de la subcuenca del Río Cálido, San Dionisio, Matagalpa (1998).	68
8	Desviación estándar par cada indicador de la calidad del suelo; parte baja de la subcuenca del Río Cálido, San Dionisio, Matagalpa (1998).	70
9	Compatibilización entre indicadores locales y técnicos de la calidad del suelo, con el lugar de priorización otorgado por parte de los	

	agricultores de la parte alta de la subcuenca del Río Cálido, San Dionisio, Matagalpa (1998).	74
10	Compatibilización entre indicadores locales y técnicos de la calidad del suelo, con el lugar de priorización otorgado por parte de los agricultores de la parte baja de la subcuenca del Río Cálido, San Dionisio, Matagalpa (1998)	75
11	Propiedades diagnósticas de los suelos clasificadas en permanentes y modificables, según los agricultores de la parte alta de la subcuenca del Río Cálido (1998).	81
12	Propiedades diagnósticas de los suelos clasificadas en permanentes y modificables, según los agricultores de la parte baja de la subcuenca del Río Cálido (1998).	83
13	Recomendaciones agronómicas para las propiedades Modificables del suelo.	87

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	División altitudinal de las comunidades de la subcuenca del Río Cállico.	38
2.	Dibujo que muestra la forma en que cada productor hizo la clasificación por tarjetas.	46
3.	Clasificación por porcentaje de las propiedades del suelo en permanentes y modificables a corto, mediano y largo plazo, que usan los agricultores de la parte alta de la subcuenca del Río Cállico.	85
4.	Clasificación por porcentaje de las propiedades del suelo en permanentes y modificables a corto, mediano y largo plazo, que usan los agricultores de la parte baja de la subcuenca del Río Cállico.	86

RESUMEN

El presente taller se realizó con agricultores de la cuenca Río Cállico, San Dionisio, Matagalpa, con el siguiente objetivo: elaborar con la participación de los agricultores, de la subcuenca del Río Cállico, San Dionisio Matagalpa, la identificación y priorización de indicadores locales que ellos mismos están acostumbrados a usar para determinar la calidad de los suelos. En el presente trabajo se dividió a la subcuenca del Río Cállico en dos estratos altitudinales, alto y bajo, realizándose un taller con productores por cada estrato. Los factores en estudio fueron los indicadores locales obtenidos de la retroalimentación por parte de los productores, los cuales se agrupan en un solo significado para adjudicarse su respectivo nombre técnico y así obtener compatibilidad entre ambas partes. Para la zona alta, en la que asistieron productores de 5 comunidades, de los cuales asistieron al taller en total 24 agricultores, se obtuvieron un total de 20 indicadores de la calidad del suelo, de los cuales “Obras de conservación de suelos” y “Profundidad de la capa fértil” se ubican en primer y segundo lugar de prioridad para juzgar la calidad del suelo y “Drenaje” en último lugar. De los veinte indicadores; el 35% (7) son propiedad permanentes; el 20% (4) son propiedad modificable en un corto plazo y el 30% (6) corresponden a propiedades modificables en un mediano plazo; el 15% (3) son indicadores modificables largo plazo. Con respecto a la zona baja, se trabajó con agricultores de 4 comunidades asistiendo al taller un total de 27 agricultores de los cuales se obtuvieron un total de 21 indicadores de la calidad del suelo. “Profundidad de la capa fértil” y obras de “Conservación de suelo” quedaron ubicadas en el primero y segundo lugar de prioridad, “Dureza”, en el último orden. El 38% (8) de los indicadores son permanentes; el 24% (5) se pueden modificar a un corto tiempo; el 24% (5) en un mediano plazo y el 24% (2) corresponden a indicadores de la calidad del suelo modificables a largo plazo. Se recomienda que en vez de un taller, sean dos y, difundir el conocimiento a técnicos extensionistas para que compartan el conocimiento local y científico con los productores.

SUMMARY

The workshop was carried out with the participation of farmers from the Río Calico basin, San Dionisio, Matagalpa, and the objective was to elaborate the identification and prioritization of local indicators to which farmers in that area are used to in order to determine the quality of the soil. This work was divided to the sub basin of Río Calico into two altitudinal stratum, high and low; a workshop was carried out for each stratum. The studied factors were the local indicators, which were gotten from the farmers' feedback. These factors were grouped in one meaning to adjudicate its respective technical name so that the compatibility can be obtained from both parts. The high zone has five communities and only 24 farmers showed up to the workshop, but a number of 20-soil-quality indicators were obtained. These are "Soil conservation works" and "Depth of the fertile layer"; these two are the first and second priority to judge the soil quality and finally the other indicator "Drainage". From all the indicators, 7 (35%) are permanent; 4 (20%) are short-term modifiable properties and 6 (30%) correspond to medium-term modifiable properties; 3 (15%) are long-term modifiable indicators.

Regarding the low zone, we worked with 27 farmers of 4 communities and gathered a total of 21-soil-quality indicators. "Depth of the fertile layer" and works of "Soil conservation". These two were ranked as the first and second place of priority; "Hardness" was in the last order. 8 (38%) indicators are permanent, 5 (24%) can be modified to a short-term; 5 (24%) are medium-term and 2 (24%) are soil quality indicators that can be modifiable to long-term. It is advisable to carry out two workshops instead of only one and try to expand this information to other technicians, so that they can share this local and scientific knowledge with the producers.

I. - INTRODUCCION

Los recursos naturales más abundantes y valiosos de Nicaragua son, indudablemente, el suelo, el agua y la energía solar. Estos racionalmente combinados entre sí y potenciados con el esfuerzo de un pueblo trabajador, pueden constituirse en la base para propulsar el desarrollo económico y social que el país necesita.

El fuerte deterioro de los recursos anteriormente mencionados al nivel de una cuenca, afecta diferentes áreas de acuerdo a sus características locales, siendo las zonas de laderas una de las más vulnerables debido a que en ellas se practica una agricultura intensiva, sometiendo a los suelos a un uso y manejo inapropiado.

El suelo es uno de los recursos naturales más importantes con que cuenta nuestro país; ya que nuestra economía se basa en la producción agrícola, por ello es necesario promover la protección de tan valioso recurso.

El uso sustentable del recurso suelo tiene una importancia fundamental para el mejoramiento de la calidad de vida de los agricultores, en particular aquellos ubicados en zonas frágiles de laderas. En estas zonas la erosión acelerada como consecuencia de la tala indiscriminada de los bosques y la falta de adopción de métodos apropiados de conservación en las zonas de cultivo se consideran como factores principales de su degradación.

Lo anterior pone de manifiesto que hoy en día tenemos que conocer mejor el recurso suelo con el fin de integrar el conocimiento local con el científico y juntamente determinar qué propiedades de los suelos son permanentes y cuáles modificables.

El presente estudio, consistió básicamente en obtener Indicadores Locales de la Calidad del Suelo (ILCS); estos indicadores se obtuvieron de parte del conocimiento práctico y experiencia de campo (sabiduría local) de los agricultores que habitan las comunidades rurales de la subcuenca del Río Calico, San Dionisio, Matagalpa. La piedra angular para

obtener dichos indicadores, se basó en la metodología de Investigación Participativa, a través de Talleres Participativos con los productores.

Los indicadores locales de la calidad del suelo, se identificaron y priorizaron en conjunto con los productores, a través de tarjetas que los mismos productores utilizaron para dicha priorización; los indicadores locales de la calidad del suelo obtenidos de los agricultores se integraron con el conocimiento técnico – científico (indicadores técnicos de la calidad del suelo), para tratar de homogeneizar o compatibilizar el lenguaje técnico con el lenguaje local o autóctono, y así obtener una comunicación más eficaz entre ambas partes.

La retroinformación o saber local por parte de los agricultores nos permite conocer el estado del recurso suelo (conjunto básico de indicadores), tal como el productor lo entiende al momento de juzgar un suelo de acuerdo al mejor uso que a éste se le puede dar.

OBJETIVOS

- Objetivos Generales

- Elaborar con la participación de los agricultores, de la subcuenca del Río Calico, San Dionisio Matagalpa, la identificación y priorización de indicadores locales que ellos mismos están acostumbrados a usar para determinar la calidad de sus suelos.

- Objetivos Especificos

- Identificar los indicadores locales de la calidad del suelo, que los productores de la subcuenca del Río Calico están acostumbrados a usar en sus menesteres agrícolas.
- Priorizar junto con los productores de la subcuenca del río Calico, los indicadores de la calidad del suelo que ellos mismos usan para juzgar la calidad del suelo de sus parcelas.
- Comparar los indicadores locales de la calidad del suelo, con los indicadores técnicos de la calidad del suelo, a fin de facilitar la comunicación entre productores y técnicos.
- Clasificar los Indicadores de la Calidad del suelo, (propiedades diagnósticas de los suelos), en permanentes y modificables.
- Proponer prácticas agronómicas sencillas para mejorar las propiedades modificables de los suelos y , de esta manera mejorar la fertilidad de los mismos.

II. - REVISION DE LITERATURA

2.1. - El suelo como recurso natural

2.1.1. - Importancia del suelo como recurso natural

Por qué el suelo es nuestro recurso natural más valioso?

- Constituye el basamento de los recursos naturales renovables (bosque y agua).
- Proporciona comida y fibra para la humanidad y constituye el recurso base para la subsistencia de los más pobres
- Sirve de filtro para los múltiples desechos de la actividad humana, así como reservorio de agua para los cultivos.
- El suelo no es un recurso natural renovable; se requieren de miles de años para la formación de un centímetro de suelo (Turcios et al. , 1998.)

2.1.2. - Diferentes conceptos de suelo

- El suelo es el producto de la descomposición de las rocas en partículas muy finas combinadas con materiales orgánicos que constituyen un medio apto para el crecimiento de las plantas y favorable a la actividad biológica (Turcios et al. , 1998).
- Mucha gente, cuando piensa en la palabra suelo, tiene en mente el material que nutre y sostiene a las plantas en crecimiento. Esa acepción es aún más general, ya que se aplica no únicamente en su sentido más común, sino también a rocas, al agua, la nieve y aún al aire, todos ellos capaces de sostener vida vegetal. El agricultor, desde luego tiene un concepto más práctico del suelo y lo considera como el medio en que crecen los cultivos. Por otra parte, para el ingeniero civil el suelo es el material que sostiene edificios y caminos (Foth, 1987).
- FitzPatrick (1987), afirma que diversos investigadores adoptan actitudes diferentes hacia el suelo. Tal vez el intento que sigue debe considerarse como una breve

descripción, más bien que una definición: suelo es el continuo de espacio-tiempo que forma la parte superior de la corteza terrestre.

- Para Rodríguez & Díaz, (1988) el suelo es un cuerpo natural e independiente resultado de la acción combinada de los factores de formación a través de los cuales ocurren los diferentes procesos que les dan origen a las características y propiedades que presentan.
- El suelo es un producto de la naturaleza cuya valoración difiere según la apreciación personal de sus diferentes usuarios; de acuerdo a Nyle & Brady (1974) citado por Turcios et al. (1998), la evolución de los conceptos modernos de suelo involucra dos fuentes básicas del conocimiento sobre este recurso natural.

En primer lugar está el conocimiento práctico acumulado por los agricultores a través de los siglos y que constituía la única información disponible, antes del advenimiento de la ciencia moderna. Este conocimiento por parte de los agricultores no ha sido apropiadamente valorado aunque constituye una valiosa fuente alternativa de información sobre los suelos y su manejo.

En segunda instancia se encuentra el conocimiento adquirido a través de la aplicación del método científico al suelo, mediante las ciencias de la edafología y de la pedología.

2.1.3. - Factores de formación de suelo

Un factor de formación suelos es un agente, una fuerza, una condición una relación o una combinación de ellos, que afecta, ha afectado o puede influir en un material original del suelo, con potencial para cambiarlo (Buol et al. , 1983).

Se debe entender por factor de formación a cada elemento, parte o agente que propicie un resultado; y en este caso entenderemos como factor de formación de los suelos aquellos elementos que intervienen como agentes causales en su desarrollo y que son el clima, el material parental, el relieve, los organismos y el tiempo.

Según Turcios *et al.* (1998), estos factores estarán expresados en mayor o menor medida dependiendo del tipo de suelo y de las características del entorno ambiental. Por ejemplo, en un clima árido y frío en un relieve de montañas, la evolución del suelo estará limitada por el relieve, la disponibilidad de humedad y las bajas temperaturas que condicionan un substrato menos propicio para el desarrollo de organismos, incluyendo plantas y animales. Otro ejemplo, lo constituyen los suelos que se han formado en lugares planos; en donde la característica principal que condiciona la evolución del suelo está marcada por la tendencia a la acumulación de sedimentos provenientes de las partes altas y/o debido a las inundaciones.

a) Clima

Siendo el clima el principal factor que determina la tasa y tipo de formación de suelos, así como el principal agente que determina la distribución de la vegetación y el tipo de procesos geomorfológicos, forma la base de muchas clasificaciones de fenómenos naturales, incluyendo los suelos (FitzPatrick, 1987).

Por clima se entiende el estado de la atmósfera en un determinado punto concreto de la esfera terrestre, que se caracteriza por las magnitudes medias de los elementos meteorológicos (temperatura, precipitación, humedad, aire, etc.), y sus índices extremos, que dan las amplitudes de oscilación en el transcurso de un día, temporada y año completo (Rodríguez & Díaz, 1988).

Entre los componentes del clima, la temperatura y la precipitación tienen la mayor influencia, al controlar las tasas de los procesos físicos y químicos. En general se considera

que si el clima tiene una amplia oportunidad de actuar se convierte en el factor de mayor influencia y tiende a dominar la formación de un suelo.

El efecto principal de la temperatura en el suelo es influir en la tasa de las reacciones, ya que por cada ascenso de 10° C en la temperatura, la velocidad de una reacción química aumenta por un factor de dos o tres. La principal reacción del suelo en que se aplica lo anterior es en la hidrólisis de silicato primarios. Con el incremento de la temperatura también se acelera la tasa de descomposición biológica de la materia orgánica y aumenta la cantidad de humedad que se evapora del suelo (FitzPatrick, 1987).

Se ha señalado que por lo común un incremento en la precipitación va asociado con un aumento en la materia orgánica y en el contenido de arcilla. Dado que la capacidad de intercambio de cationes está relacionada directamente con el monto de esas dos fracciones, también aumenta con la precipitación (Foth, 1987).

b) Topografía

La topografía se refiere al aspecto de la superficie terrestre y es sinónimo de relieve. Incluye las importantes cordilleras y a las planicies monótonas, que dan ambas la impresión de una estabilidad considerable y apariencias de ser eternas, pero aún zonas formadas por rocas muy duras como el granito están cambiando constantemente por intemperización y erosión.

Finalmente todas las montañas se desgastarán, formando superficies planas u onduladas, pero que ese proceso es muy lento y en el caso de montañas como las Himalaya o los Andes toma muchos millones de años; las dunas arenosas y los volcanes que pueden cambiar y desarrollarse con bastante rapidez. Por lo tanto, la topografía no es estática, sino forma un sistema dinámico, cuyo estudio se conoce como geomorfología (FitzPatrick, 1987).

El arreglo de las rocas en el paisaje determina hasta cierto punto el potencial de desarrollo de un suelo. La topografía del terreno afecta directamente sea acelerando o retrasando los

procesos de formación de un suelo. Por ejemplo, el desarrollo del perfil en tierras montañosas de relieve colinado condiciona un cierto grado de erosión que puede llegar hasta inhibir la posibilidad de desarrollo de un suelo profundo. De otra parte en tierras planas los excesos de agua y la falta de drenaje pueden condicionar transformaciones de los minerales arcillosos de la roca que afectan directamente el tipo de suelo que se forma (Turcios et al. ,1998).

c) Organismos

Los organismos que influyen en el desarrollo de los suelos abarcan desde bacterias microscópicas hasta mamíferos grandes, incluyendo al hombre. De hecho, casi cada organismo que vive sobre la superficie de la tierra o en el suelo afecta el desarrollo mismo en una u otra forma. Enseguida se presenta una clasificación arbitraria y un tanto gruesa de los organismos más importantes del suelo:

- * Plantas superiores.
- * Vertebrados:
 - Mamíferos.
 - Otros vertebrados.
- * Microorganismos.
- * Mesofauna.
- * Hombre

Los vegetales, principalmente las plantas superiores, constituyen un factor de formación de suelos debido a la contribución de la materia orgánica, lo que diferencia a los suelos de la roca firmemente dividida. En algunas regiones las plantas son determinantes de las características del suelo superficial así como de su evolución, por ejemplo, en zonas de praderas, los pastos debido a las características de su sistema radical tienden a distribuir la materia orgánica en forma más homogénea dentro del perfil de suelo, que en aquellas zonas donde predominan otros tipos de vegetación (ej. Arboles). Dentro de los organismos los animales y microorganismos también ejercen una marcada influencia en la formación de los

suelos debido a los aportes de elementos necesarios para la nutrición vegetal tales como el nitrógeno.

d) Material parental

Jenny (1941) citado por FitzPatrick (1987), define el material materno “como el estado inicial del sistema suelo”. Los materiales maternos están formados por material mineral o materia orgánica o bien una mezcla de ambos.

Este constituye el substrato o roca madre de la cual se forman los diferentes fracciones minerales que constituyen el suelo. El material parental está constituido por los minerales originales y/o productos de los procesos de intemperismo tanto físicos como químicos los cuales difieren en su composición y resistencia a la degradación. El material parental tiene gran influencia en las características físicas y químicas del suelo, por ejemplo las texturas arenosas de muchos suelos están determinadas en gran medida por la composición del material parental.

Así mismo, la presencia de carbonatos de calcio en el material parental en una región húmeda retrasa el desarrollo de la acidez a pesar de ser este un proceso promovido por dicha condición climática. Finalmente el material parental tiene una influencia marcada en el tipo de suelo que se desarrolla a partir del tipo de arcilla presente en un perfil de suelo (Turcios *et al.*, 1998).

e) Tiempo

La longitud de tiempo que los procesos de intemperismo actúan sobre los minerales del material parental afecta directamente las características del suelo resultante. Por ejemplo los suelos desarrollados en depósitos aluviales o lacustres en general no han tenido tanto tiempo para evolucionar como otros suelos desarrollados en otros paisajes. Asimismo, muchos de los suelos de las tierras húmedas del trópico han evolucionado bajo condiciones

de intemperismo extremo de los materiales originales, lo que causa una condición de intenso lavado que se manifiesta como suelos de baja fertilidad (Turcios et al. , 1998).

2.1.4. - Procesos de formación del suelo

Los procesos de formación son aquellas condicionantes que pueden hacer que un mismo juego de factores de formación evolucionen hacia diferentes suelos. Los procesos de formación se pueden clasificar en cuatro categorías:

- Pérdidas
- Ganancias
- Transformaciones
- Translocaciones

La contribución de cada uno de los procesos a la formación de un suelo dependerá de la medida en que los factores de formación interactúen entre sí. Por ejemplo, un suelo formado en un relieve muy escarpado típico del paisaje de montaña, en general estará dominado por los procesos de pérdidas en las capas superiores debido a la acción de la gravedad, consecuentemente esta pérdida se convertirá en ganancia en las regiones más bajas, en las cuales se forman los depósitos aluviales típicos del paisaje de los valles (Turcios et al. , 1998)

a) Ganancias

Se puede considerar al suelo como el depósito por excelencia, es así que puede recibir todo tipo de aportes tanto benéficos, como aquellos que corrompen el buen desarrollo de los suelos; estos aportes pueden ser líquidos, gaseosos o sólidos, minerales, biológicos, etc. Es importante por lo tanto que de ellos analicemos los aportes minerales y orgánicos.

Hay una íntima relación entre los procesos de pérdidas y ganancias, de tal manera que los agentes que afectan a uno de los procesos, afecta por lo tanto al otro. El agua efectúa su aporte mineral por su acción de arrastre y deposición tanto por su forma de lluvia, como también por los ríos, de acuerdo a la granulometría (tamaño de las partículas) y lugar de deposición. Los vientos hacen su aporte mineral a los suelos en dependencia de su velocidad, fuerza de arrastre, granulometría y composición de la fracción que arrastran (Turcios et al. , 1998).

La pendiente por acción de la gravedad, contribuyen a hacer aportes de minerales a las partes más bajas del paisaje, llegando a formar lo que conocemos como pies de monte, laderas, colinas, valles, etc. Las aportaciones o ganancias de materiales orgánicos se dan cuando los organismos vivos depositan sobre o en el suelo sus restos orgánicos (vegetales y/o animales), los que al entrar en un proceso de descomposición y formación de complejos orgánicos producen el oscurecimiento característico de los horizontes de las capas superficiales del suelo.

b) Pérdidas

Los procesos de pérdidas o sustracción en la formación de los suelos se dan principalmente por efecto de lavado y/o erosión. La erosión es quizá el proceso de pérdidas con el que nos relacionamos más fácilmente. Este puede efectuarse de manera diferente y por agentes y mecanismos muy variados, entre los que se cuentan el agua, el viento y la gravedad, los cuales pueden provocar desde una pérdida casi imperceptible por erosión la minar, hasta los movimientos en masa incluyendo deslizamientos masivos, solifluxión, reptación, flujos de lodo, derrumbes, etc. (Turcios et al. , 1998).

El lavado de los compuestos o elementos presentes en el perfil de suelo depende en primera instancia de la solubilidad de los mismos y su relación directa con el régimen de humedad. Otro ejemplo de proceso de pérdidas los constituyen la acidificación de un suelo como consecuencia de la pérdida de los elementos bases incluyendo el calcio, el magnesio, el sodio y el potasio.

c) Transformaciones

Este proceso se puede definir como la modificación de los materiales inorgánicos (fracciones minerales) por medio de la meteorización química y del intemperismo; y las transformaciones que se efectúan en los materiales orgánicos (materia orgánica y humus) con los consecuentes productos húmicos resultantes (Turcios *et al.* , 1998).

d) Translocaciones

Las translocaciones son procesos que conllevan un movimiento físico de los constituyentes del suelo y que ocurren al interior del perfil. Un ejemplo ampliamente reconocido de este proceso es el movimiento de la arcilla de los horizontes superficiales con su consiguiente acumulación en los horizontes inferiores, proceso que se conoce como iluviación (Turcios *et al.* , 1998).

2.2. - La importancia del conocimiento campesino de los suelos

El conocimiento campesino es un recurso valioso que se está perdiendo cada día, es por ello que se propone un nuevo acercamiento de la ciencia de suelos, llamada “ciencia participativa de suelos” (Burpee & Turcios 1997); Citado por Turcios *et al.* , (1998). La meta sería combinar lo mejor de la ciencia de suelos con lo mejor de los conocimientos locales. La palabra “mejor” aquí se refiere tanto a los métodos de resolver problemas y al conocimiento básico como a los avances tecnológicos específicos. El objetivo es usar los dos sistemas de conocimientos para prevenir y resolver problemas locales de manejo del suelo, de manera más efectiva y apropiada, que lo realizado por cada uno de ellos individualmente.

De lo anterior queda claro que la integración de la experiencia de los agricultores con el conocimiento científico, nos permite a ambos lados un mejor entendimiento del recurso suelo, y de esta forma poder tomar las mejores decisiones para el manejo del mismo, con relación al estado de degradación en que se encuentre

Al mismo tiempo, hay muchas cosas que un agricultor, que como usuario del suelo conoce, experimenta y vive, lo que le permite saber que hacer para asegurar y aumentar sus rendimientos en el futuro, si en su lenguaje diferente al técnico sabe bien la condición de los suelos en sus diferentes parcelas, como cambia su condición bajo diferentes cultivos y usos, y como manejar el suelo para mejorar la calidad (Turcios *et al.* , 1998).

El compatibilizar el conocimiento local y técnico permitiría a cualesquier tipo de lector, determinar las propiedades diagnósticas de los suelos, que le permitirán tomar mejores decisiones a un nivel de detalle más cercano a la realidad, quizás acercándose más a lo que enfrentan los países en vías de desarrollo, donde los estudios no permiten llegar a los niveles de detalle necesarios para generar recomendaciones que sean aceptadas por los productores, de allí la importancia de combinar ambos conocimientos.

