

**ABONOS VERDES Y COBERTURAS DE PROTECCIÓN PARA LA
CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS Y DEL AMBIENTE EN EL TRÓPICO
ECUATORIAL**

YERSON WILSON MORENO DIAZ

**UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA
SINCELEJO
2006**

**ABONOS VERDES Y COBERTURAS DE PROTECCIÓN PARA LA
CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS Y DEL AMBIENTE EN EL TRÓPICO
ECUATORIAL**

YERSON WILSON MORENO DIAZ

**Trabajo de grado en la modalidad de monografía para optar el título de
Ingeniero Agrícola**

Director

**ORLANDO NAVARRO MEJIA
I.A. MSc EN CIENCIAS AGRARIAS
ESPECIALISTA EN CIENCIAS AMBIENTALES**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA
SINCELEJO
2006**

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Sincelejo, 25 de septiembre de 2006

DEDICATORIA

A DIOS: POR HABERME MANTENIDO CON VIDA PARA ALCANZAR ESTE SUEÑO.

A MI MADRE: MARINA POR SU GRAN AMOR Y SU APOYO.

A MI PADRE: PRUDENCIO POR SU ESFUERZO, SU LABOR Y ESMERO EN DARNOS UNA BUENA EDUCACION.

A MIS HERMANOS: YONEVINSON, YOMAISE Y YOMARIS; QUIENES DE UNA U OTRA FORMA SIEMPRE CREYERON EN MI.

A MI ESPOSA: ROSA A QUIEN AMO MUCHO.

A MI HIJO: KENECK LA RAZON DE MI VIDA.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis sinceros agradecimientos por sus valiosas orientaciones, sus constantes motivaciones y su apoyo a:

Universidad de Sucre.

Orlando Navarro Mejía, Director del trabajo.

La Corporación Autónoma Regional de Sucre, CARSUCRE y en especial a mis compañeros de la oficina de Control y Vigilancia.

Humberto Pérez Bustamante, Ingeniero Agrícola.

Adalberto Díaz Sajallo, Ingeniero de Sistemas.

Candelaria Pérez Díaz, Técnico en Secretariado Ejecutivo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	11
CAPITULO 1	13
1. LA AGRICULTURA TRADICIONAL DE ALTOS INSUMOS Y SU RELACIÓN CON LA EROSIÓN, DEGRADACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS	13
1.1 EROSIÓN	13
1.1.1 Erosión geológica	14
1.1.2 Erosión acelerada	15
1.1.3 Erosión hídrica	15
1.1.3.1 Erosión laminar	16
1.1.3.2 Erosión en surcos	16
1.1.3.3 Erosión en cárcavas	17
1.1.4 Erosión eólica	18
1.2 FACTORES QUE FAVORECEN LA EROSIÓN	19
1.3 DEGRADACIÓN DE SUELOS	21
1.4 CONSECUENCIAS DE LA DEGRADACIÓN DE SUELOS	22
1.5 CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS	23
1.5.1 Beneficios de la conservación del suelo	23
1.5.2 Prácticas culturales de la conservación	24
1.5.3 Prácticas mecánicas de la conservación	27
2. IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS PRÁCTICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE SUELOS	30
2.1 LOS ABONOS VERDES	30
2.1.1 Historia de los abonos verdes	30

2.1.2	Importancia de los abonos verdes	32
2.1.3	Funciones de los abonos verdes	32
2.1.4	Beneficios de los abonos verdes	34
2.2	CRITERIOS GENERALES PARA LA SELECCIÓN DE ABONOS VERDES	35
2.3	ESPECIES UTILIZADAS COMO ABONOS VERDES	35
2.3.1	Las leguminosas	35
2.3.2	Las gramíneas	36
2.3.3	Las crucíferas	37
2.4	CARACTERÍSTICAS DESEABLES EN UN ABONOVERDE	38
2.5	ADECUACIÓN DEL TERRENO PARA LA SIEMBRA DE ABONOS VERDES	39
2.6	ÉPOCA DE SIEMBRA DE LOS ABONOS VERDES	39
2.7	SIEMBRA DEL ABONO VERDE	40
2.7.1	Siembra de una sola especie	41
2.7.2	Siembra de especies mezcladas	41
2.7.2	Siembras coasociadas	41
2.8	FERTILIZACIÓN PARA SIEMBRA DE ABONOS VERDES	42
2.9	MANEJO DE BIOMASA INDESEABLE O PLANTAS FUERA DE LUGAR	42
2.10	MANEJO DEL ABONO VERDE	43
3.	ABONOS VERDES VALIDOS PARA EL TRÓPICO	45
3.1.	CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA ABONOS VERDES	45
3.2	ADECUACIÓN EL TERRENO PARA LA SIEMBRA DE ABONOS VERDES	45
3.3	DENSIDAD DE SIEMBRA	46
3.4	RENDIMIENTO ESPERADO DE LOS ABONOS VERDES	47

CAPITULO 2	48
1. EL ESTADO ACTUAL DE LOS SUELOS DEBIDO A LAS LABORES INAPROPIADAS REALIZADAS POR EL HOMBRE	48
1. LOS ABONOS VERDES COMO ALTERNATIVA PARA LA PRESERVACIÓN DE LOS SUELOS Y DEL AMBIENTE	49
BIBLIOGRAFÍA	51
GLOSARIO	56

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Erosión hídrica del suelo, San Pedro – Sucre	13
Figura 2 Erosión natural	14
Figura 3. Impacto de la gota de agua lluvia sobre un suelo desprotegido	15
Figura 4. Erosión hídrica en el suelo, El Roble – Sucre	15
Figura 5. Erosión laminar, corregimiento de Pileta – Corozal	16
Figura 6. Erosión en surcos, finca Cinta Roja – Los Palmitos	17
Figura 7. Erosión en cárcavas, corregimiento de Macaján – Tolú Viejo	18
Figura 8. Erosión eólica, San Pedro – Sucre	18
Figura 9. Encostramiento del suelo	20
Figura 10. Tala indiscriminada de árboles, corregimiento de Sabaneta – Betulia	20
Figura 11. Degradación del suelo, vereda Membrillal - Los Palmitos	21
Figura 12. Siembra directa en el suelo	25
Figura 13. Abonos verdes y coberturas en el suelo, finca Cinta Roja – Los Palmitos	26
Figura 14. Barreras muertas	27
Figura 15. Barreras vivas	27
Figura 16. Canales de desviación	28
Figura 17. Acequias de laderas	29
Figura 18. Canavalia utilizada como abono verde, Turipaná – Córdoba	30
Figura 19. Frijol y batatilla (leguminosas), vereda Cañaveral – Los Palmitos	36
Figura 20. Gramínea como abono verde – vereda Las Majaguas – S/jo	37
Figura 21. Nabo forrajero como abono verde	37
Figura 22. Implantación de abonos verdes con sembradora directa	41
Figura 23. Rollo cuchillo deponiendo abonos verdes sobre el suelo	44
Figura 24. Residuos de cosecha picada sobre el suelo	45

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1. Densidades de siembra de algunos abonos verdes.	46
TABLA 2. Rendimiento esperado de abonos verdes en validación Para yuca, maíz, frijol y papa.	47

INTRODUCCION

La actividad agrícola generadora de alimentos en el mundo entero ha sido manejada de manera irracional con paquetes tecnológicos inadecuados, sobre todo para las condiciones del trópico ecuatorial, mostrado por el hombre en su afán de satisfacer sus necesidades biológicas, personales, sociales y económicas. Esto ha provocado un deterioro en el sistema productivo como consecuencia de la intensa degradación a que son sometidos por aplicaciones de altos volúmenes de agrotóxicos y uso excesivo de maquinarias e implementos inadecuados, obligando a que las frágiles zonas principalmente de los trópicos y subtrópicos se conviertan en zonas afectadas por la sequía, erosión y contaminación de los recursos agua y suelo (Birbaumer, 2000).

Los países del trópico ecuatorial entre los que se encuentra Colombia, presentan niveles de producción muy bajos de las áreas que son explotadas agrícolamente, esto debido a las acciones antrópicas no concordantes con las diferentes condiciones de clima, suelo y características socioeconómicas existentes en estos países, los que con buen manejo pueden producir alimentos para el mundo entero, ya en el mayor territorio de estos por no tener estaciones se puede cultivar durante todo el año, si se dispone de agua, la que se puede cosechar en épocas de lluvia (FAO, 1996).

