

**ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO AGROECOLOGICO DE LOS SUELOS
PARA UN USO AGRÍCOLA SOSTENIBLE EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN
DE BETULIA – DEPARTAMENTO DE SUCRE**

ANTONIO JOSE ALMENTERO ESPITIA

**UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
SINCELEJO
2008**

**ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO AGROECOLOGICO DE LOS SUELOS
PARA UN USO AGRÍCOLA SOSTENIBLE EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN
DE BETULIA – DEPARTAMENTO DE SUCRE**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:
DESARROLLO TECNOLÓGICO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL**

ANTONIO JOSE ALMENTERO ESPITIA

Director:

**NELSON PATIÑO LONDOÑO
Ingeniero Agrícola**

Codirector:

**ANTONIO TOVAR ORTEGA
Ingeniero Agrícola, Esp. En Manejo se Suelos y Aguas, MSc,**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
SINCELEJO
2008**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Sincelejo, julio de 2008.

DEDICATORIA

Con mucho amor y sentido de la vida dedico este estudio:

A mis padres Emelda María y José Ángel

A mis hermanos Mildred, yair y José Leiner

A mis compañeros de estudio por su apoyo Edgardo,
Edgar, Cristo, Javier, Vicente y Eberto.

A mi amigo y profesor Rubén Patiño

A la memoria de mi abuelo modesto y compañero Julio Agamez.

AGRADECIMIENTOS

El autor de esta monografía agrádesese:

A Dios por mantenernos la vida

Al profesor Nelson Patiño Londoño

Y a los miembros de la Corporación Codescac.

A la Universidad de Sucre por ofrecernos y darnos la oportunidad de realizar la meta propuesta como ideal.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO I.....	14
1. AGROECOLOGÍA.....	14
1.1 DEFINICIÓN DE AGROECOLOGÍA	14
1.2 PRINCIPIOS AGROECOLOGICOS.....	15
1.3 LA FUNCIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA EN LA CALIDAD DEL SUELO.....	16
1.3.1 Efectos Físicos.....	17
1.3.2 Efectos Nutricionales y Químicos.	17
1.3.3 Otros efectos Biológicos.	18
1.4 GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN DE BETULIA	19
1.4.1 Localización geográfica.....	19
1.4.2 Composición política administrativa.	21
1.4.3 Aspectos poblacionales.	21
1.4.4 Aspectos económicos municipales.	21
1.4.5 Climatología.	22
1.4.6 Geomorfología y topografía.	23
1.4.7 Descripción de suelos presentes en el municipio de San Juan de Betulia.....	26
1.4.8 Propiedades mineralógicas de los suelos del municipio de San Juan de Betulia.....	32
1.4.9 Propiedades químicas de los suelos del municipio de San Juan de Betulia.....	34
1.4.10 Propiedades físicas de los suelos del municipio de Betulia.	34
1.5 USO ACTUAL DE LOS SUELOS DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN DE BETULIA.....	37
1.5.1 Uso actual de áreas urbanas.	37
1.5.2 Uso actual áreas rurales.	37
1.6 ZONIFICACIÓN BIOFÍSICA DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN DE BETULIA.....	39
1.6.1 Zonas agrícolas (Ac).	39
1.6.2 Zonas agrícolas ganaderas (AG).	40
1.6.3 Zona forestal protectora - productora (Bpp).	40
1.6.4 Zonas de ganadería extensiva (GE).	40
1.7 AREAS DEGRADADAS DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN DE BETULIA	42
1.7.1 Corregimiento de Loma Alta.	42
1.7.2 Corregimiento de Albania.....	43

1.7.3 Corregimiento de Hato Viejo.	43
1.7.4 Corregimiento de Sabaneta.	44
1.7.5 Corregimiento de Villa López.	44
CAPÍTULO II.	46
2. ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO AGROECOLÓGICO DE LOS SUELOS PARA UN USO AGRÍCOLA SOSTENIBLE EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN DE BETULIA	46
2.1 MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO	50
2.2 MANEJO DEL AGUA	55
2.3 MANEJO ECOLÓGICO DEL CULTIVO	57
2.4 PROPUESTAS AGROFORESTALES	61
2.4.1 Ventajas de los sistemas agroforestales.....	61
2.5 MANEJO ECOLÓGICO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	63
CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES	70
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	71
ANEXOS	73

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Aspectos descriptivos área municipal de Betulia	21
Tabla 2. Constitución Mineralógica de la Fracción Arena del Municipio de Betulia.....	33
Tabla 3. Constitución Mineralógica de la Fracción Arcilla de los Suelos del Municipio de Betulia.....	33
Tabla 4. Resultados de Análisis Granulométrico y Químico de los Suelos del Municipio de Betulia	36
Tabla 5. Resultados de Análisis Físicos de los Suelos del Municipio de Betulia.....	36
Tabla 6. Uso Actual del Suelo del Municipio de Betulia	37
Tabla 7. Áreas de Degradación Física en el Corregimiento de Loma Alta.....	43
Tabla 8. Áreas de Degradación Física en el Corregimiento de Albania.....	43
Tabla 9. Áreas de Degradación Física en el Corregimiento de Hato Viejo	44
Tabla 10. Áreas de Degradación Física en el Corregimiento de Sabaneta	44
Tabla 11. Áreas de Degradación Física en el Corregimiento de Villa López	45
Tabla 12. Uso y manejo de los suelos de los corregimientos Loma Alta y Albania del municipio de San Juan de Betulia	66
Tabla 13. Uso y manejo de los suelos de los corregimientos Hato Viejo y Sabaneta del municipio de San Juan de Betulia.....	67
Tabla 14. Uso y manejo de los suelos del corregimiento de Villa López del municipio de San Juan de Betulia.....	68

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización del municipio de San Juan de Betulia	20
Figura 2. Geomorfología del municipio de San Juan de Betulia	25
Figura 3. Zonificación rural del municipio de San Juan de Betulia.....	41
Figura 4. Estrategia agroecológica	46
Figura 5. Algunos beneficios de la incorporación de la materia orgánica en el suelo	51
Figura 6. Terrazas y otras prácticas complementarias	52
Figura 7. Zanjas de infiltración	52
Figura 8. Labranza mínima (Arado de cincel rígido)	53
Figura 9. Prácticas culturales necesarias para la adopción exitosa de la labranza de conservación	53
Figura 10. Mulch	56
Figura 11. Ahoyadas.....	57
Figura 12. Cultivos en contorno	58
Figura 13. Cultivo en fajas	59
Figura 14. Barreras vivas y cultivos de cobertura	60
Figura 15. Asociación de cultivos.....	60
Figura 16. Ejemplo de modelo agroforestal a implementar.....	63

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo A. Registro fotográfico de visitas a los proyectos agroecológicos implementados por la Corporación CODESCAC en el municipio de San Juan de Betulia	74
--	----

RESUMEN

Agroecología se define como la aplicación de los conceptos y principios ecológicos al diseño y manejo de los sistemas alimentarios sostenibles. A nivel mundial la revolución verde dejó muchas tierras improductivas, por la aplicación de agroquímico, maquinaria excesiva, monocultivo, etc. El fracaso de la agricultura basada en el modelo equivocado de la zona templada en el país se debió a dos errores y llevaron a la pobreza del país: la tecnología agrícola copiada se la zona templada de Europa y E. u, inapropiada para el trópico y la preferencia de cultivo de mínimo valor (cereales, granos de mínimo precio por su abundancia mundial), en vez de cultivo tropicales de mayor valor.

El suelo tropical paso al sistema europeo de agricultura; la política agraria y la educación, impulsaron el sistema agrícola de zona templada y la nueva revolución agroquímica como paradigma.

El municipio de San Juan de Betulia cuentas con áreas de deterioró a nivel del suelo por las malas prácticas agrícolas como son: sembrar en sentido de la pendiente, excesiva mecanización, quema y tala de bosques, arrastre del suelo, etc.) Lo cual ha generado que los sistemas de producción agropecuaria sean insostenibles, con la siguiente degradación de los recursos naturales especialmente el suelo, agua y flora de la región.

Con este trabajo de diseño de estrategias agroecológicas para la generación de una seguridad alimentaria que permita la recuperación y conservación de los recursos naturales se pretende que se generen propuestas reales por parte de instituciones gubernamentales y ongs en pro del desarrollo sostenible del Municipio de San Juan de Betulia.

Palabras Claves: Agroecología, Manejo de suelos, Estrategias Agroecológicas, seguridad alimentaria.

INTRODUCCIÓN

Los suelos a nivel del Departamento de Sucre presentan unas series de problemas de tipo químico, físico y biológico, como consecuencia del uso indiscriminado de agrotóxicos, excesiva mecanización, tala y quema de los bosques, los cuales han originado serios problemas ambientales y socioeconómicos que han generado que la economía del departamento sea vulnerable a factores externos.

Para la recuperación y fertilización del suelo se debe iniciar por proponer estrategias que contrarresten la problemática encontrada en cada uno de los corregimientos que afrontan esta situación para darle solución a estos conflictos. Ante situaciones como la erosión, por escorrentía hídrica, desprotección de la capa arable del suelo, baja fertilidad, se requiere la formulación de una serie de estrategias que permitan la recuperación, conservación y manejo del suelo para que el principio de sostenibilidad y desarrollo se mantengan.

En el municipio de San Juan de Betulia los sistemas de producción agropecuaria son insostenibles como consecuencia del mal manejo de sus recursos naturales, lo que ha generado una inseguridad alimentaria y abandono del campo por parte de sus pobladores ó desplazamiento a otras regiones para prestar su mano de obra en actividades no propias de su que hacer.

El principal propósito de este trabajo es aportar algunos elementos fundamentales útiles para diagnosticar el estado actual del suelo, para diseñar unas estrategias agroecológicas sostenibles que conlleven a la aplicación de soluciones prácticas que promuevan acciones tendientes a la recuperación y conservación de los recursos naturales en forma sostenible y a la generación de una seguridad alimentaria a nivel local y regional, por lo tanto se propone:

- Diseñar estrategias de manejo agroecológico acordes a las características de los suelos del Municipio de San Juan de Betulia (Sucre) para un uso agrícola sostenible tendiente a la generación de una seguridad alimentaria de las familias rurales.
- Determinar la situación actual de las condiciones edafológicas de los suelos del municipio de San Juan de Betulia para establecer el nivel de degradación de los suelos.
- Analizar la situación actual de los sistemas de producción agrícola presentes en el municipio de San Juan de Betulia para evaluar el nivel de sostenibilidad de los agroecosistemas.
- Diseñar las estrategias agroecológicas para un manejo sostenible de los suelos con fines agrícolas en el Municipio de San Juan de Betulia.

CAPÍTULO I.

1. AGROECOLOGÍA

1.1 DEFINICIÓN DE AGROECOLOGÍA

Según Griseman¹ el término Agroecología se entiende a partir de dos ciencias que lo integran como son la agronomía y la ecología. Se comprende así que la ecología se basa en el estudio de los sistemas naturales y la agronomía aplica los resultados de investigaciones científicas a la agricultura. En esos términos se puede definir la agroecología como “la aplicación de conceptos y principios ecológicos para el diseño y manejo de agroecosistemas sostenibles”.

Según Enkerlin² se puede entender la problemática agrícola de manera más holística (integral), definiéndose como la disciplina que enfoca el estudio de la agricultura desde una perspectiva ecológica; no se queda en lo unidimensional sino que abarca un entendimiento de los niveles ecológicos y sociales de la coevolución, la estructura y el funcionamiento de los sistemas, refiriéndose también al estudio de los fenómenos netamente ecológicos dentro del campo de cultivo, tales como las relaciones depredador/presa o competencia cultivo/maleza.

De igual manera Abrahán Lincoln³ presenta un postulado que hace relación a la agricultura ecológica que se fundamenta en los fines de la agroecología contemplado en el esquema antes anotado; *“Destruyan las ciudades y conserven los campos y las ciudades resurgirán. Destruyan los campos y conserven las ciudades y estas sucumbirán”*.

¹ GRISEMAN, 2001 agroecology: ecological processes in sustainable agriculture. Chelsea; MI, Ann Arbor Press.

² ENKERLIN *et al.*, 1997 Ciencias Ambientales y Desarrollo Sustentable. International Thompson Editores. México D.F.

³ LINCON, Abrahán. Agricultura Orgánica Práctica. 4a edición. Bogotá D.C. 2005. Pág. 64

Por su parte Lucia Vásquez Celiz⁴ define la agroecología como un enfoque holístico y sistémica de las relaciones entre las sociedades humanas y las sociedades vegetales y animales de cada ecosistema, orientada a la producción agraria en armonía con las leyes naturales.

1.2 PRINCIPIOS AGROECOLOGICOS

La agroecología surge como una disciplina que provee los principios ecológicos básicos sobre la forma como estudiar, diseñar y manejar agroecosistemas que son productivos y a su vez conservadores de los recursos naturales y que además, son culturalmente sensibles y socialmente económicos y variables.

Según Reinjntjes, *et al.*, 1992 estos principios son:

- Aumentar el reciclado de biomasa y optimizar la disponibilidad y el flujo balanceado de nutrientes.
- Asegurar condiciones del suelo favorables para el crecimiento de las plantas, particularmente a través del manejo de materia orgánica y aumentando la actividad biótica del suelo.
- Minimizar las pérdidas debidas a flujos de radiación solar, aire y agua mediante el manejo del microclima, cosecha de aguas y el manejo de suelo a través del aumento en la cobertura.
- Diversificar específica y genéticamente el agroecosistema en el tiempo y el espacio.
- Aumentar las interacciones biológicas y los sinergismos entre los componentes de la biodiversidad promoviendo procesos y servicios ecológicos claves.

Estos principios pueden ser aplicados a través de varias técnicas y estrategias, los cuales cada una de ellas tiene diferente efecto sobre la productividad, estabilidad,

⁴ VÁSQUEZ CELIS, Lucía, MSC en Ecología.

y resiliencia dentro del sistema de la finca, dependiendo de las oportunidades locales, la disponibilidad de recursos y, muchos casos, del mercado. El objetivo último del diseño agroecológico es integrar los componentes de manera tal de aumentar la eficiencia biológica general, y mantener la capacidad productiva y autosuficiente del agroecosistema. El objetivo es diseñar una trama de agroecosistema dentro de una unidad de paisaje, miméticos con la estructura y función de los ecosistemas naturales.

De igual manera Antonio Rosas Roa⁵, presenta unos principios agroecológicos traducidos como filosofía para este tipo de agricultura, los cuales propugnan por la no utilización de insumos externos como plaguicidas y fertilizantes de síntesis químicas o semillas transgénicas (organismo modificados genéticamente OMG), a cambios de realizar las practicas fitosanitaria y de producción a partir de procesos y controles naturales o biológicos, en busca de obtener producciones limpias, de mayor calidad nutricional, inocuas, que no generen problemas a la salud humana, preservando el entorno o ecosistema.