El conocimiento popular, aunque no critica las fuentes de las que toma su aprendizaje o de las razones que le dan validez, refleja proposiciones no comprobadas pero basadas y fundamentadas en la experiencia personal del campesino. Estas experiencias pueden ser objetos de reflexión y análisis para derivar elementos que contribuyen a enriquecer las explicaciones obtenidas a través de otros tipos de conocimientos. El conocimiento campesino sobre el comportamiento ambiental, la foresta y especies silvestres, entre otras, es un recurso invaluable que no esta siendo aprovechado (Ulloa *et al.* , 1994).

Los agricultores suelen aferrarse a las prácticas tradicionales que conocen y comprenden, y en consecuencia, sólo aceptan lentamente otras prácticas que no conocen o en las que no confían. Las prácticas tradicionales deben, por lo tanto, examinarse meticulosamente y se debe poner el máximo empeño en perfeccionarlas y adaptarlas a la situación actual, en lugar de reemplazarlas por tecnologías totalmente nuevas (Sheng, 1990).

Es necesario estudiar atentamente las creencias culturales y religiosas locales y entenderlas ya que a veces puede constituir un factor importante en la aceptación o falta de aceptación por parte de una comunidad agrícola de nuevas ideas y prácticas (Sheng, 1990).

2.2.1. - Conceptos de Indicadores de la Calidad del Suelo

la calidad del suelo está estrechamente vinculada a la salud del suelo. La salud del suelo casi puede estar referida a la presencia de micro y macro organismos en el suelo. Una alta presencia de bacterias, lombrices de tierra y otros organismos, son indicadores de suelos sanos. Los suelos sanos por lo general presentan una serie de características que se traducen en buenas condiciones para el crecimiento de las plantas o los cultivos y por ende en buenos rendimientos de cosecha, estas características finalmente, pueden ser utilizadas como indicadores de la calidad de los suelos.

La calidad de los suelos incluye: la estructura, textura, contenido de materia orgánica, pH, nivel de bio-vida, capacidad de almacenamiento de agua, compactación y drenaje del suelo, entre otros.

Indicador es algo medible y un descriptor puede tener varios indicadores. Por otro lado, un indicador puede servir para varios descriptores. Hünemeyer, (1997); citado por Turcios *et al.*, (1998).

El mismo autor indica que para cada descriptor se buscan uno a varios indicadores y son estos los que miden el cambio en los descriptores. Un ejemplo de un “**descriptor**” es el uso de fertilizantes en relación con la productividad agrícola y el “**indicador**” es el uso de fertilizantes por ha. (Turcios *et al.*, 1998).

Un indicador de calidad de suelo es una característica que nos permite definir el estado de las propiedades físicas y químicas que hacen que un suelo sea apto o no para determinadas labores de producción.

Trabajos realizados por Burpee & Turcios en Honduras en 1997 referente al conocimiento campesino, se reflejan en el siguiente cuadro de indicadores de calidad de suelo priorizados (Tabla 1).

Tabla 1: Indicadores locales de la calidad del suelo en la comunidad de Jalapa, Yorito, Yoro.

Lugar ^a	Integración del conocimiento		Propiedad	
	Técnico	Local	P ^b	M ^c
1	Profundidad efectiva	Capa del suelo gruesa / Capa del suelo delgada.	X	
2	Fertilidad	Opulento. que no utilice químicos / Necesita fertilización.		X
3	Lombrices	Presencia de lombrices de tierra / No presencia de lombrices de tierra.		X
4	Pendiente	Tierras poco declive. parejo / Tierras con mucho declive.	X	
5	Estructura	Si el terrón se desgrana. tierra suelta / El terrón no desgrana . tierra amarrada.	X	
6	Textura / humedad	Que el suelo retenga por más tiempo el agua / Que el suelo no retenga el agua.	X	
7	Practica de quema	Que no hayan habido quema en 5 años / Tierras quemadas en los cinco últimos años.		X
8	Color	Negro / Varios colores de la tierra.	X	
9	Textura	Que absorba más rápido el agua / Lenta absorción del agua.	X	
10	Textura	Suelos Francos. poco arcillosos / Barrialosa. arenosa.	X	
11	Tipo de vegetación	Zaléa. Chichiguaste se desarrollan / Chichiguaste no crece, maleza no desarrolla, zacate de gallina.		X
12	Obstáculos físicos	Fácil penetración del arado / Tronconosa.	X	
13	Producción	Mayor producción / Menos producción. hay que trabajar más para que produzca.		X
14	Pedregosidad	Que no haya piedras / Balastrosa. pedrosa. gravosa.	X	
15	Drenaje	No se aguachina el suelo / Se aguachina. suda el suelo.	X	
16	Erosión	Tierra no lavada / Tierra lavada.	X	

^a Lugar de priorización que los agricultores le otorgaron

P^b: Propiedad permanente

M^c: Propiedad modificable

Fuente: Turcios, Trejos & Barreto, (1998).

a) Indicadores técnicos

La descripción técnica de indicadores de la calidad de suelo, corresponde a un lenguaje científico que se emplea con personas con formación académica en ciencias de los suelos (Turcios et al. , 1998)

b) Indicadores locales

Los indicadores locales corresponden a un lenguaje que ha sido adoptado por los productores de una comunidad, en forma tradicional, para describir características del suelo, usando palabras entendibles por ellos (Turcios et al. , 1998).

Burpee & Turcios (1997), siguieron el siguiente proceso metodológico para la identificación y priorización de indicadores locales de la calidad del suelo. En síntesis son dos pasos:

- 1) Lluvia de ideas y,
- 2) Priorización de los indicadores identificados:

- Lluvia de ideas:

Los facilitadores solicitaron a los agricultores presentes, que mencionaran los indicadores o características que ellos conocen para determinar si un suelo es bueno, regular o malo, para los diferentes usos que le dan a la tierra. Seguidamente aquellos indicadores que se expresan con distintas palabras (indicador local) pero que significan lo mismo, se agrupan como descriptores de una misma característica. Posteriormente cada indicador se escribe en tarjetas de cartulina.

- Priorización de los indicadores identificados:

- Características físicas fundamentales: textura, estructura, color, consistencia, densidad y temperatura.
 - Propiedades derivadas: porosidad, capacidad de aire, capacidad de agua, compactación y profundidad radicular efectiva (Turcios *et al.*, 1998).
- Textura.

La textura de un suelo se refiere al tamaño de las partículas que lo constituyen. Las partículas elementales del suelo se clasifican, con arreglo a su tamaño, en arena, limo y arcilla. Por tanto, esta clasificación se basa en las dimensiones de la partícula y no en su composición química (Guerrero, 1996).

- Estructura del suelo.

Las partículas individuales del suelo, forman terrones y grumos, unidos por material coloidal, que poseen cierta organización interna y forma externa característica. La naturaleza y distribución por tamaño de los agregados y, recíprocamente, del espacio de poros, se denominan estructura del suelo, éstos juegan un importante papel en la determinación de las propiedades físicas del suelo y, por lo tanto en su fertilidad. Si los grumos del suelo o los poros mayores se deshacen, normalmente hay serias consecuencias para las plantas que allí crecen y también para la facilidad de manejo del suelo y para el drenaje (Wild, 1992).

- Profundidad de la capa fértil.

Este indicador se refiere a la profundidad de penetración de las raíces sin impedimentos sean estos físicos o químicos. Constituye una de las propiedades más importantes y nos revela con claridad el potencial del suelo a ser utilizado para la producción de cultivos, de manera tal que puedan éstos desarrollarse y producir en la forma esperada.

Ejemplo:

- ✓ No hay capa fértil, o la capa fértil es muy delgada, menos de 2 pulgadas. La tierra está muy cerca de la superficie.
 - ✓ La capa fértil tiene poca profundidad, entre 2 y 5 pulgadas.
 - ✓ La capa fértil es profunda, más de 5 pulgadas (Burpee, 1997).
- Dureza.

La consistencia del suelo o propiedades para su manejo se refieren al tipo y grado de cohesión y adhesión existente entre las partículas del mismo, por lo general la dureza es debido a compactación y/o cementación y se presenta en todos los estados de humedad (FitzPatrick, 1987).

La dureza es la resistencia que opone el suelo seco a romperse o fragmentarse cuando se frota con los dedos. A medida que aumenta la proporción de arcilla se incrementa la dureza, firmeza, plasticidad o pegajosidad respectivamente (Fuentes, 1994).

Un suelo endurecido alcanza tal dureza que para despedazarlo se necesita un golpe fuerte de martillo, el cual resuena al golpear (Foth, 1975).

A la consistencia del suelo pertenecen la dureza, la resistencia, la compactación, cementación, la adhesividad y la plasticidad. La dureza y la resistencia son propiedades recíprocas, mientras más endurecido es el suelo más resistencia opone a la penetración. La compactación y la cementación contribuyen con la dureza del suelo (Cairo, 1995).

La presencia en el suelo de cantidades grandes de materia orgánica humificada es de gran importancia ya que aumenta la plasticidad de los suelos arenosos, pero en las arcillas tiene el efecto contrario, reduciendo su adhesividad. La consistencia de los suelos de textura media no cambia mucho con las variaciones en contenido de humedad, tanto en estado seco como mojados de ordinario son friables esto es, macizos con agregados bien formados que se desmoronan con facilidad al aplicarles presión (FitzPatrick, 1987).

Por lo general la dureza es debida a la compactación y/o cementación y se presenta en todos los estados de humedad (FitzPatrick, 1987).

El rango de dureza es como sigue:

- Duro: resiste fuerte a la ruptura al apretarlo entre el índice y el pulgar, pero se rompe con facilidad al apretarlo entre las manos.
- Muy duro: sólo se puede romper apretándolo entre las manos.
- Extremadamente duro: sólo puede romperse con algún implemento, como con un martillo geológico (FitzPatrick, 1987).

Al respecto Burpee, (1997) da algunos ejemplos prácticos: El suelo es duro, denso o sólido. No se puede deshacer entre dos dedos. El suelo es firme y se quiebra entre dos dedos con fuerza moderada. El suelo es suave; se deshace fácilmente con poco esfuerzo (Burpee, 1997).

▪ Facilidad de labrar el suelo.

Este indicador se refiere a la facilidad de romper el suelo con el arado o el azadón, por ejemplo, casi no entra el arado ni el azadón a la tierra; la tierra se pega al arado y es difícil de labrar. hay que trabajar mucho con azadón para romper la tierra; los bueyes aran rápido, el trabajo con azadón es fácil y la tierra queda suelta (Burpee, 1997).

Las formas muy descompuestas de materia orgánica, tienen un efecto muy marcado en las propiedades físicas y químicas de los suelos minerales. Los efectos benéficos del humus en la labranza del suelo, se hace más notable en suelos muy arenosos o suelos muy arcillosos, que en suelos de textura media. Sin embargo, una cantidad liberal de humus ayuda a mantener una condición estructural muy deseable en toda clase de suelos (Millar *et al.*, 1975).

La adición de materia orgánica a los suelos arenosos, tiende a fomentar la granulación, al unir las arenas y formar grumos, mejorando con esto la labranza de estos suelos. Los suelos altos en arcillas y bajo en materia orgánica a veces presentan un mal estado de labor

por la formación de grandes terrones. La mezcla íntima de la materia orgánica en estos suelos fomenta la granulación, y hace disminuir la formación de grandes trozos. Un suelo arcilloso que contenga bastante materia orgánica por lo regular es blando, friable y fácilmente cultivado (Milla *et al.*, 1975).

- Color del suelo:

Es una característica del suelo que tiene una relación directa con la temperatura, humedad, clima, organismos y se utiliza comúnmente como indicador de la fertilidad de los suelos. El color cambia dependiendo del contenido de humedad, de la cantidad de materia orgánica, muy marcado en algunos suelos y comparativamente poco en otros. Los colores en humedad son comúnmente más oscuros (Turcios *et al.*, 1998).

El contenido de la materia orgánica, la condición de drenaje y la aireación, son propiedades del suelo relacionados con el color, que son de interés para los agricultores (Millar *et al.*, 1975).

El color rojo de mucho de los suelos tropicales es debido a la abundancia de óxidos de hierro. El color oscuro de los suelos de las regiones templadas en general se debe a la materia orgánica en estado avanzado de descomposición que contienen cuando el drenaje permite la aireación, y las condiciones de humedad y temperatura son favorables para la actividad química, el hierro contenido en los minerales es oxidado e hidratado en compuestos de color rojo y amarillo. Los óxidos de hierro muy hidratado son de color amarillo, pero a medida que disminuye la hidratación los rojos reemplazan a los amarillos (Foth, 1975).

Con respecto al color también tenemos que:

- Color oscuro: materia orgánica; minerales ferromagnesianos; heredado del material originario (esquistos); óxido de hierro y manganeso; materiales piroclásticos (lapilli).

- Color blancuzco: arena cuarzosa; caliza; yeso; algunos materiales volcánicos; sales más solubles que el yeso (inflorescencias blancas en superficie).
- Color rojo o amarillo: óxidos de hierro de menos a más hidratados.
- Colores grises: síntomas de reducción.
- Colores grises con moteado: síntomas redox.
- Colores rojos a pardos: buena aireación, buena eliminación del agua, buen drenaje (Porta, López & Roquero, 1994)

- Pendiente

Se entiende por pendiente de un terreno en general a su inclinación respecto a la horizontal, puede ser ascendente o descendente según el punto de observación. Si el terreno es horizontal su pendiente es cero; la forma más usual de expresar la pendiente es en tanto por ciento (%) (Aburto, 1992). Al respecto Burpee, (1997) afirma:

> de 30 % = Escarpado.

10-30 % = Moderado.

< 10 % = Plano.

- Erosión del suelo

La erosión del suelo es la remoción del material superficial por acción del viento o del agua (Kirkby & Morgan, 1984).

Es el desprendimiento y el desplazamiento de las partículas de suelo de la superficie del terreno, causada por la lluvia, el agua de escorrentía, el viento, los animales y el hombre (Cubero, 1994).

- Retención de agua

Esta característica se refiere a como retiene o mantiene la tierra el agua, si seca rápido después de una lluvia o si retiene humedad bien (Burpee & Turcios, 1997).

de solutos y se limita la cantidad de agua que las plantas pueden absorber. En este caso puede ocurrir una reducción del potencial de agua del suelo.

- Infiltración

El término infiltración se refiere específicamente a la entrada del agua hacia el interior del suelo y no debe confundirse con la conductividad hidráulica ni con la conductividad capilar del suelo (Schwab *et al.*, 1990). Al respecto, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (1972); afirma: que el agua penetra en el suelo por los poros, grietas, orificios practicados por gusanos y ocasionados por raíces podridas.

La cantidad y velocidad de infiltración del agua a través de la masa del suelo. Su cantidad y velocidad estará determinada por las características del perfil del suelo y en buena medida por el espacio de macroporos (Cairo, 1995).

Para evaluar la productividad del suelo hay que considerar su velocidad de infiltración, lo cual esta en relación directa con el drenaje. Un suelo de buen drenaje corresponde con una alta velocidad de infiltración. Los suelos arcillosos y arcillosos arenosos de estructura granular resistente al agua, así como los suelos arenosos y arenos arcillosos se distinguen por su alta velocidad de infiltración (Cairo, 1995).

La velocidad de infiltración del suelo determina su drenaje interno, cuando los suelos tienen más de 100 mm / hora de infiltración siendo arcillosos se consideran de buena estructura, ya que son capaces de almacenar el agua de lluvia y optimizar el uso del agua en el suelo (Cairo, 1995).

- Drenaje de agua del suelo

Como su nombre lo indica, trata un aspecto de la eliminación del exceso de agua subsuperficial, por los mejores medios y métodos descubiertos hasta la fecha (Luthin,

1979) Al respecto Burpee & Turcios, (1997) afirman que, es la manera como sale el agua después que esta entra al suelo.

La rigidez y la fuerza de sostenimiento, en condiciones húmedas y secas, la capacidad de drenaje y almacenamiento de agua, la plasticidad, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la retención de nutrimentos de las plantas, están todos íntimamente conectados con la condición física del suelo (Millar *et al.* , 1975).

b) Propiedades químicas

El estudio de las características y propiedades químicas de los suelos es de suma importancia para conocer en forma puntual los diferentes contenidos de los componentes orgánicos e inorgánicos del suelo y la influencia que estos puedan tener en la producción y/o productividad de los cultivos, de la interpretación de los mismos podemos llegar a conocer las diferentes etapas en la formación de los suelos y para identificación de los horizontes y propiedades químicas diagnósticas (Turcios *et al.* , 1998).

- **Contenido de materia orgánica.**

Los compuestos orgánicos que son depositados sobre la superficie y en el interior de los suelos, se descomponen de forma más o menos rápida por la acción biológica con la siguiente liberación de elementos minerales y gaseosos, así como la producción de complejos coloidales que se asocian con los componentes minerales para terminar formando parte de las fracciones finamente divididas del suelo. Esta propiedad afecta de manera muy marcada en la retención de agua, la estructura, el color y la temperatura del suelo (Turcios *et al.* , 1998).

La importancia del compost como materia orgánica está dada por la formación de humus que se considera esencial para el mejoramiento de las propiedades de los suelos, siendo estos beneficiados en las labores de maquinaria, aireación de las raíces, solubilidad de elementos, el aumento de la capacidad de intercambio catiónico y el aporte de

micronutrientes, son factores que se combinan para obtener mayores rendimientos de los cultivos y/o aumentar la fertilidad de los suelos (Pérez, 1994).

c) Propiedades biológicas

Las propiedades biológicas están relacionadas a la actividad de los diversos niveles de micro/meso y macro organismos que habitan el suelo. Procesos orgánicos tales como la asimilación, la respiración, la transpiración, la fotosíntesis y el crecimiento están directamente influenciados por otras propiedades del suelo incluyendo la temperatura, el pH, la aireación, humedad, contenido de nutrientes y materia orgánica. La mayoría de las reacciones químicas que tienen lugar en el suelo y las plantas se ven acelerados en presencia de altas temperaturas y disminuidos en bajas temperatura. Igualmente sucede con la humedad del suelo. Los procesos físicos de formación de los suelos dependen también de la temperatura (Turcios *et al.* , 1998)

▪ Crecimiento de malezas

El hombre en sus actividades agrícolas se vio en la necesidad de diferenciar claramente entre plantas deseables por ser objeto de interés (alimentos, vestidos, medicinas, etc.) y plantas que entorpecían el logro de tales objetivos, dando a estas últimas el nombre de malezas. Malezas es sinónimo en español de malas hierbas, plantas indeseables, plantas nocivas, plantas invasoras, adventicias, plantas comensales, etc. (Alemán, 1997).

Este indicador se refiere, a los tipos y cantidad de malezas que crecen en determinados suelos dedicados a la agricultura (Burpee, 1997). Esta característica es un indicador para determinar la calidad de un suelo.

▪ Lombrices

Conocida por su ardua labor en el suelo, la lombriz no es más que un animal primitivo y trabajador que se dedica a transformar materia muerta en materia viva. Se alimenta de materia orgánica descompuesta, lo que permite reducir los problemas de contaminación que

esto ocasiona; a la vez que da origen a un abono rico en microorganismos y nutrimentos que se encuentra en forma disponible para las plantas, característica que le permite ser un excelente mejorador de suelos (Martínez, 1996).

Las lombrices son los animales más efectivos para mejorar el suelo, ya que pueden pasar toda la parte arable del suelo por sus intestinos en un lapso de tres años (Cairo, 1995).

- Color de las hojas de las plantas

Este indicador, se remite a la apariencia de las hojas de los cultivos. Si las hoja son amarillas y hay pocas; si las hojas son angostas, pequeñas y de color verde amarillento; o si las hojas son anchas, frondosas y de color verde oscuro (Burpee, 1997). Una de las características de el saber local de los productores, para juzgar la calidad de un suelo, a través del sentido de la vista, es el color de las hojas de las plantas.

- Grosor del tallo

Este indicador, se refiere al diámetro del tallo de los cultivos; si los tallos son delgados o raquíticos; si tienden a recostarse hacia un lado; si los tallos son gruesos, rectos y quedan parados aunque moleste el viento (Burpee, 1997).

El diámetro del tallo de las plantas influyen, sobre la resistencia al acame cuando son atacadas por factores climáticos. A mayor diámetro del tallo, mayor consistencia tendrán las plantas. El diámetro puede ser influenciado por varios factores entre ellos se destacan: el nitrógeno disponible en el suelo y la densidad de población usada (García, 1997).

- Rendimiento

El rendimiento es el resultado del efecto combinado de muchos factores tanto genéticos como ecológicos, así como la interacción del genotipo con el medioambiente, incluyendo

dentro de este ultimo la influencia de la actividad humana mediante el manejo que le dé a la plantación; González & Bervis, (1993); citado por Uriarte & Tapia, (1997).

d) Otras condiciones que influyen en la calidad de los suelos

- Quema

Es la actividad que realizan los productores con el objeto de limpiar el terreno de la vegetación no deseada en el sitio donde se va a cultivar. Esta acción facilita la labor de siembra, pero causa daño al suelo ya que elimina organismos vivos y sustancias necesarias para el desarrollo de las plantas (Proyecto AGROS, [s.f.]).

La quema produce, en primera instancia, una interrupción en el ciclo natural de nutrimentos, en especial en el de la materia orgánica, ya que cesa la producción de residuos vegetales y ya no ocurre degradación y mineralización de los mismos, el suelo queda expuesto a la erosión, se destruye parcialmente el mantillo, lo esteriliza parcialmente reduciendo la actividad microbiana (Fassbender, 1987).

- Edad de la tierra

Es el tiempo transcurrido desde que la cobertura de la tierra (la montaña) fue cortada (tala, rosa y quema) para proceder a darle otro tipo de uso (Burpee & Turcios, 1997).

- Pedregosidad

Este indicador, se refiere a la presencia de piedras en el suelo; si el suelo es muy pedregoso, si hay piedras pero no estorban el manejo del cultivo o si no hay piedras del todo (Burpee, 1997). La presencia, cantidad y tipo de piedras en la parcela, es muy determinante a la hora de juzgar la calidad de un suelo.

- Obras de conservación de suelos

Son todas las prácticas encaminadas a aumentar la resistencia o aumentar las fuerzas que intervienen en la erosión, se denominan prácticas de conservación de suelos y a todas las medidas practicables requeridas para lograr la productividad permanente del suelo se les llaman instrumentos de conservación (Morales, 1996).

A las prácticas culturales y agronómicas se les denomina medidas agroconservacionistas e implican:

- Distribución adecuada de los cultivos en la finca
- Siembra en contorno.
- Siembra en fajas.
- Rotación de cultivos.
- Cultivos de cobertura.
- Abonos verdes.
- Barreras vivas (Morales, 1996).

Las prácticas mecánicas son aquellas que se realizan con implementos agrícolas, tal es el caso:

- Terrazas.
- Acequias o zanjas de laderas.
- Muros de retención.
- Canales de desviación.
- Canales vegetados.
- Represa para el control de cárcavas.
- Cubas de infiltración.
- Diques de contención (Morales, 1996).

- Estado de las obras de conservación de suelo.

Es el estado actual en el cual se encuentran las obras de conservación de suelos y aguas, por ejemplo, si se encuentran en mal estado, regulares o deficientes o bien mantenidas y funcionando (Burpee, 1997).

Un mantenimiento adecuado es sumamente importante para los trabajos de conservación del futuro; sin un mantenimiento de seguimiento, los trabajos de conservación del suelo no producirán beneficios duraderos (Sheng, 1990).

Al respecto el autor anterior afirma que existen muchas formas de garantizar un mantenimiento adecuado de los trabajos de conservación:

- Tratamiento de la tierra que los agricultores pueden mantener.
- Mantenimiento de la tierra tratada en uso.
- Instalación del trabajo de conservación de manera adecuada desde el comienzo y seguimiento con inspecciones.
- Participación de los agricultores en la instalación de las obras de conservación mediante la utilización de su propia mano de obra.

2.3. - Investigación participativa

La investigación participativa con productores es un conjunto de métodos, diseñados para permitirles contribuir activamente en las decisiones para planear y ejecutar la generación de tecnología agrícola; la investigación participativa, es una herramienta, para ayudar a los productores en el proceso de expresar los criterios en los cuales buscan sus decisiones frente a alternativas tecnológicas disponibles actualmente para ellos.(Ashby, 1991).