Con las tecnologías modernas de hoy día, se buscan tomar todas las medidas precautorias teniendo en cuenta y comprendiendo las propias condiciones, tendientes a la conservación de los suelos, evitando el desequilibrio del ambiente, buscando que todas las actividades del hombre sean técnicamente viables, económicamente rentables y ambientalmente sostenibles (Roth, 1991).

Es responsabilidad de cada uno de los profesionales y de las personas dedicadas a la agricultura y a actividades que tienen que ver con el uso del suelo y el agua, contribuir a un buen manejo y defensa de estos, para un mejor usufructo actual y de las futuras generaciones, considerando que mucha parte del progreso en esas actividades depende de la conservación a los centímetros de espesor que tiene el suelo productivo (Derpsch, 1992).

Con el presente trabajo se pretende contribuir modestamente para un cambio de actitud de los pequeños y medianos productores agrícolas sobre el tradicional sistema de laboreo de los suelos que los deja al descubierto, sin protección contra las fuerzas erosivas de las lluvias, sin control por la deforestación y el inadecuado uso, ya que sus gotas poseen un efecto erosivo dado su tamaño y velocidad, lo que a su vez acelera el empobrecimiento de los suelos afectados (Sidiras, 1991).

Para nuestras condiciones trópico ecuatoriales es fundamental conservar los suelos cubiertos para evitar la alta insolación y la elevada evaporación, por ello, entre otros es importante promover el uso de los abonos verdes y coberturas de protección como una alternativa a la agricultura convencional bajo el esquema de la mal llamada “revolución verde”, que esta afectando negativamente al suelo, el agua y la economía de los productores; ya que con su uso se pretende conservar el suelo, aumentando su fertilidad a medida que transcurren los años y retener mayormente y por mas tiempo la humedad del suelo para una mayor producción. Dicho de otra forma la producción es sostenida a través del tiempo, si no se altera ni se degrada el suelo, lográndose por el contrario aumentar los rendimientos en los cultivos implementados y manejados con racionalidad en pro de la protección del ambiente, y con ello impulsar el buscado mejor bienestar (Calegari, 1992).

CAPITULO 1

1. LA AGRICULTURA TRADICIONAL DE ALTOS INSUMOS Y SU RELACIÓN CON LA EROSIÓN, DEGRADACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS

1.1 EROSIÓN

La erosión se define como el proceso de desprendimiento y arrastre acelerado de las partículas del suelo causado por el agua y el viento. En el fenómeno intervienen por lo tanto un objeto pasivo, que es el suelo, colocado en determinadas condiciones de pendiente, el agua y el viento (Agentes activos) y la vegetación como intermediario. (Ver figura 1) (FAO, 2004).

Figura 1. Erosión hídrica del suelo, San Pedro - Sucre



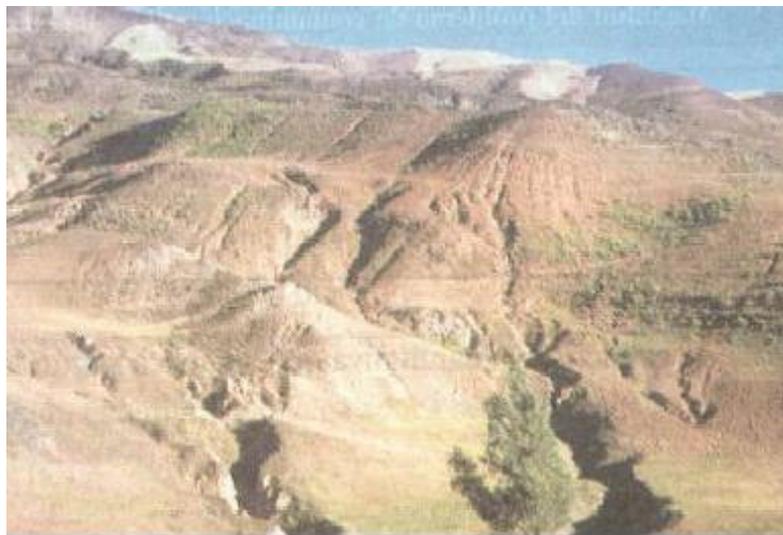
Fuente, CARSUCRE

La erosión del suelo se da en tres fases: desprendimiento, transporte y sedimentación del material, por lo tanto, para que se produzca erosión se deben presentar estas fases (Cerdá, 1999).

La erosión es un fenómeno que atenta contra la sostenibilidad del suelo, ya que en el proceso se pierde la capa superficial de este, en donde se alojan la microbiota y los nutrientes para que las plantas se desarrollen saludables y productivas, los que al ser degradados, no garantizan el aporte de nutrientes necesarios para su normal crecimiento (Rodríguez, 1989).

1.1.1 Erosión geológica. También conocida como erosión natural, es el proceso mediante el cual los productos primarios de la temporización de las rocas se transportan al lugar donde serán depositados para formar sedimentos o suelos de transporte. La erosión geológica es de evolución muy lenta y se ha desarrollado desde siempre en la tierra; es la responsable del modelado de los continentes y sus efectos se compensan en el suelo, ya que actúan con la suficiente lentitud como para que sus consecuencias sean contrarrestadas por la velocidad de formación del suelo, es decir, en superficies estables se produce suelo, como mínimo, a la misma velocidad con que se erosiona. Es importante destacar que la erosión natural es un fenómeno beneficioso para la fertilidad de los suelos (ver figura 2) (Hudson, 1982).

Figura 2. Erosión natural



Fuente, Web site

1.1.2 Erosión acelerada. También llamada erosión antrópica, es la remoción del suelo formado, no siendo ya producto primario de temperización. La erosión acelerada ocurre cuando el hombre rompe el equilibrio del suelo con su ambiente y lo pone en condiciones de inestabilidad mecánica. La erosión antrópica es de desarrollo rápido.

La intervención del hombre hace que la intensidad de los procesos erosivos pueda verse fuertemente incrementada; produciéndose una drástica degradación de suelos y deterioro del ambiente (Marcano, 2004).

1.1.3 Erosión hídrica. Es la generada por el agua, predominando en terrenos con pendientes y regiones húmedas. Se produce cuando el agua lluvia ejerce una acción sobre el suelo mediante el impacto de las gotas, las cuales caen con velocidad y energía variables según su diámetro y mediante la escorrentía o agua de escurrimiento arrastran los materiales de las capas superficiales del suelo que ocasionalmente son las mas ricas en materia orgánica y nutrientes (ver figuras 3 y 4) (Da Vaiga, 1976).

Figura 3. Impacto de la gota de agua lluvia sobre un suelo desprotegido



Fuente, FAO

Figura 4. Erosión hídrica en el suelo, El Roble - Sucre



Fuente, Archivo Personal

La erosión hídrica, es de tres tipos, los cuales ocurren simultáneamente sobre el mismo terreno; estos se denominan: laminar, en surcos y en cárcavas.

1.1.3.1 Erosión laminar. Consiste en la remoción de capas delgadas mas o menos uniformes del suelo sobre toda un área, es la forma menos notable de erosión hídrica y por lo mismo, la mas peligrosa. En su accionar, el suelo superficial se torna de color mas claro por efecto de la remoción del humus y la materia orgánica en descomposición, reduciendo la productividad del suelo en forma progresiva. Se presenta en suelos con escasa cobertura vegetal, impermeables, de poca cohesión, espesor reducido y poca materia orgánica (ver figura 5) (Páez, 1980).

Figura 5. Erosión laminar, corregimiento de Pileta - Corozal



Fuente, Archivo Personal

1.1.3.2 Erosión en surcos. Ocurre cuando por pequeñas irregularidades en la pendiente del terreno, la escorrentía se concentra en algunos sitios hasta adquirir volumen y velocidad suficientes para hacer cortes y formar canículas que se destacan en el terreno. Los daños de la erosión causados por surcos pueden ser

graves. Sin embargo, por ser más manifiestos, el agricultor les presta mejor y mas oportuna atención en relación a los causados por la erosión laminar (ver figura 6). (Cerdá, 1999).