1.3 LA FUNCIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA EN LA CALIDAD DEL SUELO

Aunque la materia orgánica es sólo un pequeño porcentaje del peso de la mayoría de los suelos (generalmente de 1% al 6%), la cantidad y el tipo de materia orgánica influyen en casi todas las propiedades que contribuyen a la calidad del suelo. La cantidad y calidad de la materia orgánica puede cambiar las propiedades del suelo, la estructura y disponibilidad de los nutrientes mejora y existe más diversidad biológica en suelos con un buen manejo de la materia orgánica modifica los efectos de ciertas propiedades del suelo. Los diversos efectos de la materia orgánica pueden agruparse bajo las influencias ejercidas en las propiedades físicas, químicas, nutricionales y biológicas del suelo.

⁵ ROSAS ROA, Antonio. Agricultura Orgánica Práctica. 4a edición. Bogotá D.C. 2005. Pág. 68

1.3.1 Efectos Físicos. La unión de las partículas de arena, limo y arcilla conformando agregados estables, ayuda a mantener una buena labranza (condiciones físicas del suelo para el crecimiento de las plantas). Los polisacáridos producidos durante la descomposición de residuos orgánicos más la hifa fungal estimulan el desarrollo de estos agregados estables del suelo. Un suelo que tiene gran cantidad de materia orgánica tendrá una mejor agregación y tenderá a ser menos denso, permitiendo un mejor desarrollo y penetración de las raíces, que ante una situación de disminución de materia orgánica. Además, el suelo tendrá tasas superiores de infiltración debido a una estructura superficial más estable, siendo capaz de resistir la fuerza dispersiva del impacto de las gotas de lluvia. Las actividades de organismos más grandes que viven en el suelo, tales como lombrices y hormigas, también ayudarán a mejorar la infiltración de agua. El suelo estará menos propenso a la erosión si existe una mayor infiltración de agua en vez de un escurrimiento superficial.

Los suelos arenosos con niveles más altos de materia orgánica tienen una mayor cantidad de pequeños poros para almacenar el agua disponible para las plantas y son menos propensos a la sequía. Por otro lado, los suelos más arcillosos tienen un mejor drenaje interno, cuando existan grandes cantidades de materia orgánica que cuando las cantidades son menores.

1.3.2 Efectos Nutricionales y Químicos. La materia orgánica es una fuente de nutrientes. Los organismos la descomponen y transforman las formas orgánicas de los elementos en formas que sirven a las plantas. Además, por ser la principal fuente de capacidad de intercambio catiónico (CIC), la materia orgánica ayuda a "almacenar" los nutrientes disponibles, y los protege de la lixiviación que produce el agua. Las moléculas orgánicas ayudan a quelar un gran número de micronutrientes, tales como el Zinc (Zn) y el Hierro (Fe), además los protege para evitar que sean convertidos en formas menos disponibles para las plantas. En

muchos suelos la materia orgánica, debido a su naturaleza ácida débil, tiene un efecto de amortiguación frente a cambios en el pH (Magdoff y Bartlett, 1985). Esto también puede ayudar a proteger las plantas de los efectos nocivos de sustancias químicas, como por ejemplo la toxicidad por aluminio (Al) (Hargrove y Thomas, 1981).

1.3.3 Otros efectos Biológicos. Los materiales húmicos en la materia orgánica estimulan el crecimiento de las raíces y del cultivo (Lee y Bartlett 1976, Chen y Aviad 2000). Aunque no está claro lo que produce estos efectos, al parecer no es una influencia nutricional directa.

La importancia de la diversidad biológica en los suelos se ha subrayado anteriormente. Un suelo con alto contenido de materia orgánica, originada en distintas fuentes y en el que se han practicado buenas rotaciones tenderá a tener una comunidad más diversa de organismos y de este modo, brindará un medioambiente biológico más adecuado para el crecimiento de las plantas que un suelo con menor cantidad de materia orgánica. En general, la biomasa total de los organismos del suelo también será mayor en un suelo rico en materia orgánica que en un suelo que contenga menos. Debido a los efectos físicos, nutricionales y químicos discutidos anteriormente, las plantas que crecen en suelos ricos en materia orgánica tenderán a ser más sanas y menos susceptibles al daño de las plagas que aquellas que crecen en suelos con disminución parcial de materia orgánica. Además, la presencia de diversas poblaciones de organismos cuando la materia orgánica del suelo es abundante ayuda a asegurar un ambiente de plagas menos hostil para las plantas de cultivo. Las numerosas influencias físicas, químicas, nutricionales y biológicas se combinan para dar a la materia orgánica una influencia positiva sobre la calidad del suelo.

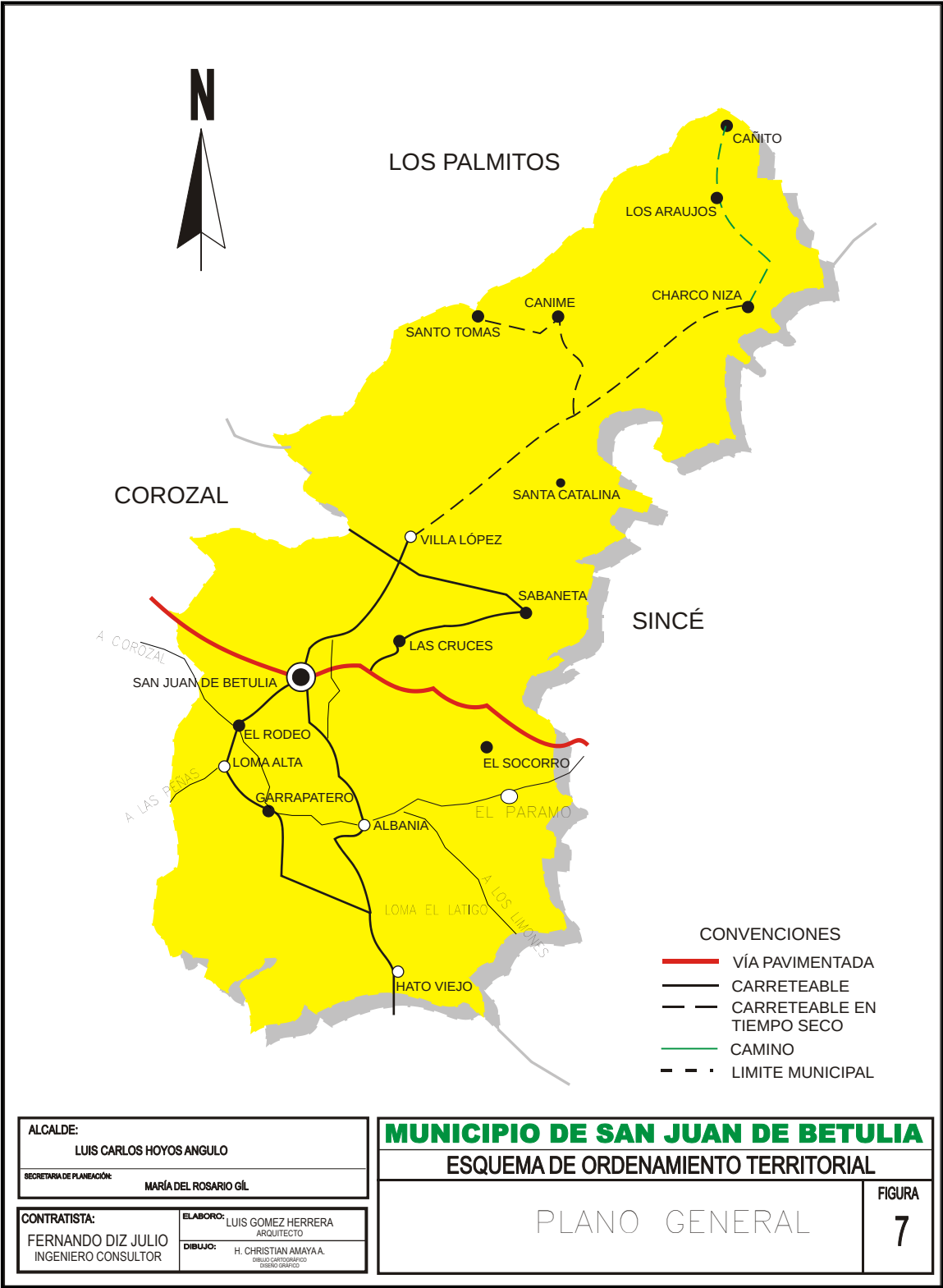
1.4 GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN DE BETULIA

1.4.1 Localización geográfica. El Municipio de San Juan de Betulia se localiza al Norte de la República de Colombia en la Costa Atlántica Colombiana, al Noreste del Departamento de Sucre, y hace parte integral de la denominada Subregión Sabanas.

Geográficamente limita al Norte con los Municipios de Los Palmitos y Sincé; al Sur con el Municipio de Corozal y Sincé; al Este con el Municipio de Sincé; y al Oeste con el Municipio de Corozal (Ver figura 1).

Su extensión aproximada es del orden de los 199,08 Km² que en relación al área departamental representa el 1,80%. Su altura sobre el nivel del mar es de 160 m.s.n.m aproximadamente.

Figura 1. Localización del municipio de San Juan de Betulia



1.4.2 Composición política administrativa. El Municipio de San Juan de Betulia se encuentra conformado por la cabecera municipal, cinco Corregimientos (Albania, Sabaneta, Villa López, Loma Alta y Hato viejo) y nueve veredas (El Rodeo, Las Cruces, Loma del látigo, Charco Niza, Santa Catalina, El Socorro, Garrapatero, Canime, El Páramo, y Los Araujos). En la Tabla No. 1 se cuantifican aspectos varios de los núcleos corregimentales.

Tabla 1. Aspectos descriptivos área municipal de Betulia

Descripción	Área (Ha)
Área urbana (incluida área de expansión EOT)	97,24
Área suburbana	27,04
Área rural	19.783,72
Total	19.908

1.4.3 Aspectos poblacionales. El municipio cuenta con una tasa de crecimiento según la Secretaría de Planeación Departamental de **0,0234**, una población actual de **14.225** habitantes distribuidos el 55.8 % en el Casco Urbano y el 44.2 en el resto del municipio.

1.4.4 Aspectos económicos municipales. Dadas las características municipales, y atendiendo en conjunto que el sector agropecuario se constituye en la base de la economía municipal, tenemos:

1.4.4.1 Sector Agrícola. Como es bien conocido, el fuerte del Municipio de San Juan de Betulia es la actividad agrícola, siendo su renglón más importante la producción de yuca, siguiendo en importancia la producción de maíz, ñame, ajonjolí, entre otros. Como tal se presenta con mayor intensidad en la zona central y sur del municipio, en un área de 10.706 ha.

1.4.4.2 Sector pecuario. Este renglón importante de la economía municipal se localiza principalmente en la zona sur, en límites con los Municipios de Sincé y Corozal, específicamente ocupan un área del orden de las 198 hás. Por otra parte

existen áreas de uso mixto donde la ganadería es mayoritaria; éstas áreas se localizan a lo largo y ancho del territorio municipal en un área aproximada de 7.560 hás.

1.4.5 Climatología. El clima de una región puede definirse como la resultante del conjunto de condiciones atmosféricas que se presentan a lo largo del tiempo. El clima determina en alto grado el tipo de suelo y de vegetación y en consecuencia influye sobre la utilización que el hombre dé al suelo.

En el área se encuentra según Holdridge un clima de bosque seco tropical (bs – T). Esta condición de sequía se transmite a los suelos originando condiciones críticas. Las precipitaciones pluviales oscilan entre 1.000 y 1.200 milímetros anuales. La altura del municipio de San Juan de Betulia se encuentra a 135 metros sobre el nivel del mar, su clima es cálido.

1.4.5.1 Temperatura. De acuerdo a los datos tomados en la estación del aeropuerto las brujas de Corozal, la temperatura promedio anual es de 28° C. La temperatura máxima registrada durante el período de observación fue de 28.6° C ocurrida en el mes de abril, mientras que la temperatura mínima se presentó en el mes de octubre y corresponde al valor de 26.1° C.

1.4.5.2 Brillo solar. El régimen de brillo solar está determinado por las temporadas de invierno y verano, lo que ocasiona que el mayor número de horas de brillo solar se presente durante la temporada seca correspondiente a los meses de diciembre a marzo. De igual forma en la temporada de lluvias disminuyen los valores promedios mensuales de éste parámetro.

1.4.5.3 Vientos. La subregión sabanas al igual que el resto de la Costa Caribe, normalmente es influenciada por la circulación de los vientos alisios que provienen del Atlántico Nororiental. En la época seca los alisios soplan del noreste en forma fuerte y constante, en la época de invierno los alisios se convierten en vientos de

poca fuerza y se dirigen en diferentes direcciones. Se ha logrado determinar que la velocidad promedio de los vientos de la región es de 2.2 m/seg.

1.4.5.4 Humedad relativa y nubosidad. Hace referencia a la humedad presente en el ambiente. Para la zona en estudio durante el período analizado la humedad promedio es del 84 %. La nubosidad que se observa en éste municipio refleja cielo semicubierto los primeros meses del año y cielo cubierto en los meses restantes.

1.4.5.5 Precipitación. En el municipio San Juan de Betulia, presenta dos épocas bien marcadas en lo referente a precipitaciones, una de época seca o verano durante los meses de noviembre a marzo y época de lluvias o invierno de finales de abril hasta el mes de octubre, con una precipitación promedio anual de 958.38 mm.