2.3.1. - Destrezas para aplicar la metodología de investigación participativa

Parte de la información más valiosa de las evaluaciones con productores se pueden lograr en forma óptima, mediante el uso apropiado de preguntas abiertas, una técnica muy

diferente de las preguntas cerradas. La manera como escuchamos lo que dice el productor es tan importante como aquello que le preguntamos (Ashby, 1991).

- La comunicación es un proceso tan fundamental en la vida de todos los seres humanos, que difícilmente sobreviviríamos sin comunicación alguna.
- Sabemos que existen problemas por la falta de comunicación: dificultad de expresarse; algunos hablan mucho, otros poco; se dan distorsiones en el mensaje; falta una actitud adecuada hacia la comunicación.
- Las instituciones y sus técnicos tienen problemas de comunicación con las comunidades, por ejemplo, la falta de un lenguaje común que genera falta de confianza mutua.
- Los problemas de comunicación impiden compartir información e ideas con las comunidades, porque muchas veces las informaciones no les llegan, o no tienen una forma que les sea accesible y comprensible (Vernooy & Tijerino, 1997).

2.3.2. - Concepto de comunicación

Comunicarnos no se refiere únicamente a la capacidad que tengamos de expresarnos hacia los demás, sino tener capacidad de escuchar a los demás (Vernooy & Tijerino, 1997).

2.3.2.1. - Algunas destrezas de la comunicación

Se debe de revisar la actitud con que llegamos y nos aproximamos a los agricultores o con las personas con quien inter-actuamos (Vernooy & Tijerino, 1997).

a) **Desarrollar la habilidad de observar**

La observación es algo más que simplemente escuchar lo que se dice, o mirar lo que se hace en las actividades. Significa, estar atentos a todas las situaciones que se producen. Un buen observador toma en cuenta los pequeños detalles que pueden parecer sin importancia. Asumir una actitud de observador permite conocer las actitudes que la(s) persona(s) tiene alrededor de la comunicación:

- ☐ Ver quienes hablan más.
- ☐ Ver quienes hablan menos.
- ☐ Ver quienes no hablan en absoluto (Vernooy & Tijerino, 1997).

b) **Saber escuchar**

- ☐ Comunica receptividad y respeto.
- ☐ Escuchar con mentalidad amplia lo que dice el productor.
Manifiestar interés en lo que dice la persona que habla (Vernooy & Tijerino, 1997).

Tales expresiones de saber escuchar podrían ser:

- ☐ Mover la cabeza.
- ☐ Emplear sonidos que demuestren interés (ajá, ya).
- ☐ Introducir un “entiendo” o “muy interesante”.
- ☐ Inclinarsse hacia delante.
- ☐ Sonreír (Vernooy & Tijerino, 1997).

Saber escuchar, significa corregir ciertos vicios:

- ☐ Impacientarse o interrumpir al productor.
- ☐ Contradecir a la persona que habla.

Mostrar desaprobación, aburrimiento, desinterés.

Salirse del tema.

Brindar ejemplos inoportunos (Vernooy & Tijerino, 1997).

c) Lenguaje corporal

Es el manejo de la distancia física y expresiones físicas culturalmente apropiadas, es una técnica para comunicar respeto, intención seria de aprender y reconocimiento especial por las opiniones del productor (Ashby, 1991).

Varia de una cultura a otra.

Significa darle atención a la variedad de los diferentes tipos de lenguaje que las demás personas nos expresan.

□ La proximidad o distancia física comunica respeto y confianza.

□ es una forma no verbal de comunicar cuánto confiamos en alguien, y el grado de igualdad entre nosotros

□ Redefinir el espacio físico y social establecido por las normas culturales, cambia cualitativamente la comunicación que puede darse (Vernooy & Tijerino, 1997).

d) El sondeo

Es una técnica en la que se combina saber escuchar con hacer preguntas que canalicen los comentarios espontáneos del productor. Esta técnica se puede usar de varias maneras:

□ Repitiendo lo que el productor acaba de decir (técnica del espejo): “entonces, resiste la sequía...”

□ Solicitar al productor aclarar: “¿podría contarme un poco más sobre esto?”

□ Permite verificar la comprensión sobre el punto de vista del productor y la consistencia de sus observaciones (Ashby, 1991).

□ Resumir, en sus propias palabras, lo que entendió al productor y preguntarle: “comprendí bien?” (Vernooy & Tijerino, 1997).

e) Uso apropiado de preguntas abiertas

Estimula la expresión libre de las opiniones del productor, sin dirigir explícitamente sus respuestas.

Estimulan a expresar y explicar ideas y opiniones.

Son abiertas porque el facilitador no incluye en ellas opiniones que puedan sesgar las respuestas del productor y tampoco presume que exista una respuesta “correcta” a la pregunta.

Algunos ejemplos de preguntas abiertas son:

- Qué opina?
- Qué piensa?
- Qué ve?
- Por qué cree...?
- Qué le parece? Ashby, (1991); MAS, (1995); citado por Vernooy & Tijerino, (1997).

2.3.3. - Principales características de los métodos participativos

Están previstos para ser utilizados en forma grupal.

Están previstos para trabajar directamente en el campo con las comunidades y los agricultores.

Se aprende con y de la gente, enfocando los conocimientos, las prácticas y las experiencias locales.

La mayor parte de las herramientas, proveen información cualitativa, muchas permiten también obtener datos cuantitativos en forma confiable y comprobable (Geilfus, 1997).

2.3.4. - Perfil de un buen facilitador.

- 1. Estar consciente de sus límites y siempre dispuestos a aprender.
- 2. Tener confianza en sí mismo sin arrogancia.
- 3. Respetar las opiniones y no imponer las suyas.
- 4. Ser creativo.
- 5. Tener fe en la gente y en sus capacidades.
- 6. Crear una atmósfera de confianza.
- 7. Tener cualidades de paciencia y capacidad de escuchar.
- 8. Ser flexible, adoptar los métodos a la situación y no seguir programas rígidos.
- 9. Ser sensible al estado de ánimo y a la sensibilidad de los participantes.
- 10. Tener buena capacidad para dibujar y escribir.
- 11. Tener capacidad de síntesis y análisis (Geilfus, 1997).

Dentro de un nuevo enfoque profesional, se encuentra el “facilitador de desarrollo”: es un profesional que ya no está para enseñarle y decirles a la gente lo que debe hacer, sino para compartir experiencias, apoyar a la gente a sacar lo mejor de sus potencialidades, asesorarlos conforme a lo que ellos mismos consideran como sus necesidades, y apoyarlos en determinar y negociar las soluciones más apropiadas (Geilfus, 1997).

III. - MATERIALES Y METODOS

3.1. - Descripción del área de estudio.

El presente estudio se desarrollo con agricultores de la subcuenca del Río Cállico, que forma parte de la cuenca del Río Grande de Matagalpa, la cual comprende 3 subcuencas: río Tapasle-Bulbul, Los Céspedes Olama y el río Calico, con una superficie de 3 664 Km². La subcuenca del río Cállico tiene una superficie de aproximadamente 170 Km², abarca todo el municipio de San Dionisio (superficie del municipio de San Dionisio es de 144 Km²) y pequeñas partes de los territorios de los municipios de Matagalpa, San Ramón, Esquipulas y Terrabona. El pueblo de San Dionisio está ubicado a 165 Km de Managua (3½ horas) y a 40 Km de la ciudad de Matagalpa, sus coordenadas geográficas son: 12° 45' 45" de latitud Norte y 85° 51' 10" de longitud Este (INIFOM, 1992; citado por Barreto *et al.*, 1997).

Es una zona semiárida explotada con ganadería extensiva y habitada por una población sumamente pauperizada y predominantemente campesina dedicada a la producción de granos básicos de ciclo corto -maíz y frijol (un poco de sorgo) (NITLAPLAN, 1996; citado por Barreto *et al.*, 1997).

En la Figura 1, se presenta la geografía de la zona y la distribución de las comunidades en la misma.

4.2. - Clima.

El clima va de seco a semi-árido con un régimen de lluvia deficitario de 800 a 1100 mm anuales, o más abundante hasta un máximo de 1600 mm pero mal distribuidos a lo largo de los siete meses de invierno. La temperatura promedio oscila entre los 22.5 y los 25°C (NITLAPLAN, 1996; citado por Barreto *et al.*, 1997).

4.3. - Suelos.

Se agrupan cuatro tipos de suelos: suelos aluviales, suelos latosol, suelos meteorizados, y suelos forestales.

En esta región predominan los ordenes mollisoles, inceptisoles, entisoles y alfisoles estos suelos van desde poco profundos a profundos. El potencial de uso de estos suelos es amplio y, ya ha sido probado por los productores (as) en forma intensiva y semi-intensiva, en cultivos anuales y perennes (Téllez & Echegoyen, 1996).

4.4. - Geología.

El área de la subcuenca del Río Cállico pertenece a la provincia fisiográfica "Tierras Altas del Interior" se encuentra dentro de la formación geológica del Grupo Coyal (CATASTRO, 1971).

El Grupo Coyal tiene aproximadamente 13.8 millones de años. Surgió en la época del Mioceno con aproximadamente 25 millones de años al Plioceno de aproximadamente 6 millones de años, en el período Terciario de la era Cenozoica (CATASTRO, 1971; Citado por Martínez & Martínez, 1997).

El Grupo Coyal se divide en dos grandes subgrupos: Coyal Inferior Y Coyal Superior, ya que se pueden diferenciar por el contenido litológico y la posición estratigráfica.

I. Subgrupo Coyal Inferior:

- Constituido por flujos de ceniza (Andesitas a Dacitas) y Tobas sedimentarias.
- Flujos Andesíticos y Depósitos Piroclásticos (CATASTRO, 1972).

I. Subgrupo Coyal Superior:

- Constituido por Depósitos Aglomerádicos y Flujos de lava.
- Flujos de ceniza (Andesitas a Riolitas).
- Flujos de Basalto y Depósitos Aglomerádicos (CATASTRO, 1972).

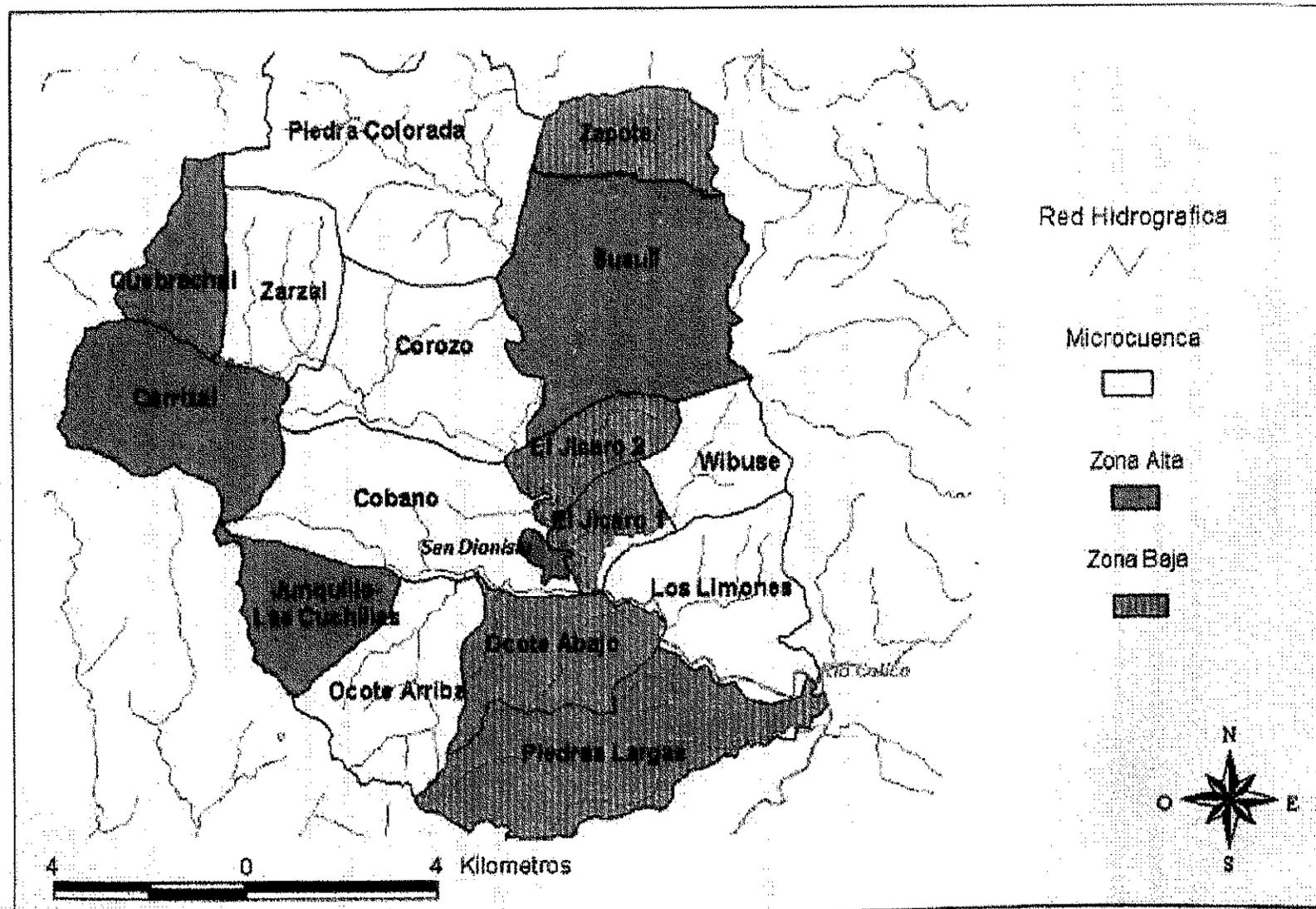


Figura 1. División altitudinal de las comunidades de la subcuenca del Río Cálculo

Fuente: Proyecto Cial-Laderas, 1998

3.5. – Criterios de selección de la zona de estudio

Se escogió la subcuenca del Río Cállico por ser esta el área de influencia de desarrollo del CIAT Laderas, y por que la tenencia de la tierra es mayoritariamente de pequeños productores y cuyas áreas no sobrepasan las 4 manzanas. Se caracteriza además por ser una zona con un alto nivel de pobreza.

3.5.1. – Criterios de selección de comunidades

Para la selección de las comunidades se establecieron los siguientes criterios:

- 1) Que los productores que la habitan tuvieran una fuerte tradición en la agricultura.
- 2) Que exista una buena capacidad de organización de la comunidad.
- 3) Comunidades con mayor participación y asistencia a las capacitaciones, sobre agronomía, salud, socioeconómicas, etc.
- 4) Altura sobre el nivel del mar (m.s.n.m.).
- 5) Alto porcentaje de habitante que sepan leer.
- 6) Que la producción estuviera orientada a los granos básicos.

Una vez seleccionadas las comunidades, estas se agruparon en dos zonas estratigráficas con el propósito de obtener información sobre si existen o no criterios diferentes entre los productores según la zona que habitan en lo relacionado a la calidad del suelo o la tierra.

- a) Zona Alta: El Carrizal, El Quebrachal, Susulí, Las Cuchillas y El Junquillo; estas últimas dos comunidades se seleccionaron como una sola comunidad, debido a que existen productores con gran experiencia en ambas comunidades.
- b) Zona Baja: Piedras Largas, El Zapote, Ocote Abajo y el Jicaro.

Cabe mencionar que en la subcuenca del Río Cállico, existen un total de 17 comunidades (Anexo 1).

3.5.2. – Criterios para la selección de agricultores

La selección de los agricultores se basó en los siguientes criterios:

- 1) Que el productor tuviera habilidad para comunicarse con los investigadores, ya que poseen mayor capacidad o disposición para verbalizar sus conocimientos, aunque no necesariamente sea más inteligente que sus vecinos menos expresivos.
- 2) Que sean experimentadores o innovadores.
- 3) Que sean productores dispuestos a mejorar el manejo de sus sistemas de producción.
- 4) Que sean netamente agricultores, por lo tanto, grandes conocedores de sus suelos.
- 5) Que la relación entre los productores participantes sea armónica.

No siempre se podrán encontrar productores con éstas características, por lo tanto se trata de dar criterios; los cuales se pueden flexibilizar al momento de seleccionar a los productores.

No está de menos decir que la selección cuidadosa del productor es definitiva para el éxito de un programa de evaluación, por ésta razón, los investigadores deben tomar el tiempo suficiente para seleccionar adecuadamente los participantes en las evaluaciones.

La selección de los productores se realizó localizando primeramente informantes claves (conocedores de la comunidad y sus pobladores), con los cuales se dialogó y con las que se pudo obtener en forma rápida información pertinente para orientar el trabajo, por lo tanto la buena selección de los informantes es fundamental para la validez de la información. Por ello se identificaron uno o dos informantes claves en cada comunidad o zona involucrada en el estudio. A cada informante clave se le solicitaron nombres de productores dentro de un área específica que ellos conocieran y consideraran como expertos locales.

3.5.3. – Número de participantes por comunidad a la realización de los talleres

El total de productores seleccionados por comunidad que se invitaron a los talleres fue de ocho (8) formando un total de treinta y dos (32) productores por cada taller, para un total de 64 agricultores, 32 productores de la zona alta y 32 de la zona baja de la subcuenca del Río Cállico.

4.6. – Metodología del desarrollo de los talleres.

Es bien aclarar que la agenda metodológica se encuentra en el Anexo 3, en esta se reflejan las personas que dirigieron estas actividades, los facilitadores.

➤ Primera Etapa: Bienvenida

La bienvenida consistió en el recibimiento a los agricultores participantes del taller

➤ Segunda Etapa: Presentación de los objetivos y de los participantes

- Una breve explicación de los objetivos a alcanzar en el taller y,
- La presentación de los participantes

Esta última parte consistió en:

Paso 1:

Juntar a dos agricultores que sean de comunidades diferentes, los cuales se comunicaron sus datos personales, tales como nombre, comunidad a la que pertenecen y sus expectativas acerca del taller o resultados que esperaban del taller.

Paso 2:

Presentación por pareja: cada pareja de agricultor (a) pasó delante de la audiencia, y el uno presentó al otro compañero (a), y así sucesivamente. Los facilitadores hicieron lo mismo.

pero con un productor. En esta etapa se aprovechó para levantar la lista de los agricultores (as) participantes (Anexo 2).

Materiales utilizados:

- ⇒ Formato de lista de participantes
- ⇒ Lápiz

➤ Tercera etapa: Introducción al marco del taller

Paso 1:

Cada facilitador brindó un aporte, anécdota, un ejemplo o comentario respecto al tema a abordar, con el propósito de que los productores se sintieran en confianza y listos para enseñar y aprender.

En vista de que los participantes no estaban familiarizados con el concepto de “indicador” éste se explicó con ejemplos prácticos.

Algunos ejemplos:

- ¿Puede el color del suelo significar algo para usted?
- ¿Está asociada la presencia de lombrices en el suelo con la producción?

En esta etapa, los facilitadores deben de ganarse la confianza de los productores, mostrar respeto e interés por las prácticas agrícolas locales, por lo tanto, es muy importante que, en sus contactos iniciales, los investigadores comuniquen su intención de aprender de los productores y lo demuestren en el desarrollo de la investigación.

Materiales utilizados:

- ⇒ Pizarra acrílica
- ⇒ Marcadores acrílicos
- ⇒ Papelógrafos
- ⇒ Marcadores de alcohol

➤ **Cuarta Etapa: Explicación de resumen cronológico de las actividades a desarrollar durante el taller**

Esta etapa es muy importante por que en ella se orientó al productor (a), de las actividades que se llevarían a cabo durante la realización del taller, es una brújula que le indicó el enfoque de la realización del estudio.

Paso 1:

A cada agricultor (a) se le entregó en una hoja un resumen cronológico de las actividades o etapas a desarrollarse en el taller, así como los objetivos del mismo (Anexo 3).

Paso 2:

Se Explicó a los agricultores lo que se encontraba escrito en la hoja de resumen cronológico. Los productores que leen mejor siempre ayudan a los demás.

En este paso, fue necesario estructurar cuidadosamente la presentación de los objetivos de los investigadores, desde el primer contacto, pues el éxito de la investigación está en establecer una relación armoniosa en la que tanto el investigador como el productor sean activos en investigar, interrogar, estudiar y llegar juntos a conclusiones, por esto es necesario explicar ampliamente los objetivos, para que la investigación no sea superficial y mal enfocada.

Materiales utilizados:

- ☐ Formatos de resumen cronológico de las actividades del taller
- ☐ Pizarra acrílica
- ☐ Marcadores acrílicos
- ☐ Papelógrafos
- ☐ Marcadores de alcohol

➤ Quinta Etapa: Lluvia de ideas

Fue muy rápido; solamente se explica en qué consiste la lluvia de ideas.

Paso 1:

Introducir la dinámica con una o varias preguntas abiertas sobre el tema que interesa.

Por ejemplo:

- ◆ ¿Cuáles podrían ser las características que usan ustedes, los agricultores, en sus parcelas, para determinar si un suelo es bueno, regular o malo?
- ◆ Cuando ustedes están en la parcela de un compañero productor, ¿cuáles son los indicadores o características que usan para determinar si ese suelo es bueno, regular o malo? ¿Podrían contar un poquito por favor?
- ◆ ¿Qué criterios tiene usted, para juzgar si un suelo es bueno, regular o malo para cultivar, me podría dar un ejemplo por favor? ; etc.

Paso 2:

En vista de que no todos los agricultores (as) participantes expresan sus criterios verbalmente, se les entregó adicionalmente a cada uno un lápiz de grafito con dos o tres tarjeta (9 pulgadas x 4 pulgadas) de cartulina, para que expresaran sus opiniones de manera escrita. Los productores (as) que leen mejor ayudaron, como en otras veces, a los demás.

Paso 3:

Luego, los facilitadores recogen las tarjetas escritas con los Indicadores Locales de la Calidad del Suelo que los agricultores propusieron, se leen en voz alta y, a la misma vez otro facilitador los escribe en un papelógrafo (retroinformación).

En esta etapa las respuestas fueron confrontadas entre la misma audiencia a fin de encontrar consensos y el enriquecimiento con las experiencias locales.

Materiales utilizados:

- ⇒ Papelógrafos
- ⇒ Masking tape
- ⇒ Tarjetas de cartulinas (9 pulgadas x 4 pulgadas), en blanco
- ⇒ Marcadores de alcohol
- ⇒ Lápices de grafito

➤ Sexta Etapa: Agrupar los Indicadores Locales de la Calidad del Suelo; en Indicadores Técnicos e Indicadores locales

Paso 1:

Con los Indicadores Locales de la Calidad del Suelo escritos en los papelógrafos, un facilitador empezó a leer los indicadores que tuvieran igual significado y al mismo tiempo los iba tachando, otro facilitador los escribe en otros papelógrafos de dos matrices; en la matriz derecha se escribió el grupo de indicadores locales de igual significado, y en la matriz izquierda el indicador técnico al cual corresponden. Al final se totalizan el número de indicadores técnicos (Anexo 4).

Paso 2:

Se explicó de manera clara a los productores presentes, la relación que existe entre los Indicadores Locales y los Indicadores Técnicos de la Calidad del Suelo, mejor dicho, los conceptos, y se les recordó el por qué de esta integración.

Paso 3:

Con anterioridad al taller se prepararon un total de 30 tarjetas de cartulina, por cada productor invitado, con dimensiones de 9 pulgadas x 4 pulgadas, para posteriormente escribir durante la realización del taller los indicadores obtenidos en la retroalimentación.

Materiales utilizados:

- ⇒ Papelógrafos
- ⇒ Marcadores

➤ Séptima Etapa: Priorización de Indicadores

Paso 1:

Teniendo los indicadores locales de la calidad del suelo agrupados en un mismo significado y ordenados con cada indicador técnico al que corresponden, los facilitadores durante la realización del taller escribieron en cada una de las tarjetas en blanco cada indicador local, formando el total de indicadores locales que se obtuvieron; de esta manera se obtuvo un paquete de tarjetas a ser priorizadas por cada agricultor presente en el taller.

Paso 2:

A cada uno de los productores (as) se les entregó un paquete de tarjetas con el total de indicadores obtenidos, para que procedieran a la priorización.

Paso 3:

Cada agricultor (a) separó, de acuerdo a su criterio, las tarjetas en tres grupos según la importancia (muy, medio o menos importante) (Figura 2).