Figura 6. Erosión en surcos, finca Cinta Roja – Los Palmitos



Fuente, Archivo Personal

1.1.3.3 Erosión en cárcavas. Se define una cárcava como el estado mas avanzado de la erosión en surcos y se presenta generalmente cuando hay una gran concentración de la escorrentía en determinadas zonas del terreno y se permite que año tras año vayan ampliándose los surcos formados por la acción de esas escorrentías de gran volumen y velocidad. El origen de las cárcavas pueden ser los surcos que dejan máquinas al efectuar labranzas en dirección de la pendiente; las depresiones por donde normalmente drenan las aguas superficiales de un terreno y las huellas que deja el ganado en potreros sobre pastoreados (ver figura 7) (Alves, 1978).

Figura 7. Erosión en cárcavas, corregimiento de Macaján – Tolú viejo



Fuente, Archivo Personal

1.1.4 Erosión eólica. La erosión eólica o causada por el viento, es un fenómeno que ocurre generalmente en zonas planas y de poca lluvia, en donde la vegetación natural crece escasamente y ofrece una reducida protección al suelo y en donde además, soplan brisas o vientos de velocidad considerable. Es menos relevante que la erosión hídrica, pero puede llegar a ser un problema importante en zonas ventosas con suelos de textura arenosa (ver figura 8). (Michelena, 1991).

Figura 8. Erosión eólica, San Pedro - Sucre



Fuente, Archivo Personal

1.2 FACTORES QUE FAVORECEN LA EROSIÓN

La erosión arrastra, principalmente, las partículas más finas del suelo, de la fracción arcilla, con lo que disminuye rápidamente la fertilidad natural del suelo y su capacidad productiva. Los factores que favorecen la erosión son:

- Suelos sin cobertura (desnudos) coincidiendo con la época de lluvias o con los vientos en épocas secas, que expone los agregados de la superficie del suelo a las lluvias o vientos, colapsando estructuralmente, formándose costras que reducen drásticamente la infiltración de agua.
- Bajo contenido de materia orgánica en los suelos, el manejo inadecuado lleva a una reducción del contenido de materia orgánica del suelo, generando alteraciones en su densidad, en la capacidad de retención de agua, en la estabilidad de sus agregados, contribuyendo a la pérdida de su calidad y de la estabilidad de su estructura.
- Labores inapropiadas que impiden una buena estabilidad bioestructural; la labranza en exceso y superficial lleva a la rotura de los agregados del suelo, favoreciendo la formación de costras, escurrimiento y transporte de partículas (erosión). La reducción de la rugosidad provocada por la labranza induce a una elevación de la velocidad de escurrimiento y disminuye la tasa de infiltración. La utilización de equipos inadecuados y pesados, acompañado del pasaje de maquinaria sobre el suelo en estado de consistencia plástica lleva al surgimiento de capas compactas subsuperficiales, las cuales ofrecen fuerte resistencia a la penetración de las raíces de las plantas y restringen la capacidad de infiltración de agua y la aireación.
- No labrar siguiendo las curvas de nivel.

- La tala indiscriminada de árboles (ver figura 9 y 10) (Casanova, 1989).

Figura 9. Encostramiento del suelo



Fuente, FAO

Figura 10. Tala indiscriminada de árboles, corregimiento de Sabaneta - Betulia



Fuente, CARSUCRE

1.3 DEGRADACIÓN DE SUELOS

La degradación del suelo es la disminución de su capacidad para soportar vida, no solo la vegetal, que es la más imperante, si no también la de microflora y la de fauna propia del mismo, siempre tiene como efecto principal y más viable, la disminución de la producción de biomasa vegetal.

Además dificulta la integración de la materia orgánica depositada sobre el suelo por la agresión que se produce en la fauna y en la microfauna.

La degradación del suelo lleva siempre consigo una serie de efectos todos ellos negativos. Cualquiera que sea el tipo de degradación sufrida, una de las propiedades que se ve siempre afectada es la estructura, formándose agregados mas inestables, con fuerte tendencia a la destrucción y dispersión de los coloides (ver figura 11) (Cabeda, 1984).

Figura 11. Degradación del suelo, vereda Membrillal – Los Palmitos



Fuente, CARSUCRE

1.4 CONSECUENCIAS DE LA DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS

La degradación tiene importantes consecuencias, veamos las referidas al suelo, que para nuestro caso, son las de mayor interés haciendo mención de las siguientes:

- Pérdida de elementos nutrientes (N, P, S, K, Ca, Mg...). Puede ser de manera directa, al ser eliminados por las aguas que se infiltran en el suelo o por erosión a través de las aguas de escorrentía, o de una forma indirecta, por erosión de los materiales que los contienen o que podrían fijarlos.
- Modificación de las propiedades fisicoquímicas: acidificación, desbasificación y bloqueo de los oligoelementos que quedan en posición no disponibles.
- Deterioro de la bioestructura. La compactación del suelo produce una disminución de la porosidad, originando reducción del drenaje y de la pérdida de la estabilidad, generándose encostramiento superficial y aumentando la escorrentía y la pérdida de nutrientes.
- Disminución de la capacidad de retención de agua: por degradación de la estructura o por pérdida del suelo.
- Pérdida física de materiales: erosión selectiva (parcial, de los constituyentes más lábiles, como los limos) o masivas (pérdida de la capa superficial del suelo, en los casos más extremos de la totalidad del suelo).
- Incremento de la toxicidad. Al modificarse las propiedades del suelo se produce una liberación de sustancias nocivas.

En definitiva, se produce un empeoramiento de las propiedades del suelo y una disminución de la masa de éste. Estos efectos tienen dos consecuencias generales: a corto plazo, disminuye la producción y aumentan los gastos de explotación. A largo plazo, pobreza total, abandono y desertización del territorio (Muslo, 1979).

1.5 CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS

La conservación del suelo es definida como las tecnologías aplicadas a la producción agropecuaria, que permitan obtener del suelo agrícola una producción constante y/o en paulatino ascenso, o las medidas que hay que poner en práctica para controlar los efectos devastadores de la erosión y posterior degradación de los suelos (Morgan, 1995).

1.5.1 Beneficios de la conservación del suelo. La conservación del suelo brinda innumerables beneficios para el agricultor, el ambiente y las comunidades en general, haciendo mención de los siguientes:

- La producción es más estable, particularmente en los años secos, al mejorar la retención de agua.
- Las cosechas aumentan gradualmente al reducirse cada vez más el consumo de insumos.
- Se mejora el tránsito en los campos.
- Se elevan las ganancias.
- Se hace más constante la corriente de los ríos y se establecen los pozos secos, gracias a una mejor absorción de la lluvia.

- El agua es más limpia debido a que hay menos erosión.
- Hay menos inundaciones.
- Las situaciones meteorológicas extremas producen repercusiones menores (huracanes, sequías, etc).
- Se refuerza la seguridad alimentaria.
- Menor lixiviación de nutrientes y sustancias químicas del suelo hacia los mantos freáticos.
- Menos contaminación del agua.
- Ausencia práctica de erosión del suelo (la erosión es inferior al aumento de los suelos).
- Reabasto de los acuíferos gracias a la mejor infiltración (PROSA, 1988).

1.5.2 Prácticas culturales de la conservación. Estas prácticas consisten en manejar y utilizar los cultivos en tal forma que la vegetación asegure una protección eficiente contra la erosión.

- **Cultivos en fajas alternas.** esta práctica consiste en disponer los cultivos perpendicularmente a la pendiente en una serie de fajas sucesivas de tal modo que cuando una faja se encuentra desprotegida las dos fajas adyacentes estén cubiertas de vegetación y cuya función es la de intersectar las aguas de

escorrentía, frenándolas, favoreciendo su infiltración y depósito de partículas que escurren (Kopke, 1991).

- **Rotación de cultivos.** es la sucesión recurrente y más o menos regular de los diferentes cultivos que brindan protección al suelo en función de la erosión y de la fertilidad (Montoya, 1984).
- **Siembra en contorno.** El cincelado y el aporcado (cuando sea estrictamente necesario) se deben hacer siguiendo las curvas de nivel, permitiendo almacenar grandes cantidades de agua, reduciendo al máximo la escorrentía y la velocidad de escurrimiento del agua (Sdiras, 1991).
- **La siembra sin arado o siembra directa.** Conocida también como labranza cero y es la implantación directa de un cultivo sin efectuar mecanización (movimiento) del suelo (ver figura 12).