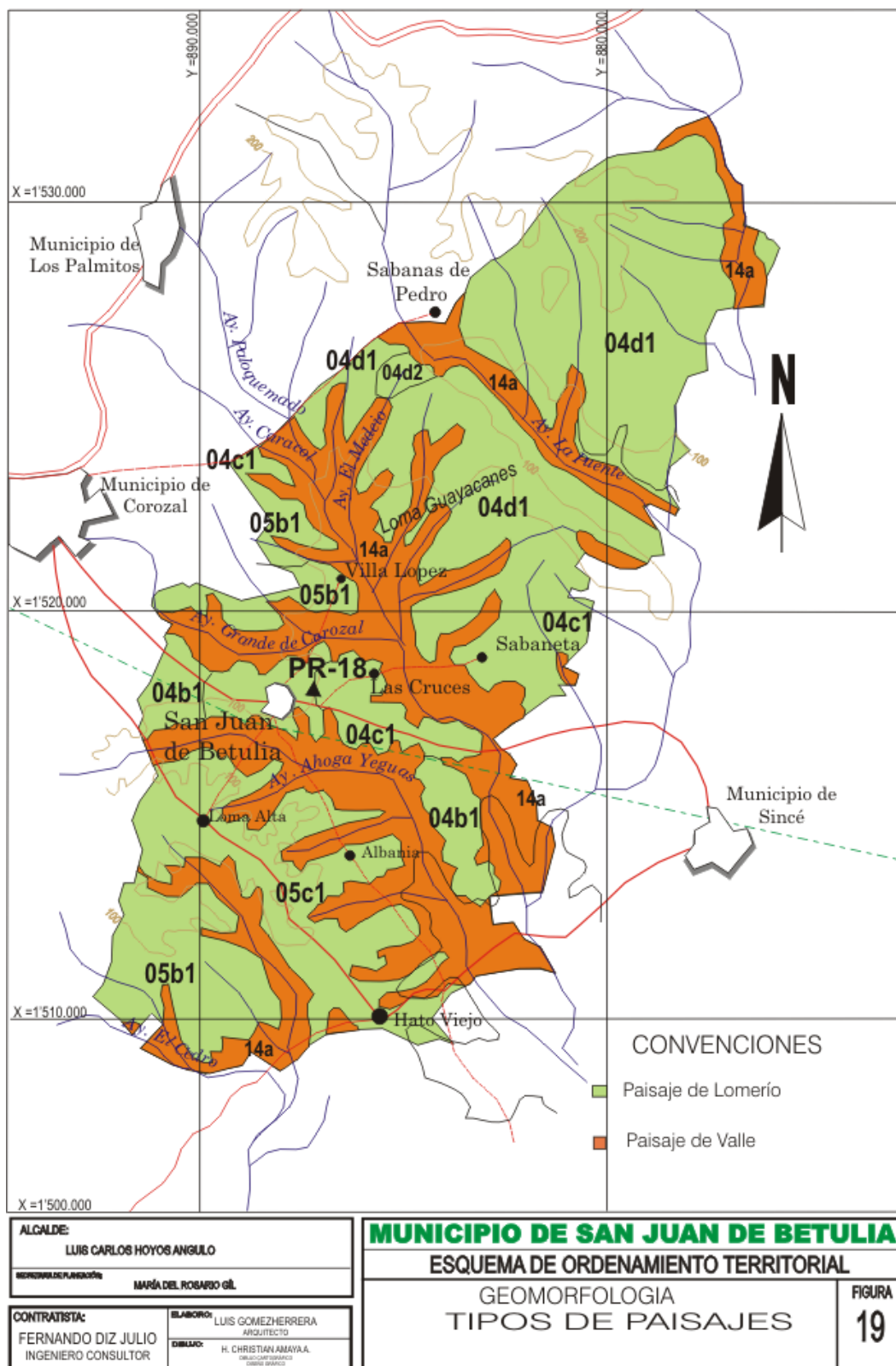
1.4.6 Geomorfología y topografía. En San Juan de Betulia, se presentan dos unidades de paisajes muy definidos los cuales son:

1.4.6.1 Paisajes de lomerío en municipio de San Juan de Betulia. Se encuentra distribuido en toda la extensión del territorio desde el Norte hasta el Sur y de Este a Oeste; se trata de lomas conformadas por arcillas carbonatadas, arcillolitas y areniscas con textura arcillosa moderadamente bien drenados, moderadamente profundos con fertilidad alta. El ambiente morfogenético en sectores es mixto, es decir, erosional y depositacional. El relieve varía de plano hasta ondulado, con pendientes del 3 a 4 % en algunos sectores y del 7 al 12 % en otros; como procesos predominan el escurrimiento difuso y el concentrado.

1.4.6.2 Paisajes de planicies o valles. Estos paisajes determinados por pendientes del orden del 0 al 3%, se localizan esencialmente en las riveras de la red hidrográfica municipal, es decir a lo largo y ancho del territorio, en arroyos tales como: Arroyo Membrillal, El Hatillo, que sirve de límite con Sincé, Arroyo Grande de Corozal, El Medio, Ahogayeguas y El Cedro. En general se

caracterizan por planicies, cuyo contorno lo conforman paisajes sinuosos y alargados; están conformados por aluviones finos, disponen de un relieve plano cóncavo con áreas depositacionales inundables, clima cálido seco, drenaje muy pobre, suelos superficiales fuertemente ácidos, moderadamente bien drenados, moderadamente profundos, textura arcillosa fina y fertilidad moderada con pendientes del 0 al 3 %. (Ver Figura 2).

Figura 2. Geomorfología del municipio de San Juan de Betulia



1.4.7 Descripción de suelos presentes en el municipio de San Juan de Betulia. La correspondiente descripción de suelos se realiza conforme al Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras realizado por el IGAC, elemento estructurante de los Esquemas de Ordenamiento Territorial. Para el Municipio de San Juan de Betulia se identificaron los siguientes suelos:

1.4.7.1 Suelos de Lomerío.

- **Consociación chromic haplusterts - typic haplusterts - vertic ustropepts. (Símbolo lwc).** Se encuentra presente en suelos al Norte del Municipio de San Juan de Betulia, en límites con el Municipio de Los Palmitos (Séctor Los Araujos, Cañito, Santo Tomás y Canime), caracterizados por un tipo de relieve de lomas, ligeramente ondulado a fuertemente quebrado, con pendientes entre el 3 y 25%, en clima cálido seco y altitudes entre 50 - 150 metros. La mayor parte de la unidad esta afectada por erosión hídrica en grado ligero o moderado. La vegetación natural ha sido talada casi en su totalidad, siendo reemplazada con pastos ángleton y naturales para el pastoreo de ganadería semiintensiva, sin embargo existen algunas áreas de relictos boscosos del tipo ripícola que bordean en forma alargada las riveras del Arroyo La Puente y algunos de sus afluentes. El principal limitante para su uso es el clima debido a que la precipitación es menor que la evapotranspiración durante la mayor parte del año. Integran la unidad los suelos Chromic Haplusterts en un 40%, Typic Haplusterts en un 40% y Vertic Ustropepts en un 20%.

Características de los componentes taxonómicos.

- a. **Suelos chromic haplusterts.** La profundidad efectiva de estos suelos es moderada, limitada por arcillolitas; en las cimas y laderas de las lomas. Son moderadamente a bien drenados y presentan grietas en la superficie. El primer horizonte (A) es de 10-25 centímetros de espesor, color pardo grisáceo muy oscuro, textura arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares y

angulares, gruesa moderada a fuertemente desarrollada. El horizonte Bw es de color en húmedo pardo oliva claro, textura franco arcillosa, estructura en bloques angulares o subangulares, media, moderada a débilmente desarrollada; hay presencia de superficies de deslizamiento y cuñas. El horizonte C es de color pardo oliva claro, textura arcillosa y sin estructura. Químicamente presentan reacción neutra, capacidad de intercambio catiónica y bases totales altas, materia orgánica media y fósforo disponible bajo; fertilidad alta.

Las limitantes para su uso en el desarrollo de actividades como la agricultura o ganadería son: susceptibilidad a la erosión, altos contenidos de arcilla y las fuertes pendientes de algunos sectores. Su uso actual se limita al desarrollo de cultivos de tabaco, maíz, yuca y ñame.

- b. **Suelos Typic Haplusterts.** Estos suelos se ubican principalmente en las faldas de las lomas; son moderadamente profundos, limitados por arcillas compactadas; se agrietan en la superficie y presentan superficies de presión en todos los horizontes; son derivados de arcillas finas. Químicamente presentan reacción neutra en los primeros horizontes mientras en el horizonte C son ligeramente alcalinos; capacidad de intercambio catiónica y bases totales altas, materia orgánica y fósforo disponible bajos; fertilidad alta.

Los principales limitantes que presentan en su uso en la agricultura o ganadería son los altos contenidos de arcilla con períodos de agrietamiento, susceptibilidad a la erosión y pendientes fuertes.

- c. **Suelos Vertic Ustropepts.** Estos suelos alternan con los suelos Typic Haplusterts en las faldas de las lomas; se derivan de arcillas carbonatadas y son bien drenadas y moderadamente profundos. El horizonte superficial presenta textura franco arcillosa, color pardo grisáceo oscuro, estructura en bloques fina y media, bien desarrollada, en profundidad presenta un horizonte

AB y un Bw de colores pardo oliva claro, pardo grisáceo y oliva, con manchas pardo amarillentos; bien estructurados y textura franca arcillosa. Es común la presencia de gravilla, superficies de presión, grietas poco profundas y la presencia de concreciones de carbonatos. Químicamente son suelos de pH neutro, contenidos medios de materia orgánica, capacidad intercambio catiónica, bases totales, fósforo aprovechables y fertilidad alta.

Sus limitantes para el uso y manejo en actividades agrícolas y pecuarias la constituyen la susceptibilidad a la erosión, la moderada profundidad y en algunas zonas las pendientes fuertes.

- **Asociación typic haplusterts - entic haplustolls - vertic ustropepts. (símbolo lwd).** Se encuentra presente en suelos de lomerío del Municipio de San Juan de Betulia, en el área corregimental de Villa López, Albania, Loma Alta y Hato Viejo, con excepción de los valles delimitados por redes hidrográficas. Sus pendientes en general son del orden de los 3 al 12%, en relieves ondulados y altitudes del orden de los 50 a 150 m. El clima es cálido seco, perteneciendo a la formación vegetal de bosque seco tropical (bs-T). Son suelos moderadamente profundos a profundos, moderadamente a bien drenados, dedicados a la ganadería semiintensiva con pastos naturales y mejorados, y pequeñas parcelaciones de cultivos de pan coger como: yuca, maíz, ñame y tabaco. La Asociación está compuesta por los suelos Typic Haplusterts en un 40%, Entic Haplustolls en un 30% y Vertic Ustropepts en un 30%.

Características de los componentes taxonómicos.

- a. **Suelos typic haplusterts.** Estos suelos se localizan en las faldas de las lomas; son moderadamente profundos, moderadamente bien drenados, compuestos por arcillas del tipo de la montmorillonita, que se contraen y expanden

produciendo dentro del perfil características especiales como: la autoinversión de materiales, superficies de presión, estructura en cuña y grietas amplias y profundas. Morfológicamente el perfil presenta horizontes de tipo A – B –, donde el horizonte A es de color pardo grisáceo muy oscuro; textura arcillosa; estructura en bloques subangulares y angulares fina y media, fuertemente desarrollada y con espesor entre 15 y 30 cm. El Horizonte Bw presenta colores pardo grisáceo oscuro a oliva, textura arcillosa y estructura en bloques, media y gruesa, moderada a fuertemente desarrollada. El horizonte C es de color oliva, textura arcillosa, estructura en cuñas y superficies de deslizamiento. Los suelos son de fertilidad alta con altos contenidos de fósforo y materia orgánica, alta capacidad catiónica de cambio y bases totales, pH neutros que se incrementan con la profundidad a causa de la presencia de carbonato. Los limitantes para la agricultura son el alto contenido de arcillas en todo el perfil, el agrietamiento, la permeabilidad y capacidad de aire bajas.

- b. **Suelos Entic Haplustolls.** Esto suelos se localizan en las faldas de las lomas; son suelos profundos, bien drenados y originados a partir de arenisca. Morfológicamente el perfil presenta una secuencia de horizontes A – C, donde el horizonte A se caracteriza por los colores gris muy oscuro y pardo grisáceo, textura franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares fina y media, moderadamente desarrollada y con un espesor entre 18 a 38 cm. El horizonte C se subdivide en varios subhorizontes que se caracterizan por tener colores pardo oliva pálido y amarillo parduzco; textura arenosa; descansa sobre un subhorizonte C de textura arcillosa. Son suelos de pH moderadamente ácido a neutro; alta capacidad catiónica de cambio en los primeros horizontes y baja en los horizontes de textura arenosa, alta saturación de bases; materia orgánica y fósforo disponible medios, que caracterizan fertilidades altas.

Los principales limitantes para su uso son la susceptibilidad a la erosión y en algunas zonas las pendientes fuertes.

1.4.7.3 Suelos de valles. Detallan áreas de tierras alargadas y planos localizados entre los límites correspondientes a zonas de relieve más alto o lomeríos, generalmente surcados y drenados por un cauce natural (arroyo, caño, cañada), por lo que sufren inundaciones. Dentro de éste tipo de suelos se determinaron:

- **Asociación vertic tropaquepts - fluventic ustropepts - entic haplusterts. (símbolo vwa).** Se localiza en las vegas de los paisajes de valle, con altitudes entre los 0 a 200 m.s.n.m., con relieves planos a ligeramente planos y pendientes del orden del 0 al 3%. Se encuentra presente en todas las áreas de riveras de los Arroyos La Puente, Grande de Corozal, Ahoga Yeguas y El Cedro, en cuyos cauces se encuentran relictos boscosos ripícolas con especies como: roble, ceiba, cedro, campano, palma lata, entre otros. En ellos no se evidencia erosión o a lo sumo es muy ligera. Los suelos integrantes de ésta asociación se han derivado de aluviones finos, especialmente arcillas carbonatadas o básicas. Son superficiales y moderadamente profundos, limitados por arcillas compactadas y fluctuaciones del nivel freático.

Las limitaciones para su uso son la mala distribución de los períodos de lluvias, la poca profundidad efectiva, nivel freático alto por inundaciones y compactación excesiva de sus estratos por sobre pastoreo.

Los componentes taxonómicos de la Asociación son: Vertic Tropaquepts en un 40%, Fluventic Ustropepts en 30% y Entic Haplusterts en 30%.

Características de los componentes taxonómicos.

- a. **Suelos vertic tropaquepts.** Estos suelos se localizan en las cubetas de las vegas dentro del paisaje de valle; son superficiales, limitados por el nivel freático fluctuante, muy pobremente drenados. El perfil es del tipo A – B – C, donde el horizonte A es de color pardo grisáceo muy oscuro, el B de gris a gris

muy oscuro y el C de color gris; su textura es arcillosa y la estructura en bloques subangulares.

Químicamente presentan alta saturación de bases totales y capacidad catiónica de cambio; medio y bajo contenido de fósforo; muy alto contenido de materia orgánica en el primer horizonte y bajo en los inferiores; reacción fuertemente ácida, moderadamente ácida y neutra; fertilidad alta.

- b. **Suelos Fluventic Ustropepts** Esto suelos se localizan en la napa; son moderadamente profundos y moderadamente bien drenados, limitados por fluctuaciones del nivel freático. El perfil es de la forma A – B – C, donde el horizonte A es pardo grisáceo muy oscuro, el B gris y el C gris oscuro con manchas pardo oscuras; la textura es arcillosa y la estructura en bloques subangulares, media, moderada.

Químicamente presentan alta saturación de bases, capacidad catiónica de cambio; bajo contenido de fósforo y materia orgánica; reacción moderadamente ácida en todos los horizontes y fertilidad moderada.

- c. **Suelos Entic Haplusterts**. Esto suelos se localizan en los rebordes de arroyos, son moderadamente profundos, limitados por arcillas compactas, por lo que su drenaje natural es imperfecto. El perfil conformante es del tipo A – B, siendo el horizonte A de colores pardo grisáceo muy oscuro y textura franca; y pardo grisáceo con manchas pardo amarillentas y texturas arcillosas en el horizonte B. La estructura es en bloques subangulares, media a gruesa, moderadamente desarrollada. Químicamente son suelos con alta saturación de bases y capacidad catiónica de cambio; contenido medio de bases totales en los horizontes superiores y alto en los inferiores; contenido medio de la materia orgánica en el horizonte superior y bajo en los inferiores; bajo contenido de fósforo en todos los horizontes; reacción neutra, ligeramente alcalino y moderadamente alcalino en profundidad; su fertilidad es moderada.

1.4.8 Propiedades mineralógicas de los suelos del municipio de San Juan de Betulia. En el Municipio de San Juan de Betulia en suelos del tipo LWC el mineral más abundante es el Cuarzo cuyo contenido es superior al 70% en la fracción arena, se caracteriza por ser resistente a la meteorización tanto química como física y no suministra nutrientes para las plantas. Los feldespatos se encuentran presentes en todos los perfiles, piroxenos, anfíboles y epidota que aparecen en la mayoría de los suelos. En los suelos se encuentran fragmentos de líticos, residuos de los materiales geológicos parentales. Se pueden observar que los suelos poseen una adecuada reserva potencial de nutrientes dada la presencia de feldespatos, anfíboles y piroxenos que fácilmente los ceden al suelo, en consecuencia los poseen una fertilidad potencial adecuada.