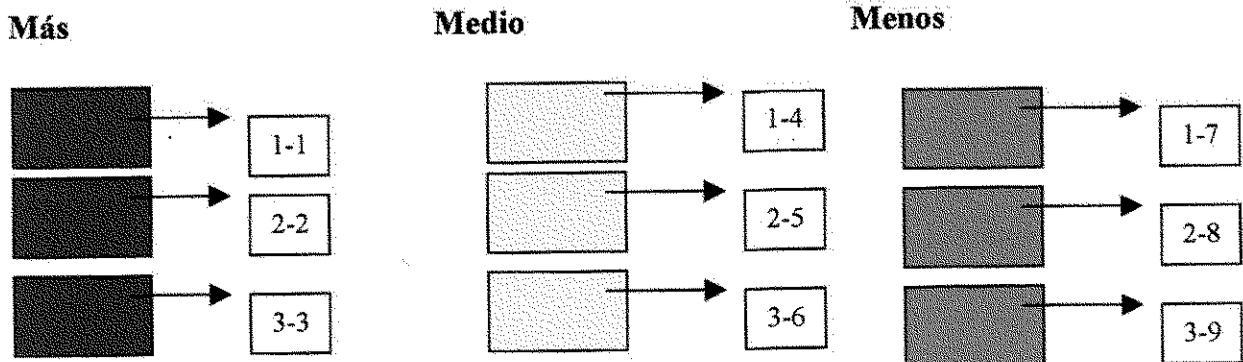


Figura 2. Dibujo que muestra la forma en que cada productor hizo la clasificación por tarjetas.

Paso 4:

Cada productor valoró individualmente cada indicador dentro de cada grupo de tarjetas y le asignó un orden de mayor a menor importancia a cada grupo de tarjetas. A continuación se describen los procedimientos que se usaron para la priorización de los indicadores por parte de los productores:

- Los agricultores tomaron el grupo de tarjetas más importantes y anotaron el orden de priorización individual a cada indicador de acuerdo a su criterio. Al indicador más importante dentro de este grupo le adjudicaron el número uno en prioridad, al siguiente el número dos y, así sucesivamente.
- Tomaron el grupo de tarjetas “Medianamente importantes” y en este punto el agricultor continuó con el número de priorización que le sigue al último que pertenece a las tarjetas “Más importantes”; de la misma manera, los agricultores, realizaron la priorización para el grupo de tarjetas “Menos importantes”.

Por ejemplo:

- Si el grupo de tarjetas “Más importantes” contiene tres indicadores, lógicamente el último indicador priorizado tendrá el lugar tercero, dentro del grupo de tarjetas “Más importantes”.
- Al tomar las tarjetas “Medio importantes” ya priorizadas, el indicador que tenga el lugar número 1, le corresponderá el lugar de priorización cuarto.
- Si el total de tarjetas dentro del grupo medio importantes son tres la última le corresponderá el valor seis de priorización (Figura 2).

Para el último grupo de tarjetas “Menos importante” se utiliza el mismo criterio descrito anteriormente.

Materiales utilizados:

- ⇒ Marcadores de alcohol
- ⇒ Tarjetas de cartulina (9 x 4 pulgadas), en blanco.
- ⇒ Masking tape.

➤ Octava Etapa: Agrupación de los indicadores en modificables y no modificables**Paso 1:**

Se escribieron en una sola columna los indicadores ya priorizados y en orden de priorización, adicionalmente se pusieron dos columnas paralelas en las que se indicaría si el indicador es o no modificable. En este paso se explico con ejemplos como se podría considerar si se puede o no modificar algo.

Paso 2:

Una vez seleccionados los indicadores en modificables y no modificables, se procedió a agrupar a los modificables en: a) modificables a corto plazo, b) modificable a mediano plazo y c) modificable a largo plazo.

En este paso es importante tomar en consideración las condiciones y medios reales con que cuentan los productores, de manera que no se generen falsas expectativas sobre la modificación de un indicador en un tiempo determinado sin contar con los recursos necesarios.

Materiales utilizados:

- ⇒ Marcadores de alcohol
- ⇒ Tarjetas de cartulina (9 x 4 pulgadas), en blanco.
- ⇒ Masking tape.

➤ **Novena Etapa: Evaluación del taller.**

Paso 1:

Se entregó a cada productor un formato sencillo de evaluación, para que cada uno de ellos diera su opinión acerca de la realización del taller. Esto sirvió para proponer mejoras a realización de talleres futuros. El método empleado, para la evaluación de los talleres, fue el de "Caritas" (Anexo 5).

Materiales utilizados:

- ⇒ Formatos de evaluación "Caritas"
- ⇒ Lápices de grafito

Otros materiales:

- ⇒ Cámara fotográfica
- ⇒ Computadora
- ⇒ Disquetes
- ⇒ Mesas
- ⇒ Hules para sujetar cada grupo de tarjetas
- ⇒ Engrapadora
- ⇒ Folderes
- ⇒ Sujetadores
- ⇒ Tajadores
- ⇒ Bolsas plásticas de quintal

La realización de los talleres de los estratos altitudinales altos y bajos, se llevó a cabo un solo día; un día dedicado a agricultores (as) de la zona alta y otro a agricultores (as) de la zona baja.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. - Identificación de los Indicadores de la Calidad del Suelo

Antes de presentar los resultados específicos, es necesario aclarar que el uso de términos científicos, en este documento no necesariamente significa que los términos fueron usados por los agricultores durante los talleres. Al respecto Burpee & Turcios, (1997), afirman, que los agricultores hablan de suelos “barrialosos” o “arenosos” pero a lo largo de todo el documento la palabra “textura” se usa para describir esta característica.

También es necesario aclarar que no todos los agricultores ubicados en las partes bajas de la subcuenca del Río Cállico (alturas menores de 600 m.s.n.m.), presentan parcelas o suelos planos, caso contrario a los productores ubicados en los estratos altitudinales altos.

Se puede determinar indicadores locales de la calidad de suelo, ya que la retroinformación por parte de los campesinos (conocimiento local) nos permite conocer el **estado del recurso suelo** (conjunto básico de indicadores), tal como el productor los entiende al momento de juzgar un suelo, de acuerdo al mejor uso que a éste se le pueda dar.

En la Tabla 2 se puede apreciar que los agricultores de las comunidades de la parte alta (altitud mayor de 600 m.s.n.m.) de la subcuenca del Río Calico, utilizan veinte indicadores de la calidad del suelo para determinar, evaluar y/o juzgar de manera rápida y sencilla el estado en que se encuentre un suelo. Estos indicadores, están basados en el conocimiento práctico y experiencia de campo que los agricultores poseen sobre sus suelos, y que ha sido acumulado por el pasar de los años.

Por su parte los agricultores de la parte o zona baja identifican los siguientes indicadores y que son presentados en la Tabla 3.

Tabla 2 Listado de indicadores que los agricultores de la zona alta de la subcuenca del Río Cállico utilizan para determinar el estado de salud del suelo, (1998).

Nº	INDICADOR	Nº	INDICADOR
1	Obras de conservación de suelos	11	Pendiente
2	Profundidad de la capa fértil del suelo	12	Cantidad de piedras
3	Rendimiento	13	Textura
4	Follaje	14	Estructura
5	Materia orgánica	15	Erosión
6	Retención de agua	16	Quema
7	Color del suelo	17	Plagas del suelo
8	Facilidad de labrar el suelo	18	Crecimiento de malezas
9	Lombriz de tierra	19	Dureza
10	Infiltración de agua	20	Drenaje

Fuente: Elaboración propia, 1998.

Tabla 3 Listado de Indicadores que los agricultores de la zona baja de la subcuenca del Río Cállico utilizan para determinar el estado de salud del suelo. Año 1998.

Nº	Indicador	Nº	Indicador
1	Profundidad de la capa fértil del suelo	12	Crecimiento de malezas
2	Obras de conservación de suelos	13	Estructura
3	Lombriz de tierra	14	Textura
4	Rendimiento	15	Drenaje
5	Retención de agua	16	Barbecho
6	Materia orgánica	17	Erosión
7	Facilidad de labrar el suelo	18	Quema
8	Color del suelo	19	Cantidad de piedras
9	Edad de la tierra	20	Plagas del suelo
10	Color de hojas	21	Dureza
11	Pendiente		

Fuente: Elaboración propia, 1998.

Los agricultores que habitan las comunidades de la zona baja de la subcuenca del Río Calico (altitud menor a 600 m.s.n.m), identificaron veintiún indicadores de la calidad del suelo,

Los indicadores locales de la calidad del suelo que no fueron identificados por los agricultores habitantes de la zona alta, debido a que no lo consideraron importante para determinar la calidad del suelo son los siguientes:

Edad de la tierra; Color de las hojas y Barbecho.

Por su parte los agricultores de la zona baja consideraron poco importante para determinar la calidad del suelo, son los siguientes:

Infiltración de agua y follaje.

Es de suponer que debido a los distintos escenarios en donde habitan y trabajan los agricultores, el paisaje cambia para las zonas bajas con respecto a las zonas altas, ya que las áreas ubicadas en laderas, zona alta, son más frágiles a la erosión por encontrarse mayores gradientes de pendiente, lo que da lugar a la formación de suelos aluviales con una mayor fertilidad en las partes bajas.

La identificación de indicadores locales de la calidad de suelo por parte de los agricultores de los estratos altitudinales altos y bajos de la subcuenca del Río Calico, no implica necesariamente que se obtengan los mismos indicadores o propiedades diagnóstica de los suelos por ambas partes; Ciertamente los productores de ambas zonas difieren un poco en sus percepciones locales, al momento de identificar los indicadores de calidad que están acostumbrados a usar; sin embargo, es importante resaltar que existió coincidencia en el 90 % de los indicadores identificados por ambas áreas geográficas.

Durante la realización de los talleres, se identificaron algunos indicadores que los agricultores mencionaron y que conceptualmente parecen similares. Al respecto, Burpee & Turcios (1997); afirman:

- a) La retención del agua (si retiene o mantiene la tierra el agua).
- b) La infiltración (si penetra el agua en el suelo) y
- c) El drenaje (cómo sale el agua después que esta entra al suelo).

Al parecer los agricultores de la zona no tienen lo suficientemente claro, los conceptos o las condiciones de las características antes señaladas.

Estos indicadores están separados, porque cada uno es una propiedad o proceso diferente, y la condición o el estado de uno puede ser diferente que los otros, pues los tres parámetros antes mencionados aparecen señalados por ambos grupos geográficos:

- a) Puede tener retención buena y drenaje malo. Un suelo muy barrialoso puede retener el agua con tanta fuerza que no la descarga.
- b) Puede tener infiltración buena y retención mala. El agua puede entrar fácilmente y rápidamente en un suelo arenoso, pero el suelo puede estar muy seco, porque no retiene agua.
- c) Puede tener mal drenaje con buena infiltración. El agua no sale de la tierra debido a que una capa impermeable o pie de arado lo impide, pero ingresa fácilmente.

4.2- Priorización final de indicadores de la calidad del suelo en la subcuenca del Río Cállico

A continuación se presentan los resultados finales de la priorización para cada agricultor, de acuerdo a su respectivo estrato geográfico. Se muestra el promedio de las opiniones individuales y se resume la priorización general de acuerdo a los promedios calculados, el promedio menor indica que ese indicador al cual corresponde, es el número uno en prioridad de importancia para los agricultores de dicha zona. El indicador que presenta el mayor promedio, significa que posee la menor importancia entre los agricultores al momento de juzgar la calidad del suelo y se ranquea en la última posición de prioridad.

El método de promedios para la priorización de indicadores de la calidad del suelo, es rápido y sencillo, y es algo que las comunidades pueden hacer también.

El método de los promedios consiste en sumar el total de puntos correspondientes a cada indicador y dividir ese total entre el número de agricultores, el promedio más pequeño significa el indicador de la calidad del suelo de mayor importancia para ese respectivo grupo de productores. Por ejemplo, “profundidad de la capa fértil del suelo”, es el indicador que ocupa la posición número uno en prioridad para los agricultores de la zona baja de la subcuenca del Río Cállico, con un promedio de 3.59; y “Dureza” el indicador de menor importancia entre los agricultores de esta zona con un promedio de 17.30 (Tabla 5)

Los indicadores obtenidos a través de la retroinformación, por parte de los agricultores durante la realización de los talleres, con grupos de la zona alta y baja de la subcuenca del río Calico, se clasifican en grupos de importancia de acuerdo a la jerarquización general, de la manera siguiente:

“Muy importante”, “Medio importante” y “Menos importante”

4.2.1. - Zona geográfica alta

La tabla 5 enlista los resultados de priorización para cada agricultor. Muestra el valor “total” de puntos para cada indicador, el “valor promedio” de las opiniones individuales de los agricultores con respecto a cada indicador y resume la prioridad final para cada indicador.

Con este método de los promedios, los indicadores de la calidad del suelo que caben dentro del grupo “Más importante”, con respecto a la prioridad final por parte de los agricultores que pertenecen a la zona alta (en orden descendente) son los siguientes:

- Obras de conservación de suelos
- Profundidad de la capa fértil
- Rendimiento

- Follaje
- Materia orgánica
- Retención de agua
- Color del suelo

Los indicadores de la calidad del suelo, priorizados por los agricultores dentro de la clasificación “Medio importante”, para la parte alta de la subcuenca del Río Cállico (Tabla 4). (en orden de mayor a menor) se presentan a continuación:

- Facilidad de labrar
- Lombriz de tierra
- Infiltración de agua
- Pendiente
- Cantidad de piedras
- Textura y,
- Estructura

El grupo de indicadores “Menos importante”, en prioridad final entre los agricultores de la zona geográfica alta , se presenta en orden descendente:

- Erosión
- Quema
- Plagas del suelo
- Crecimiento de malezas
- Dureza
- Drenaje

Tabla 4. Matriz de priorización final de Indicadores de la Calidad del Suelo: Parte alta de la subcuenca del río Calico San Dionisio, Matagalpa. Año 1998

Nº	Indicador	Número de agricultores																								Total	Promedio ¹	² PF
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
1	Obras de conservación	9	5	3	1	4	2	4	4	10	6	19	2	1	1	1	1	1	2	2	2	1	9	1	13	104	4.333	1
2	Prof. de la capa fértil	7	15	2	2	1	1	8	1	9	1	1	1	2	9	8	9	4	3	1	3	4	13	2	3	110	4.583	2
3	Rendimiento	4	4	1	12	2	10	2	2	12	4	4	9	3	3	3	4	7	8	6	10	10	12	3	1	136	5.667	3
4	Follaje	3	6	4	5	3	9	9	3	13	9	2	20	7	12	9	3	6	5	3	7	6	2	12	16	174	7.250	4
5	Materia orgánica	1	8	8	6	5	5	10	5	2	8	18	14	4	13	11	2	3	1	4	8	5	3	13	17	174	7.250	5
6	Retención de agua	6	7	7	8	12	3	3	8	3	19	3	13	12	6	7	8	18	15	10	12	2	4	4	5	195	8.125	6
7	Color del suelo	8	2	9	11	9	6	1	11	1	5	11	16	9	2	12	6	10	11	12	1	16	11	16	2	198	8.250	7
8	Facili. de labr. el suelo	10	17	12	4	11	8	6	9	11	3	17	7	5	11	6	5	16	14	15	5	9	8	6	10	225	9.375	8
9	Lombric de tierra	11	1	5	3	6	14	7	7	4	2	20	15	13	10	2	12	20	16	7	9	3	10	9	19	225	9.375	9
10	Infiltración de agua	5	20	10	10	20	4	18	17	8	15	5	5	6	14	17	14	17	10	9	4	12	6	5	11	262	10.917	10
11	Pendiente	16	18	14	7	13	12	17	20	7	14	9	6	20	17	4	7	12	4	18	11	17	15	11	8	297	12.375	11
12	Cantidad de piedras	13	10	11	15	7	13	15	6	18	16	10	11	18	19	20	13	11	13	20	6	11	7	8	7	298	12.417	12
13	Textura	17	16	6	13	10	7	14	19	20	20	14	4	8	5	5	11	9	18	16	15	14	14	17	14	306	12.750	13
14	Estructura	14	19	17	17	16	19	11	10	5	12	8	3	15	7	16	20	5	12	14	16	8	19	10	15	308	12.833	14
15	Erosión	15	13	20	16	19	18	13	16	6	7	16	10	11	20	13	17	8	7	5	13	13	16	14	6	312	13.000	15
16	Quema	20	9	15	18	8	20	5	12	14	17	13	19	14	4	15	19	2	6	8	19	7	20	15	20	319	13.292	16
17	Plagas del suelo	2	12	18	19	15	15	12	15	16	13	15	18	17	15	10	10	13	9	19	20	15	1	20	9	328	13.667	17
18	Crecimiento de maleza	12	3	16	9	17	17	16	13	19	18	12	12	16	16	14	18	19	17	13	18	20	5	18	4	342	14.250	18
19	Dureza	18	11	19	14	18	11	20	18	17	10	6	17	10	8	19	16	15	19	17	17	18	18	7	12	355	14.792	19
20	Drenaje	19	14	13	20	14	16	19	14	15	11	7	8	19	18	18	15	14	20	11	14	19	17	19	18	372	15.500	20

¹Promedio: Total entre número de agricultores

²PF: Prioridad final

4.2.2- Zona geográfica baja

La priorización final para la parte baja de la subcuenca del Río Calico presenta los resultados de priorización para cada agricultor (tabla 5). Muestra el “valor total” de puntos para cada indicador; el “valor promedio” de las opiniones individuales de los productores con respecto a cada indicador.

Los indicadores de la calidad del suelo, que pertenecen a la clasificación respectiva del grupo “Más importante”, dentro de la priorización final que realizaron los agricultores de la parte baja de la subcuenca del Río Calico (Tabla 5), en orden descendente, son los siguientes:

- Profundidad de la capa fértil
- Obras de conservación de suelos
- Lombriz de tierra
- Rendimiento
- Retención de agua
- Materia orgánica
- Facilidad de labrar el suelo

El grupo de indicadores clasificados en el grupo “Medio importante”, dentro de la priorización final, en un orden de jerarquización de mayor a menor:

- Color del suelo
- Edad de la tierra
- Color de hojas
- Pendiente
- Crecimiento de malezas
- Estructura
- Textura

Tabla 5. Matriz de priorización final de Indicadores de la Calidad del Suelo: Parte baja de la subcuenca del río Calico San Dionisio, Matagalpa. Año 1998

Nº	Indicador	Número de agricultores																											Total	Promedio ¹	PF ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27			
1	Prof. de la capa fértil	1	3	2	5	2	4	1	5	2	3	2	1	2	19	4	3	3	1	3	1	6	4	2	5	1	9	3	97	3.593	1
2	Obras de conservación	3	1	1	3	19	1	2	12	1	5	3	4	5	8	1	1	1	9	1	2	1	5	4	1	5	5	1	105	3.889	2
3	Lombris de tierra	2	12	3	8	3	7	12	8	5	8	9	6	3	1	10	2	7	2	7	7	5	12	5	8	4	2	8	166	6.148	3
4	Rendimiento	3	15	5	2	6	5	3	15	17	4	7	2	17	4	7	8	2	6	11	6	2	3	3	6	9	20	4	192	7.111	4
5	Retención de agua	4	8	6	15	15	16	8	1	4	2	4	7	8	2	8	4	8	15	6	3	10	1	12	16	8	1	2	194	7.185	5
6	Materia orgánica	5	2	7	4	5	17	9	13	6	1	12	3	1	10	14	7	5	19	2	5	3	11	9	15	16	3	10	214	7.926	6
7	Facil. de labr. el suelo	6	13	16	10	8	2	4	6	19	7	6	5	6	7	2	5	4	14	9	11	8	10	15	17	2	16	12	240	8.889	7
8	Color del suelo	12	7	9	1	9	6	13	4	18	13	11	15	15	6	6	9	9	5	4	9	11	5	1	10	6	18	13	245	9.074	8
9	Edad de la tierra	8	14	10	13	10	3	5	16	11	17	10	13	4	5	3	11	17	13	5	12	13	2	21	7	7	11	6	267	9.889	9
10	Color de hojas	10	6	4	11	11	13	14	9	16	9	15	11	7	20	11	6	12	7	8	19	16	9	6	9	3	8	15	285	10.556	10
11	Pendiente	16	16	11	9	14	9	11	2	8	12	18	10	18	15	17	12	6	4	20	4	17	13	11	13	13	14	5	318	11.778	11
12	Crecimiento de malezas	17	11	8	14	1	8	18	10	10	14	20	12	20	12	12	20	16	10	10	8	7	8	8	11	11	21	9	326	12.074	12
13	Estructura	15	5	14	19	7	12	7	3	7	6	5	9	10	16	5	15	11	11	19	14	12	17	18	18	20	15	16	326	12.074	13
14	Textura	14	9	17	16	18	14	17	7	3	15	14	16	14	13	16	19	20	3	17	15	15	7	10	12	18	19	7	365	13.519	14
15	Drenaje	9	17	12	20	12	10	6	18	21	19	13	8	11	17	9	17	15	8	15	13	18	14	20	3	19	13	17	374	13.852	15
16	Barbecho	7	4	15	18	20	18	10	14	20	10	8	21	12	9	15	16	10	20	14	10	14	19	19	14	14	17	11	379	14.037	16
17	Erosión	20	21	20	7	16	11	20	19	13	16	17	17	13	14	18	14	14	17	13	20	19	6	7	4	12	10	9	387	14.333	17
18	Quema	19	10	18	6	21	21	15	17	12	20	1	19	19	3	13	18	18	18	18	16	21	16	17	2	21	6	20	405	15.000	18
19	Cantidad de piedras	11	18	19	12	13	19	16	21	14	11	21	18	21	21	21	13	19	16	12	17	4	18	14	21	10	7	18	425	15.741	19
20	Plagas del suelo	21	20	21	21	4	20	19	11	9	18	16	14	9	11	19	10	21	21	16	21	9	21	16	20	17	8	21	434	16.074	20
21	Dureza	18	19	13	17	17	15	21	20	15	21	19	20	16	18	20	21	13	12	21	18	20	20	13	19	15	12	14	467	17.296	21

¹promedio: Total entre número de agricultores

²PF = prioridad final

Los indicadores de la calidad del suelo que pertenecen al grupo "Menos importante", dentro de la priorización final por parte de los agricultores de la zona geográfica baja de la subcuenca del Río Cállico, se presentan a continuación en orden descendente:

- Drenaje
- Barbecho
- Erosión
- Quema
- Cantidad de piedras
- Plagas del suelo y;
- Dureza

4.2.3. – Comparación entre la priorización final de indicadores de la calidad del suelo, para la zona baja con respecto a la zona alta de la subcuenca del Río Cállico (1998)

La priorización de las características del suelo cambia bajo diferentes escenarios, como por ejemplo, para suelos ubicados en laderas o en zonas planas (Burpee & Turcios, 1997).

La Tabla 6 enlista y compara entre la zona alta y baja, los indicadores de la calidad del suelo ya priorizados. Indica que los indicadores "profundidad de la capa fértil" y "obras de conservación de suelos", se ubican en los primeros dos lugares en prioridad entre los agricultores de ambos sectores. Sin embargo, "obras de conservación de suelos" es de primera importancia para los agricultores de zonas altas de la subcuenca. Este indicador prevalece en esta zona, debido a que estos suelos se encuentran más susceptibles a la erosión hídrica como eólica, por las circunstancias que presentan de pendiente.

Tabla 6. Comparación entre indicadores locales de suelo ya priorizados de la zona alta con respecto a la zona baja año (1998)

PF ¹	Zona baja		Zona alta	
	Indicador	Plazo	Indicador	Plazo
1	Profundidad de la capa fértil	Perm.	Obras de conservación	C.p.
2	Obras de conservación	C.p.	Profundidad de la capa fértil	Perm.
3	Lombriz de tierra	M.p.	Rendimiento	M.p.
4	Rendimiento	M.p.	Follaje	Perm.
5	Retención de agua	L.p.	Materia orgánica	M.p.
6	Materia orgánica	M.p.	Retención de agua	L.p.
7	Facilidad de labrar el suelo	L.p.	Color del suelo	Perm.
8	Color del suelo	Perm.	Facilidad de labrar el suelo	L.p.
9	Edad de la tierra	Perm.	Lombriz de tierra	M.p.
10	Color de hojas	Perm.	Infiltración de agua	M.p.
11	Pendiente	Perm.	Pendiente	Perm.
12	Crecimiento de malezas	C.p.	Cantidad de piedras	Perm.
13	Estructura	M.p.	Textura	Perm.
14	Textura	Perm.	Estructura	M.p.
15	Drenaje	M.p.	Erosión	Perm.
16	Barbecho	C.p.	Quema	C.p.
17	Erosión	Perm.	Plagas del suelo	C.p.
18	Quema	C.p.	Crecimiento de malezas	C.p.
19	Cantidad de piedras	Perm.	Dureza	L.p.
20	Plagas del suelo	C.p.	Drenaje	M.p.
21	Dureza	L.p.		