Figura 12. Siembra directa en el suelo



Fuente, Proyecto Checua

- **El uso de abonos verdes y coberturas.** con estos métodos se produce abundante follaje que se incorpora al suelo o se coloca sobre él para mejorar el potencial productivo de la tierra, permitiendo la cobertura y protección del suelo cuando no está cultivado (ver figura 13) (Massignam, 1994).

Figura 13. Abonos verdes y coberturas en el suelo, finca Cinta Roja – Los Palmitos



Fuente, archivo personal

- **Cortinas rompevientos.** es la siembra de árboles a la orilla de los cultivos con el propósito de disminuir la velocidad del viento, la erosión eólica, la transpiración excesiva y el daño mecánico del viento sobre los cultivos. Sus diseños y establecimientos deben responder a criterios técnicos especializados.
- **Barreras vivas y barreras muertas.** son hileras de plantas perennes y de crecimiento denso, sembrados perpendicularmente a la pendiente y muchas veces protegiendo una obra de conservación del suelo. La barrera muerta utiliza desechos de cosecha o vegetación en proceso de descomposición

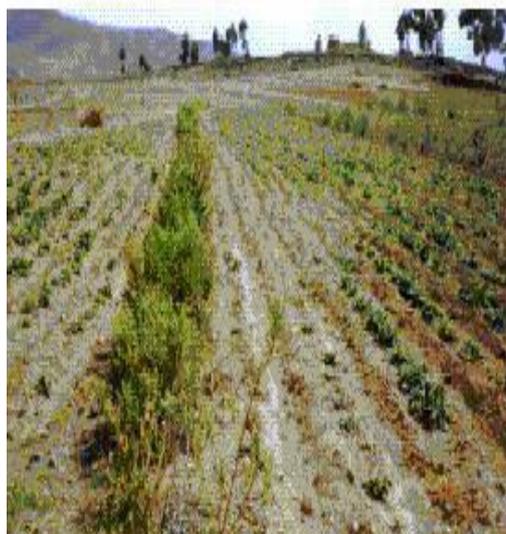
alrededor de las parcelas, dividiéndolas y actuando como filtros, frenando las aguas de escorrentía permitiendo su infiltración y el depósito de sedimentos (ver figuras 14 y 15) (Sorrenson y Montoya, 1984).

Figura 13. Barreras muertas



Fuente, web site

Figura 14. Barreras vivas

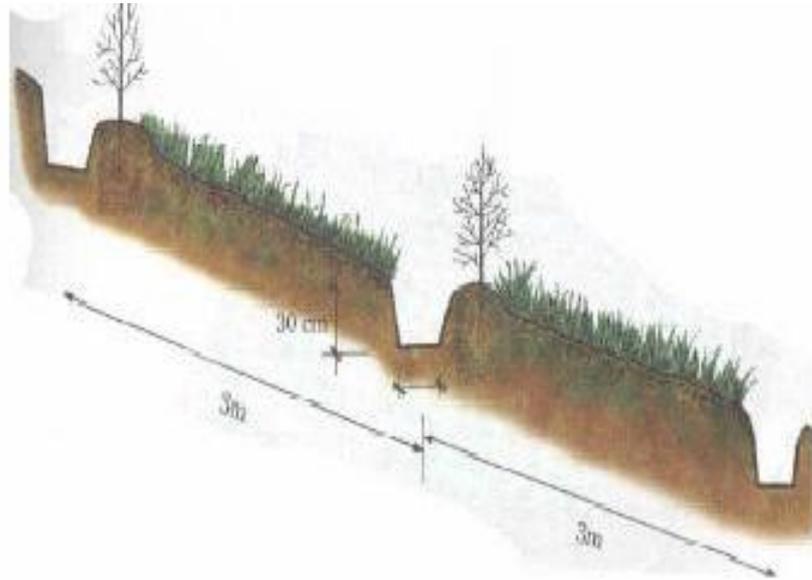


Fuente, Web site

1.5.3 Prácticas mecánicas de la conservación. En cultivos donde las prácticas biológicas no pueden ser tan intensas es necesario aplicar prácticas mecánicas sencillas para reducir el efecto de la pendiente.

- **Canales de desviación.** son canales que se construyen a través de la pendiente para intersectar el escurrimiento superficial y llevarlo hasta un lugar seguro. Cuando el escurrimiento proviene de la parte alta se llama canal de guardia (ver figura 16).

Figura 16. Canales de desviación



Fuente, www.yoogee.com

- **Zanjas de drenaje.** son surcos que se usan para disminuir la escorrentía superficial y son marcadas y construidas con el 2% ó 3% de pendiente.
- **Terrazas de banco.** estas terrazas convierten en una ladera con pendiente, en fajas casi planas de tierras cultivables. La pedregosidad, la pendiente y la profundidad del suelo son los factores determinantes en el diseño y construcción de las terrazas de banco.
- **Acequias de laderas.** son canales de desagüe con poca caída que cortan la pendiente y sacan las aguas de escorrentía fuera de las parcelas. Se dirigen hacia drenajes naturales o canales artificiales protegidos (ver figura 17).

Figura 17. Acequias de laderas



Fuente, www.yoogee.com

- **Canales vegetales.** son canales o depresiones para diseñar las áreas de cultivos que se mantienen vegetadas para protección de aguas que son drenadas de las estructuras de conservación (Zenker, 1978).

2. IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS PRÁCTICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE SUELOS

2.1 LOS ABONOS VERDES

Actualmente se conceptúa como abono verde a la utilización de plantas en rotación, sucesión y asociación con cultivos comerciales, que se incorporan o se dejan en la superficie del suelo con el fin de abonarlo y brindarle cobertura, mejorando las propiedades físicas, químicas y biológicas de este, repercutiendo en mejores producciones de los cultivos posteriores con un uso mas adecuado del suelo a través del tiempo (ver figura 18) (Costa, 1992).

Figura 18. Canavalia utilizada como abono verde, Turipaná - Córdoba



Fuente, Archivo Personal

2.1.1 Historia de los abonos verdes. A lo largo de la historia en diferentes regiones del planeta, el hombre ha venido implementando el uso de especies que

actualmente son utilizadas como abonos verdes en sus cultivos, ya sea como cobertura o forraje para el suelo así:

- En el siglo XVII en las poblaciones de Bali, Java y Sumatra se cultivaba *Mucuna* sp. para recuperar el suelo desgastado, en su primer empleo informado como cultivo de cobertura, para mejorar la "fertilidad (riqueza) del suelo, combatir la biomasa indeseable y como planta forrajera (Burkill, 1966).
- En la década de los años 30 se empleó la *Mucuna pruriens* en la India como cultivo de cobertura y, en la isla de Madagascar, para obtener forraje para el ganado y mejorar el suelo para la caña de azúcar, la yuca y el pasto limón. Se ha señalado que la misma especie fue usada en Zanzibar para proporcionar un abono verde al cultivo de maíz, la yuca y el sorgo.
- En Malawi fue usada la *Mucuna aterrima* como abono verde del maíz, y en el tabaco como cultivo de cobertura en Sierra Leona. En la década de los años 20, varias estaciones experimentales de Nigeria cultivaban *Mucuna* sp. en un descanso mejorado y como cultivo de relevo (con el maíz y la yuca) con el propósito de intensificar sistemas agrícolas itinerantes en pequeña escala (I.I.A, 1926). (Citado por De la Vega, 1981).
- A fines del siglo XVII, en el sur de los Estados Unidos (clima templado, con estaciones) se implementó el cultivo de frijol terciopelo como forraje y como abono verde. Probablemente fue llevado al caribe por trabajadores contratados provenientes del sur de Asia, y desde allí, llegó a la Florida entre 1870 y 1880 donde atrajo el interés de agricultores e investigadores (Bort, 1909) (citado por Duke, 1981).

- Para 1987, unos 300 productores de naranja de Florida sembraban el frijol terciopelo en sus huertos para mejorar la fertilidad del suelo (Miller, 1902) (citado por Olaboro, 1993).
- En los años 20, el frijol terciopelo fué llevado a Centro América como cultivo forrajero por la U. F. Company, una empresa productora de bananos que poseía grandes extensiones de tierras a lo largo del Litoral Atlántico de América Central, la Costa Caribe (zona bananera de Santa Marta) donde se dió la moción del año 28 (Bukles, 1995).
- En el norte de Honduras para la misma época se cultiva frijol terciopelo, el cual luego de alcanzar su madurez era cortado con machete en el mes de noviembre y luego se sembraba el maíz con chuzo en la capa de hojas y tallos de frijol en descomposición (Carter, 1969).