En la Tabla 2 se muestra el resultado de análisis de las arenas y en la Tabla 3 aparece la constitución de la fracción arcilla, observándose la presencia de caolinita y montmorillonita como minerales más abundantes y de común ocurrencia en los suelos tipo LWC del Municipio. De acuerdo con el análisis de la fracción de arcilla se puede concluir que la fertilidad de los suelos es adecuada si se considera especialmente la constitución mineralógica de la arena.

Tabla 2. Constitución Mineralógica de la Fracción Arena del Municipio de Betulia

Paisaje	Unidad Taxonom	Perfil	Horizonte	Profund	Cuarzo	Feldespato	Anfib	Piroxenos	Epidota	Micas	Turmalina	Zireon	Vidrio volcanico	Opacos%	Granos Alterados %	Fitolitos %	Fragmentos Liticos %
Lomerío (LWC)	Choromic Haplusterts	PP-25	Ap AB BW C	00-10 10-25 25-48 48-135x	77 69 74	12 10 14	3 2 Tr	Te 1 Tr	1 1 Tr		Tr Tr Tr	Tr Tr Tr	Tr		3 5 6	Tr Tr Tr	5 4 6
Lomerío (LWC)	Vertic Usotropepts	PP-18	Ap AB BW1 BW2	0-15 15-26 26-37 37-125x	91 84 90 88	3 6 3 4	1 2 1 1	1 1 Tr Tr	1 1 Tr Tr		Tr 1 Tr	Tr 1 1 Tr		1 1 1 2	2 Tr Tr Tr	2 Tr Tr Tr	1 3 1 2
Lomerío (LWC)	Typic Haplusterts	PR-6	Ap AB C	0-32 32-65 65-100	85 81 80	3 7 8	2 2 1	Tr Tr Tr	Tr Tr R		Tr	1 1 1		3 2 3	Tr Tr Tr	Tr Tr Tr	3 5 6

Fuente: I.G.A.C

Tabla 3. Constitución Mineralógica de la Fracción Arcilla de los Suelos del Municipio de Betulia

Paisaje	Unidad Taxonom	Perfil	Horizonte	Profund	Cuarzo	Micas	Montmori	Verniculita	Caolinita	Talco	Integrados 2:1 2:2	Minerales Interestra	Mat.no cristalinos
LOMERIO (LWC)	CHOROMIC HAPLUSTERTS	PP-25	Ap AB BW C	00-10 10-25 25-48 48-135x	1 1 Tr Tr		4 4 4 4	Tr Tr Tr	1 2 1 1			1 Tr Tr	
LOMERIO (LWC)	VERTIC USTROPEPTS	PP-18	Ap AB BW1 BW2	0-15 15-26 26-37 37-125x	1 1 1 Tr		3 4 3 1		2 1 1 1			Tr Tr Tr Tr	2 1 2 2
LOMERIO (LWC)	TYPIC HAPLUSTERTS	PR-6	Ap AB C	0-32 32-65 65-100	1 Tr 1		4 4 4	Tr 1 Tr	1 1 1			Tr Tr Tr	

Fuente: I.G.A.C

1.4.9 Propiedades químicas de los suelos del municipio de San Juan de Betulia. Químicamente los suelos del Municipio de Betulia muestran valores bajos de carbono orgánico, lo que da a entender que para un desarrollo agrícola óptimo es necesaria la fertilización nitrogenada con base en los requerimientos de cada cultivo, pastos y especies forestales. En la Tabla 4 se pueden encontrar las propiedades químicas de los suelos del Municipio de San Juan de Betulia de la cual se puede deducir:

- La capacidad del intercambio catiónica es alta y sus valores, tanto en los horizontes A, B, C están relacionadas con el contenido de materia orgánica y con el porcentaje de arcilla.
- Los suelos presentan altos contenidos de bases intercambiables, lo que indica que el material parental es rico en bases y que ocurre una baja pérdida de éstos por lavado y favorece la formación de minerales arcillosos de tipo 2:1
- El calcio es el catión más fuerte, seguido por el magnesio, potasio y sodio.
- Los suelos presentan una reacción que oscila entre medianamente ácida y medianamente alcalino.
- Los niveles de disponibilidad del fósforo es alto, debido al material parental y a la mineralización de la materia orgánica.

1.4.10 Propiedades físicas de los suelos del municipio de Betulia. En los suelos de Betulia, los colores más frecuentes son el pardo oscuro y el pardo grisáceo muy oscuro; presentan texturas arcillo arenosa, franco arcillosa y arenosa. En lo inherente a la estructura conformante, predominan los bloques subangulares y angulares. En lo inherente a Consistencia, en húmedo se encuentra la de carácter friable pero los altos contenidos de arcilla le dan una consistencia firme a muy fuerte, mientras en mojado es pegajosa y plástica, característica de los suelos arcillosos presentes a lo largo y ancho del territorio. Las densidades aparentes oscilan entre 1.13 y 1.37 gr/cc, mientras la real entre 2.37 y 2.73 gr/cc. La porosidad total está comprendida entre 46.51% y 58.2%. En

cuanto a la humedad la retención de agua a 30 Kpa o Punto de Marchitez Permanente, el promedio del contenido de humedad es de 40.19%; mientras la Capacidad de Campo revela valores del orden del 19.60%, lo que indica que las plantas tienen que esforzarse para obtener el agua necesaria para su normal desarrollo. Los coeficientes de los suelos arcillosos muestran valores superiores a 0.9, es decir son suelos con suficiente extensibilidad linear para afirmar su clasificación dentro de la clase Vertisol. (Ver tabla 5).

Tabla 4. Resultados de Análisis Granulométrico y Químico de los Suelos del Municipio de Betulia

UNIDAD CARTOGRAFICA	PAISAJE	TAXONOMIA SUBGRUPO	N° DE PERFIL	HORIZONTE PROP NOMEN		GRANULOMETRIA A L Ar TEX				% C	pH 1:1	CIC ma/100g CICA CICE		CATIONES DE CAMBIO ma/100g CICV Cs Mg K Na Al						SATURACIONES SBA SBE SAL			P BRAYU ppm	CaCC	C.E
ASOC.LWA	Lomerio	Lithic ustorthents	Ps-37	00-10	Ap	72	14	14	PA	1.99	7.3	27.2	(40.7)	-	35.9	4.3	0.3	0.2	-	-	64	*			
				10-20	Cr	94	4	2	A	0.22	7.4	26.8	(34.2)	-	29.3	4.5	0.2	0.2	-	-	18	*			
		Chormic Haplusterts	PP-25	00-10	Ap	48	16	36	ArA	1.26	6.0	37.5	37.1	0.4	25.7	10.1	0.9	0.4	98.9	-	62				
				10-25	AB	42	18	40	Ar	0.45	6.5	40.0	(42.7)	-	29.1	12.2	0.5	0.9	-	-	16				
				25-48	Bw	32	30	38	F ar	0.35	7.5	39.0	(56.8)	-	41.3	13.5	0.5	1.5	-	-	89				
				48-135	C	32	28	40	Ar	0.07	7.9	42.6	(60.1)	-	40.9	15.3	0.5	(3.4)	-	-	102	* *			
		Typic Haplusterts	PR-6	00-32	Ap	35	20	45	Ar	0.30	6.7	51.0	(64.4)	-	59.2	4.2	0.5	0.5	-	100	29	* *			
				32-65	Bw	30	20	50	Ar	0.61	7.6	46.1	(63.0)	-	60.4	2.1	0.2	1.6	-	100	10	*			
				65-100	C	25	20	55	Ar	0.06	8.0	51.8	(61.0)	-	53.4	7.3	0.3	3.6	-	100	11	*			
		Vertic Ustropepts		00-15	Ap	42	24	34	Far	1.93	6.9	31.4	(48.8)	-	36.2	7.2	1.2	0.2	-		92	* *			
				15-26	AB	42	24	34	FarG	1.02	6.8	32.9	(50.0)	-	40.4	8.5	0.8	0.3	-		133	* * *			
				26-37	Bw1	34	28	38	FarGr	0.48	7.7	40.8	(54.5)	-	46.5	6.9	0.8	0.3	-		68	* * *			
				37-125x	Bw2	38	28	34	Far	0.07	7.7	46.1	(59.8)	-	44.0	14.5	0.8	0.5	-		11	* * * *			

Fuente: I.G.A.C.

Tabla 5. Resultados de Análisis Físicos de los Suelos del Municipio de Betulia

UNIDAD CARTOGRAFICA	N° DE PERFIL Y TAXOMANIA	HORIZONTE	PROFUNDIDAD	PENDIENTE	GRANULOMETRIA			TEXTURA	DENSIDAD		POROSIDAD			TENSIONES			HUMEDAD	COLE
					ARENA	LIMO	ARCILLA		REAL	APARENTE	Mic	Mac	Totl	SATURACION	30	1500		
LOMERIO (lwc)	PP-25 CHOROMIC HAPLUSTERTS	AP	00-10	7-12%	48	16	36	ArA	2.37	1.37	26.04	26.66	52.70	75.22	40.24	19.24	20.60	0.1
		AB	10-25		42	18	40	Ar	2.49	1.24	26.08	23.82	49.90	76.36	38.36	18.09	20.27	0.1
		BW	25-48		38	30	38	Far	2.40	1.266	26.11	22.59	48.70	62.12	31.21	15.15	16.06	0.09
		C	48-135X		32	28	40	Ar	2.16	1.30	25.10	30.30	55.40	50.10	38.72	19.34	19.38	0.08
LOMERIO (LWC)	PR-6 TYPIC HAPLUSTERTS	AP	00-32	7-12%	35	20	45	Ar	2.39	1.13	30.80	24.58	55.38	78.10	43.21	20.36	22.85	1.03
		BW	32-65		30	20	50	Ar	2.73	1.26	32.12	26.08	58.20	76.16	41.24	21.24	20.00	1.05
		C	65-100		25	20	55	Ar	2.65	1.35	30.40	23.04	53.44	80.12	48.36	23.36	25.00	1.05

Fuente: I.G.A.C.

1.5 USO ACTUAL DE LOS SUELOS DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN DE BETULIA

Los suelos del Municipio de Betulia están dedicados a la actividad agropecuaria, que en sectores es mixto, pero en otros son de uso específico. Es de anotar que este uso se condiciona por épocas o períodos de invierno y verano existentes en la zona, y por la tradición reinante en el campesinado, es decir, áreas tradicionalmente utilizadas en la ganadería, siguen siendo utilizadas para éste fin, a pesar que el área disponible de pastos ha mermado por compactación de los estratos del suelo. En la Tabla No. 6 se anotan los estimados de las áreas de uso actual del suelo en el Municipio de Betulia.

Tabla 6. Uso Actual del Suelo del Municipio de Betulia

DESCRIPCIÓN	ÁREA (Has)	PORCENTAJE (%)
BOSQUE NATURAL SECUNDARIO (Incluidas reforestaciones particulares)	88,00	0,004
SUPERFICIE EN RASTROJOS Y MALEZAS	535,56	2,69
PASTOS NATURALES	680,25	3,42
PASTOS MEJORADOS	5.364,00	26,94
CULTIVOS PERMANENTES	53,00	0.002
CULTIVOS TRANSITORIOS Y/O ANUALES	13.105,00	65,83
SUPERFICIE EN OTROS USOS	82,19	0,004
TOTAL SUPERFICIE	19.908	100%

Fuente: UMATTA – Planeación Municipal – Carsucre.

1.5.1 Uso actual de áreas urbanas. Del total del territorio, el área urbana del Municipio de Betulia ocupa en total unas 82,19 Hás que según la Resolución No. 0673 de septiembre 30 de 1.999 emana por la Corporación Autónoma Regional de Sucre – CARSUCRE, corresponden a áreas ambientales mixtas, en la que se presentan asentamientos humanos con construcciones unifamiliares y bifamiliares, comercio y otros usos propios de las áreas urbanas.

1.5.2 Uso actual áreas rurales. En el Municipio de San Juan de Betulia existen 1.560 predios que representan 19.783 hectáreas. De éstos, 1.370 corresponde al

área de minifundio con 8.330 hectáreas, de las cuales 4.715 han sido entregadas por el INCORA a 692 aparceros. El área restante, 11.453 hectáreas, está en manos de medianos y grandes productores. La Unidad Agrícola Familiar ponderada municipal bajo los lineamientos del Instituto colombiano de la Reforma Agraria, es de 17 hectáreas. La principal actividad económica en el Municipio de San Juan de Betulia es la agropecuaria, siendo en mayor proporción la agricultura, por ser la tierra el mejor bien que poseen los moradores del municipio por la redistribución y adjudicación en minifundios a parceleros y aparceros que se hizo con la reforma agraria, lo que conllevó a que el 60% de los empleos sean generados por la actividad agropecuaria, el principal cultivo es la yuca que se da en gran escala. Se identificaron los siguientes usos:

1.5.2.1 Áreas de producción económica sostenible. En la cual se ponen en práctica una serie de actividades y se aplican unas técnicas en los diferentes niveles de uso de la tierra. En ésta área se identificó la subzona ambiental de Uso Agropecuario.

Subzona de uso agropecuario. En general ocupan un área estimada de 19.783,714 Has, que representan el 99% del territorio y está integrada por las áreas de manejo ambiental, agrícola y mixta.

a. **Zonas Agrícolas.** Está caracterizada por ocupar suelos con paisaje de lomerío, que normalmente presentan relieve plano a ondulado, suelos con fertilidad alta, moderadamente profundos, erosión ligera, bien drenados pendientes entre el 3% y el 12 %. Se presenta con mayor intensidad en la zona central y sur del municipio. Ocupa un área de 10.706 Has. Esta se localizan a todo lo largo y ancho del territorio municipal a excepción de las áreas de valles en las confluencias de las riveras de la red hídrica municipal.

- b. **Mixta.** Está caracterizada por presentarse en las zonas de los márgenes de los arroyos y corrientes superficiales, que detallan las microcuencas de los Arroyos La Puente, Grande de Corozal, Ahoga Yeguas y El Cedro, en las que se presentan el uso agrícola en el desarrollo de cultivos de pancoger a menor escala (yuca, maíz, ñame, entre otros) y ganadero de carácter extensivo a semiintensivo. Ocupan un área de 9.119,81 ha. Estos suelos son pobremente drenados a bien drenados, profundos y con erosión ligera.
- c. **Ganadería Extensiva.** Corresponde a un área ubicada en la zona sur del municipio, cerca al corregimiento de Hato Viejo, se caracteriza por ser terrenos con pendientes suaves, textura arcillosa; susceptible a la erosión, ocupa un área de 198 hectáreas, localizadas en cercanías al área urbana del corregimiento de Hato Nuevo.