Perm.= Permanente., C.p.= Corto Plazo., M.p.= Mediano Plazo., L.p.=Largo Plazo.

Fuente: elaboración propia, 1998

- Las “obras de conservación de suelos” son de gran importancia para los agricultores dado que protegen la pérdida de suelo por erosión, e inherente a esto mantienen la fertilidad de los mismos; trayendo como consecuencia una mayor productividad y sostenibilidad en la producción de los cultivos.

Los agricultores de ambas zonas comentaron algunas técnicas de conservación de suelos, mostrando bastante dominio sobre la temática. Por ejemplo, “para componer la tierra tenemos que conservarla con barreras muertas y barreras vivas, también no quemar para conservar la tierra fértil”; “en mi parcela yo siembro con curvas a nivel, elaboro terrazas con las piedras que se encuentran en el terreno y tengo cortinas rompeviento”.

- La “profundidad de la capa fértil” es el indicador más importante para los agricultores que habitan los sectores bajos de la subcuenca del Río Cállico. Al respecto, Burpee & Turcios (1997), afirman lo siguiente: los agricultores dicen que si la capa fértil es sólo una pulgada en profundidad, la fertilidad no importa, porque la fertilidad desaparece cuando la pulgada es arada y mezclada con el subsuelo menos fértil de abajo. “si no hay profundidad, no hay fertilidad”.

Si existe un suelo profundo, se presenta una mejor germinación por parte de las plantas, más área que explorar por parte de las raíces, por consiguiente mayor cantidad de minerales que absorber y cantidad de agua infiltrada y retenida por el suelo; consecuente habrá una mayor productividad de las plantas cultivadas.

Los agricultores en general hablaron de que el terreno es bueno cuando tiene 8 pulgadas de profundidad con respecto a su capa fértil y cuando se siembra por primera vez; 5 pulgadas cuando el terreno es regular y es cuando proporciona rendimientos de un 70%; cuando el terreno tiene 2 pulgadas de profundidad de capa fértil, se obtienen rendimientos de un 20% en la cosecha.

El indicador "lombriz de tierra" se ubica dentro de la jerarquización en la posición número tres en importancia para los agricultores de la zona baja y, en la prioridad nueve para la zona alta; encontrándose una marcada diferencia entre ambas zonas geográficas.

El refugio de las lombrices silvestres o comunes puede llegar a alcanzar profundidades de hasta 2.30 y 2.50 metros. Si se aleja de su refugio va al encuentro en la mayoría de los casos, de una muerte cierta (Ferruzzi, 1986).

Las lombrices componen las compostas. "La lombriz criolla que existe en nuestros terrenos es útil en el suelo y hay que cuidarla, pero viven a mucha profundidad y su reproducción es muy lenta". Los enemigos naturales más comunes para la lombriz son: las ratas, las hormigas, aves, ranas y sapos, y gallinas, el hambre, frío y calor (Programa Campesino a Campesino, 1998).

De lo antes expuesto, se puede decir que naturalmente en ambas zonas existen lombrices de tierra que mejoran la estructura del suelo, sin embargo, se puede argüir que la diferencia se encuentra en la cantidad de lombrices existentes, encontrándose una mayor cantidad de éstas en la zona baja, por el simple hecho de que la capa superficial del suelo en las partes bajas (profundidad efectiva del suelo), en la mayoría de los casos es de mayor profundidad en comparación con las partes altas.

La zona baja presenta un mejor hábitat para la reproducción y desarrollo de las lombrices de tierra, profundidad efectiva mayor, contenidos altos de materia orgánica lo que se traduce a refugios y alimentos disponibles aptos para las lombrices de tierra. Al presentarse estas condiciones el agricultor de las comunidades bajas tiene una mayor convivencia con estas especies y sabe que mejora las propiedades físicas de los suelos, por consiguiente le adjudica una mayor prioridad.

El indicador "crecimiento de malezas" marcó una gran diferencia de importancia entre los agricultores con respecto a la jerarquización general de los indicadores de la calidad del suelo entre ambas zonas.

Los agricultores de la zona baja, ubicaron "crecimiento de malezas" en la prioridad número doce de importancia; sin embargo para los productores de los sectores altos, este indicador, quedó ranqueado en la prioridad dieciocho, identificándose como menos importante para esta zona, al momento de juzgar un suelo como bueno, regular o malo.

Al respecto, los agricultores de las comunidades altas opinaron con respecto a la tierra, que cuando ésta tiene pocos nutrientes produce malas hierbas como el coyolillo y la grama.

Sin embargo se sabe a ciencia cierta, que el coyolillo es una maleza o planta invasora que tiene la capacidad de establecerse en suelos fértiles y no fértiles. Los agricultores de las partes altas indicaron también que si un suelo no tiene una variedad amplia de especies de malezas ("cantidad de malezas") y que predominan el coyolillo y la grama; este suelo es deficiente en nutrientes; y podría ser debido a que estos suelos de laderas están más susceptibles al lavado y/o lixiviación de nutrientes.

Para los agricultores de las partes bajas, es menester dentro de sus experiencias cotidianas juzgar como un suelo bastante fértil, el que se encuentra provisto de una cantidad y diversificación considerable de malezas, entre ellas el coyolillo y la grama.

Entonces, un suelo puede presentar malezas como el Coyolillo y la grama y ser un suelo fértil, por ejemplo en las partes bajas, también se puede presentar como deficiente en elementos nutritivos y presentar estas mismas malezas, pero ubicado en pendientes fuertes (zona alta).

El indicador “drenaje” para los agricultores de la zona baja es más importante que para los agricultores de la zona alta, al momento de juzgar la calidad del suelo. Esto se nota con una diferencia amplia en prioridad, número veinte para la zona alta y número quince para la zona baja (Tabla 6)

Los agricultores de ambas zonas, dicen que el agua se empoza, se aguachina, o que el suelo tiene demasiada agua; o sea, que tiene la característica de un suelo de textura fina con mal drenaje y como consecuencia un carácter agronómico no deseable para su explotación.

Para las zonas altas, los agricultores indicaron que prefieren retener el suelo a través de las obras de conservación de suelos, y por supuesto, la retención del agua para el mejor desarrollo de los cultivos. Esto significa que la erosión hídrica es muy fuerte en las partes altas de la subcuenca del río Calico por la naturaleza de pendiente que prevalece. Por consiguiente de lo antes expuesto se deduce que los agricultores de las partes altas no tienen al indicador “drenaje” como una problemática determinante, ya que en sus parcelas no es prioritario este problema.

Los agricultores de las zonas bajas, posiblemente, son los que presentan mayor dificultad con el drenaje de sus suelos, debido a que existe mayor cantidad de parcelas con topografía plana, donde el agua no puede drenar fácilmente (suelos de textura fina). Se podría decir que esta característica hace que los agricultores de los sectores bajos le otorguen una mayor prioridad al indicador drenaje con respecto a los agricultores de las zonas altas.

El indicador “erosión”, se encuentra en el mismo nivel de importancia para ambas zonas geográficas; número diecisiete para la región baja y quince para la alta, es un indicador muy determinante y enfatizado para la evaluación del recurso suelo.

La acción destructiva de la erosión en las regiones altas y la deplorable sedimentación en las bajas, ha sido más o menos desatendida hasta la fecha muy reciente (Buckman & Brady, 1966).

Los suelos, en particular los ubicados en laderas, presentan mayor facilidad para erosionarse. Al respecto, Turcios, *et al* (1998), afirman que en estas zonas la erosión es acelerada como consecuencia de la tala indiscriminada de los bosques y la falta de adopción de métodos apropiados de conservación en las zonas de cultivo.

Es curioso señalar que en las partes bajas de la subcuenca del Río Cállico, existen parcelas ubicadas en laderas al igual que en las zonas altas, la diferencia existe en la cota de elevación.

“Cantidad de piedras”, de acuerdo a la Tabla 6 es el indicador de la calidad del suelo que se ubica en el lugar de jerarquización número doce para la zona alta y diecinueve para la zona baja, presentando una diferencia bien marcada entre ambas zonas.

Un agricultor de la zona baja dijo algo muy importante con respecto a la arquitectura de las piedras: “Donde hay piedras redondas, significa que es un buen terreno; donde existen piedras en forma de laja el terreno no es bueno para cultivar”.

Se puede vislumbrar, que la piedra redonda, por presentar mayor área en contacto con el suelo, es más compacta y por lo tanto retiene con más eficacia el suelo, aumentando el almacenamiento de agua para los cultivos, cantidad de microorganismos, materia orgánica y por consiguiente la fertilidad.

La piedra lajosa, posee una morfología con una mayor cantidad de ángulos, los cuales no le permiten retener el suelo y por ende la erosión. Las piedras son importantes para elaborar obras de conservación de suelos, como barreras muertas de piedras, diques de piedras, etc.; aunque una gran cantidad de piedras no es recomendable ya que dificulta las labores agronómicas de cultivo.

Los indicadores que a continuación se mencionan no presentan una marcada diferencia en la priorización general que realizaron los agricultores de ambos estratos geográficos: existe una correlación al respecto entre agricultores de ambas zonas, casi similar, a saber:

- rendimiento
- retención de agua
- materia orgánica
- facilidad de labrar el suelo
- color del suelo
- pendiente
- estructura
- textura
- quema y:
- dureza

4.3. – Desviación estándar para los indicadores locales de la calidad del suelo de la subcuenca del Río Cálido

La dispersión de un conjunto de observaciones se refiere a la variabilidad que exhiben los valores de las observaciones. Si todos los valores son iguales, no hay dispersión, si no todos son iguales, hay dispersión en los datos. La magnitud de la dispersión puede ser pequeña, cuando los valores, aunque distintos, están próximos entre sí. Si los valores están ampliamente desparramados, la dispersión es mayor (Daniel, 1988).

Para obtener una medida de dispersión en las unidades originales simplemente se toma la raíz cuadrada de la varianza. El resultado se conoce como desviación estándar (Daniel, 1988).

Las desviaciones estándares nos muestran el grado de concordancia o coherencia que existe entre los mismos agricultores, con respecto a la priorización de cada uno de los indicadores locales de la calidad del suelo, aunque claro está, no determina la priorización general de éstos.

Según Burpee & Turcios (1997); las desviaciones estándares muestran que las decisiones de priorización son difíciles subjetivas y complejas, involucrando el conocimiento y el peso de múltiples factores.

4.3.1. – Desviaciones estándares para la parte alta de la subcuenca del río Calico.

La Tabla 7 muestra que las desviaciones estándares para el grupo “Más importante”, se encuentran bastante homogéneas, con valores relativamente bajos; esto significa una menor dispersión del grado de concordancia entre los agricultores, al momento de priorizar los indicadores dentro de éste grupo. El indicador “rendimiento” muestra por el valor de su desviación estándar (3.7), que los valores están próximos entre sí; por lo tanto, existe mayor concordancia entre los agricultores al no estar tan dispersas sus prioridades con respecto al promedio. Los indicadores “Materia orgánica” y “Color del suelo” presentan una desviación estándar relativamente alta (ambos con valor de 4.9); por consiguiente, presentan la mayor dispersión por parte de los agricultores al momento de elegir la prioridad de éstos indicadores.

La desviación estándar para el grupo “Medio importante” se encuentra relativamente más alta con respecto a los otros dos grupos (“Más importante” y “Menos importante”) por lo tanto se puede decir que fue el grupo donde los agricultores tuvieron mayor dificultad para priorizar. La Tabla 7 muestra que con respecto al indicador “facilidad de labrar” se encuentra una mayor concordancia entre los productores al momento de la priorización, ya que posee la menor desviación estándar con un valor de 4.2. En cambio el indicador “lombriz de tierra” se encuentra con una desviación estándar más desparramada (5.8) con respecto a los otros valores; esto indica que para los agricultores existe mayor dificultad para priorizar éste indicador.

Tabla 7. Desviación estándar para cada Indicador de la Calidad del Suelo: Parte alta de la subcuenca del río Calico, San Dionisio, Matagalpa.

Nº	Indicador	Número de agricultores																								Promedio ¹	Desviación estándar	PF ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
1	Obras de conservación	9	5	3	1	4	2	4	4	10	6	19	2	1	1	1	1	1	2	2	2	1	9	1	13	4.333	4.6	1
2	Prof. de la capa fértil	7	15	2	2	1	1	8	1	9	1	1	1	2	9	8	9	4	3	1	3	4	13	2	3	4.583	4.1	2
3	Rendimiento	4	4	1	12	2	10	2	2	12	4	4	9	3	3	3	4	7	8	6	10	10	12	3	1	5.667	3.7	3
4	Follaje	3	6	4	5	3	9	9	3	13	9	2	20	7	12	9	3	6	5	3	7	6	2	12	16	7.250	4.7	4
5	Materia orgánica	1	8	8	6	5	5	10	5	2	8	18	14	4	13	11	2	3	1	4	8	5	3	13	17	7.250	4.9	5
6	Retención de agua	6	7	7	8	12	3	3	8	3	19	3	13	12	6	7	8	18	15	10	12	2	4	4	5	8.125	4.8	6
7	Color del suelo	8	2	9	11	9	6	1	11	1	5	11	16	9	2	12	6	10	11	12	1	16	11	16	2	8.250	4.9	7
8	Facil. de labr. el suelo	10	17	12	4	11	8	6	9	11	3	17	7	5	11	6	5	16	14	15	5	9	8	6	10	9.375	4.2	8
9	Lombric. de tierra	11	1	5	3	6	14	7	7	4	2	20	15	13	10	2	12	20	16	7	9	3	10	9	19	9.375	5.8	9
10	Infiltración de agua	5	20	10	10	20	4	18	17	8	15	5	5	6	14	17	14	17	10	9	4	12	6	5	11	10.917	5.4	10
11	Pendiente	16	18	14	7	13	12	17	20	7	14	9	6	20	17	4	7	12	4	18	11	17	15	11	8	12.375	5.0	11
12	Cantidad de piedras	13	10	11	15	7	13	15	6	18	16	10	11	18	19	20	13	11	13	20	6	11	7	8	7	12.417	4.5	12
13	Textura	17	16	6	13	10	7	14	19	20	20	14	4	8	5	5	11	9	18	16	15	14	14	17	14	12.750	5.0	13
14	Estructura	14	19	17	17	16	19	11	10	5	12	8	3	15	7	16	20	5	12	14	16	8	19	10	15	12.833	4.9	14
15	Erosión	15	13	20	16	19	18	13	16	6	7	16	10	11	20	13	17	8	7	5	13	13	16	14	6	13.000	4.6	15
16	Quema	20	9	15	18	8	20	5	12	14	17	13	19	14	4	15	19	2	6	8	19	7	20	15	20	13.292	5.8	16
17	Plagas del suelo	2	12	18	19	15	15	12	15	16	13	15	18	17	15	10	10	13	9	19	20	15	1	20	9	13.667	5.0	17
18	Crecimiento de maleza	12	3	16	9	17	17	16	13	19	18	12	12	16	16	14	18	19	17	13	18	20	5	18	4	14.250	4.8	18
19	Dureza	18	11	19	14	18	11	20	18	17	10	6	17	10	8	19	16	15	19	17	17	18	18	7	12	14.792	4.3	19
20	Drenaje	19	14	13	20	14	16	19	14	15	11	7	8	19	18	18	15	14	20	11	14	19	17	19	18	15.500	3.7	20

¹Promedio: Total entre número de agricultores

²PF: Prioridad final

Para el grupo de indicadores “Menos importante” se puede ver que las desviaciones estándares se encuentran relativamente disparadas entre sí, significando que existen indicadores fáciles de priorizar para los agricultores, tal es el caso del indicador “Drenaje” con un valor de su desviación estándar de 3.7; sucede lo contrario con el indicador “Quema”, con un valor de su desviación estándar igual a 5.8, lo que significa que éste indicador presenta mayor dificultad entre los productores para priorizarlo.

El hecho de dificultarse la priorización de algunos indicadores y sobre todo los considerados como medio importantes, pudieran indicar que estos pudieran estar guardando alguna relación con la calidad del suelo, es decir, si los indicadores identificados se hubiesen clasificado en dos grupos, es probable que este grupo intermedio se hubiese ubicado en los importantes.

4.3.2. - Desviaciones estándares para la parte baja de la subcuenca del Río Cállico.

La Tabla 8 muestra el promedio, las desviaciones estándares y la prioridad final de los indicadores locales de la calidad del suelo. Las desviaciones estándares que pertenecen al grupo “Más importante” muestran fluctuaciones relativas con valores bajos respecto a los otros grupos (“Medio importante” y “Menos importante”); este hecho significa que en éste grupo existe una alta concordancia entre los agricultores, al momento de priorizar los indicadores. Por ejemplo, “Lombriz de tierra” y “profundidad de la capa fértil” con un valor de sus desviaciones estándares de 3.3 y 3.6 respectivamente. Dentro de este grupo de indicadores, “Rendimiento” y “Materia orgánica” presentan un poco más de dificultad para los agricultores al momento de priorizarlos, presentando valores respectivos de desviación estándar igual a 5.3 y 5.2.

Tabla 8. Desviación estándar para cada Indicador de la Calidad del Suelo: Parte baja de la subcuenca del río Calico, San Dionisio, Matagalpa. Año 1998

Nº	Indicador	Número de agricultores																											Promedio ¹	Desviación estándar	PF ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27			
1	Prof. de la capa fértil	1	3	2	5	2	4	1	5	2	3	2	1	2	19	4	3	3	1	3	1	6	4	2	5	1	9	3	3.593	3.6	1
2	Obras de conservación	3	1	1	3	19	1	2	12	1	5	3	4	5	8	1	1	1	9	1	2	1	5	4	1	5	5	1	3.889	4.1	2
3	Lombris de tierra	2	12	3	8	3	7	12	8	5	8	9	6	3	1	10	2	7	2	7	7	5	12	5	8	4	2	8	6.148	3.3	3
4	Rendimiento	3	15	5	2	6	5	3	15	17	4	7	2	17	4	7	8	2	6	11	6	2	3	3	6	9	20	4	7.111	5.3	4
5	Retención de agua	4	8	6	15	15	16	8	1	4	2	4	7	8	2	8	4	8	15	6	3	10	1	12	16	8	1	2	7.185	4.9	5
6	Materia orgánica	5	2	7	4	5	17	9	13	6	1	12	3	1	10	14	7	5	19	2	5	3	11	9	15	16	3	10	7.926	5.2	6
7	Facil. De labr. el suelo	6	13	16	10	8	2	4	6	19	7	6	5	6	7	2	5	4	14	9	11	8	10	15	17	2	16	12	8.889	4.9	7
8	Color del suelo	12	7	9	1	9	6	13	4	18	13	11	15	15	6	6	9	9	5	4	9	11	5	1	10	6	18	13	9.074	4.6	8
9	Edad de la tierra	8	14	10	13	10	3	5	16	11	17	10	13	4	5	3	11	17	13	5	12	13	2	21	7	7	11	6	9.889	4.9	9
10	Color de hojas	10	6	4	11	11	13	14	9	16	9	15	11	7	20	11	6	12	7	8	19	16	9	6	9	3	8	15	10.556	4.3	10
11	Pendiente	16	16	11	9	14	9	11	2	8	12	18	10	18	15	17	12	6	4	20	4	17	13	11	13	13	14	5	11.778	4.8	11
12	Crecimiento de malezas	17	11	8	14	1	8	18	10	10	14	20	12	20	12	12	20	16	10	10	8	7	8	8	11	11	21	9	12.074	4.9	12
13	Estructura	15	5	14	19	7	12	7	3	7	6	5	9	10	16	5	15	11	11	19	14	12	17	18	18	20	15	16	12.074	5.1	13
14	Textura	14	9	17	16	18	14	17	7	3	15	14	16	14	13	16	19	20	3	17	15	15	7	10	12	18	19	7	13.519	4.8	14
15	Drenaje	9	17	12	20	12	10	6	18	21	19	13	8	11	17	9	17	15	8	15	13	18	14	20	3	19	13	17	13.852	4.7	15
16	Barbecho	7	4	15	18	20	18	10	14	20	10	8	21	12	9	15	16	10	20	14	10	14	19	19	14	14	17	11	14.037	4.6	16
17	Erosión	20	21	20	7	16	11	20	19	13	16	17	17	13	14	18	14	14	17	13	20	19	6	7	4	12	10	9	14.333	4.8	17
18	Quema	19	10	18	6	21	21	15	17	12	20	1	19	19	3	13	18	18	18	18	16	21	16	17	2	21	6	20	15.000	6.2	18
19	Cantidad de piedras	11	18	19	12	13	19	16	21	14	11	21	18	21	21	21	13	19	16	12	17	4	18	14	21	10	7	18	15.741	4.6	19
20	Plagas del suelo	21	20	21	21	4	20	19	11	9	18	16	14	9	11	19	10	21	21	16	21	9	21	16	20	17	8	21	16.074	5.2	20
21	Dureza	18	19	13	17	17	15	21	20	15	21	19	20	16	18	20	21	13	12	21	18	20	20	13	19	15	12	14	17.296	3.0	21

¹Promedio: Total entre número de agricultores

²PF: Prioridad final

Las desviaciones estándares para el grupo de indicadores “Medio importante” se encuentran relativamente altas, lo cual significa que tienen un grado de dispersión considerablemente alto; por consiguiente, un grado bajo de concordancia entre los agricultores al momento de realizar la priorización. El indicador que se muestra con mayor concordancia de priorización es “color de hojas” con un valor de desviación estándar igual a 4.3; el indicador que presenta mayor grado de dispersión y por consiguiente mayor incongruencia entre los agricultores al momento de priorizar es “Estructura”, con un valor igual a 5.1 de desviación estándar.

El grupo de indicadores “Menos importante” presenta una leve fluctuación con respecto a sus desviaciones estándares, lo cual indica que existen indicadores que a los productores les resultan fáciles y también otros que se les hace un poco más compleja, la tarea de la priorización. El indicador “Dureza” presenta una mayor concordancia entre los agricultores al momento de priorizarlo, por lo tanto, se prioriza con más facilidad dado que posee una desviación estándar poco desparramada, con un valor igual a 3.0; “Quema” es el indicador que presenta mayor dificultad para los productores al momento de priorizarlo, ya que presenta una desviación estándar de 6.2, lo que significa que las priorizaciones individuales de los agricultores difieren grandemente entre sí.

4.4. Comparación entre el conocimiento campesino de los suelos (indicadores locales) con los criterios técnicos

Una de las limitaciones más grandes para lograr la plena participación de los productores en el desarrollo del conjunto de prácticas de manejo sostenible necesarios para una región está en la poca comunicación existente entre técnico y agricultor. En particular a la falta de un lenguaje común y de un instrumento metodológico que permita recabar el conocimiento campesino acerca del recurso suelo e integrarlo al acervo de conocimiento técnico aportado por las ciencias de la pedología y la edafología (CIAT *et al.* 1998).

Los campesinos y las campesinas deberían examinar sus roles de beneficiarios pasivos para adoptar una actitud activa en la toma de iniciativas sin esperar hasta que lleguen las intervenciones externas. Al mismo tiempo, los especialistas como los técnicos, promotores, ingenieros e investigadores, “deberían reconocer las necesidades de cambio en sus prácticas de trabajo para que exista un verdadero diálogo con la gente de las comunidades”. Esto implica en muchas ocasiones revisar los métodos aprendidos en los colegios y las universidades (Pelletier & Vernooy, 1998).