2.1.2 Importancia de los abonos verdes. Al descomponerse, los abonos verdes dan lugar a una serie de reacciones bioquímicas que incrementan la actividad microbiana del suelo, fomentando una mayor cantidad y diversidad de microorganismos, que se encargan de la mineralización de los elementos nutritivos. También cuando son incorporados al suelo, favorecen la actividad de los microorganismos como hongos y bacterias que descomponen la celulosa, las que a su vez refuerzan con sus secreciones la consistencia de los agregados del suelo, que son necesarios para el correcto equilibrio del agua y del aire en el suelo (Costa, 1992).

2.1.3 Funciones de los abonos verdes. En líneas generales las funciones que brindan los abonos verdes no solo es en cuanto a aspectos nutricionales para los vegetales si no que alcanzan a todos los componentes relacionados con la fertilidad global del suelo agrícola ya que:

- Estimulan de forma inmediata la actividad biológica por incremento de la microbiota y mejoran la bioestructura y aireación del suelo, por la acción mecánica de las raíces por los exudados radicales, por la formación de sustancias prehúmicas al descomponerse por la acción directa de las células microbianas y micelios de hongos (Labrador, 1996).
- Protegen el suelo de la erosión y la desecación durante el desarrollo vegetativo, y mejoran la circulación del agua en el mismo (Cerisola, 1989).
- Mantienen elevadas tasas de infiltración de agua en el suelo por efecto combinado del sistema radicular y de la cobertura vegetal. Las raíces después de su descomposición, dejan canales en el suelo y la cobertura evita su desagregación y sellado de la superficie, reduciendo la velocidad de la escorrentía (Wildner, 1990).
- Enriquecen al suelo en nitrógeno, si se trata de leguminosas, e impiden en gran medida la lixiviación del mismo y de otros elementos esenciales (Valdivieso, 1995).
- Promueven un considerable y continuo aporte de biomasa al suelo, la cual al descomponerse a lo largo de un tiempo se convierte en abono.
- Reduce la temperatura, disminuyendo la evaporación del suelo y por consiguiente se aumenta la disponibilidad del agua para los cultivos posteriores (Alcántara, 1992).
- Por medio del sistema radicular, rompen capas duras y promueven la aireación y reestructuración del suelo, induciendo la preparación biológica del mismo.

- A través de su sistema radicular promueve el reciclaje de nutrientes que se encuentran en capas profundas y traslocarlos a capas más superficiales del suelo, poniéndolos a disposición de cultivos posteriores (Amado, 1992).
- Limitan el desarrollo de la población de biomasa indeseable que pueda causar daños a los cultivos directamente por el efecto supresor y alelopático ocasionado por el crecimiento rápido y exuberante desarrollo de la biomasa (Labrador, 1996).

2.1.4 Beneficios de los abonos verdes y coberturas. Los abonos verdes son un elemento clave para hacer posible una agricultura sostenible, permitiendo la producción en armonía con el ambiente, bajo prácticas que van acorde con la naturaleza, lo cual es una condición necesaria para el manejo y la conservación de los recursos naturales y han mostrado los siguientes beneficios:

- Retornos económicos más altos cuando son escogidos adecuadamente.
- Disminución de costos en la producción, ya que se reducen las necesidades de fertilizantes, herbicidas y pesticidas, y de hecho protege el ambiente al reducirse el uso de altos volúmenes de agrotóxicos.
- Conservan la humedad en el suelo.
- Son suficientes para controlar la erosión en el suelo.
- Mejoran la fertilidad del suelo y por ende la producción del cultivo comercial aumenta, haciéndolo más rentable y de mejor calidad.
- Aumenta el contenido de materia orgánica del suelo.

- Adicionan nitrógeno al suelo y otros elementos minerales esenciales (Calegari, 1992).

2.2 CRITERIOS GENERALES PARA LA SELECCIÓN DE ABONOS VERDES

Cuando se inicia el proceso de trabajo con abonos verdes y en vista que la mayoría de los suelos de nuestra región carecen de cobertura, es aconsejable utilizar especies gramíneas o mezclas donde estas predominen, ya que por su relación C/N alta se obtiene gran cantidad de material vegetal duradero.

Se deben tener en cuenta las condiciones del terreno, con labranza mínima o siembra directa, seleccionando las especies más adecuadas de abonos verdes y tener en cuenta el cultivo comercial anterior y posterior para una conveniente rotación de especies de hoja angosta con las de hoja ancha, considerar el tiempo de rotación disponible entre los cultivos comerciales, ya que esto determina la especie de abono verde a utilizar según su periodo vegetativo.

Otros aspectos a tener en cuenta son la altura sobre el nivel del mar, la precipitación, tipo de suelo, disponibilidad de semilla y herramientas para disponer los abonos verdes (Proyecto Checua, 2002).

2.3 ESPECIES UTILIZADAS COMO ABONOS VERDES

Aunque se pueden utilizar un número considerable de especies vegetales como abonos verdes, las tres familias de plantas más utilizadas para tal fin, son las leguminosas, las gramíneas, las crucíferas y en menor proporción las cariofiláceas (Monegat, 1991).

2.3.1 Las leguminosas. Son las más empleadas, dada su capacidad para fijar el nitrógeno atmosférico, a favor de los cultivos siguientes. Además mejoran el suelo

con la penetración de sus raíces y que incluso llegan a romper suelos excesivamente duros (las raíces de las leguminosas tienen más de un metro de longitud). Las leguminosas más utilizadas como abonos verdes son: Canavalia, Frijol, crotalaria, Batatilla, guandú, Vitabosa, Leucaena, Kudzú, chícharo, entre otras (ver figura 19) (Calegari, 1992).

Figura 19. Frijol y batatilla (leguminosas), vereda Cañaveral - Los Palmitos



Fuente, Archivo Personal

2.3.2 Las gramíneas. Sembradas con las leguminosas, mejoran mucho el suelo y forman humus estable. Las raíces de las gramíneas mejoran el suelo ablandándolo en la superficie, las gramíneas más usadas como abonos verdes son: el centeno, la avena negra, el Milheto, entre otras (ver figura 20) (Cerisola, 1989).

Figura 20. Gramínea como Abono Verde, Vereda Las Majaguas – Sincelejo



Fuente, Archivo Personal

2.3.3 Las crucíferas. Tienen un desarrollo muy rápido proporcionando un buen abono verde cuando se dispone de poco tiempo entre cultivos, son capaces de utilizar las reservas minerales mejor que la mayor parte de las plantas gracias a la longitud de su sistema radicular, acumulando importantes cantidades de elementos en sus partes aéreas que luego serán devueltas al suelo. Como especies más utilizadas está el nabo forrajero, la mostaza blanca, el rábano forrajero, etc. (ver figura 21) (Espinosa, 1995).

Figura 21. Nabo forrajero como abono verde



Fuente, www.tierrefertil.com

2.4 CARACTERISTICAS DESEABLES EN UN ABONO VERDE

Las principales características que deben ser observadas en los abonos verdes son:

- Presentar rápido crecimiento inicial y eficiente cobertura del suelo.
- Producción de elevadas cantidades de fitomasa (materia verde y seca).
- Capacidad de reciclaje de nutrientes.
- Semillas de bajo costo.
- Facilidad de implantación y manejo en campo.
- Presentar bajo nivel de ataque de plagas y enfermedades y no comportarse como planta hospedera.
- Presentar un sistema radicular profundo y bien desarrollado.
- Presentar tolerancia o resistencia a la sequía y/o heladas.
- Proveer buen control de biomasa indeseable y sombreamiento (cobertura) del suelo.
- Presentar tolerancia a la baja fertilidad y capacidad de adaptación a suelos degradados.

- No comportarse como planta invasora, dificultando los cultivos sucesivos y/o la rotación (Amado y Wildner, 1992).

2.5 ADECUACIÓN DEL TERRENO PARA LA SIEMBRA DE ABONOS VERDES

Cuando se pretende implantar abonos verdes en lotes que vienen de descanso y que se encuentran compactados, se debe cincelar o subsolar el lote para su descompactación, dependiendo del tipo de suelo.