1.6 ZONIFICACIÓN BIOFÍSICA DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN DE BETULIA

En el Municipio de San Juan de Betulia entre las características naturales ambientales y la interacción humana se identifican las siguientes zonas:

1.6.1 Zonas agrícolas (Ac). Conforme al estudio de uso del suelo en el Municipio de Betulia, estas áreas se identifican a lo largo y ancho del territorio municipal en áreas de clima cálido seco, relieves planos a ondulados con cultivos de tipo comercial y/o de agricultura de pancoger tales como: yuca, maíz, ñame, tabaco, entre otros. Estas se caracterizan por sus limitantes arcillosas montmorilloníticas que por expansión o contracción producen grietas en la superficie del suelo. En el Municipio de Betulia, éstas áreas las localizamos en áreas como Sabaneta desde la parte Nororiental en límites con Villa López hasta límites de valles del Arroyo Grande de Corozal; en el Corregimiento de Villa López en sentido Oeste hasta los límites con el Municipio de Corozal; en el área comprendida entre los cauces de los Arroyos Grande de Corozal y Ahoga Yeguas, entre el Arroyo Ahoga Yeguas y

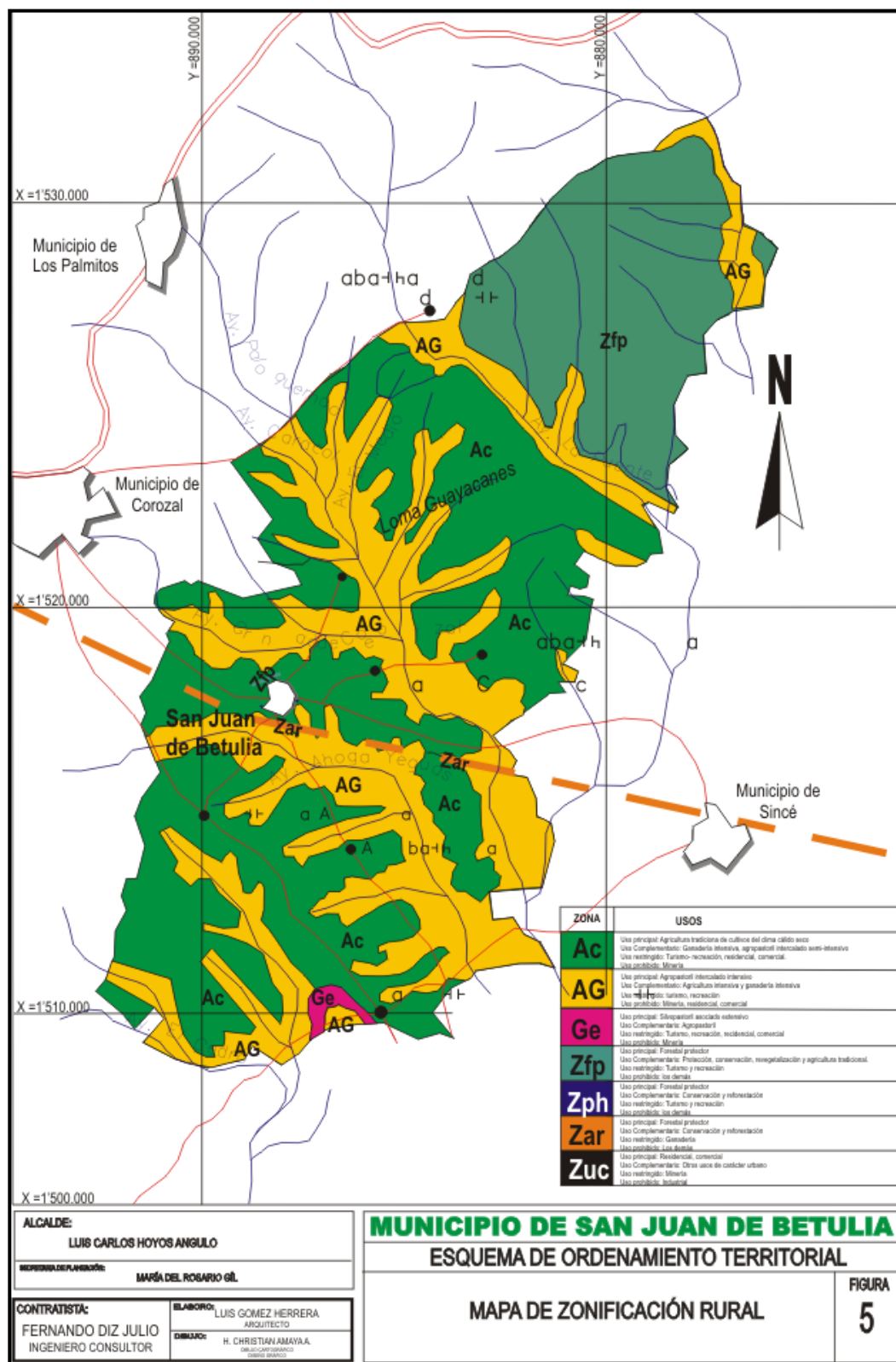
El Cedro y entre el Arroyo El Cedro y el límite intermunicipal con Corozal y Sampués. (Ver Figura 3).

1.6.2 Zonas agrícolas ganaderas (AG). Corresponden a áreas de utilidad mixta localizadas esencialmente en planicies que enmarcan los contornos de los cauces de los arroyos La Puente, Grande de Corozal, Ahoga Yeguas y El Cedro, en su recorrido a través del Municipio de San Juan de Betulia. Son áreas de relieve plano a ligeramente inclinados, donde las principales limitantes la constituyen su susceptibilidad a la inundación por desbordamientos de los arroyos, altos niveles edáficos, propensión a la compactación, entre otras. En ellas se localizan cultivos de carácter transitorio de carácter tradicional tales como: yuca, ñame, maíz, entre otros, mientras en áreas conexas su utilidad es en el pastoreo extensivo de ganado. Es de mencionar que en algunas áreas más relativas a las propias riveras de los arroyos, caños o cañadas existentes, existen áreas de relictos boscosos del tipo ripícola, es decir no masivos, de carácter secundario, que se entremezclan en las actividades agrícolas y ganaderas del área.

1.6.3 Zona forestal protectora - productora (Bpp). En estas áreas predominan las actividades de tipo agrícola y ganadera, las cuales han destruido grandes áreas de bosque nativo, en el Municipio de Betulia se localizan casi específicamente entre los cauces de los Arroyos Grande de Corozal y La Puente, y entre el Arroyo La Puente y el arroyo Hatillo localizado en todo el límite municipal con Los Palmitos y San Pedro. En estas áreas se deben buscar alternativas urgentes de recuperación, aprovechamiento y conservación del ecosistema.

1.6.4 Zonas de ganadería extensiva (GE). Se localizan casi exclusivamente en zonas limítrofes con el Municipio de Sincé a la altura del Corregimiento de Hato Viejo. Sus relieves son de carácter plano a ondulado limitados por las pendientes y erosión de carácter moderado existente.

Figura 3. Zonificación rural del municipio de San Juan de Betulia



1.7 AREAS DEGRADADAS DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN DE BETULIA

En el municipio de San Juan de Betulia encontramos las siguientes áreas degradadas físicamente:

1.7.1 Corregimiento de Loma Alta. Localizado al Sur de la Cabecera Municipal de Betulia, los suelos del Corregimiento de Loma Alta caracterizan relieves de lomerío y planicies o valles. Los suelos de lomerío en éste corregimiento, caracterizan a la Asociación Typic Haplusterts - Entic Haplustolls – Vertic Ustropepts con pendientes del orden del 3 al 12%, comúnmente localizados en el sector de El Rodeo y hacia los límites con el Municipio de Corozal y el sector de El Garrapatero.

Son áreas de uso agrícola tradicional, es decir se emplean prácticas culturales inadecuadas que deterioran el suelo, entre éstas tenemos: la quema, el destronque y desenraizamiento, limpias rastreras, preparación de tierras con uso de maquinaria en forma excesiva con arados de discos y a la misma profundidad, siembra en sentido de la pendiente, uso excesivo de agroquímicos, entre otras. La degradación es de carácter físico por erosión ligera y deterioro estructural del suelo; las quemadas ha hecho que áreas potencialmente productivas, pase a ser zonas de pastoreo donde las capas superficiales e inferiores del suelo se han compactado; el destronque o “civilización” de tierras desprotege el suelo, ya que los sistemas radicales de las plantas amarran el suelo, por lo que al desaparecer éstas el suelo es más suelto y favorece el arrastre por acción de la escorrentía; el uso de arado de discos de modo excesivo y dado que la cultura es del monocultivo, ésta preparación se realiza siempre a la misma profundidad presentándose el denominado piso de arado o pie de arado.

En la Tabla 7 se anotan conglomerados de erosión física existentes en el área corregimental de Loma Alta.

Tabla 7. Áreas de Degradación Física en el Corregimiento de Loma Alta

Área Loma Alta (ha)	% total	Áreas sin erosión o degradadas Erosión ligera (Ha)	% del total	Áreas degradadas erosión moderada (Ha)	% del total	Áreas degradadas Erosión severa (Ha)	% del total
3.180,45	100	1.859,12	58,45	671,13	21,10	650,2	20,45

1.7.2 Corregimiento de Albania. Localizado al Sureste de la cabecera municipal, presenta paisajes de lomerío determinados por la asociación Typic Haplusterts - Entic Haplustolls – Vertic Ustropepts con pendientes del orden del 3 al 12%, localizados en el sector rural limitado al Norte por la Cuenca del Arroyo Ahoga Yeguas, al Sur por el Corregimiento de Hato Viejo, al Este por la cuenca del Arroyo el Ahoga Yeguas y al Oeste por la cuenca del Arroyo El Cedro. En forme análoga a la situación presentada en el Corregimiento de Loma Alta, en el Corregimiento de Albania, se presenta erosión de carácter ligera en el transepto lineal hasta el sector de El Socorro. Su uso es agrícola, aunque es común observar áreas de pastoreo extensivo. Es de mencionar que existen áreas degradadas de carácter moderado en limites confluyentes al Corregimiento de Hato Viejo y severo con afloramiento del material parental en áreas de carácter urbano – rural sobre el camino que conduce al sector de El Socorro. En la Tabla 8 se anotan conglomerados de erosión física existentes en el área corregimental de Albania.

Tabla 8. Áreas de Degradación Física en el Corregimiento de Albania

Área Albania (Ha)	% total	Áreas sin erosión o degradadas Erosión ligera (Ha)	% del total	Áreas degradadas erosión moderada (Ha)	% del total	Áreas degradadas Erosión severa (Ha)	% del total
1.835,30	100	352,65	18,66	1.102,69	60,1	389,96	21,24

1.7.3 Corregimiento de Hato Viejo. La mayor parte del territorio pertenece a la Asociación Typic Haplusterts - Entic Haplustolls– Vertic Ustropepts, en los cuáles se presenta abundantes áreas con erosión ligera y compactación de los perfiles

del suelo. Existen áreas exclusivas a la actividad ganadera con carácter extensivo, localizadas en cercanías a la cabecera del Corregimiento de Hato Viejo, donde dada la disponibilidad de pastos la mayor parte del año, favorecen ésta actividad, pero con consecuencias determinadas en la erosión moderada., En la Tabla No.9 se tabulan los datos estimados en degradación física determinada en el Corregimiento de Hato Viejo.

Tabla 9. Áreas de Degradación Física en el Corregimiento de Hato Viejo

Área Hato Viejo (Ha)	% total	Áreas sin erosión o degradadas Erosión ligera (Ha)	% del total	Áreas degradadas erosión moderada (Ha)	% del total	Áreas degradadas Erosión severa (Ha)	% del total
1.522,40	100	986,56	64,80	305,6	20,07	230,24	15,13

1.7.4 Corregimiento de Sabaneta. Localizado en el extremo Este municipal en límites con el Municipio de Sincé, sus suelos caracterizan áreas de las asociaciones: Asociación Vertic Tropaquepts – Fluventic Ustropepts – Entic Haplusterts y Typic Haplusterts - Entic Haplustolls – Vertic Ustropepts, que en general son dedicadas a la agricultura y a la ganadería de carácter extensivo, caracterizando suelos compactados, erosionados, con cobertura de relictos boscosos limitados en la cuenca del Arroyo Grande de Corozal y La Puente. En la Tabla 10 se tabulan los datos estimados en degradación física determinada en el Corregimiento de Sabaneta.

Tabla 10. Áreas de Degradación Física en el Corregimiento de Sabaneta

Área Sabaneta (Ha)	% total	Áreas sin erosión o degradadas Erosión ligera (Ha)	% del total	Áreas degradadas erosión moderada (Ha)	% del total	Áreas degradadas Erosión severa (Ha)	% del total
2.620,80	100	1.652,64	63,05	645,89	24,64	322,27	12,31

1.7.5 Corregimiento de Villa López. Se localiza al Norte del Municipio, caracterizado por áreas de lomeríos subdivididas por planicies propias del Arroyo Grande Corozal, La Puente y en todo el límite con el Municipio de San Pedro el Arroyo Hatillo. Las Asociaciones de suelos son Typic Haplusterts - Entic

Haplustolls – Vertic Ustropepts en lomeríos con pendientes del orden del 3-7% y 7-12%, localizados en sectores como Canime, Charco Niza, Los Araujos y Cañito, donde la erosión hídrica de carácter ligera es la constante, con parches amplios de erosión moderada, sobre todo en áreas donde la pendiente se hace más fuerte como en sectores cercanos al caserío de Santo Tomás. En la Tabla 11 se anotan conglomerados de erosión física existentes en el área corregimental de Villa López.

Tabla 11. Áreas de Degradación Física en el Corregimiento de Villa López

Área Albania (Ha)	% total	Áreas sin erosión o degradadas Erosión ligera (Ha)	% del total	Áreas degradadas erosión moderada (Ha)	% del total	Áreas degradadas Erosión severa (Ha)	% del total
7.444,32	100	5.325,89	71,54	1.456,75	19,56	661,68	8,9

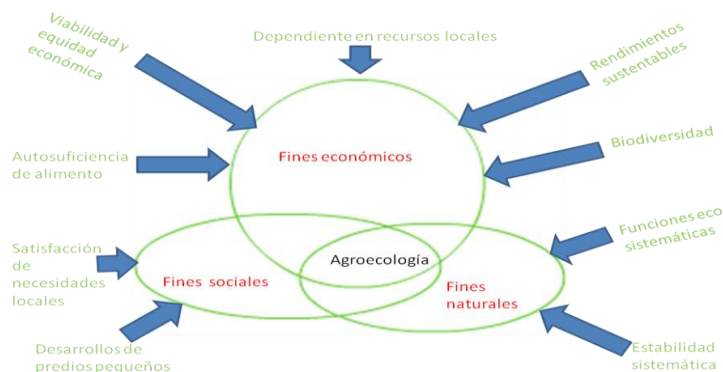
CAPÍTULO II.

2. ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO AGROECOLÓGICO DE LOS SUELOS PARA UN USO AGRÍCOLA SOSTENIBLE EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN DE BETULIA

De acuerdo a las características generales de los suelos del municipio de San Juan de Betulia descritas anteriormente, en los cuales se resaltan problemas de manejo y conservación del recurso suelo que ha permitido la degradación de los mismos a través de la erosión, pérdida de materia orgánica, tala y quema de bosques etc; se propone el planteamiento de unas estrategias agroecológicas que involucren prácticas agrícolas sostenibles que permitan un desarrollo agrícola sustentable acorde a las condiciones agroecológicas presentes en el municipio de San Juan de Betulia.