La experimentación campesina es un proceso participativo, de “potenciación y valoración de la cultura campesina”, por medio del cual se hacen pruebas o tanteos sobre prácticas vivenciales rescatadas o modificadas a partir del conocimiento existente, y con el fin de comprobar la utilidad en esas condiciones, y que servirá para introducir mejoras en la finca o en la familia campesina que ayuden a mejorar su calidad de la vida (PASOLAC *et al.* 1997).

Lo anterior pone de manifiesto la necesidad de compatibilizar el lenguaje local con el técnico para tener un mejor entendimiento de la ciencia de suelos a ambos lados. Por tanto la integración de la experiencia de los agricultores con el conocimiento científico, nos permite a ambos lados un mejor entendimiento del recurso suelo, y de esta forma poder

tomar las mejores decisiones para el manejo del suelo, con relación al estado de degradación en que se encuentre.

Los agricultores de la subcuenca del Río Calico, de acuerdo a sus percepciones, tienen la capacidad de identificar inmediatamente el estado de salud en el cual se encuentra un suelo, basándose en el conocimiento práctico y experiencia de campo.

Los agricultores para diagnosticar el estado de su suelo utilizan distintos parámetros o indicadores locales; los cuales bajo distintos nombres pueden reflejar una característica o condición de suelo, el éxito de la buena comunicación y entendimiento entre el técnico y el campesino productor y que deba reflejarse en una participación más efectiva del campesino, es cuando el técnico logra agrupar los términos con un mismo significado y les adjudica su respectivo nombre técnico. Con esta integración se logra una compatibilización del lenguaje técnico con el local que usan los agricultores, por ende una mejor comunicación entre ambos. Un reflejo de este ejercicio de compatibilización se muestra en las Tablas 9 y 10.

Tabla 9 Compatibilización entre Indicadores Locales y Técnicos de la Calidad del Suelo, con el lugar de priorización otorgado por parte de los agricultores de la parte alta de la subcuenca del Río Cállico, San Dionisio, Matagalpa (año 1998)

Prioridad	Comparación del conocimiento	
	Técnico	Local
1	Obras de conservación	Curvas a nivel, barreras vivas, conservación / Abono verde, abono orgánico.
2	Profundidad de la capa fértil	Suelos profundos, suelo hondo / Pocas raíces
3	Rendimiento	Rendimiento / Se cosecha bastante, buena cosecha
4	Follaje de las plantas	Hojas de las plantas verdes / hojas amarillas
5	Materia orgánica	Broza fermentada / Basura descompuesta
6	Retención de agua	Suelo húmedo / El suelo se mantiene árido
7	Color del suelo	Tierra negra, amarillenta, roja, blanca
8	Lombriz de tierra	Lombrices de tierra
9	Facilidad de labrar	Facilidad de arar, facilidad de trabajar la tierra / Sembrar, tierra amarrada, suelo fresco
10	Infiltración de agua	Escurrimiento del agua por encima del suelo / Chupa agua, consume agua
11	Cantidad de piedras	Peñascalosa, cascajoso, pedregoso, pedragaloso / Piedras pequeñas
12	Pendiente	Guindoso, guindo / Faldeado, laderas, incómodo, parejo
13	Textura	Barrial suave, barrialoso partido / Brellosa, pegajoso, arenoso, arenilloso
14	Estructura	Suelo suelto, suelo boronoso / Tierra fina, polvito
15	Erosión	El viento arranca las plantas, el viento golpea / Lavado, lavado de tierras, la tierra no se lava
16	Quema	Quema
17	Plagas del suelo	Enfermedades del suelo, plagoso / Plagas que se comen las raíces
18	Crecimiento de malezas	La hierba crece mucho, el zacate amarra al suelo / Coyolillo, grama.
19	Dureza	Tierra dura
20	Drenaje	Se llena de agua / pantanoso, enmarado, la planta se aguachina

Tabla 10 Compatibilización entre indicadores locales y técnicos de la Calidad del Suelo, con el lugar de priorización otorgado por parte de los agricultores de la parte baja de la subcuenca del Río Cállico, San Dionisio, Matagalpa (año 1998).

Prioridad	Comparación del conocimiento	
	Técnico	Local
1	Profundidad de la capa fértil	Poca tierra / Poca capa fértil
2	Obras de conservación	Curvas a nivel, barreras vivas, barreras muertas, diques / Abono verde, rastrojo
3	Lombriz de tierra	Lombrices de tierra
4	Retención de agua	Poca agua retiene el suelo / Humedad
5	Rendimiento	Poca cosecha, baja cosecha / Rendimientos bajos
6	Materia orgánica	Descomposición de hojas / descomposición de tallos
7	Facilidad de labrar	Facilidad de labrar / Tierra difícil de labrar
8	Color del suelo	Blanco, negro / Amarillo, rojo
9	Edad de la tierra	Edad de la tierra
10	Color de las hoja de las plantas	Hojas verdecitas de las plantas
11	Pendiente	Falda, inclinado, desnivel / Guindosa, plana, faldas
12	Crecimiento de malezas	Malas hierbas, se produce mucha maleza / Coyolillo
13	Estructura	No es terronosa, / Lanilla, tierra porosa
14	Textura	Tierra barrialosa, arcillosa, / Arenilla, sonsocuite, mucho barro, tierra fina
15	Drenaje	Tiene salida de corriente de agua
16	Barbecho	Dejar de trabajar el suelo malo / Descanso
17	Quema	No quema / Quema
18	Erosión	Suelo lavado / El suelo tiene erosión
19	Cantidad de piedras	Peñascalosa, peñascosa / Cascajosa, pedregosa
20	Plagas del suelo	Plagas del suelo / Gallina ciega
21	Dureza	Tierra dura / Tierra suave

4.4.1. - Opiniones de los agricultores

Los indicadores locales de la calidad del suelo, son obtenidos a partir del “saber local” que han venido adquiriendo los agricultores con el pasar de los años, constituyéndose así en una fuente de información muy valiosa. A continuación se presentan los criterios que usan los agricultores para determinar la calidad de sus suelos:

- ✓ La tierra negra y suelta en terrenos planos es la tierra buena para sembrar.
- ✓ El terreno es bueno cuando tiene 8 pulgadas de profundidad con respecto a su capa fértil y cuando se siembra por primera vez: 5 pulgadas cuando el terreno es regular y es cuando proporciona rendimientos de un 70%; cuando el terreno tiene 2 pulgadas de profundidad de capa fértil, se obtienen rendimientos de un 20% en la cosecha.
- ✓ La tierra socada no es buena porque tiene mucho barrial, no desarrolla la mata de maíz.
- ✓ Para mi conocimiento de la tierra, siembro de todo tipo de cultivo para ver cuál da mejor cosecha y así selecciono el tipo de siembro que se cultiva mejor.
- ✓ Para componer la tierra tenemos que conservarla con barreras muertas y barreras vivas, también no quemar para recuperar la tierra fértil.
- ✓ Nosotros conocemos el tipo de suelo que es regular porque se cosecha con poco abono y se producen diferentes plantas, tanto malezas como productivas.
- ✓ Cuando la planta no crece y queda pequeñita y rojiza, ese suelo lo conozco como deficiente.
- ✓ Para mí un suelo bueno es el que tiene 20 pulgadas de profundidad de tierra negra (profundidad de la capa fértil del suelo); también cuando las plantas son bien hojudas, (hojas grandes), y se nota en plantas como el maíz, frijol, ayote, pipian, etc.

- ✓ La tierra no es mala porque se le puede sacar otro provecho como para el ganado, sembrar zacate o caña.
- ✓ La tierra más cansada es la que es barrialosa amarrada color colorada, ya que la planta no desarrolla, es desnutrida.
- ✓ Para mí la parcela pedregalosa es buena porque no se lava la tierra.
- ✓ La tierra mala es aquella que es arenillosa, osea, rojiza; es la tierra que está lavada ya que necesita bastante fertilizante. Otra tierra mala es la que tiene barrial.
- ✓ Cuando la parcela se aguachina, es mala porque el siembro se madura; cuando la tierra es buena es negra, suave y suelta.
- ✓ Aunque el suelo tenga bastante piedra mediana la tierra es fértil, las plantas crecen frondosas. Cuando al levantar una piedra, vemos bastante lombrices de tierra, eso nos indica que el suelo es fértil.
- ✓ En terrenos altos y sin protección el crecimiento de las plantas no es bueno, porque el viento las golpea mucho.
- ✓ El suelo es bueno cuando el follaje de las plantas crece muy hermoso, con sus follajes verdes y tiernos; cuando el suelo es malo la planta nace y crece amarilla.
- ✓ Para mí un suelo malo es donde golpea mucho el viento, o es muy guindoso, en cambio en donde no golpea el viento las plantas se desarrollan con mucha facilidad.
- ✓ Tengo un terreno en donde la tierra es negra y profunda, esto significa que la tierra es buena porque la planta se desarrolla con facilidad. En cambio tengo otro terreno que no

tiene nutriente, entonces este tipo de tierra produce malas hierbas como el coyolillo y la grama.

- ✓ Donde hay presencia de piedra redonda significa que hay un buen terreno; donde existe piedra laja (piedras alargadas y planas), el terreno no es bueno para cultivar.

Como puede observarse, nuestros campesinos tienen bien identificados los indicadores o parámetros que están relacionados a la calidad o fertilidad de los suelos, traducido todo lógicamente en rendimiento en sus cultivos; esto significa que el campesino conoce las características que acompañan a los buenos suelos, por lo tanto puede ser lógico pensar que su disposición a emprender actividades con el propósito de mejorar sus suelos podría ser grande. No obstante, muy a menudo y en muchos lugares, el productor se muestra poco dispuesto a emprender actividades para mejorar sus suelos, debido a que muchas veces el técnico usa un lenguaje poco comprensible para el campesino, por lo tanto poco convincente. La compatibilización de los términos puede contribuir a resolver ese problema, pues el técnico entiende el término del campesino y viceversa.

4.5. – Separación de las propiedades permanentes y modificables de los suelos

- Una propiedad permanente es aquella que ha sido determinada o “heredada” por los padres (factores de formación) y que en términos prácticos no es sencillo cambiarla. Por ejemplo, la textura del suelo se considera como una propiedad permanente, puesto que en términos prácticos no es factible cambiar la distribución relativa del tamaño de las partículas que conforman la fracción de tierra fina (menor de 2 mm). De igual manera se torna complicado pensar en la posibilidad de cambiar la pendiente muy pronunciada de las tierras de laderas o tratar de cambiar el clima de una región.
- Una propiedad modificable es aquella que es susceptible de ser cambiada en forma apreciable, a través de las acciones de manejo regularmente aplicadas a un suelo. Un ejemplo de una propiedad modificable es el contenido de materia orgánica de un suelo en su parte superficial, puesto que en términos prácticos es factible modificarla, aumentarla mediante la adición de enmiendas orgánicas o disminuirla a través de la

estimulación de una mayor mineralización por el hábito de quemas continuas, exposición directa de los elementos del suelo mediante la labranza.

Es de suma importancia clasificar las propiedades de los suelos en permanentes y modificables, ya que las propiedades modificables las podemos mejorar a través de prácticas agronómicas, y así con el conocimiento de estas propiedades modificables lograr un aprovechamiento y sostenimiento óptimo de los suelos.

El productor vivirá toda su vida con las propiedades permanentes del suelo de sus parcelas; pero para él, conocer los problemas de su suelo y más aún aquellos que puede solucionar (propiedades modificables), le será una herramienta de mucha utilidad que aunado a los conocimientos básicos (locales) y los avances tecnológicos específicos, le servirá para prevenir y resolver problemas locales de manejo de suelo de manera más efectiva y apropiada, que lo realizado por ellos mismos.

Para lograr un mejor entendimiento, acerca de las propiedades permanentes y modificables, estas últimas se pueden clasificar a la vez, en propiedades modificables a corto, mediano y largo plazo, a saber:

- Las propiedades modificables del suelo que se pueden mejorar en un corto plazo, se refieren a un periodo de tiempo de tres a cinco años.
- Las propiedades o indicadores modificables del suelo que se pueden mejorar en un mediano plazo, se refieren a un periodo de tiempo de cinco a diez años.
- Las propiedades diagnósticas de los suelos, que se pueden modificar en un periodo de tiempo de diez años o más, son las propiedades que se clasifican como propiedades modificables a largo plazo.

Los parámetros de tiempo establecidos anteriormente, no son una regla estricta a seguir, si no que está sujeto a variar en dependencia de la variación del suelo en las diferentes parcelas, el cambio de la condición del suelo bajo diferentes cultivos y el uso y manejo que se le den a éste a través del tiempo.

La integración del conocimiento local con el técnico, permitió identificar las siguientes propiedades diagnósticas de los suelos, para los estratos altitudinales altos y bajos de la subcuenca del río Calico, las cuales se resumen en las Tablas 11 y 12.

La Tabla 11 presenta las propiedades de los suelos en permanentes y modificables y éstas últimas clasificadas en modificables en un corto, mediano y largo plazo con respecto a la parte alta de la subcuenca del Río Cállico. Los datos obtenidos de los agricultores de dicha cuenca, presentan siete propiedades indicadoras de la calidad del suelo que son permanente:

1. Profundidad de la capa fértil.
2. Follaje.
3. Color del suelo.
4. Cantidad de piedras.
5. Pendiente.
6. Textura.
7. Erosión.

Cuatro indicadores de la calidad de los suelos que se pueden modificar en un "corto plazo":

1. Obras de conservación.
2. Quema.
3. Plagas del suelo.
4. Crecimiento de malezas.

Tabla 11. Propiedades diagnósticas de los suelos clasificadas en permanentes y modificables, según los agricultores de la parte alta de la subcuenca del Río Cállico (1998)

N°	Conocimiento técnico	Propiedades diagnósticas de los suelos			
		Permanente	Modificable		
			Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
1	Obras de conservación		X		
2	Prof. De la capa fértil	X			
3	Rendimiento			X	
4	Follaje	X			
5	Materia orgánica			X	
6	Retención de agua				X
7	Color del suelo	X			
8	Lombriz de tierra			X	
9	Facilidad de labrar				X
10	Infiltración de agua			X	
11	Cantidad de piedras	X			
12	Pendiente	X			
13	Textura	X			
14	Estructura			X	
15	Erosión	X			
16	Quema		X		
17	Plagas del suelo		X		
18	Crecimiento de malezas		X		
19	Dureza				X
20	Drenaje			X	

Seis propiedades diagnósticas que son factibles mejorarlas en un “mediano plazo”:

1 Rendimiento.

2. Materia orgánica.
3. Lombriz de tierra.
4. Infiltración de agua.
5. Estructura.
6. Drenaje y.

Tres propiedades diagnósticas que se pueden modificar en un periodo de tiempo correspondiente a un “largo plazo”:

1. Retención de agua.
2. Facilidad de labrar.
3. Dureza.

La Tabla 12 muestra la clasificación de las propiedades de los suelos en permanentes y modificables, las cuales son usadas por los productores de la parte baja de la subcuenca del Río Cállico.

De acuerdo a la Tabla 12, puede observarse que son ocho las propiedades permanentes y trece las propiedades modificables, clasificándose éstas últimas como modificables en un corto, mediano y largo plazo. Los datos registrados por los agricultores de la subcuenca del Río Cállico, se presentan a continuación:

Ocho propiedades permanentes que los productores usan para determinar la calidad del suelo:

1. Profundidad de la capa fértil.
2. Color del suelo.
3. Edad de la tierra.
4. Color de las hojas de las plantas.
5. Pendiente.
6. Textura.
7. Erosión.
8. Cantidad de piedras.

Tabla 12. Propiedades diagnósticas de los suelos, clasificadas en permanentes y modificables, según los agricultores de la parte baja de la subcuenca del Río Cállico (1998)

N°	Conocimiento técnico	Propiedades diagnósticas de los suelos			
		Permanente	Modificable		
			Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
1	Prof. De la capa fértil	X			
2	Obras de conservación		X		
3	Lombriz de tierra			X	
4	Retención de agua				X
5	Rendimiento			X	
6	Materia orgánica			X	
7	Facilidad de labrar				X
8	Color del suelo	X			
9	Edad de la tierra	X			
10	Color de hojas plantas	X			
11	Pendiente	X			
12	Crecimiento de malezas		X		
13	Estructura			X	
14	Textura	X			
15	Drenaje			X	
16	Barbecho		X		
17	Quema		X		
18	Erosión	X			
19	Cantidad de piedras	X			
22	Plagas del suelo		X		
21	Dureza				X

Los indicadores modificables en un “corto plazo” son un total de cinco.

1. Obras de conservación.
2. Crecimiento de malezas.
3. Barbecho.
4. Quema.
5. Plagas del suelo.

Cinco indicadores modificables en un “mediano plazo”:

1. Lombriz de tierra.
2. Rendimiento.
3. Materia orgánica.
4. Estructura.
5. Drenaje.

Tres indicadores modificables en un “largo plazo”:

1. Retención de agua.
2. Facilidad de labrar.
3. Dureza.

De los veinte indicadores de la calidad del suelo que usan los agricultores de la parte alta de la subcuenca del Río Cállico: el 35% (7) son propiedades permanente; el 20% (4) corresponden a propiedades que se pueden modificar en un corto tiempo; 30% (6) son propiedades modificables en un mediano plazo y el 15% (3) son indicadores de suelos modificables en un largo plazo (figura 3)

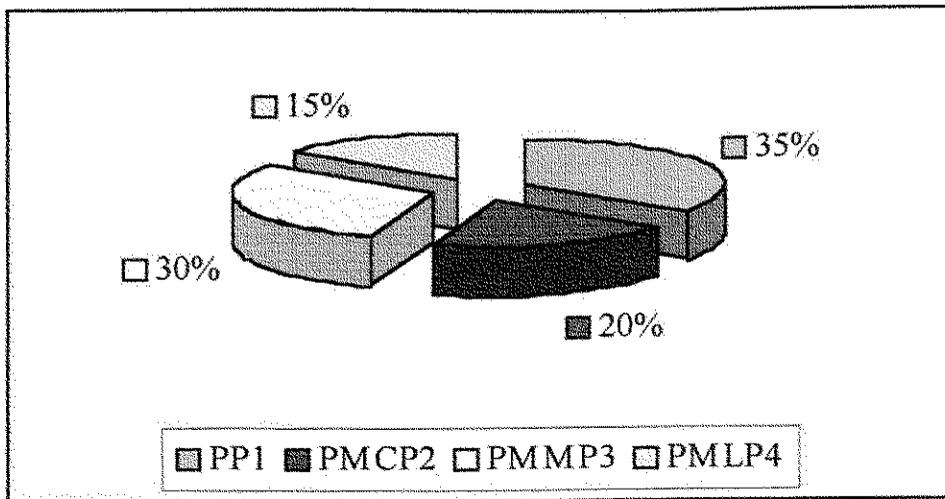


Figura 3: Clasificación por porcentaje de las propiedades del suelo en permanentes, y modificables a corto, mediano y largo plazo, que usan los agricultores de la parte alta de la subcuenca del Río Cállico.

PP¹: Propiedades permanentes.

PMCP²: Propiedades modificables a corto plazo.

PMMP³: Propiedades modificables a mediano plazo.

PMLP⁴: Propiedades modificables a un largo plazo.

La Figura 4 demuestra la clasificación por porcentaje de las propiedades del suelo en permanentes y modificables. El 38% (8) corresponden a las propiedades permanentes; un 24% (5) corresponden a las propiedades modificables en un corto tiempo; 24% (5) son propiedades modificables en un mediano plazo y el 14% de los indicadores de la calidad del suelo se pueden modificar en un largo plazo.

En términos prácticos, puede concluirse que en ambos casos (zonas altitudinales) aproximadamente 64% de las propiedades de los suelos son modificables y de estas el 22% son modificables a corto plazo, lo que pudiera también indicar un incremento significativo del rendimiento también a corto plazo.

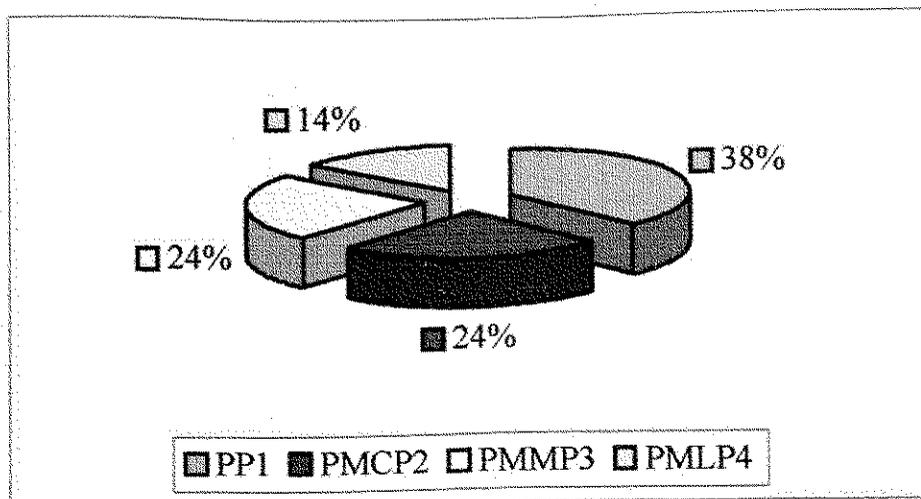


Figura 4. Clasificación por porcentaje de las propiedades del suelo en permanentes, y modificables a corto, mediano y largo plazo, que usan los agricultores de la parte baja de subcuenca del Río Cállico.

PP¹: Propiedades permanentes.

PMCP²: Propiedades modificables a corto plazo.

PMMP³: Propiedades modificables a mediano plazo.

PMLP⁴: Propiedades modificables a un largo plazo.

4.5.1. Recomendaciones agronómicas para mejorar las propiedades modificables de los suelos

En ambos casos (parte alta y parte baja), las propiedades modificables son aproximadamente el 60% del total de las propiedades diagnosticas, de manera que desde el punto de vista agrícola, el mejoramiento de estas propiedades a través de practicas que conduzcan al suelo a prestarle mejores condiciones a los cultivos, podría traducirse, en tiempos relativamente cortos, a un aumento importante de los rendimientos. En la Tabla 13, se presenta una propuesta de practicas que podrían conducir a modificar mejorar algunas características de los suelos a corto o a mediano plazo en beneficio de los rendimientos de los cultivos.

Tabla 13. Recomendaciones agronómicas para las propiedades modificables del suelo

N°	INDICADOR	RECOMENDACIÓN AGRONÓMICA	TIEMPO DE MODIFICACION
1	Obras de conservación de suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Labranza en curvas de nivel • Barreras muertas • Cercas vivas • Diques • Barreras vivas 	Corto plazo
2	Quema	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer rondas de 3 a 5 mts. Alrededor de la parcela. • Realice las rondas en Enero y haga las quemas al final de verano • En terrenos agrícolas corte la maleza y rastrojos y amontónelos 	Corto plazo
3	Contenido de materia orgánica	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar rastrojos de cultivo • Incorporar estiércol de vaca o compost • Sembrar abono verde 	Mediano plazo
4	Rendimiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Variedades resistentes a plagas y enfermedades • Uso de híbridos • Manejo coservacionista del cultivo 	Mediano plazo
5	Plagas del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Buena preparación del suelo • Rotación de cultivos • Destruir restos de cosecha anterior 	Corto plazo
6	Infiltración de agua	<ul style="list-style-type: none"> • Practicar labranza mínima • Incorporar estiércol, rastrojos, monte y abono orgánico 	Mediano plazo
7	Facilidad de labrar el suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Constante adición de materia orgánica al suelo 	Largo plazo
8	Barbecho	<ul style="list-style-type: none"> • Usar abono verde en el primer ciclo de lluvia, antes de nacer las malas hierbas • Chapear y dejar como mulch una o dos semanas antes de sembrar el próximo cultivo 	Corto plazo
9	Drenaje	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar el contenido de materia orgánica • Utilizar zanjas o canales abiertos para evacuar el exceso de agua 	Mediano plazo

V.- CONCLUSIONES

- Los agricultores de la parte alta de la subcuenca del Río Calico, usan, para juzgar la calidad de sus suelos, un total de veinte indicadores locales de la calidad del suelo comparado con veintiún indicadores de los agricultores de la zona baja.
- Los agricultores de las partes altas de la subcuenca del río Calico tienen como prioridad número uno al indicador "Obras de conservación de suelos" para determinar la calidad de los suelos de esa región y en última prioridad "Drenaje". Los productores de la parte baja prefieren "Profundidad de la capa fértil" como prioridad número uno y "Dureza" como prioridad última para determinar la calidad de los suelos.
- La integración del conocimiento campesino de los suelos con el conocimiento técnico de los mismos facilita a ambos lados una mejor comprensión y comunicación para con los problemas que se presenten en el agrosistema de los agricultores y de esta manera tomar mejores decisiones conjuntamente.
- Existen propiedades diagnósticas de los suelos (ILCS), con los que el agricultor tiene que convivir toda la vida sin poder cambiarlas, en cambio las propiedades modificables del suelo se pueden mejorar ya sea a corto, mediano o largo plazo para obtener mayor producción y productividad en las cosechas de los cultivos.
- Existen siete propiedades permanentes de la calidad del suelo y trece modificables (cuatro propiedades modificables a corto plazo, seis a mediano plazo y tres a largo plazo) para la zona geográfica alta de la subcuenca del río Calico. Para la parte baja de la subcuenca se registraron un total de ocho propiedades permanentes y trece modificables, de estas últimas cinco propiedades de la calidad del suelo se pueden modificar en un corto plazo, cinco en un mediano plazo y tres propiedades en un largo plazo.