Para suelos sueltos de lotes que estaban en descanso o provengan de un cultivo, se debe proceder a la siembra con una sembradora de siembra directa para grano fino, si no se dispone de esta herramienta se recomienda una adecuación mínima utilizando un rastrillo de púas o un rastrillo sin traba o incluso regando la semilla sobre la cobertura seca y tapando con un rastrillo de púas o una rama (Birbaumer, 2000).

2.6 ÉPOCA DE SIEMBRA DE LOS ABONOS VERDES

Para que los abonos verdes puedan expresar al máximo su potencial de producción de biomasa, es necesario que se les ofrezcan condiciones mínimas para su crecimiento y desarrollo. Es fundamental conocer las exigencias del cultivo comercial, en lo referente a temperatura, suelo y disponibilidad de agua; estos tres parámetros posibilitarán el conocimiento del comportamiento de abonos verdes y definirán las mejores épocas de siembra (Bulisani y Roston, 1993).

En lo que respecta a la temperatura, los abonos verdes se pueden dividir en dos grupos básicos: abonos verdes de regiones subtropicales/templadas y abonos verdes de regiones tropicales o más comúnmente conocidos como abonos verdes de invierno (época de lluvia) y de verano (época seca).

- Las especies de épocas de lluvias son adecuadas para el periodo del año en el cual comienza la declinación de las temperaturas altas de épocas secas, la siembra debe ser efectuada de manera tal que no perjudique el crecimiento vegetativo o la fase reproductiva.
- En el caso de las especies de épocas secas es necesario observar la ocurrencia de bajas temperaturas al inicio del crecimiento, puesto que pueden causar daños irreversibles al retardar el crecimiento, o al final del ciclo, imposibilitando la reproducción o evitando la producción máxima de biomasa (Wutke, 1993).

En lo que respecta al suelo, las leguminosas en general son exigentes a un mínimo de fertilidad, con disponibilidad adecuada de Ca, Mg, P y K (Massignam, 1994).

En lo referente a la disponibilidad de agua, se recomienda programar la siembra 2 ó 3 meses antes de los cultivos comerciales o en el intermedio de los mismos, asegurando que exista suficiente humedad para el desarrollo del abono verde, es decir, la época de siembra debe coincidir con las lluvias (Proyecto Checua, 2002).

2.7 SIEMBRA DEL ABONO VERDE

La mayoría de los abonos verdes se siembran al voleo, en densidades de siembra alta antes de la época de lluvias, de manera que la semilla quede distribuida homogéneamente en el terreno, se recomienda regar para garantizar una distribución uniforme. Una vez regada la semilla se tapa para ponerla en contacto con el suelo.

Para efectuar la siembra directa son usadas máquinas especiales que abren un pequeño surco de profundidad y ancho suficiente para garantizar una buena

cobertura y contacto de la semilla con el suelo. Algunos abonos verdes se pueden sembrar surcados, con palin o matraca (ver figura 22) (Miyasaka, 1992).

Figura 22. Implantación de abonos verdes con sembradora directa



Fuente, proyecto Checua

2.7.1 Siembra de una sola especie. Depende del tiempo previo a la siembra del cultivo comercial y a la disponibilidad de semillas, se deben utilizar densidades de siembra que proporcionen gran cantidad de materia seca.

2.7.2 Siembra de especies mezcladas. Con esta modalidad se obtienen mejores resultados en producción de biomasa, economías y beneficios de las especies mezcladas.

2.7.3 Siembras coasociadas. Se pueden aprovechar cultivos de largo periodo para sembrar el abono verde por las calles, teniendo en cuenta que el abono verde no compita (por luz) con el cultivo comercial; para esto el cultivo comercial debe tener un tiempo adecuado de establecimiento. Ejemplo: maíz- vicia, maíz- frijol (Monegat, 1991).

2.8 FERTILIZACIÓN PARA SIEMBRA DE ABONOS VERDES

La aplicación de fertilización a los abonos verdes debe hacerse en lo posible teniendo como base un análisis de suelo previo, además se deben tener en cuenta algunos rangos de requerimientos para los cultivos que serán utilizados como abonos verdes (Amado, 1992).

2.9 MANEJO DE BIOMASA INDESEABLE O PLANTAS FUERA DE LUGAR

Para controlar la biomasa indeseable presente en las áreas objeto de implementar el uso de abonos verdes, se deben tener en cuenta las condiciones del terreno así:

- Para suelos con buenas condiciones que vengan de cultivos anteriores, se deben retirar los desechos producidos por el cultivo, este movimiento controlará algunas plantas indeseables y hará germinar otras, que serán controladas al momento de tapar la semilla con rastra liviana o arado de chuzo, si posteriormente a la siembra de los abonos verdes se presenta alta infestación de plantas indeseables, se debe efectuar control manual de las mismas, este último se debe, en lo posible evitar por medio de una adecuada densidad de siembra con la cantidad de semilla correcta, una buena fertilización y efectuando la respectiva y oportuna resiembra.
- Para suelos sueltos que estaban en descanso, realizar rocería para el control de las plantas indeseables, se debe efectuar una preparación mínima del suelo con arado de cincel y aprovechar esta operación para un control mecánico suplementario de las plantas indeseables que escaparon del control inicial, luego al tapar la semilla con rastra liviana o cincel, se tendrá otro control mecánico. Se debe evitar la presencia de plantas invasoras después de la siembra de abonos verdes con una buena densidad de siembra (Costa, 1992).

2.10 MANEJO DEL ABONO VERDE

La cantidad de fitomasa al ser producida en determinada área de explotación agrícola, depende básicamente, del interés y del objetivo del agricultor. El tiempo de permanencia de la cobertura vegetal es definido considerando el sistema de producción adoptado en la propiedad agrícola.

No debe prescindirse de la cobertura del suelo bajo cultivo, en cualquier época del año, con miras al mantenimiento de su integridad física, química y biológica.

Se puede optar por tres sistemas básicos para el manejo de la biomasa producida por los abonos verdes que son:

- Incorporación total de la fitomasa (caracterizando al tradicional abono verde).
- Incorporación parcial de la fitomasa (caracterizando al llamado cultivo mínimo).
- Manejo de la fitomasa, sin incorporación al suelo (caracterizando a la siembra directa) (Wutke, 1993).

Una vez la especie de abono verde llega a un punto específico de crecimiento y desarrollo se procede a cortarlo y picarlo para disponer sobre el suelo. Esta práctica también suele denominarse deposición de los abonos verdes y consiste, básicamente, en cortarlo para que forme una cobertura.

El punto específico para la deposición es aquel en el cual la especie, a pesar de ser cortada, no representa mayores posibilidades de rebrotes o no hay una adecuada relación. La deposición de los abonos verdes se puede realizar con los diferentes implementos según su disponibilidad, y en los siguientes momentos:

- Usar el rollo cuchillo, la desbrozadora o el roto speed, cuando las gramíneas se encuentren en estado previo a grano lechoso (ver figura 24).
- Utilizar una rastra liviana en la fase de pleno desarrollo vegetativo (inicio de floración).

Si es necesario acelerar el manejo de los abonos verdes por que se dispone de poco tiempo para la siembra del cultivo de renta o el crecimiento del abono verde es exuberante, se pueden manejar estados previos a inicio de floración e inicio de espigamiento, siempre y cuando garanticen una cobertura adecuada del suelo.

- En lotes con pendientes considerables, donde no hay acceso de maquinaria pesada, se debe aprovechar la iniciativa del agricultor utilizando machete, guadaña, para deponer los abonos verdes (Proyecto Checua, 2002).

Figura 23. Rollo cuchillo deponiendo abonos verdes sobre el suelo



3. ABONOS VERDES VALIDOS PARA EL TRÓPICO

3.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA ABONOS VERDES

De acuerdo con las propiedades de los abonos verdes, el tiempo de duración y la facilidad de manejo, se deben escoger las mejores opciones de tal forma que los abonos verdes estén listos para la siembra del cultivo; o en lo posible se deben seleccionar abonos verdes que sean fijadores de nitrógeno y de fácil asocio con el cultivo comercial a sembrar, o simplemente utilizar la biomasa presente en el lote donde se establecerán los cultivos (Mondardo, 1992).

3.2 ADECUACIÓN DEL TERRENO PARA LA SIEMBRA DE ABONOS VERDES

Para suelos que provengan de potreros, rastrojo u otro cultivo comercial, se debe hacer rocería o acostarse sobre el lote; no se debe mecanizar el suelo si es necesario efectuar esta actividad, se debe hacer labranza mínima y posteriormente se siembra el abono verde, si es necesario, ya que se puede utilizar toda la biomasa que se encuentra en el área, si es suficiente (ver figura 24) (Wildner, 1990).