Para el diseño de las estrategias agroecológicas nos basamos en los conceptos y principios de la **agroecología** los cuales nos permiten ver el proceso agrícola como un sistema integrado, por aspectos ambientales, económicos, sociales y culturales; y su finalidad no es sólo incrementar la productividad de uno de los componentes; sino, de optimizar el sistema como un todo y mantener la sustentabilidad en el tiempo y espacio: (Altieri *et al.*, 2000), lo cual podemos sintetizar en la siguiente figura:

Figura 4. Estrategia agroecológica



De acuerdo a la figura 1 las estrategias agroecológicas contemplan los siguientes planteamientos:

A-ECOLOGICA: Analiza los agroecosistemas, considerando la sociedad como un subsistema coextensivo con el agroecosistema explotado, entre sus características sobresalen:



- ✓ Estabilidad: La cual depende de la dinámica ambiental en el tiempo necesaria para lograr una producción, basada en la combinación del ecosistema y agroecosistema, potenciación de las funciones y manejo adecuado del ecosistema, reducción de la contaminación, contribuyendo al aporte que la economía y sociedad realizan.
- ✓ Funciones agroecosistémicas: Genera procesos endógenos que contribuyen a potenciar la productividad del sistema, su estabilidad y autorregulación: reciclado de nutrientes, mejora del ambiente, captación de agua, equilibrio biológico, control de erosión.
- ✓ Biodiversidad: Potencia las funciones agroecosistémicas y estabilidad del sistema. La agroecología optimiza el sistema agrícola, y no maximiza una cosecha o componente del sistema; solo con la diversificación del ecosistema, captura la potencialidad del agroecosistema con el mínimo aporte exógeno.

B-SOCIAL: En el análisis del agroecosistema, desempeña un papel central la percepción e interpretación, que los seres humanos (lenguajes populares o científicos) han hecho de su relación con el medio; es decir, las ideas sobre la naturaleza resultan esenciales desde el enfoque agroecológico (Worster, 1991). Presenta las siguientes características:



- ✓ Autosuficiencia alimentaria: Hace más independiente al productor tradicional de las oscilaciones del mercado, facilita reajustarse, sin daños para la familia, negocia el excedente obtenido, en condiciones ventajosas y contribuye a su autonomía.
- ✓ Autonomía e independencia: Propicia procesos democráticos, decisiones colectivas, estimula y fortalece la cultura local, organizaciones que faciliten y protejan la producción y comercialización de sus productos, créditos y otros servicios en condiciones justas y la negociación con otras organizaciones y fuerzas sociales.
- ✓ Desarrollo endógeno y local: Comprende el enriquecimiento cultural, la activación de mecanismos de autoestima e innovación, el desarrollo de mercados locales, que garanticen la estabilidad de los sistemas productivos y reduzcan la dependencia exterior de las comunidades, regiones e inclusive países.

C-ECONÓMICO: La Agroecología analiza el agroecosistema, sin obviar lo económico, pero incorporándole sus características físico-biológicas; o sea, su dimensión de economía natural (Martínez Alier, 1995). Ello implica saber, cuando el hombre manipula el agroecosistema para acceder a sus medios de vida, repone el deterioro causado, manteniendo intactas su capacidad natural de reposición. La capacidad reproductiva del agroecosistema, es su dimensión biótica y sociocultural. Entre sus características sobresalen:



- ✓ Rendimiento sustentable: Proporciona estabilidad de productos y servicios que genera el sistema en el tiempo, para satisfacción de las necesidades humanas, sin dañar el ambiente.

- ✓ Viabilidad económica: Posibilidad del sistema de generar ingresos superiores a los gastos, sin comprometer las bases productivas del ecosistema.
- ✓ Dependencia del agroecosistema local: Al potenciar el uso local de insumos y fuerza de trabajo, se potencia la circulación de bienes y las actividades; social, económica y cultural.
- ✓ Equidad: Es el bienestar social de la familia rural, del derecho de acceso a los medios de producción, la oportunidad de participación en las decisiones, el respeto a las culturas indígenas, la participación de la mujer en el desarrollo y reconocimiento de derechos, restablecer la equidad entre el campo y ciudad.

Estos planteamientos están interrelacionados, donde la biodiversidad es la base para potenciar las funciones agroecosistémicas y procesos endógenos del sistema que contribuyen a su productividad, estabilidad y autorregulación. Por consiguiente la agroecología acerca a los diferentes actores que participan en la generación de tecnologías y conocimientos, siendo la participación de los agricultores parte esencial de la investigación agroecológica y protegiendo a los procesos locales de las fuerzas disociadoras (mercado, precios y elementos naturales), que entorpecen y abortan la coevolución local entre los sistemas sociales y ecológicos.

Las estrategias agroecológicas que se plantean a continuación involucran prácticas agroecológicas las cuales se combinan de acuerdo a las necesidades y condiciones específicas de cada sistema agroecológico. En su mayor parte estas prácticas están relacionadas con el mejoramiento del suelo, la diversificación de la producción, la modificación de las condiciones microclimáticas favorables al desarrollo de plagas y enfermedades, la conservación y regeneración de los recursos naturales. Las técnicas agroecológicas que se exponen en este trabajo son culturalmente compatibles, puesto que no cuestionan la racionalidad de los

campesinos, más bien contribuyen (a partir del conocimiento tradicional) a combinarlo con los elementos de la ciencia agrícola moderno. Las estrategias agroecológicas se diseñaron de acuerdo a cada componente del sistema.

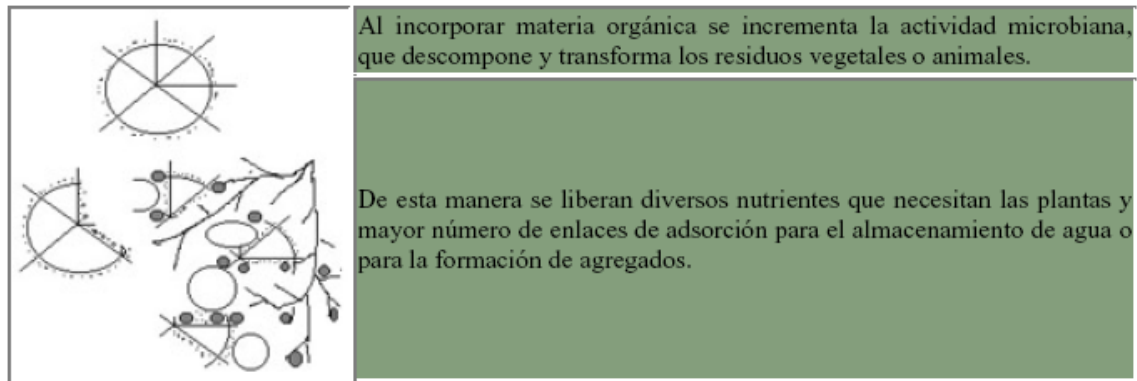
2.1 MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO

La base de toda la producción agrícola es el suelo por tanto se debe dar adecuadas condiciones físicas, químicas y biológicas en el mismo para que las plantas cultivadas en él, puedan desarrollarse adecuadamente, lo que se logra estimulando y conservando la vida en el suelo.

Los elementos comunes en lo que se refiere al manejo ecológico del suelo son la incorporación de materia orgánica, el mantenimiento de la cobertura vegetal del suelo, protección mediante rotaciones y asociaciones de cultivos con leguminosas. Esto favorece las condiciones de aireación, humedad, temperatura, contenido de materia orgánica, pH, para una mejor actividad de la mayoría de microorganismos del suelo (Figura 5).

Las técnicas de recuperación y mantenimiento de la fertilidad natural del suelo forman parte del manejo integral, las cuales generalmente son sencillas y pueden ser adoptadas con relativa facilidad por los agricultores. La incorporación de materia orgánica es una de las prácticas principales en el manejo ecológico del suelo. La materia orgánica es una fuente de nutrientes y de microorganismos que descomponen y transforman las formas orgánicas de los elementos en formas que sirven a las plantas (Figura 5).

Figura 5. Algunos beneficios de la incorporación de la materia orgánica en el suelo



Entre las principales técnicas para el control de la erosión consideramos las siguientes:

- **Terrazas:** Es una serie sucesiva de plataformas (bancos o terraplenes), dispuestos a manera de escalones en las laderas. En las terrazas se controla eficazmente la erosión, se incrementa el área total del terreno disponible para cultivar, además se reduce el efecto de las sequías debido a que en las terrazas se almacena más agua (Figura 6).
- **Zanjas de infiltración:** Son pequeños canales de sección rectangular o trapezoidal, que se construyen transversalmente a la máxima pendiente del terreno y siguiendo la curva a nivel. Entre las principales ventajas es que permite interceptar el agua de escorrentía que proviene de la parte alta de la ladera, permitiendo una mayor infiltración reduciendo la erosión hídrica del suelo (figura 7).
- **Otras prácticas complementarias:** para controlar la erosión; plantaciones con zanjas de infiltración a nivel, plantaciones en terrazas pequeñas (figura 6).

Figura 6. Terrazas y otras prácticas complementarias

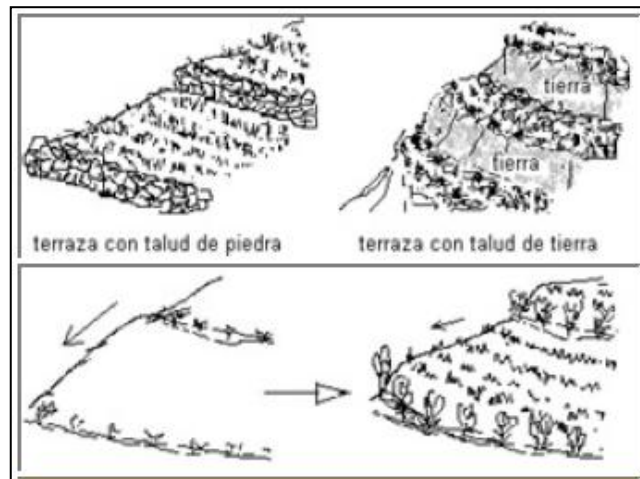
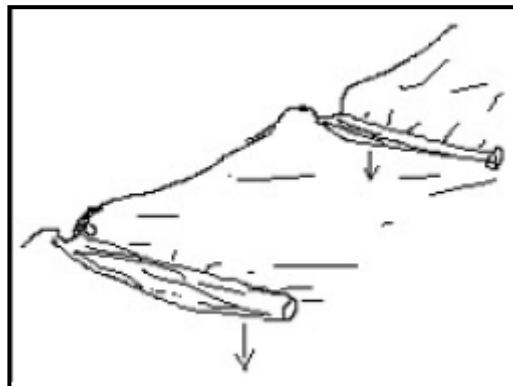


Figura 7. Zanjas de infiltración



Para la preparación de los suelos y su conservación se plantea las siguientes prácticas:

- **Labranza Mínima:** La labranza mínima es cualquier sistema de labranza que reduce la pérdida de suelo y conserva su humedad al compararla con la labranza convencional o limpia (Muelleret al. 1981). Los diferentes tipos incluyen labranza mínima con arado de cincel rígido ó vibratorio, cero labranza, surco de plantas y la labranza de conversión.

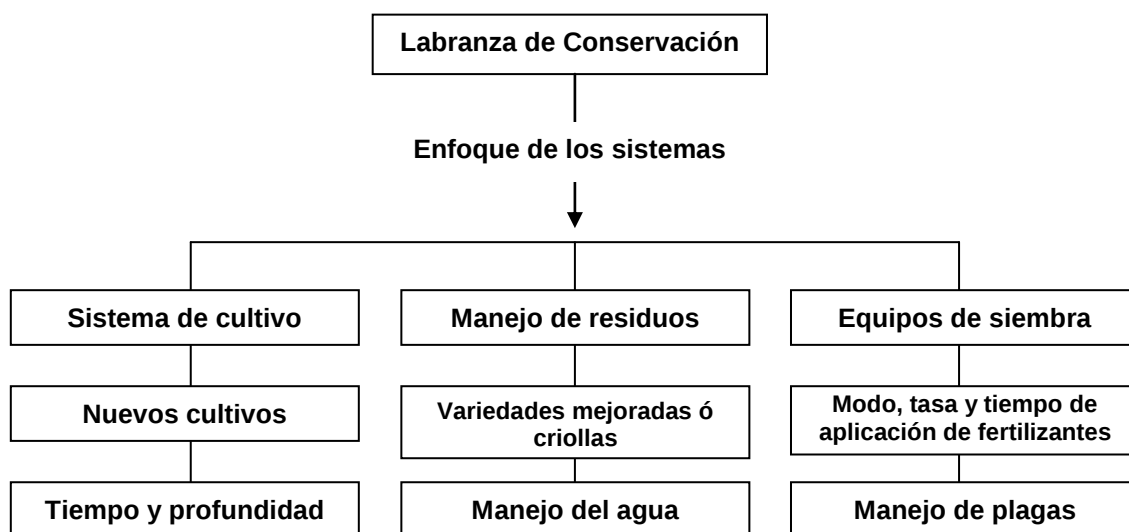
Figura 8. Labranza mínima (Arado de cincel rígido)



Fuente: Nelson Patiño – Codescac “Proyecto: Propuestas comunitarias ambientales alternativos a los cultivos de uso ilícito en los departamentos de Sur de Bolívar, Sucre y Córdoba”.

En la labranza de conservación se requiere una serie especial de prácticas culturales que pueden ser diferentes de aquellas necesarias para el cultivo basado en la labranza (Figura 9).

Figura 9. Prácticas culturales necesarias para la adopción exitosa de la labranza de conservación



Para los suelos del municipio de San Juan de Betulia que presentan densidades aparentes superiores a 1.45 gr/cm^3 en clases texturales de francos, franco arcillosos y franco arenosos y arcillosos se recomienda la utilización de arados de cincel vibratorio ó rígido en suelos con pendientes no superiores al 14%.

- **Cultivos de cobertura y Utilización de Mulch:** Son cultivos que se siembran con la finalidad de generar una buena cobertura del suelo en el período entre la cosecha de un cultivo y la siembra del próximo, para reducir el escurrimiento superficial, la erosión y conservación del agua y control de malezas.

Las características de las plantas de cobertura son:

- a) Crecimiento rápido y vigoroso.
- b) Porte rastrero.
- c) Al asociarse con otros cultivos pueden servir para el pastoreo o heno. Puede establecerse en plantaciones arbóreas o en cultivos anuales.

Las funciones de los cultivos de coberturas son:

- a) Protección del suelo contra la erosión
- b) Mejora y conserva la estructura del suelo
- c) Establece un complejo benéfico de insectos
- d) Conserva la humedad del suelo
- e) Incremento de la materia orgánica del suelo
- f) Activa la biota del suelo

Las coberturas vegetales que se pueden establecer en el municipio de San Juan de Betulia son: residuos de cosechas (maíz, yuca, frijol) y abonos verdes como vitabosa, crotalaria y frijol cuarentano.

