Departamento de Ingeniería Agrícola

Trabajo de diploma

Título: Manejo Integral de la Subcuenca Yabú-Magüaraya de la Cuenca Hidrográfica Sagua la Grande.

Diplomante: Uekeimuna Komuni Katjimbari.

Tutor: Dr. c. Ricardo Dueñas García.

Villa Clara

2012

PENSAMIENTOS

Con el hombre es imposible, pero con dios todas las cosas son posibles.

Mark 10:27

Is only Jesus who can save a man’s soul, for there is no other name more powerful than the name of Jesus.

La agricultura es la única fuente constante, cierta y enteramente pura de riqueza.

José Martí.

AGRADECIMIENTOS.

A Dios por haberme traido hasta aquí, el nunca me dejó sola como lo ha prometido

A mis padres, mi tía y mis hermanos

A Menesia Kangombe, a Mr. y Mrs. Kandjii

A Nimali Shanika Liyanage por siempre estar a mi lado (buenisima amiga de toda mi vida)

A Dacha - Dacia Pedra Amania

A Duniel Abreu Arbolaez por su ayuda y apoyo

To Matako- Dharmelta Sonja Maxwell

A mi tutor Dr. C. R. Dueñas por sus aportes, sus conocimientos y por atenderme siempre

A mi padrino profesor Sotero Molina Ibañez

A Manuel Acevedo Pérez por cuidarme como su propia hija

To my funniest and most lovely roomate and friend (loquita de Natha) Navine A. Dixon-Clairveau

A mi major amiga Njangee Anitha Kapeke por haber mantenido en contacto con migo siempre y nunca se desconfió en mi

Kasisa Kandjii, Aina Paulina, Johngrafft Ndungaua (Omuhimba), Erastus Someno

A Adamou Issaka Kodo por ayudarme siempre, lo agradezco muchísimo

A mi parasita= mi Papú=Paulita tonta (Wir Napam Sami), Cornelia Beatriz Ondo Emerua

Thilini Kulatunga por su ayuda.

A mis amigos y a mis compañeros de estudios

A todos mis profesores

A todos aquellos, que siempre me alentaron brindándome su mano, a ellos, mi eterno agradecimiento

Muchas gracias a todos

DEDICATORIA.

Dedico esa tesis a:

Mis padres, mi tía, mis hermanos, toda mi familia.

Aquellas personas que me han ayudado de una u otra forma y que han confiado en mí…

Menesia Kangombe por apoyarme siempre.

A mi novio, por su amor, apoyo y confianza, aún ausente, lo tengo siempre presente.

Resumen

La cuenca hidrográfica constituye la unidad natural y lógica para el desarrollo agrícola, ambiental y socio-económico de un territorio. En el trabajo se realiza una caracterización de la subcuenca hidrográfica Yabú-Magüaraya perteneciente a la cuenca hidrográfica Sagua la Grande de la provincia de Villa Clara, dándosele un tratamiento especial al municipio de Cifuentes, por ser la unidad político-administrativa que le corresponde de acuerdo a su ubicación. Se llevó a cabo la evaluación física de la tierra de la subcuenca para cultivos de interés, utilizando el sistema automatizado CERES para la generación de los diferentes escenarios y se le prestó especial atención a los recursos hídricos. Entre los principales problemas ambientales de la subcuenca se encuentran: la contaminación de las aguas, el manejo inapropiado de los suelos, el mal aprovechamiento de los recursos hídricos, el muy bajo índice de reforestación.. Para el análisis de la información se empleó el Sistema de Información Geográfico Arc-GIS (10.0). A partir del análisis de todos los recursos naturales del territorio se hacen algunas propuesta de estrategias para el manejo adecuado de los recursos naturales del territorio de la sub-cuenca y para incrementar la producción en el municipio de Cifuentes.

Summary

The watershed constitutes a natural and logical unit for agricultural development, environmental and socio-economic status of a territory. In the investigation the characterization was done of the sub-basin Yabú-Magüaraya belonging to Sagua la Grande watershed in the province of Villa Clara, giving a special treatment to the town of Cifuentes, as the administrative unit that is responsible according to its location. The physical evaluation of the soil of the sub basin was carried out for crops of interest, using the CERES automated system to generate different scenarios and giving a special attention to water resources. Within the main environmental problems in the sub basin are: contamination of the waters, improper handling of soils, the misuse of water resources, the very low rate of reforestation. For data analysis we used the Geographic Information System Arc-GIS (10.0). From the analysis of all the territory's natural resources are some proposed strategies for the proper management of natural resources in the territory of the sub-basin and to increase production in the town of Cifuentes.