Figura 24. Residuos de cosecha picados sobre el suelo



Fuente, ICA

3.3 DENSIDAD DE SIEMBRA

De acuerdo con el abono seleccionado se tienen las siguientes densidades de siembra, las que irán variando conforme a la forma del cultivo (mezclado o no), la fertilidad del suelo y su finalidad (abono verde o producción de semilla).

Tabla 1. Densidades de siembra de algunos abonos verdes

ABONO VERDE	CANTIDAD DE SEMILLA (Kg/Ha)	PRODUCCION DE SEMILLA (Kg/Ha)
Avena caldas	60-80	60
Avena cayuse	80-100	70-80
Avena negra	50-60	40-50
Centeno	80-100	60-80
Nabo forrajero	18-20	10-12
Vicia común	70-80	40
Lupino blanco	100-120	80-100
Espergula	20-30	15-20
Arveja forrajera	80-90	60-70
Chícharo	100-120	80-100
Mostaza	15-20	10-15
Colza	15-20	10-15
Girasol	50-60	40-50
Mucuna ceniza	90-120	70-100
Canavalia	50-60	30-40
Crotalaria	40-50	20-30
Caupi	50-60	30-40
Mileto	20-30	10-15

Fuente, Proyecto Checua

3.4 RENDIMIENTO ESPERADO DE LOS ABONOS VERDES

Basados en la experiencia de técnicos y agricultores de algunas zonas del país, se sugieren los siguientes abonos verdes, los cuales han sido experimentados en validación con cultivos comerciales como papa, frijol, yuca y maíz, sin embargo se recomienda continuar con experimentos de adaptabilidad, producción y otras variables de estos.

Tabla 2. Rendimiento esperado de abonos verdes en validación para yuca, maíz, frijol y papa.

ABONO VERDE	PRODUCCION DE BIOMASA
Centeno	30-50 t/ha
Avena cayuse	40-50 t/ha
Nabo forrajero	50-80 t/ha
Girasol	50-70 t/ha
Avena negra	50-60 t/ha
Crotalaria	20-35 t/ha
Mucuna	15-20 t/ha
Lupino	20-25 t/ha
Vicia	20-25 t/ha
Pega pega o amor seco	20 t/ha
Maní forrajero	15-20 t/ha
Batatilla	10 t/ha
Chipaca	10 t/ha
Caupi	20-25 t/ha
Kudzú	20 t/ha
Leucaena	15-20 t/ha
Matarraton	15-20 t/ha
Bledo	20 t/ha
Canavalía	20-25 t/ha
Bella helena	15-20 t/ha

Fuente, Proyecto checua

CAPITULO 2

1. EL ESTADO ACTUAL DE LOS SUELOS DEBIDO A LAS LABORES INAPROPIADAS REALIZADAS POR EL HOMBRE

Los procesos de degradación de suelos en los países del trópico Ecuatorial, tienen su efecto en la aplicación de prácticas de preparación de tierras, mediante la utilización de implementos inadecuados en la labranza, la quema de los residuos de cosecha, el uso indiscriminado de agroquímicos, la tala de árboles, el monocultivo y el sobre pastoreo, están conduciendo a un rápido deterioro físico, químico y biológico de gran parte de los suelos, trayendo como consecuencia descensos en la producción agrícola y deterioro del medio ambiente. Originándose en los factores sociales, económicos y culturales, traducidos en la sobreexplotación de los recursos naturales y en la aplicación de prácticas inadecuadas de manejo y conservación de suelos. Todo lo anterior conlleva a la inhabilidad productiva de muchas tierras agrícolas que van en detrimento de la producción de alimentos para una población creciente dentro de estos países.

Durante las ultimas décadas, se han aunado esfuerzos para detener la degradación del suelo, pero los procesos de cambio para la adopción de nuevas tecnologías conservacionistas por parte de los agricultores, todavía presenta un índice bajo. Es mas, la disponibilidad de personal técnico preparado para este cambio, es limitada.

Las estrategias tecnológicas generadas por el manejo y conservación de suelos, a menudo no son adoptadas a los beneficiarios directos, principalmente por la falta de su participación en los procesos de diagnóstico, planificación y ejecución de acciones.

Por otra parte, la aplicación de sistemas de labranza inadecuados al entorno de una región específica, probablemente por haber sido desarrollados en otros

lugares e introducidos sin efectuar un diagnóstico correcto de la situación local, han causado problemas de credibilidad entre los agricultores.

En Colombia, los diferentes ecosistemas constituyen una gran riqueza en biodiversidad y una reserva hídrica estratégica para abastecer el sector rural y los principales centros poblados, esta riqueza, esta siendo afectada por la deforestación sistemática y la expansión de la frontera agrícola, llegando a generar cambios en la cobertura vegetal, extinción de especies de flora y fauna, degradación de los suelos y desequilibrio en el ambiente.

2. LOS ABONOS VERDES COMO ALTERNATIVA PARA LA PRESERVACIÓN DE LOS SUELOS Y DEL AMBIENTE

En la búsqueda de un punto de equilibrio para satisfacer las necesidades alimentarias, la salud de las personas y la preservación del medio ambiente, surge una técnica holística, basada en el manejo racional, espontáneo y sostenido de los recursos naturales renovables y no renovables. Esta técnica se basa en la utilización de los residuos de cosecha como cobertura, acompañado de la siembra de abonos verdes para proteger los suelos, conservar el agua favoreciendo la absorción e infiltración, evitando la erosión y mejorando la fertilidad de los suelos mediante el mantenimiento de su biología.

En las condiciones actuales de los países del trópico ecuatorial se requiere un tipo de agricultura que sea amigable con el ambiente, preventiva contra la degradación de los suelos, con sistemas alternativos de producción agropecuario, fundamentados en el manejo de los suelos con cobertura permanente, la siembra directa con mínima preparación del suelo y la inclusión de los abonos verdes en la rotación de cultivos, los cuales se verán reflejados en el aumento de la producción agrícola y disminución de los costos de producción.

La sostenibilidad de la producción agrícola requiere como aspecto central, la conservación de la humedad en el suelo, lo cual es posible mediante la utilización de los abonos verdes para brindarle cobertura, favoreciendo la infiltración y disminuyendo el efecto directo del sol y de las gotas de lluvia sobre la superficie del suelo, se reduce la temperatura, presentándose en menor grado la evaporación y por consiguiente se aumenta la disponibilidad del agua para los cultivos posteriores.

Para nuestro caso, la Costa Atlántica en general, representante tangible de las condiciones trópico ecuatoriales, y en especial en el departamento de Sucre, la práctica de sembrar especies con el propósito de abonos verdes es apenas complementaria, dado que en nuestra región se desarrollan muchas especies nativas y otras aclimatadas, tales como: Campanilla, Bledo, Verdolaga, Batata, Kudzú, Caupi, Pastos guinea, matarraton, entre otras, que son suficientes para cumplir con las características de brindar cobertura al suelo, capaz de aportar materia prima (alimento) a la microbiota del suelo, mitigar los efectos de insolación, regular la temperatura y retener el agua para los momentos críticos (época-secas).

BIBLIOGRAFÍA

ALVES, c. s. Control y estabilización de cárcavas en trigo y soya. Boletín técnico 37 FECOTRIGO. Porto Alegre. 1978. 69 p.

BIRBAUMER, Georg. Cultivar sin arar. 1° ed. Bogotá. 2000. 96 p.

BORT, k s. Velvet bean y su historia. Boletín 145. Washington. D. C: Oficina de impresión del gobierno, 1909. 22 p.

BUCKLES, d y PERALES, m. Agricultor – Basado en experimentación con velvet bean: Innovación dentro de la tradición. Ciudad de México: Centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo, 1995. 22 p.

BULISANI, e a y ROSTON, a j. Leguminosas: Abonos verdes y rotación de culturas. Paraná: Eschborn, 1993. 231 p.

BURKILL, i h. Un diccionario de productos económicos de la península de Malay. Kuala Lumpur: Gobierno de Malasia y Singapur, 1966. 235 p.

CABEDA, s v. Tercer simposio de conservación de suelos. 1984. 23 p.