Las desviaciones estándares muestran que las decisiones de priorización son difíciles, subjetivas y complejas, involucrando el conocimiento y el peso de múltiples factores.

La priorización de las características del suelo cambia bajo diferentes escenarios ya sea en laderas o en zonas planas; este hecho se puede ver tanto para los productores de las zonas altas de la subcuenca, los cuales tienen como prioridad número uno “Obras de conservación de suelos”, en cambio los agricultores de las zonas bajas tienen como prioridad “Profundidad de la capa fértil”.

Las prácticas agronómicas recomendadas para mejorar las propiedades diagnósticas del suelo, en este caso las propiedades modificables, forman un sistema en el cual una práctica recomendada para un indicador, ayuda directa e indirectamente a mejorar otras características del suelo u otros indicadores.

No existen suelos malos, si no prácticas de manejo inadecuadas para el suelo.

VI.- RECOMENDACIONES

- Para el diseño de talleres futuros, es necesario planificar dos talleres en vez de uno para una misma zona geográfica o grupos de personas:
1. Identificación de indicadores, se debe de desarrollar con 25 personas con el propósito de obtener información objetiva. Respecto a la metodología tiene que ser participativa.
 2. Priorización de indicadores y resultados de la priorización (actividad individual y colectiva para análisis de los resultados junto con los productores)
 - Antes de hacer una actividad específica, inmediatamente se deben dar explicaciones claras y detalladas y una demostración paso a paso de la actividad, para que la audiencia quede bien clara de lo que se desea realizar.
 - Para talleres futuros de este tipo, es necesario tomar suficiente tiempo para la identificación, priorización y compilación de los resultados, ya que existen algunos agricultores que necesitan más tiempo que el promedio normal para identificar y priorizar indicadores.
 - Investigar métodos de investigación participativa, previo a la realización de los talleres con los productores, con el objetivo de establecer una relación armónica con éstos para que se sientan dispuestos a investigar e interrogar abiertamente y de esta manera evitar posibles sesgos en los resultados.
 - Los productores conocen, a través de su experiencia empírica, cómo mejorar el suelo de sus parcelas, pero es necesario que el técnico extensionista difunda entre ellos las propiedades del suelo que se pueden mejorar con manejo agronómico, en este caso las propiedades modificables del suelo y, de esta manera lograr una integración del conocimiento campesino de los suelos con el conocimiento técnico de los mismos.

VII.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aburto, F. 1992. Topografía I. Texto Básico. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 134 p.
- Alemán, F. 1997. Manejo de malezas en el trópico. Multiformas. universidad Nacional Agraria (UNA). Escuela de Sanidad Vegetal (ESAVE). Managua, Nicaragua. 227 p.
- Ashby, J. 1998. Manual para la evaluación de tecnología con productores. CIAT. Cali, Colombia, 101 p.
- Baltodano, M.; Tijerino, D. & Vernooy, R. 1998. Análisis de bienestar en la subcuenca del río Calico. San Dionisio, Matagalpa. CIAT. Managua, Nicaragua. 17 p.
- Barreto, H.; Jiménez, P.; Burpee, Ch.; Turcios, W.; Brizuela, L.; López, E.; Vernooy, R.; Baltodano, M.; & Tijerino, V. 1997. Proyecto CIAT laderas. América Central. Reportes de Progreso 1997. Managua, Nicaragua. 106 p.
- Binder, U. 1994. Manejo y conservación de suelos. Teoría y guía práctica. Escuela de agricultura y ganadería de Esteli. Esteli, Nicaragua. P. v.
- Burpee, Ch. & Turcios, W. 1997. Indicadores locales de la calidad del suelo: Resultados iniciales de Honduras. CIAT. Tegucigalpa, Honduras. 28 p.
- Burpee, Ch. 1997. Cuadro de indicadores de la calidad del suelo. CIAT. Tegucigalpa, Honduras. 16 p.
- Buol, S. W.; Hole, F.D.; McCracken, R.J. 1983. Génesis y clasificación de suelos. Trillas. México D.F., México. 417 p.

- FitzPatrick E. A., 1987. Suelos: Su formación, clasificación y distribución. CECSA, México D.F., México. 430 p.
- Foth, H. 1987. Fundamentos de la ciencia del suelo. CECSA, México D.F., México. 433 p.
- Fuentes, J. 1994. El suelo y los fertilizantes. Mundi-prensa. Madrid, España. 327 p.
- Geilfus, F. 1997. 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. Prochalate - IICA. San Salvador, El Salvador. 208 p.
- Guerrero, A. 1996. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Mundi - Prensa. Madrid, España. 206 p.
- García, H. 1997. Evaluación de diferentes prácticas culturales sostenibles y su impacto sobre la cenosis de las malezas, granos básicos y leguminosas. Tesis Ing. Agrónomo. UNA, Managua, Nicaragua. 81 p.
- Gain, E. [s.f]. Compendio de química agrícola. Salvat. Madrid, España. 492 p.
- Kramer, P. 1974. Relaciones hídricas de suelo y plantas. EDUTEC, México D.F., México. 538 p.
- Kirkby, M.; Morgan, R. 1984. Erosión de Suelos. LIMUSA, México, D.F., México. 375 P.
- INCAP-OPS; MED, [s.f.]. Manual de hortalizas: guía para el maestro. MED, Managua, Nicaragua. 67 p.
- Luthin, J. 1979. Drenaje de tierras agrícolas: Teoría y aplicaciones. Departamento de Irrigación, Universidad de California, E.U. A. LIMUSA, México D.F., México. 684

- Martínez, C. 1996. Potencial de la lombricultura: elementos básicos para su desarrollo. Lombricultura Técnica Mexicana. México D.F., México. 140 p.
- Martínez, J & Martínez, J. 1997. Estudio de suelos y caracterización hidrológica superficial en la subcuenca del río Jinotega, departamento de Jinotega. Tesis de Ing. Agrónomo, UNA. Managua, Nicaragua. 124 p.
- Millar, C.; Turk, L. & Foth, H. 1975. Edafología: fundamento de la ciencia del suelo. CECSA. México D. F. , México. 612 p.
- Ortega, T. 1978. Química de suelos. Universidad Autónoma de Chapingo, México D.F., México. 152 p.
- Pérez, M. 1994. Efecto del compost sobre propiedades físico-químicas de un suelo vitran. depts y la respuesta del maíz (*Zea mays L.*). Tesis de ing. Agrónomo, UNA. Managua, Nicaragua. 59p.
- Porta, J.; López, M.; Roquero, C. 1994. Edafología Para la Agricultura y el Medio Ambiente. Mundi- Prensa. Madrid, España. 807 p.
- Programa Campesino a Campesino, 1994. El abono orgánico es la solución. ENLACE. Managua, Nicaragua. 18 p.
- Programa campesino a campesino, 1998. La lombricultura. Una experiencia de la unión de ejidos. San Fernando. México D.F., México. S. p.
- Sheng, T. 1990. Conservación de suelos para los pequeños agricultores en las zonas tropicales húmedas. FAO. Roma, Italia. 122 p.
- Boletín de suelos (FAO): N° 60

- Schwab, G., Frevert, R., Edminster, T., Barnes, K. 1990. Ingeniería de conservación de suelos y aguas. LIMUSA. México, México D. F. 570 P.
- Somarriba, M. 1989. Planificación conservacionista de la finca El Plantel. Tesis de Ing. Agrónomo. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Managua, Nicaragua. 39 p.
- Turcios, W.; Trejo, M. & Barreto, H. 1998. Método participativo para identificar y clasificar indicadores locales de la calidad del suelo a nivel de finca y microcuenca: Instrumento de apoyo a la toma de decisiones para la agricultura de laderas. COSUDE - CIAT. Yoro, Honduras. 58 p.
- Tellez, R. & Echevoyen C. 1996. Diagnóstico agrosocioeconómico (Matagalpa - Jinotega). INTA. Matagalpa, Nicaragua.
- Uriarte, E. & Tapia, H. 1997. Estudio del efecto de diferentes densidades de siembra sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de Ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) var. Mexicana. Tesis de Ing. Agrónomo. UNA. Managua, Nicaragua. 30 p.
- Valente, J. & Rodríguez, O. 1991. Programa de fertilización de suelos: programa de fertilización en Nicaragua. FAO. Managua, Nicaragua. 23 p.
- Vernooy, R. & Tijerino, D. 1997. La investigación Participativa: notas introductorias e interrogantes. CIAT. Managua, Nicaragua. 16 p.
- Vega, E. & Vansintjan, G. 1992. La importancia de la materia orgánica y abonos orgánicos. Ministerio de agricultura y ganadería. Managua, Nicaragua. 5 p.
Programa nacional de fertilidad de suelos: folleto N° 11.
- Ulloa, S. et al., 1994. Transferencia de tecnología para el desarrollo rural: Retos, problemas y perspectivas. PASOLAC. Managua, Nicaragua. 46 p.

Wild, A. 1992. Condición del suelo y desarrollo de las plantas según Russell. Mundi - Prensa. Madrid, España. 1045 p.

VIII. ANEXOS

Anexo N° 1 Comunidades que conforman la subcuenca del río Calico

1. El zapóte
2. Susuli
3. Piedra Colorada
4. La Cañada
5. Monte Verde
6. El Zarzal
7. El Carrizal
8. El Corozó
9. El Cóbano
10. El Jicaro
11. Wibuse
12. Los Limones
13. Ocote Abajo
14. Ocote Arriba
15. Piedras Largas
16. Las Cuchillas y,
17. El Junquillo (Barreto et al., 1997).

Anexo N° 2 Lista de los agricultores participantes en la realización de los talleres.

- Comunidades de la parte alta de la subcuenca del río Calico: El Carrizal
El Quebrachal
Susuli
Las Cuchillas – El Junquillo

N°	Productor	Comunidad
1	Pedro Figueroa Martinez	La Cañada
2	Luis Orozco	Carrizal
3	Coronado Orozco Cruz	Quebrachal
4	Leopoldo Pérez Torrez	Quebrachal
5	Teófila Torrez	Quebrachal
6	Ernesto Ramos	Quebrachal
7	Mercedes Tercero Matamoros	Susuli Arriba
8	Camilo Pérez	Quebrachal
9	Agustin Hernández	Quebrachal
10	Evaristo Pérez	Quebrachal
11	Gregorio Blandón	Susuli
12	Paulino Muñoz	Susuli
13	Esteban Aráuz	Susuli
14	Marcial Pérez Torres	Carrizal
15	Santos Luquez	Junquillo
16	Juan Martínez	Las Cuchillas
17	Gerardo Muñoz Pérez	Junquillo
18	Hilario Zamora	Susuli
19	Máximo Artola	Junquillo
20	Cristobal Artola	Junquillo
21	Anibal Hernández	Carrizal
22	Domingo Ramos Hernández	Las Cuchillas
23	Pedro Pablo	Las Cuchillas
24	Juan Blanco	Ocote Arriba

- Comunidades de la parte baja de la subcuenca del río Calico. El Zapote.
Ocote Abajo.
El Jicaro
Piedras Largas.

N°	Productor	Comunidad
1	Juan de la Cruz López	Piedras Largas
2	Juan Andrés Ochoa	El Zapote
3	Victoriano Zeledón	El Jicaro
4	Andres Ochoa	Piedras Largas
5	Sinforiano Hernández	El Jicaro
6	Bismark Valiente	Ocote Abajo
7	Justino Centeno	Ocote Abajo
8	Braulio López	Ocote Abajo
9	Saturdino Jarquin	Piedras Largas
10	Pastor Artola	Ocote Abajo
11	Victorino López	Ocote Abajo
12	Reymundo Astacio	El Zapote
13	Arnulfo López	Ocote Abajo
14	Narciso López	El Jicaro
15	Pedro Martínez	Ocote Abajo
16	Nicolas López	Ocote Abajo
17	Juan Andres López	Ocote Abajo
18	Balerio Urbina	Piedras Largas
19	Leoncio Valiente	Ocote Abajo
20	Cristobal Zosa	El Jicaro
21	Felicito López	El Jicaro
22	Justino Artola	El Jicaro
23	Cisnes Orozco	El Jicaro
24	Abilio Chavarria	Piedras Largas
25	Félix Pedro Martínez	Piedras Largas
26	Mariano López	El Zapote
27	Erwin Molinares	El Zapote

Anexo N° 3 ; Diseño metodológico de las etapas cronológicas que se realizan durante el taller

FOLLETO:

DINAMICA DEL TALLER
**INDICADORES LOCALES DE LA CALIDAD DEL SUELO (ILCS)
PARTE (BAJA O ALTA) – SAN DIONISIO.**

TALLER INDICADORES LOCALES DE CALIDAD DEL SUELO (ILCS) PARTE (BAJA O ALTA) DE LA SUB-CUENCA DEL RIO CALICO SAN DIONISIO, MATAGALPA.

FECHA:

OBJETIVO GENERAL DEL TALLER:

- Proveer o suministrar a los agricultores de las diferentes comunidades de san Dionisio, herramienta que diagnostique el estado aproximado de salud del suelo y, que apoyen a mejorar la toma de decisiones para el buen manejo de Los suelos.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Identificar con la participación de los agricultores de la Zona Baja o Alta indicadores locales o características que ellos mismos están acostumbrados a usar para determinar la calidad de sus suelos.
2. Priorizar con la participación directa de cada agricultor los indicadores o características locales de la calidad del suelo
2. Elaborar, posterior al taller, un cuadro de indicadores locales de calidad del suelo ya priorizados y analizados que puedan ser utilizado por los agricultores para que pueda monitorear el estado de salud del suelo de su parcela.

CONTENIDOS	ACTIVIDADES	RESPONSABLE (ES)	TIEMPO	MATERIALES
1. - Bienvenida		Ronnie Vernooy.	8:30 - 8:40 a.m.	
2. - presentación de los participantes y expectativas.	Presentación por pareja.		8:40 - 9:00 a.m.	- Papelógrafos - Marcadores.
3. - Introducción al marco del taller.	Explicar concepto de Indicadores.	- Nohemi Espinoza. - Leonardo García. - Cristian Luna.	9:00 - 9:40 a.m.	- Pizarra. - Marcadores acrílicos.
4. - Resumen cronológico de las actividades a desarrollar durante el día	- Entregar a cada productor el folleto: Dinámica del Taller. - Explicar el contenido de dicho folleto.	- Nohemi Espinoza. - Cristian Luna.	9:40 - 10:00 a.m.	- Marcadores. - Papelógrafos. - Folleto de Dinámica del taller. - Pizarra acrílica.
5. -	REFRIGERIO		10:00 - 10:20 a.m.	
6. - Lluvia de ideas.	- Introducción a la dinámica del taller y distribuir tarjetas en blanco. - Recolectar las tarjetas y copiar en un papelógrafo lo que escribieron los productores (retroinformación).	- Nohemi Espinoza. - Leonardo García. - Cristian Luna.	10:20 - 11:20 a.m.	- Papelógrafos. - Marcadores. - Masking tape. - Tarjetas en blanco. - Lápices. - Cámara fotográfica
7. - Agrupación de Indicadores Locales de la Calidad del Suelo (ILCS).	- Agrupar y explicar los Indicadores Técnicos de la Calidad del Suelo (ITCS) con relación a los ILCS.	- Cristian Luna. - Nohemi Espinoza.	11:20 - 12:00 a.m.	- Papelógrafos. - Marcadores. - Masking tape. - Pizarra acrílica.
8. -	ALMUERZO			

ACTIVIDADES	CONTENIDO	RESPONSABLE (ES).	TIEMPO.	MATERIALES.
9. Los facilitadores proceden a escribir en las tarjetas en blanco los (ITCS), que se obtuvieron en la retroinformación con los productores.	- Los facilitadores escriben en las tarjetas en blanco el total de indicadores que le tocará priorizar a cada uno de los productores, formando un paquete de tarjetas con los indicadores escritos para cada agricultor.	- Nohemi Espinoza. - Cristian Luna. - Leonardo García	1:10 – 2:00 p.m.	- Marcadores. - Masking tape. - Cámara fotográfica. - Papelógrafos. - tarjetas en blanco.
10. -	REFRIGERIO		2:00 – 2:25 p.m.	
11. - Priorización de Indicadores.	- Repartir a los productores las tarjetas, con un indicador escrito en c/u de ellas y proceder al trabajo individual de clasificación.	- Nohemi Espinoza. - Leonardo García. - Cristian Luna.	2:25 – 3:25 p.m.	- Tarjetas. - Marcadores. - Masking tape. - Engrapadora. - Cámara fotográfica.
12 - Evaluación del día.	- Caritas.	- Cristian Luna.	3:25 – 3:40 p.m.	- Formato de evaluación

Anexo N° 4 Cuadro matriz de tres entradas para agrupar los indicadores de de la calidad del selo en técnicos y locales.

N°	Indicador técnico	Indicadores locales
1.	Y	X, X, X, X ...
2.	Y	X, X, X ..
3.	Y	X, X...
.		
.		
.		

TALLER DE INDICADORES DE LA CALIDAD DEL SUELO A NIVEL LOCAL SAN DIONISIO, MATAGALPA.

EVALUACION – PRODUCTORES

Apreciado amigo productor:

Queremos que usted nos ayude a evaluar las actividades del día de hoy.
Para ver como podemos mejorar.

- Si la actividad le gustó o estuvo muy buena marque una “x”
Sobre la cara alegre :
- Si la actividad **NO** le gustó mucho o **NO** estuvo muy buena,
Marque una “X” sobre la cara seria:
- Si la actividad **NO** le gustó nada o **NO** estuvo buena marque
Una “X” sobre la cara triste :



ACTIVIDADES

1. La bienvenida .



2. La manera de presentarnos.

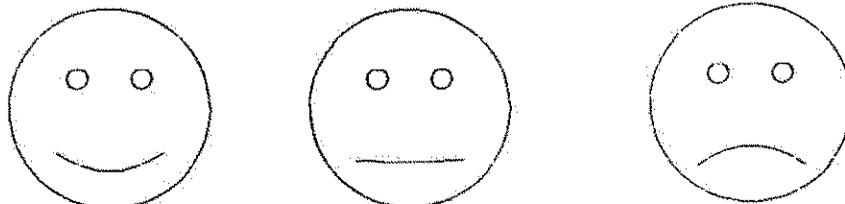


3. La explicación de los técnicos.

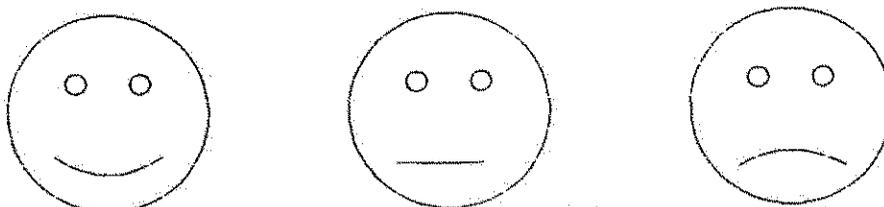


PREGUNTAS

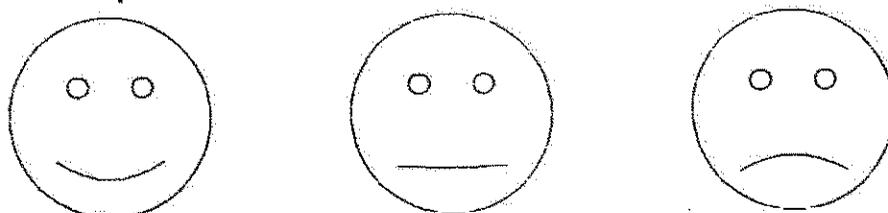
1. ¿Usted entendió todo lo que explicaron los técnicos.



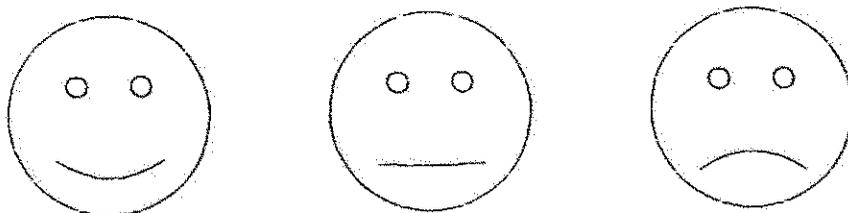
2. ¿Usted cree que estos indicadores de la calidad del suelo que ustedes construyeron los puede aplicar en su finca?



3. ¿Usted cree que lo que aprendió aquí debe ser aprendido por todos los productores?



4. ¿Cree que este conocimiento, sobre los indicadores de la calidad del suelo, va a mejorar las decisiones para el manejo del suelo de su parcela?



5. ¿sugerencias para mejorar esta actividad?

Anexo N° 6 Obras agronómicas que se pueden emplear para mejorar las propiedades modificables diagnósticas de los suelos

Obras de conservación

A continuación se presentan algunas prácticas de conservación de suelos, que se consideran importantes; al respecto, CONSEDE. ([s. f.]), afirma:

Labranza en curvas a nivel (surcos en contorno)

Definición: consiste en arar el suelo, sembrar y realizar las demás labores de cultivo siguiendo las curvas a nivel.

Descripción: se divide el terreno en franjas horizontales, trazando curvas a nivel a determinada distancia (4 - 30 m. según la pendiente)

Labranza mínima

Definición: consiste en limitar la roturación del suelo a los surcos en donde se van a depositar las semillas.

Descripción: la preparación del suelo consiste en roturar los surcos con piocha, arado o con un rayón, estableciendo surcos de labranza solamente en donde se colocarán las semillas.

Manejo de rastrojo

Definición: consiste en utilizar racionalmente el rastrojo y el material vegetal existente en el campo como alternativa a la quema.

Descripción: consiste en el corte y picado del material vegetal (vivo o muerto) y su dispersión en todo el campo para cubrir el suelo; esta técnica se denomina también "mulching".

Uso del abono orgánico

Definición: consiste en enriquecer el suelo mediante la incorporación de materia orgánica.

Descripción: es el aprovechamiento del material vegetal (rastrojo, material verde de monte, broza forestal) y animal de la finca después de haberlo sometido a un acelerado proceso de descomposición en una abonera.

Siembra al espeque

Definición: consiste en abrir un pequeño agujero en el suelo con un instrumento punzante para depositar la semilla.

Descripción: es una técnica tradicional de siembra que consiste en realizar un agujero en el suelo con un instrumento punzante (con o sin base de metal) en el que se deposita la semilla.

Siembra tapada

Definición: consiste en regar la semilla y taparla con la maleza una vez chapeada, sin roturar el suelo.

Descripción: es una técnica tradicional de siembra que consiste en depositar la semilla al voleo entre la maleza y luego chapear con un machete. La maleza cortada formará una cobertura, bajo la cual la semilla germina y sale a través de esta cobertura.

Siembra en relevo

Definición: consiste en sembrar otro cultivo en uno ya establecido para prolongar la cobertura del suelo.

Descripción: es una técnica tradicional de siembra que se utiliza principalmente en granos básicos (maíz-frijol o maíz-ajonjolí). La cual consiste en sembrar dos cultivos en el mismo terreno y en diferentes épocas.