2.2 MANEJO DEL AGUA

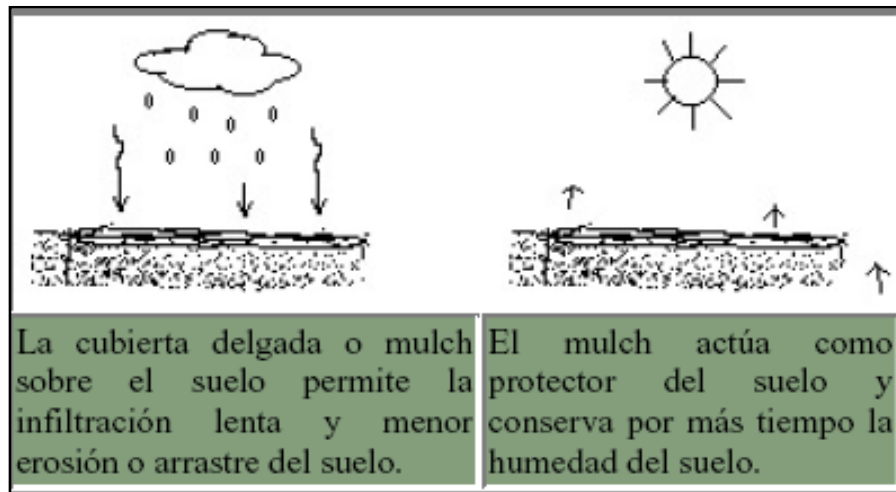
Una de las principales limitantes de la sostenibilidad de cualquier sistema vivo es el agua, dentro de los ecosistemas de sabanas del departamento de sucre del cual hace parte el municipio de San Juan de Betulia el recurso agua es uno de los principales factores que limita los sistemas de producción agropecuaria, como consecuencia de la degradación ambiental que presenta en la actualidad el municipio; la cantidad de lluvia que se infiltra en el suelo está disminuyendo a causa de la deforestación, de la erosión del suelo y del monocultivo, y la urbanización está impidiendo la reposición del agua subterránea. El acceso al agua se está convirtiendo en un punto crítico, en donde están aumentando los conflictos sobre los derechos del agua entre agricultores, entre leyes de agua tradicionales y modernas.

El uso de mulching y el uso de fertilizantes orgánicos son técnicas básicas de manejo del suelo que incrementan la infiltración y la capacidad de retención del agua y ayudan a prevenir las pérdidas, los sistemas de cultivos múltiple, como el cultivo mixto y el cultivo asociado, pueden ayudar a los agricultores a conseguir la mayor parte del agua disponible para ellos durante los periodos mas críticos del año.

Entre las principales técnicas para el manejo del recurso agua se puede mencionar:

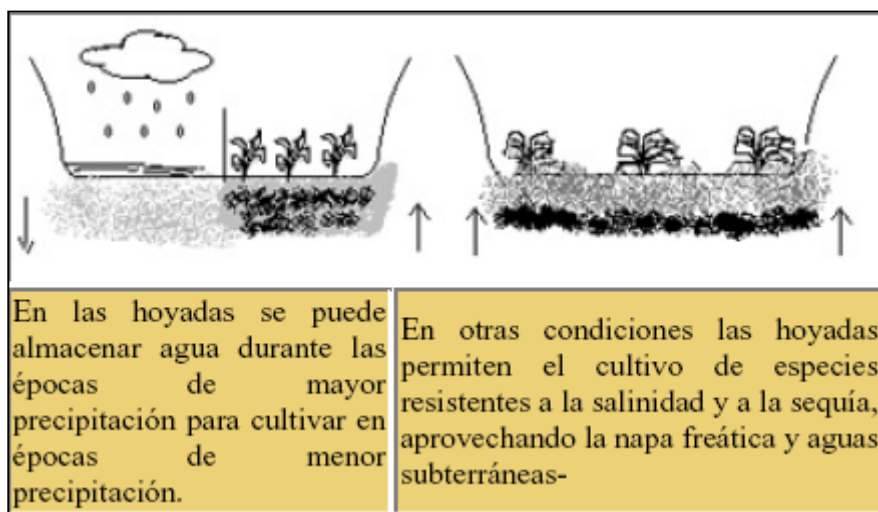
- **Mulching o cobertura:** Se utilizan rastrojos vegetales como protectores para evitar la erosión del suelo por arrastre de las lluvias, y también para conservar por más tiempo la humedad del suelo (figura 10).

Figura 10. Mulch



- **Cosecha de agua:** Los pozos de captación de aguas lluvia, son excavaciones que se realizan en puntos en donde hay escorrentías de agua superficial, con el objetivo de retener y almacenar el agua, para luego aprovecharla de varias maneras.
- **Preparación y aplicación de abonos orgánicos:** La materia orgánica ejerce el llamado “efecto esponja” (absorción de agua y nutrientes) ya que la materia orgánica puede almacenar 100 veces su peso en agua; a demás de todas las ventajas si no cuidamos esta fracción del suelo, en vano estaríamos tratando de conservar y de administrar los nutrientes propios del suelo o de los agregados.
- **Hoyadas:** Son hoyos que se emplean en épocas de alta precipitación para almacenar agua en el suelo que luego ascenderá por efecto de capilaridad hacia la parte superior del suelo. También se utilizan en zonas donde el agua subterránea no es muy profunda o en cultivos resistentes a la salinidad donde se pueda aprovechar la capa freática. (ver figura 11).

Figura 11. Ahoyadas



2.3 MANEJO ECOLÓGICO DEL CULTIVO

La mejor manera para desarrollar un suelo de alta calidad es manejar adecuadamente el suelo y los cultivos establecidos, para incentivar la estructura y mantener altos niveles de materia orgánica para incrementar la fertilidad natural del suelo. Los sistemas de cultivos múltiples se consideran una estrategia para aumentar los alimentos y los ingresos ante las limitaciones de recursos. Los policultivos permiten que el agricultor utilice más eficientemente la tierra y otros recursos disponibles, además de contribuir al manejo integrado de plagas, al aumentar la biodiversidad de los agroecosistemas. La selección de los cultivos dependerá de diversos factores como la duración del ciclo vegetativo, hábito de crecimiento, formas de las hojas, eficiencia biológica, adaptación al ecosistema, entre otros. Además es necesario desarrollar prácticas como es la rotación de cultivos por medio de la cual se trata de alternar cultivos de diferentes familias que se diferencian en cuanto a: tipo de vegetación, sistema de raíces, necesidades nutricionales y comportamiento ante plagas y enfermedades, con lo cual se logra, el manejo adecuado de plagas, enfermedades y malezas, además del aprovechamiento racional de la fertilidad y conservación de la estructura del suelo.

Entre las principales técnicas que permiten el manejo ecológico de los cultivos para la conservación y mejoramiento de la fertilidad del suelo se pueden mencionar las siguientes:

- **Cultivos en contorno.**- consiste en disponer las hileras de siembra en forma transversal a la pendiente en curvas de nivel. Esta técnica tiene los siguientes beneficios: reduce la velocidad de arrastre de las partículas del suelo, favorece la infiltración del agua, disminuye la erosión del suelo e incrementa la productividad del cultivo (figura 12)

Figura 12. Cultivos en contorno



- **Cultivos en fajas.**- los cultivos se plantan siguiendo un orden de fajas o bandas de ancho variable, que sirven de barreras y evitan la erosión. Es una técnica que permite combinar cultivos en contorno con rotaciones, plantas de cobertura y en muchos casos con terrazas. Tiene las siguientes ventajas: aumenta y mantiene la fertilidad de los suelos, permite una buena cubierta vegetal a buena parte del terreno, asegura la presencia de fajas de cultivo denso, que actúan como barreras vivas, disminuye la velocidad y el volumen de escorrentía (figura 13).

Figura 13. Cultivo en fajas



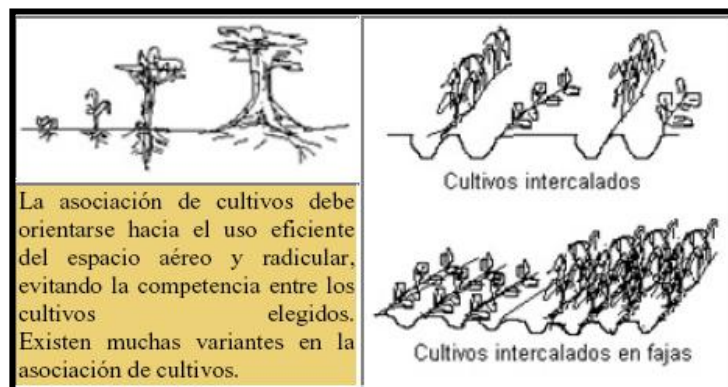
- **Barreras vivas:** son hileras simples, dobles o triples de especies vegetales preferiblemente perennes y de crecimiento denso, establecidas en curvas a nivel y a distanciamientos cortos. El objetivo principal de las barreras vivas, es el reducir la velocidad de escorrentía superficial y retener el suelo que en ella se transporta. Para que este objetivo se cumpla, las especies se plantan lo más unidas posibles, para que en el menor tiempo la barrera sea continua.
- **Cultivos de cobertura:** son aquellos que se siembran principalmente para proteger el suelo entre cultivos arbóreos o cultivos semipermanentes o en los cultivos anuales. Los beneficios que aportan son una mejor estructura del suelo y la infiltración del agua, debido a la adición de materia orgánica y raíces que aumentan la aireación del suelo; evitan la erosión del suelo esparciendo y haciendo más lento el movimiento del agua por la superficie; mejoran la fertilidad del suelo añadiendo material orgánico a la tierra durante la descomposición favoreciendo de esta manera la disponibilidad de nutrientes a través de la fijación de nitrógeno; favorecen el control de insectos mediante la acción de insectos benéficos que se refugian entre los cultivos; modifican el microclima y la temperatura al disminuir la reflexión de la luz solar y el calor, entre otros beneficios (figura 14).

Figura 14. Barreras vivas y cultivos de cobertura



- **Rotación de cultivos:** Es la renovación regular de los cultivos. Consiste en organizar los diversos cultivos de manera que cada uno de ellos se ponga, cada año, en un lugar diferente al que estuvo el año anterior. Es una práctica muy antigua que controla la erosión y mantiene la productividad de los terrenos. Los criterios a tomar en cuenta en un plan de rotación de cultivos son los efectos sobre la bioestructura del suelo, exigencias de nutrientes por las plantas, secreciones radiculares, disponibilidad de humedad en el suelo y las exigencias del cultivo, reduce la población de plagas y enfermedades, y aumenta el valor económico de los cultivos.
- **Asociación de cultivos:** Es Cultivar en un mismo terreno, simultáneamente dos o más especies de plantas. Esta técnica aplicada adecuadamente, permite el uso eficiente del espacio, absorción de nutrientes, control de plagas, cobertura vegetal y rendimiento alterno de productos para el agricultor. (figura 15).

Figura 15. Asociación de cultivos



2.4 PROPUESTAS AGROFORESTALES

Desde el punto de vista netamente ambiental, la agroforestería entrega una enorme contribución en lo referido a la disminución de los procesos de erosión y desertificación. La agroforestería es un sistema sustentable de manejo de cultivos y de tierra que procura aumentar los rendimientos en forma continua, combinando la producción de cultivos forestales arbolados (que abarcan frutales y otros cultivos arbóreos) con cultivos de campo o arables y/o animales de manera simultánea o secuencial sobre la misma unidad de tierra, aplicando además prácticas de manejo que son compatibles con las prácticas culturales de la población local (Consejo Internacional para la Investigación en la Agroforestería 1982). El objetivo de la mayoría de los sistemas agroforestales es el de optimizar los efectos benéficos de las interacciones de los componentes boscosos con el componente animal o cultivo para obtener un patrón productivo que se compara con lo que generalmente se obtiene de los mismos recursos disponibles en el monocultivo, dadas las condiciones económicas, ecológicas, y sociales predominantes (Nair, 1982).

Los sistemas agroforestales están constituidos por los siguientes arreglos:

- El arreglo silvoagrícola, el cual está conformado por especies maderables, frutales y cultivos de pan coger.
- El arreglo silvopastoril conformado por maderables, frutales, leguminosas forrajeras y pastos de la zona.
- El arreglo agrosilvopastoril conformado por maderables, frutales, pastos y cultivos (perennes y transitorios).

2.4.1 Ventajas de los sistemas agroforestales. Mediante la combinación de la producción agrícola y forestal se pueden alcanzar diversas funciones y objetivos de la producción de bosques y cultivos alimenticios. Existen ventajas ambientales,

como también socioeconómicas, las cuales son de vital importancia para el desarrollo de los sistemas de producción agrícola del municipio de San Juan de Betulia.

Ventajas ambientales:

- a. Se hace un uso más eficiente de los recursos naturales. Las diversas capas de vegetación proporcionan una eficiente utilización de la radiación solar, los diferentes tipos de sistemas de raíces a distintas profundidades proporcionan un buen elemento para el reciclaje de nutrientes y de esta forma las plantas agrícolas de corta duración pueden aprovechar de la capa superficial enriquecida. Además la integración de animales en el sistema puede aprovecharse para la producción secundaria y el reciclaje de nutrientes.
- b. La función protectora de los árboles con respecto al suelo, la hidrología y la protección de las plantas puede utilizarse para disminuir los peligros de degradación ambiental. Sin embargo, se debe tener en cuenta que en muchos sistemas agroforestales, los componentes pueden competir por luz, humedad y nutrientes, por lo tanto se deben considerar los intercambios. El buen manejo puede reducir al mínimo estas interferencias y aumentar las interacciones complementarias.

Ventajas socioeconómicas:

- a. Mediante la eficiencia ecológica se puede aumentar la producción total por unidad de tierra.
- b. Los diferentes componentes o productos de los sistemas podrían ser utilizados como insumos para la producción de otros (por ejemplo, implementos de madera, abono verde), y disminuir así la cantidad de inversiones e insumos comerciales.

- c. Los productos arbóreos a menudo se pueden obtener a lo largo de todo el año, proporcionando oportunidades de mano de obra y un ingreso regular anualmente.
- d. Algunos productos arbóreos se pueden obtener sin necesidad de un manejo muy activo, otorgándoles una función de reserva para los períodos en que fallan los cultivos agrícolas, o para necesidades sociales determinadas (por ejemplo, la construcción de una casa).
- e. En la producción de varios productos se distribuye el riesgo, en la medida que varios de ellos serán afectados de manera diferente por condiciones desfavorables.

Figura 16. Ejemplo de modelo agroforestal a implementar



2.5 MANEJO ECOLÓGICO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

A nivel agroecológico el manejo ecológico de plagas no sólo se limita al control biológico sino más bien a un conjunto de prácticas que se integran con la finalidad de llevar a cabo la producción de cultivos conviviendo con otros organismos dentro de un agroecosistema más que controlarlos o eliminarlos. Prácticas como la

rotación de cultivos, policultivos, época de siembra, labores culturales, control biológico, entre otras pueden contribuir para el manejo ecológico de plagas y enfermedades.

Al respecto se menciona que la incidencia de plagas y enfermedades son indicadores del mal manejo, es decir que los daños ocasionados por los insectos, ácaros, nemátodos, hongos, bacterias y virus son una consecuencia y no la causa del problema. Estos organismos se alimentan de sustancias simples, como los aminoácidos libres, azúcares y nitratos, por tanto si en la planta por desequilibrio metabólico o de síntesis se acumulan estas sustancias, la planta será más apetecible para los mismos. La mayor cantidad de sustancias simples está relacionado con la menor actividad de formación de proteínas en la planta, en esto se basa la teoría de la trofobiosis.