CALEGARI, a et al. Abonos verdes en suelos de Brasil. Rio de Janeiro. 1992. 346 p.

CARTER, n. Nuevas y viejas tradiciones, cultivadores en el Guatemala. Florida: Universidad de la Florida, 1969. 199 p.

CASANOVA, a et al. Perdida de nutrimentos por erosión bajo diferentes manejos en dos suelos agrícolas. Maracaibo: Universidad Central de Venezuela. 1980, 37 p.

CERDÁ, Artemi. La erosión del suelo y sus tasas en España. Madrid: Mundi prensa, 1999. 284 p.

CERISOLA, c. Lecciones de agricultura biológica. Madrid: mundi prensa, 1989. 44 p.

DA VAIGA, a. et al. Reunión Argentina de la ciencia del suelo. Buenos Aires: Universidad de la pampa. 1976. 42 p.

DE LA VEGA, a et al. Reporte internacional de nutrición. Florida. 1981. 24 p.

----- y CALEGARI, a. Plantas para abonos verdes de invierno. Londrina: Instituto Agronómico de Paraná, 1992. 80 p.

DERSPCH, r. et al. Sistemas de cobertura de suelos, plantío directo y preparación conservacionista del suelo. Paraná: Eschborn, 1991. 245 p.

DUKE, j c. Cartilla de leguminosas y su importancia económica en el mundo. Nueva York: Plenum press, 1981. 179 p.

FAO. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Roma. 1996. 186 p.

-----, La erosión del suelo por el agua. Roma. 1967. 207 p.

HUDSON, n. Conservación del suelo. Barcelona: Reverté, 1982. 335 p.

LABRADOR MORENO, j. La materia orgánica en los agros ecosistemas. Barcelona: Mundi prensa, 1996. 174 p.

MARCANO, j. Matices del verde, los bosques, la erosión del suelo. Madrid: Mundi prensa, 2004. 106 p.

MICHELENA, r o. e IRANIA, c b. XIII congreso argentino de la ciencia del suelo. Bariloche, 1991. 45 p.

MILLER, h k. Velvet bean. Boletín N° 60. Florida: Estación Experimental de Agricultura, 1902. 25 p.

MONEGAT, c. Plantas de cobertura de suelos, características y manejo en pequeñas propiedades. Chapecó: Ediciones de autor, 1991. 336 p.

MORGAN, p c. Erosión y conservación del suelo. Madrid: mundi prensa, 1986. 298 p.

MUSLO, j c. La degradación de los suelos en la republica Argentina. Buenos Aires: Castelar, 1979. 12 p.

OLABORO, G. 1993. Aminoácido, inhibidor mineral de trypsin y análisis aproximado del velvet bean y fracciones de habichuela. Descubrimiento e innovación 5(2), 163 – 166.

PAEZ, m. Contribución al estudio de la precipitación como factor de erosión en condiciones tropicales. Maracaibo: Universidad Central De Venezuela, 1980. 79 p.

CENTRO PARA LA PROMOCIÓN DE LA CONSERVACIÓN DEL SUELO Y DEL AGUA. "El deterioro del ambiente en la Argentina". Buenos Aires: PROSA, 1998. 497p.

PROYECTO CHECUA. Campo para el futuro. Sistema sostenible de producción. Bogotá: 2002. 122 p.

SORRENSON, w j. y MONTOYA, I j. Implicaciones económicas de erosión de suelos y de prácticas conservacionistas en Paraná, Londrina: Eschborn, 1984. 231p.

VALDIVIESO, c y ESPINOSA, a. Utilización de la vicia y la arveja como abono verde en la producción de maíz, poroto y zapallo. Santiago: Librería cet, 1995. 85 p.

WILDNER, I do p. Abonos verdes, cobertura y recuperación de suelos en sistemas diversificados de producción. Chapecó: 1990, 79p.

----- y MASSIGNAN, a m. Ecofisiología de algunos abonos verdes de verano. Paraná: Passo fundo, 1994. 146 p.

WUTKE, e b. Curso sobre abonos verdes. Campinas: Instituto Agronómico de Paraná (IAPAR), 1993. 29 p.

ZENKER, r. Conservación de suelos: Prácticas conservacionistas. Porto Alegre: Secretaría de agricultura, 1978. 34 p.

Web Site

www.abcagro.com/fertilizantes_verdes.asp_20k

www.tierrafertil.com.py/abonoverde.html_29k

www.rolf-dersch.com/abonoverde.html-25k

www.fao.org/ag/aga/aagrap/frg

www.yoogee.com

GLOSARIO

AGREGADOS: es la agrupación natural de partículas del suelo entre 0.5 y 5.0 milímetros de tamaño, entre las cuales las fuerzas que poseen, son mas fuertes que las existentes entre agregados adyacentes.

BIOMASA: cantidad de materia viva producida en un área determinada de la superficie terrestre o por organismos de un tipo específico.

BIOMASA INDESEABLE: cantidad de materia vegetal viva no deseable en un sitio específico, la cual debe ser erradicada por su competencia por luz con el cultivo comercial.

COBERTURA VEGETAL: área o porción del suelo de la superficie total que se encuentra ocupado por una comunidad vegetal determinada.

DEGRADACIÓN: empobrecimiento natural del suelo por causas climáticas, por ejemplo un periodo prolongado de lluvias, el lavado de nutrientes y sustancias alcalinas.

DESBROZADORA: implemento agrícola utilizado para desbrozar o picar los cultivos empleados como abonos verdes para su deposición sobre el suelo.

ENCOSTRAMIENTO: es la aparición de una capa sellada por el desecamiento del suelo en la que la presencia de coloides es escasa.

ESCORRENTÍA: es la lámina de agua que circula en una cuenca de drenaje, es decir la altura en milímetros de agua lluvia escurrida y extendida uniformemente sobre el suelo.

EVAPORACIÓN: proceso físico en el que un líquido o un sólido se convierte gradualmente en un gas.

FERTILIDAD DEL SUELO: es la capacidad que tiene el suelo para mantener una cubierta vegetal.

FITOMASA: cantidad de materia verde y seca que resulta después de deponer los Abonos verdes.

HUMUS: es la materia orgánica transformada y alterada, constituida por un conjunto muy complejo de compuestos orgánicos coloidales de color oscuro sometidos a un constante proceso de transformación.

INFILTRACIÓN: movimiento descendente del agua dentro del suelo, que se origina cuando el agua procedente de las precipitaciones se introduce en los poros del suelo, llegando hasta sus capas inferiores.

LABRANZA MÍNIMA: consiste en la remoción del terreno únicamente en las hileras donde se va a sembrar el cultivo.

LEGUMINOSAS: plantas dicotiledóneas leñosas o herbáceas con frutos tipo legumbre, capaces de fijar el nitrógeno atmosférico en el suelo por su simbiosis con el género bacteriano rhizobium.

LIXIVIACIÓN: disolución de los compuestos solubles de un suelo o de una roca por la acción natural de aguas de infiltración.

MATERIA ORGÁNICA: se refiere a la fase muerta del suelo, pero en la práctica se incluyen también los microorganismos vivos dada la imposibilidad de separarlos del resto de material orgánico transformado.

MICROBIOTA: conjunto de microorganismos del suelo como las algas, bacterias, hongos, protozoos, etc.

MICROFAUNA: conjunto de animales microscópicos propios de un ecosistema.

MICROFLORA: conjunto de microorganismos no animales del suelo o del agua que tiene una acción de gran importancia en los procesos de regeneración de nutrientes, descomposición de sustancias orgánicas, formación y utilización del suelo.

RASTROJO: nombre que recibe la parte inferior del tallo unida a la raíz que queda como residuo en la tierra después de segar los cereales.

ROCERÍA: proceso mediante el cual se realiza el derribo del rastrojo formado después de un periodo de descanso del terreno.

ROLLO CUCHILLO: es un implemento agrícola que puede ser arrastrado por un tractor o por tracción animal, utilizado para aplastar y deponer los abonos verdes sobre el suelo, indispensable para el manejo de cultivos de cobertura.

SIEMBRA DIRECTA: es la implantación directa de un cultivo sin efectuar mecanización del suelo.

SUELO: es la parte fundamental de los ecosistemas terrestres, que contiene agua y elementos nutritivos que los seres vivos utilizan, en el se apoyan y se nutren las plantas en su crecimiento.