Barreras muertas

Definición: consiste en construir muros de piedra en curvas a nivel y a determinada distancia.

Descripción: se establecen muros de piedra sobre la curva a nivel y a distancias establecidas.

Acequias

Definición: consiste en la construcción de zanjas de filtración construidas en curvas a nivel y a determinada distancia.

Descripción: se inicia su construcción marcando los bordes de la excavación, luego se procede a escavar la zanja, colocando la tierra en la parte de abajo o de arriba de ella. Los cortes de los taludes deben de ser inclinados.

Agroforestería

Definición: es un sistema de producción que combina el cultivo de árboles y arbustos con los cultivos agrícolas o la ganadería.

Descripción: según el predominio de los factores, se distinguen tres sistemas:

- (a) Agrosilvicultura: árboles + cultivos
- (b) Silvopastoril: árboles + animales
- (c) Agrosilvopastoril: árboles + cultivos + animales

Barreras vivas

Definición: consiste en la plantación de hileras densas de plantas herbáceas o arbóreas, colocadas en curvas a nivel a determinada distancia

Descripción: las barreras vivas son líneas horizontales de plantas perennes o semi-perennes que se siembran muy densas (Caña de azúcar, Taiwan, Vetiver, Gandul, Madero negro, Leucaena, etc.)

Abonos verdes

Definición: se trata del cultivo de especies apropiadas, destinadas a su incorporación al suelo como fuente de materia orgánica

Descripción: la especie puede ser sembrada sola o asociada con otros cultivos

- Quema

La quema como principal práctica de preparación de tierra y a la que se han dirigido importantes esfuerzos para erradicarla, aún alcanza altos porcentajes en la subcuenca del río Calico (Baltodano; Tijerino & Vernooy, 1998).

¿Cómo hacer quemas controladas?

Debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Haga rondas de 3 a 5 metros alrededor de la parcela.
- Realice las rondas en Enero y haga las quemas al final del verano.
- Haga las quemas por la madrugada hasta las 6 a.m. por la tarde desde las 6 p.m. en adelante y si no hay mucho viento.
- En terrenos agrícolas corte la maleza y rastrojos y amontónelos.
- Avise a sus vecinos el día y la hora en que hará la quema.
- En potreros de 7 manzanas haga las rondas alrededor del terreno y realice la quema de forma tendida en contra de la dirección del viento.

- En potreros muy grandes divida el terreno en lotes de 7 manzanas. hágale rondas y péguete fuego uno por uno.
- Después de la quema. asegúrese que el fuego quede bien apagado (López, 1991).
- **Contenido de materia orgánica**

Al incorporar materia orgánica fresca, se aumenta el contenido de materia orgánica del suelo y se abonan los cultivos. Un año después de la incorporación la mayor parte de los nutrientes están disponibles para el cultivo, al segundo año continúan los efectos benéficos sobre las propiedades del suelo (Vega & Vansintjan, 1992).

Algunas posibilidades para incrementar el contenido de materia orgánica del suelo:

- Incorporar los rastrojos de cultivos, así se ahorra hasta 2 qq / mz de urea al largo plazo (el primer año muy poco)
- Incorporar estiércol de vaca o compost
- Hacer un cultivo de leguminosas como abono verde
- Aplicar una capa de mulch (una capa que consiste de desechos de cosecha de, abono verde cortado, etc. que se pone sobre la tierra para protegerla) (Vega & Vansintjan, 1992).
- **Rendimiento**

Factores de rendimiento: en la producción de vegetal se puede considerar:

- Los elementos que constituyen el punto de partida: La semilla, de variedad y raza escogida, el suelo y la atmósfera.
- La aplicación de los factores procedentes, es decir la elección y la práctica ilustrada de los métodos de cultivo y de recolección.
- Las probabilidades que proceden de las influencias naturales, temporales y accidentales, que dependen del clima y de los parásitos (Gain, [s. f.]).

- **Plagas del suelo**

Muchas veces no se toman en cuenta porque no se ven fácilmente. A veces, destruyen las plantas antes de brotar.

- Gallinas ciega

Viven en suelo y muerden las raíces de muchos cultivos. Por fuera, la planta se va poniendo amarilla y seca.

- Gusano cuerudo

Tiene la cáscara muy suave. Corta las raíces.

- Nematodos

Viven en el suelo chupan su alimento de las raíces. Son lombrices tan pequeñas y transparentes que casi no se ven.

Control

- Buena preparación del suelo
- Destruir restos de cosechas anteriores
- Agua caliente en el terreno suelto.
- Furadán 5% 1/2 onza por golpe.
- Volatón 1/2 onza por golpe.
- Clorahep 1/2 onza por golpe.
- Rotación de cultivos (INCAP-OPS: MED. [s. f.]).

- **Infiltración de agua**

La infiltración de agua puede ser alta en el sistema de labranza mínima debido a la presencia de residuo que se encuentran en la superficie, de microcanales formados por la descomposición de las raíces y a la actividad microbiana (FAO, 1995).

La infiltración y almacenamiento de agua son mayores cuando se practica la labranza mínima (Programa Campesino a Campesino, 1994).

La cobertura vegetal tiene una actuación benéfica principalmente en las propiedades físicas relacionadas con la infiltración del agua en el perfil, reduciendo las pérdidas por erosión por dificultar el proceso erosionador y, al mismo tiempo, disminuyendo el

escurrimiento del volumen superficial, por el aumento de infiltración del agua en el suelo (FAO, 1995)

Si un suelo es arenoso, se trabaja con facilidad, pero, funciona como un colador, deja filtrar el agua que recibe y no almacena el abono químico. Habrá que incorporarle grandes cantidades de materia orgánica como estiércol, rastrojos, monte y abono orgánico (Programa Campesino a Campesino, 1994)

- **Facilidad de labrar el suelo**

El laboreo depende no sólo de la granulación y de su estabilidad, sino también de otros factores como el contenido de humedad, grado de aireación, facilidad de filtración del agua, drenaje y capacidad de capilaridad para el agua. Como puede suponerse, cambia frecuentemente con rapidez y marcadamente. Por ejemplo, las condiciones del trabajo de suelos pesados pueden cambiarse por completo por una modificación visible de humedad (Buckman & Brady, 1966).

La materia orgánica aumenta el poder de retención de humedad de los suelos, disminuye la pérdida de agua por drenaje, mejora la aireación, especialmente en suelos de textura más fina, y produce una mejor estructura y labranza de suelo (Millar, Turk & Foth, 1987).

El laboreo dado con las apropiadas condiciones de humedad, rompe los terrones y produce una cama de cultivo mejor. Así se considera favorable y necesario un mínimo de laboreo para el tratamiento de un suelo normal (Buckman & Brady, 1966).

La facilidad para labrar un suelo depende de su textura, estructura, contenido de humedad y materia orgánica; por consiguiente es necesario proporcionar al suelo, a través de diferentes prácticas, materia orgánica, ya que esta mejora las condiciones físicas y químicas de los suelos. de esta manera se obtiene una mayor facilidad de labrar el suelo, la cual se debe de mantener con una constante adición de materia orgánica al suelo.

- Barbecho.

Según Fuentes. (1994). El barbecho consiste en dejar la tierra sin cultivar durante algún año. en vez de hacerlo todos los años.

Al respecto. Binder. (1994); divide el indicador "Barbecho" en dos aspectos, a saber:

1. Barbecho natural

Es el principio del descanso de la tierra. la base de la agricultura migratoria. Permite un restablecimiento total o parcial de la fertilidad sin inversión de mano de obra.

En el trópico húmedo se necesitan de 8 a 20 años para establecer el nivel inicial de fertilidad (barbecho forestal).

Ventajas:

- Restablecimiento de la fertilidad.
- Eliminación de malezas.
- Forraje.

Limitaciones:

- Si no se respeta el periodo mínimo de barbecho no se recupera la fertilidad.
- Ganadería extensiva impide el desarrollo de una vegetación forestal.

2. Barbecho mejorado (ley de Farming)

Es la siembra de leguminosas en un terreno de barbecho, dejándolas establecidas durante varios años sin realizar labranza durante este periodo.

Ventajas:

- Restablecimiento más rápido de la fertilidad, pudiendo reducir en algunos casos el periodo de descanso a un solo año.
- Control de la mayoría de las malezas, con la excepción de las más agresivas.
- Necesidad de 4 dh/mz para la chapoda de la cobertura versus 12 dh/mz para un barbecho natural
- Producción de forraje y/o semilla.

Limitaciones:

- Necesidad de semillas para establecimiento (Frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*): 40 lbs / mz. Canavalia (*Canavalia ensiformis*): 130 lbs / mz. Frijol caballero (*Dolichos lablab*): 40 lbs / mz)
- Necesidad de recoger la semilla antes de que revienten las vainas.

Las especies utilizadas son leguminosas rastreras, perennes o arbustos y árboles leguminosas de crecimiento rápido. La siembra se debe de en el primer ciclo de lluvia, después de retirar la parcela de producción, antes de nacer las malezas; luego, una o dos semanas antes de sembrar el próximo cultivo, la cobertura se chapea y se deja como mulch o se incorpora.

- Drenaje

El exceso de agua que el suelo no puede retener pasa por gravedad a capas más profundas. Esta pérdida por gravedad del agua sobrante es el drenaje natural. Cuando el agua sobrante no puede ser evacuada de forma natural a una velocidad que asegure la respiración de las raíces se recurre a las diversas técnicas (drenaje artificial, los suelos necesitados de drenaje artificial son aquellos de textura fina y estructura masiva situadas en regiones de precipitación alta (Fuentes, 1994).

Las técnicas de drenaje según Fuentes, (1994), son las siguientes:

Zanjas abiertas; labores de subsolador; zanjas filtrantes cerradas; drenes sin revestir y drenes tubulares.

Para escoger el sistema más adecuado para una parcela, es necesario analizar tanto las características de la parcela, así como la situación del agricultor. Un sistema efectivo de drenaje debe reunir las siguientes características:

- Debe adaptarse al sistema de cultivo existente
- Debe construirse con los recursos disponibles.
- Debe tener suficiente capacidad para drenar la parcela

- El agua debe salir sin causar erosión ni sedimentación (Proyecto mejoramiento del uso y productividad de la tierra, 1994).

De acuerdo al autor anterior, los sistemas de drenaje se pueden clasificar en dos métodos: subterráneos (internos) y superficiales

El drenaje subterráneo utiliza pasajes subterráneos que consisten en tubos o en piedras planas colocadas en forma de cuadro para formar canales, a fin de extraer el exceso del agua del suelo lo cual se consigue al moverla desde una zona de mayor presión hacia una zona de menor presión (diferencia de la carga hidráulica). El agua se mueve desde el suelo saturado hacia el tubo abierto, donde es evacuado por canales recolectores. El alto costo de los materiales y la instalación del sistema hace prohibitiva esta clase de drenaje para a mayoría de los pequeños agricultores.

El drenaje superficial utiliza zanjas o canales abiertos que permiten evacuar el exceso de agua directamente de la parcela así como para interceptar y desviar el agua que se dirige hacia la parcela desde terrenos colindantes más altos. Este es el tipo más factible para el pequeño agricultor.

Para reducir significativamente el nivel de agua libre en áreas extensas, es necesario construir un gran número de canales o zanjas o hacerlos relativamente profundos. Estos dos factores elevan el costo indirecto por el tiempo perdido debido a la dificultad en preparar la tierra y el mantenimiento del sistema una vez construido. Por lo tanto, el método de drenaje superficial se adapta más a parcelas relativamente pequeñas, como en las zonas de topografía accidentada.

Para mejorar el drenaje del suelo se debe incrementar el contenido de materia orgánica en el suelo. al respecto Vega & Vansintjan, (1992), afirman que La materia orgánica es como una esponja: absorbe bien el agua y la regresa después a las plantas. La formación de agregados mejora el drenaje y así disminuye el encharcamiento.

- **Retención de agua.**

Aporte en nitrógeno y otros nutrientes por parte de los abonos verdes y orgánicos se considera la cantidad de materia orgánica que se adiciona al suelo lo cual es importante para el mejoramiento de las características físicas del suelo principalmente en lo que se refiere a aireación y retención de agua (Valente & Rodríguez, 1991).

El uso de mulch o cobertura muerta conserva la humedad evitando la evaporación del agua en el suelo y reduce la velocidad del viento (Morales, 1996).

Se puede considerar que la roturación profunda del suelo mejora la capacidad de retención de humedad del suelo. La labranza mínima y la cero labranza se pueden considerar prácticas agronómicas para aumentar la retención del agua en el suelo, ya que disminuye el escurrimiento del agua en el suelo y favorece la absorción y retención de agua (Morales, 1996).

La parte de la materia orgánica del suelo que ha sufrido bastante descomposición toma propiedades coloidales, en forma marcada, y como tal, exhibe una capacidad altamente absorbente de agua. A base de peso seco, el humus tiene una capacidad de retención de agua de varios cientos por cientos, y se le puede considerar que actúa muy semejante a una esponja. El humus también tiende a unir las partículas de arena unas con otras, aumentando así la retención de agua (Miller, Turk & Foth, 1975).

Los mismos autores afirman que el poder de retención de agua de todos los suelos minerales puede ser aumentado aumentando el nivel de humus.

- **Crecimiento de malezas**

Este indicador se refiere a los tipos y cantidades de malezas que crecen en determinados suelos dedicados a la agricultura (Burpee, 1997).

Control: es el proceso por el cual se limita la infestación de las malezas, son limitadas en su crecimiento y desarrollo de modo que exista un mínimo de competencia de ellas hacia los cultivos (Alemán, 1997).

Manejo: con el manejo se pretende eliminar la nocividad de las poblaciones de malezas y no erradicarla. En vez de suprimir las poblaciones se intenta mantenerlas a niveles específicos que no reduzcan el rendimiento de los cultivos y permitan el equilibrio en el agro-ecosistema (Alemán, 1997).

Existen diversos métodos de manejo de malezas (manejo cultural, biológico, mecanizado, químico e integrado). El manejo de malezas que se recomienda a los pequeños productores es el manejo cultural. A continuación se presentan algunas prácticas de manejo cultural de malezas propuestas por Alemán, (1997):

a) Densidad de siembra de los cultivos.

El empleo de espaciamientos reducidos entre surco y entre plantas, aumenta la densidad de siembras de los cultivos, los espacios vacíos se cubren en menor tiempo y el sombreado suprime las malezas. Esto se logra cuando las medidas iniciales permiten que las malezas y cultivo inicien su desarrollo al mismo tiempo.

b) Preparación temprana del suelo.

El arado en seco (un mes antes de las lluvias). Dicha práctica es eficaz para malezas de estructuras vegetativas, ya que expone a la disecación las estructuras vegetativas de las malezas. Algunos reportes indican reducción de hasta 90 por ciento de brotes de coyolillo. Las principales desventajas es que puede favorecer la erosión eólica y reducir poblaciones de insectos benéficos.

c) Rotación de cultivos

La siembra de diferentes cultivos implica el establecimiento de diferentes prácticas agronómicas (sistema de labranza, fertilización, herbicidas, arreglos de siembra, etc.); lo que conlleva a restringir la aparición de algunas especies de malezas y favorecer el seguimiento de otras de fácil manejo.

d) Cero labranza.

En un campo con infestaciones de malezas se aplican herbicidas totales, o se eliminan por medio del machete. Las malezas se secan y se dejan en el campo para usarlas como

cobertura al suelo. Esta cobertura suprime las malezas y protege el suelo. Sobre esa cobertura se puede practicar la siembra utilizando espeque.

e) Cultivos en asocio

Consiste en la siembra simultanea de dos o más cultivos en el espacio y en el tiempo.

Las formas de siembra en asocio, son las siguientes:

- Siembra simultanea: consiste en la siembra intercalada de dos o más cultivos.
- Cultivos en franja: consiste en la utilización de hileras intercaladas de los cultivos.
- Siembra en parche: consiste en el establecimiento localizado de plantas de un determinado cultivo dentro de un cultivo principal.
- Siembra en relevo: consiste en un cultivo antes de la cosecha de un cultivo antecesor.

f) Uso de cobertura viva para el control de las malezas

Son plantas vivas que pueden ocupar los espacios que quedan entre las hileras de los cultivos. Para la cobertura viva se utilizan especies nobles de porte bajo y sistema radical superficial, características que las hacen no competitivas.

Ventajas:

- Controlan malezas
- Aumentan la estructura orgánica del suelo
- Mejoran la estructura del suelo
- Promueven fijación simbiótica del nitrógeno
- Evitan la erosión hídrica

Desventajas:

- Pueden favorecer algunas plagas si no se escogen las especies adecuadas
- Dedicación de mucho tiempo en el establecimiento y manejo de la cobertura

Algunas plantas que pueden ser utilizadas en Nicaragua como cobertura viva son:

- Frijol terciopelo (*Mucuna ssp.*) con un habito de crecimiento rastrero y ciclo intermedio

- Frijol de caballo (*Canavalia ensiformis*), habito de crecimiento erecto y ciclo perenne
- Mungo (*Vigna radiata*), habito de crecimiento erecto y ciclo corto

g) Coberturas muertas (mulching)

Los residuos poseen singular valor en el aprovechamiento de la materia vegetal que resulta después de la cosecha de los cultivos. Los residuos de cultivos (paja de arroz, cascarilla de arroz, paja de maíz, tallos y hojas de plátano, etc.) esparcidos entre hileras pueden contribuir al control de malezas. El objetivo es impedir el paso de la luz y de este modo evitar el desarrollo de malezas.

- **Lombriz de tierra.**

La vida media de las lombrices comunes es de unos 4 años aproximadamente durante los meses frios sufre un aletargamiento y sólo reinicia su ciclo de actividad en los meses calurosos o templados habita preferentemente en terrenos arcillosos o arenosos donde la humedad oscile alrededor del 40 – 45 % y temperatura de 10 – 12 °C su refugio puede llegar a alcanzar profundidades de hasta 2.30 y 2.50 metros. Si se aleja de su refugio va en la mayoría de los casos de una muerte cierta. Las lombrices silvestres o comunes depositan sus deyecciones en la superficie, sobre el terreno, por lo tanto, parte de estas son fácilmente dispersadas por el viento y disueltas por el agua de lluvia o de riego. La lombriz se nutre con cualquier tipo de sustancia orgánica, que haya superado su estado de calentamiento, como consecuencia de su putrefacción y posterior fermentación (Ferruzzi, 1986).

El nivel de reproducción de la lombriz depende de los materiales del sustrato, o sea los materiales en que viven las lombrices. Se puede usar cualquier tipo de desecho orgánico como por ejemplo tallos y hojas de plátanos, hojas secas, pulpa de café, cascara de frijol, el estiércol de animales y otros materiales orgánicos (Programa campesino a campesino, 1998).

El laboreo y algunos pesticidas destruyen un gran número de lombrices. Las lombrices suben durante la noche a la superficie, donde ingieren una gran cantidad de materia

orgánica y de tierra fina, que posteriormente dejan en las deyecciones a lo largo de sus galerías (Fuentes, 1994).

- Estructura

Según Cairo & Quintero, (1980): algunos métodos para mejorar la estructura del suelo son los siguientes:

a) Aplicación de materia orgánica.

La función de la materia orgánica en la estructura del suelo depende del tipo que ella presente. Los estiércoles muy bien descompuestos tienen mejor efecto sobre la agregación del suelo, que los menos descompuestos, de ordinario la mejora de la estructura es tanto mayor cuanto más fácil es la descomposición del material.

Las camas superficiales de materia orgánica, por ejemplo de paja, mejoran la estructura del suelo subyacente de modo muy considerable, parte de su acción se debe indudablemente a que protegen la estructura superficial del suelo de las gotas de lluvia, y también a que mantienen húmeda la superficie del suelo durante un periodo más largo del año; con esto permite que la fauna edáfica, disponga de más tiempo cada año para dar lugar a una estructura estable buena.

b) Control del laboreo del suelo.

El laboreo tiene sus efectos beneficiosos sobre la estructura del suelo, siempre que se realice en rangos de humedad adecuados y se utilice el mínimo de labores sucesivas necesarias según el tipo de suelo. Los métodos de labranza empleados y el estado del suelo en el momento en que se han efectuado las diversas labores, influye considerablemente en el tamaño y estabilidad de los grumos. Mientras mayor proporción haya de grumos comprendidos entre 1 y 5 mm, mejor será el comportamiento del suelo a todos los efectos: facilidad de laboreo, infiltración de agua, fertilidad, etcétera.

Pero esta estructura, que en los suelos arables es creada cada año con el laboreo, no es estable. Pasado el momento óptimo de tempero, los grumos van deshaciéndose bajo el efecto de la lluvia, el paso de los aperos, etcétera. Cada suelo posee una densidad equiponderante, es decir, densidad que este suelo tiende a restablecer des pues que ha recibido algún tipo de labor.

Para apreciar cuantitativamente la modificación de la macroestructura inducida por las labores, uno de los mejores medios es recurrir a la determinación de la densidad aparente. La variación de la densidad aparente y por ende de la porosidad del suelo, indican la condición estructural del suelo en función del laboreo.

c) Aplicación de enmiendas

El efecto del encalado sobre la estructura del suelo no se ha estudiado profundamente, por lo cual no todos los suelos tienen la misma respuesta al encalado; se ha comprobado que este, no siempre tiene efecto positivo sobre la estructura. Encalando un suelo pesado puede aumentarse la soltura de su capa laborable y hacerlo más fácil al laboreo. Esto sucede casi con seguridad en algunos suelos, como el arcilloso; pero es difícil creer que esta sea un resultado general, porque algunos de los suelos arcillosos más difíciles de trabajar, pueden contener una elevada cantidad de carbonato de calcio.

d) Rotación de cultivos

La rotación de cultivos regula la condición estructural del suelo. Con un buen sistema de rotación la estructura se mejora y se mantiene, ya que existe una buena incorporación de materia orgánica por los restos de cosechas, y los diferentes sistemas radiculares de las plantas que se utilicen mantienen el suelo disgregado con un estado estructural favorable. Bajo estas condiciones de rotación se acumula una flora microbiana abundante, que actúa en el dinamismo de los grumos en el suelo.

e) Control hidrológico de las aguas excesivas

Con la eliminación del exceso de agua en el suelo, se facilita notablemente el mejoramiento de la estructura. La destrucción del suelo es causada por el exceso de agua, la única solución para mejorar la estructura del suelo consiste en eliminar el exceso de agua, ya que con el empleo de otros métodos, como aplicación de materia orgánica, encalado, etc., no mejoran las condiciones estructurales del suelo, porque el agua impide la actividad microbiana y el mecanismo de formación de agregados no tiene lugar.

- Dureza

La baja plasticidad y cohesión del humus es un aspecto práctico importante. La persistencia de este constituyente en suelos finamente texturados ayuda a aliviar las características estructurales desfavorables inducidas por grandes cantidades de arcilla. Esto es debido a un considerable aumento de la granulación que se ve aumentada de una manera tan marcada (Buckman & Brady, 1966).

A medida que se reduce el agua de gel arcilloso, hay una tendencia en las partículas arcillosas a apelmazarse una a otra. De esta manera, la montmorillonita y la illita presentan una cohesión en grado mucho más elevado que la caolinita y los óxidos hidratados. El humus, por el contrario, tiende a reducir la atracción de las partículas individuales entre sí (Buckman & Brady, 1966).

La parte más estable de la materia orgánica del suelo se llama humus; es la fracción más o menos estable de la materia orgánica del suelo, la que se obtiene después que se ha descompuesto la mayor parte de las sustancias vegetales o animales añadidas al suelo, sometidas a procesos de descomposición, transformación y resíntesis (Fassbender, 1987).

La dureza del suelo se presenta en todos los estados de humedad, depende del grado de cohesión y adhesión que existe entre sus partículas. Esta consistencia dura se puede modificar, hacia una más suave, a largo plazo, a través del aumento de la cantidad de humus en el suelo, el cual se obtiene de la materia orgánica del suelo. El humus tiende a reducir la atracción de las partículas del suelo entre sí y a mejorar la estructura de los suelos con una mejor granulación.

Para aumentar el contenido de materia orgánica y por consiguiente de humus en los suelos, se puede utilizar residuos de cosecha (mulch), abonos verdes, estiércoles, materiales de compost y rotación de cultivos (Fassbender & Bornemisza, 1987).