En los agroecosistemas los parásitos, predadores y patógenos son causas importantes de mortalidad de las plagas. El control natural es definido como el mantenimiento de la densidad de una población plaga más o menos fluctuante dentro de ciertos límites definibles superiores e inferiores, sobre un período de tiempo, por la acción combinada de todos los factores del medio ambiente (Altieri 2000).

El control biológico clásico es la regulación de la población de una plaga mediante enemigos naturales exóticos o nativos (parásitos, predadores y/o patógenos). El control biológico aumentativo requiere la propagación masiva y la periódica liberación de enemigos naturales exóticos o nativos, que puedan multiplicarse durante el periodo de crecimiento del cultivo, pero que no se espera se conviertan en una parte permanente del ecosistema. Se debe tomar en cuenta que la diseminación de enfermedades, se transmite a través de la semilla, herramientas, viento, agua, y principalmente a través de heridas en las plantas causadas por la

actividad de los insectos-plaga, por tanto el manejo de plagas indirectamente favorecerá el control de enfermedades.

Entre las principales técnicas agroecológicas para el manejo ecológico de plagas y enfermedades consideramos los siguientes:

- **Manejo biológico:** A través del uso o liberación de controladores biológicos como predadores, parásitos, parasitoides. Se incluye microorganismos entomopatógenos como las bacterias, hongos y virus.
- **Manejo Cultural:** A través la rotación de cultivos, asociación de cultivos, plantas repelentes, plantas atrayentes o plantas trampa, labores culturales como aporque, poda de árboles, recojo de rastrojos vegetales, uso de extractos de plantas biocidas y/o biopreparados, se incluye también la limpieza de herramientas como machetes, cuchillas, bombas de fumigación entre otros.

Se plantea a continuación las siguientes recomendaciones para el manejo sostenible de los suelos por corregimiento del municipio de San Juan de Betulia, teniendo en cuenta las prácticas agrícolas anteriormente descritas y recomendaciones efectuadas por los Ingenieros Nelson Alberto Patiño y Antonio Tovar, las cuales se ilustran en las tablas 12, 13 y 14.

Tabla 12. Uso y manejo de los suelos de los corregimientos Loma Alta y Albania del municipio de San Juan de Betulia

Corregimiento	Características limitantes de uso	Uso actual	Estrategias agroecológicas a implementar	Prácticas agroecológicas recomendadas
Loma Alta	Reacción ácida o alcalina, textura arcillosa, montmorillonita, erosión laminar a moderada, distribución irregular de lluvias, drenaje de imperfecto a moderado, profundidad efectiva afectada por capas compactas de arcillas. Bajo nivel de materia orgánica, deterioro de la estructura del suelo.	Ganadería extensiva con pastor naturales kikuyo, guinea, admirable y rastrojos, agricultura comercial de subsistencia en base a monocultivos de yuca, maíz y ñame. En algunas áreas se presenta extracción de arena y balastros.	1. Incrementar la biodiversidad 2. Protección y cobertura del suelo 3. Reciclaje de nutrientes 4. Recuperar tecnologías tradicionales 5. Implementar y manejar subsistemas	1. Sistemas agroforestales 2. Asociación de cultivos 3. Rotación de cultivos 4. Abonamiento orgánico 5. Mulch 6. Terrazas 7. Preparación y aplicación de biopreparados 8. Riegos tecnificados 9. Labranza mínima (arado de cincel vibratorio)
Albania	Reacción ácida a ligeramente ácida, textura arcillosa, montmorillonita, erosión laminar a moderada, distribución irregular de lluvias, drenaje moderado, profundidades efectivas bajas por presencia de capas compactadas, niveles bajos de materia orgánica.	Ganadería extensiva con pastos naturales y rastrojos, agricultura de subsistencia con tala y quema de bosques, con labranza en sentido de la pendiente (arado de disco y rastrillo).	1. Regulación biótica 2. Regeneración de la fertilidad de los suelos 3. Protección de cobertura de los suelos 4. Optimizar sistemas tradicionales 5. Implementar y manejar subsistemas 6. Manejo de pendientes	1. Establecer policultivos en asocio y/o intercalados 2. Sistemas silvopastoriles 3. Rotación de cultivos 4. Abonamiento orgánico 5. Preparación y aplicación de biopreparados 6. Abonos verdes 7. Labranza mínima arado de cincel rígido – cero 8. Reforestación 9. Riegos tecnificados 10. Cosecha de agua

Tabla 13. Uso y manejo de los suelos de los corregimientos Hato Viejo y Sabaneta del municipio de San Juan de Betulia

Corregimiento	Características limitantes de uso	Uso actual	Estrategias agroecológicas a implementar	Prácticas agroecológicas recomendadas
Hato Viejo	Reacción ligeramente ácida a neutra, textura arcillosa y franco arcillosa, erosión en surcos y cárcavas; distribución irregular de lluvias; drenaje excesivo, poca profundidad efectiva limitada por la presencia de capas compactadas por excesiva mecanización; baja materia orgánica	Pastoreo extensivo con pastos naturales como kikuyo, guinea, faragua. Agricultura sectorizada con cultivos de pancoger (yuca, ñame, patilla, maíz, sorgo, ají) con labranza en sentido de la pendiente.	1. Implementar y manejar subsistemas 2. Protección y cobertura del suelo 3. reciclaje de nutrientes 4. Regeneración de la fertilidad del suelo 5. Recuperar tecnologías tradicionales 6. Manejo de las pendientes	1. Sistemas agroforestales 2. Asociación de cultivos 3. Sistemas silvopastoriles 4. Labranza mínima (arado de cincel rígido) 5. Abonos verdes 6. Abonos orgánicos 7. Rotación de cultivos 8. Reforestación 9. Terrazas 10. Zanjas de infiltración 11. Cosecha de agua 12. Riegos tecnificados
Sabaneta	Reacción ligeramente ácida a alcalina, textura arcillosa y franco arcillosa. Erosión en surcos, , distribución irregular de lluvias, drenaje moderado, poca profundidad efectiva, los suelos presentan capas compactadas, bajos niveles de materia orgánica. Presenta relictos boscosos en procesos de degradación (tala y quema).	Ganadería extensiva con pastos naturales y rastrojos, agricultura de subsistencia representada en monocultivos de yuca y maíz con bajos rendimientos, con tala y quema de bosques.	1. Incrementar la biodiversidad 2. Reciclaje de nutrientes 3. protección y cobertura del suelo 4. Implementar y manejar subsistemas 5. Regulación biótica 6. Recuperar tecnologías tradicionales 7. Regenerar de la fertilidad del suelo 8. Regulación microclimática	1. Sistemas silvopastoriles 2. Sistemas agroforestales 3. Asociación de cultivos 4. Rotación de cultivos 5. Abonamiento orgánico 6. Mulch 7. Barreras vivas 8. Reforestación 9. Terrazas de formación 10. Abonos verdes 11. Labranza mínima (arado de cincel rígido) 12. Riego tecnificado 13.Cosecha de agua 14. Preparación y aplicación de biopreparados

Tabla 14. Uso y manejo de los suelos del corregimiento de Villa López del municipio de San Juan de Betulia

Corregimiento	Características limitantes de uso	Uso actual	Estrategias agroecológicas a implementar	Prácticas agroecológicas recomendadas
Villa López	Reacción ligeramente ácida a alcalina, textura arcillosa; erosión moderada en surcos; distribución irregular de lluvias; drenaje moderado; poca profundidad efectiva, limitada por la presencia de capas compactadas por excesiva mecanización; bajos contenidos de materia orgánica.	Agricultura de pan coger (yuca, maíz, patilla, ají), ganadería extensiva con pastos naturales como kikuyo y guinea.	1. Incrementar la biodiversidad 2. Implementar y manejar subsistemas 3. Regeneración de la fertilidad del suelo 4. Reciclaje de nutrientes 5. Protección y cobertura del suelo 6. Recuperar tecnologías tradicionales 7. Regulación biótica 8. Manejo de pendientes	1. Sistemas agroforestales 2. Asociación de cultivos 3. Rotación de cultivos 4. Abonamiento orgánico 5. Abonos verdes 6. Mulch 7. Preparación y aplicación de biopreparados 8. Barreras vivas 9. Zanjas de infiltración 10. Riego tecnificado 11. Cosecha de agua 12. Sistemas silvopastoriles 13. Labranza mínima

CONCLUSIONES

- Los principios agroecológicos tienen aplicación universal pero las formas tecnológicas mediante las cuales esos principios se tornan operativos dependen de las condiciones ambientales y socioeconómicas predominantes del grupo de agricultores objetivo.
- La agroecología proporciona, igualmente, los principios ecológicos las herramientas básicas para el estudio y diseño de sistemas agroecológicos sostenibles con características de conservación de los recursos naturales, culturalmente sensibles, socialmente justos y económicamente viables.
- Un factor importante que limita la propagación de las innovaciones agroecológicas es que, en general, la mayoría de ONGs y/o instituciones ambientales que promueven tales iniciativas no han analizado o sistematizado los principios que determinaron el nivel del éxito de las iniciativas locales.
- El conocimiento local no debe ser visto de manera romántica ni mirado por encima del hombro. El aprendizaje del conocimiento local sobre cualquier tema toma algún tiempo, pero vale la pena hacerse. Sea para extensión o investigación, aprender lo que los habitantes locales piensan y conocen es la base para el éxito en la implementación de cualquier estrategia agroecológica.
- Comprender los procesos que conducen a los pequeños agricultores a adoptar nuevas tecnologías es importante para planificar y ejecutar exitosamente programas de investigación y extensión.
- La Agroecología debe tener una visión holística, contribuyendo a la formación de expertos tanto en las academias como en lo rural, que promueva las técnicas agroecológicas dentro del contexto de la convencional para acelerar los cambios en los modelos de producción hacia formas sustentables.

RECOMENDACIONES

- Promover entre los/las pequeños/as productores/as del municipio de San Juan de Betulia la transición de sistemas convencionales de producción a sistemas agroecológicos, a fin de alcanzar producciones estables en el tiempo y permitir la recuperación y conservación de los recursos naturales.
- Apoyar experiencias socio-organizativas como la experiencia de la Asociación El Páramo, pues es una estrategia factible para convertirse en modelo agroecológico para la generación de un escenario de cualificación y transferencia tecnológica a nivel del municipio de San Juan de Betulia.
- Promover alianzas con instituciones que realizan investigación como la Universidad de Sucre, Corpoica, para fortalecer los procesos que se están generando con la implementación de las estrategias agroecológicas en algunos corregimientos del municipio de San Juan de Betulia.
- Desarrollar programas de investigación en ecología de suelos, donde se evalúe las ventajas económicas, sociales y ambientales de las diferentes prácticas agrícolas.
- Realizar acciones de difusión masiva sobre las ventajas de las tecnologías que promueve la agroecología para la generación de un desarrollo sostenible.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- ALTIERI M.A. (1987), Agroecology. The Scientific Basis of Alternative Agriculture.
- ALTIERI, M. A., AND A. YURJEVIC. 1991. La agroecología y el desarrollo rural sostenible en América latina. *Agroecología y Desarrollo* 1: 25 36
- BEL F. y MOLLARD A. (1980): "Agricultura, energía y reproducción de la naturaleza" Agricultura y Sociedad.
- BOULDER: WESTVIEW PRESS. BELLAPART VILÁ, CARLOS. *Nueva agricultura biológica en equilibrio con la agricultura química*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1996.
- BRUNS, H. y otros. *El cultivo biológico*. 2 vol. Barcelona: Editorial Blume, 1995.
- BUCKMAN, H., BRADY, N. 1977. Naturaleza y propiedades de los suelos. Edit. Montaner y Simón. S.A. Barcelona. España.
- BUOL, S. W. y otros. *Génesis y clasificación de suelos*. México, D. F.: Editorial Trillas, 1981.
- CADENAS MARÍN, A. *Agricultura y desarrollo sostenible*. Madrid: MAPA, 1995.
- DÍAZ ÁLVAREZ, María Cruz. *Agricultura y medio ambiente*. Madrid: MOPU, 1988.
- DUCHAUFOR, PH. *Manual de edafología*. Barcelona: Masson, 1987. Manual técnico.
- FLORENTINO DE A., A. 1996. Suelos Tropicales. Características y potencialidad para un desarrollo agrícola sostenible. Memorias Curso "Agricultura y Silvicultura en áreas Tropicales". ONG-Ingenieros Sin Fronteras. Universidad Politécnica de Madrid.
- GARCÍA BADELL, J. J. *La agricultura y el ahorro energético*. Madrid: MAPA, 1985.
- GARCIA R. y otros, (1988): Modernización del agro: ¿Ventajas comparativas para quién?. México: IFIAS y UNRISD.

GUERRERO, Juan. 1993. Abonos Orgánicos. Tecnología para el Manejo Ecológico del suelo. RAAA. Lima, Perú.

KOLMANS, Enrique; VÁSQUEZ, Darwin. 1995. Manual de Agricultura Ecológica. Movimiento Agroecológico de América Latina y el Caribe MAELA. Primera Edición, SIMAS, CICUTES – Managua, edit. Enlace.

MEJÍA, M. 1992. “El Manejo Ecológico del suelo enfocado desde diversas escuelas de producción agrícola, CEPROID, Cali.

MOLINA, José Antonio y otros. *Manual del agricultor*. León: Ediciones Everest, 1986.

PARISI, Vittorio. *Biología y ecología del suelo*. Barcelona. Editorial Blume, 1979.

RESTREPO, M.; D. I. ANGEL Y M. PRAGER. 1999. Manual de Agroecología: El enfoque agroecológico: una estrategia en la búsqueda de la sostenibilidad de los sistemas de producción. Fundación para la Investigación y el desarrollo agrícola (FIDAR), GTZ – TOB – Universidad de Hohenheim, Cali, Colombia.

ROSETO, A.A. 1993. “Agricultura Biológica: una práctica personal”, BIOMA, Ponencia Primer congreso Internacional de Agricultura Biológica, Santa fe de Bogotá.

RUIZ, Jose Alberto. 2007. Plan de ordenamiento del Municipio de San Juan de Betulia., Sucre, Colombia.

ANEXOS

Anexo A. Registro fotográfico de visitas a los proyectos agroecológicos implementados por la Corporación CODESCAC en el municipio de San Juan de Betulia

Foto 1. Intercambio de saberes entre productores y técnicos del proyecto en el corregimiento de Albania (finca el paramo) Sistema de policultivos y agroforestal



Foto 2. Visita a parcela con sistema de coberturas vegetales para el manejo y conservación de suelos en el corregimiento de Loma Alta



Foto 3. Visita a parcela con manejo a nivel de policultivos para seguridad alimentaria en el corregimiento de Albania



Foto 4. Observación del estado orgánico tipo compost que se utiliza para la fertilización de los policultivos



Foto 5. Evaluación del estado fisiológico de especie hortícola (Col)



Foto 6. Evaluación de especies agrícolas utilizadas para alimentación animal (Kudzu)