ÍNDICE

Introducción ***1***

- *Identificación del problema* *2*
- *Hipótesis* *2*
- *Objetivo general* *2*
- *Objetivos específicos* *2*

1. Revisión bibliográfica ***3***

1.1. Introducción *3*

1.2. Definición de cuenca hidrográfica. *3*

1.3. Importancia del estudio de una cuenca hidrográfica *4*

1.4. Principales problemas de las cuencas con asentamientos humanos. *5*

1.5. Enfoque actual de los objetivos en la planificación del manejo de cuencas. *6*

1.6. Manejo de cuencas *7*

1.6.1. Antecedentes del manejo integrado de cuencas en Cuba *8*

1.6.2. Metodologías para el manejo integral de cuencas, subcuencas y micro-cuencas. *9*

1.7. Los recursos hídricos *12*

1.8. Importancia del diagnóstico. *13*

1.9. Ordenación en función del medio ambiente. *13*

1.10. Los sistemas de información geográfica (SIG) *17*

1.10.1. Definición de SIG *17*

1.10.2. Componentes de los sistemas sig *19*

1.10.3. Solución de problemas usando SIG *20*

1.10.4. Ventajas de la aplicación de los SIG *20*

2. Materiales y Métodos ***21***

2.1. Diagnóstico de la subcuenca hidrográfica Yabú-Magüaraya. *21*

2.2. Diagnóstico del municipio de Cifuentes *21*

2.3. Criterios utilizados para la clasificación de la subcuenca *21*

2.4. Método para la caracterización físico- geográfica de la subcuenca Yabú-Magüaraya *21*

2.5. Caracterización de la flora. *23*

2.6. Métodos y fuentes de obtención de datos para la ejecución de la caracterización socio-cultural 23

2.7. Métodos para la identificación de los principales problemas ambientales. 23

2.8. Estudio del medio físico agua 24

2.9. Clima. 24

2.10. Estudio del medio físico suelo. 24

2.11. Evaluación de la aptitud física de las tierras 24

3. Resultados y discusión 25

3.1. Caracterización de la subcuenca hidrográfica Yabú-Magüaraya. 25

3.2. Clasificación de la subcuenca Yabú-Magüaraya. 26

3.3. Clima de la subcuenca Yabú-Magüaraya 26

3.4. Recursos hídricos en el territorio de la subcuenca Yabú-Magüaraya 29

3.4.1. Red hidrográfica en el área de la subcuenca Yabú-Magüaraya 29

3.4.1.1. Hidrología 29

3.4.1.2. Potencial de agua superficial 33

3.4.1.3. Potencial hidrogeológico 35

3.4.1.4. Red de drenaje natural del territorio. Zonas inundables. 37

3.4.1.5. Abasto de agua a la agricultura 38

3.5. Recurso suelo en la subcuenca Yabú-Magüaraya 39

3.5.1. Suelos y uso actual 39

3.5.2. Caracterización de los suelos 40

3.5.3. Principales factores edáficos que limitan el desarrollo de los cultivos 45

3.6. Recurso forestal de la subcuenca Yabú-Magüaraya 47

3.6.1. Análisis de la cobertura boscosa en la subcuenca Yabú-Magüaraya 48

3.7. Recursos minerales de la subcuenca Yabú-Magüaraya 50

3.8. Caracterización socio-cultural del municipio de Cifuentes 51

Servicios primarios: 52

Solución de residuales 54

Morbilidad. 55

Contaminación de las fuentes de abasto. 55

Control de la calidad de las aguas. 56

Principales problemas socio-económicos y ambientales *59*

3.9. Balance agro-alimentario. Programa de autoabastecimiento municipal *59*

3.10. Propuesta de estrategia ambiental para solucionar los principales problemas ambientales de la subcuenca *60*

3.10.1. Recursos hídricos 60

La contaminación de las aguas 62

3.10.2. Recurso Suelo 64

3.10.3. Recurso Forestal 66

Conclusiones. ***68***

Recomendaciones. ***69***

Referencias bibliográficas ***70***

Introducción

La cuenca hidrográfica constituye el marco geográfico idóneo de planificación integral y regional, en función del medio ambiente en el cual el recurso hídrico es el elemento primordial. Su manejo y aprovechamiento se interrelaciona con otros elementos (la vegetación, el suelo, la fauna, el medio ambiente y el hombre) contribuyendo en alto grado al desarrollo hidro - energético, agropecuario, industrial y urbano del territorio.

El estudio de los desequilibrios producidos por el mal uso de los recursos naturales, el empobrecimiento de los suelos, la deforestación, la falta de diversidad biológica, la disminución de los caudales han contribuido al bajo nivel de vida de las comunidades (Mazuera, 1990); por ello, es indispensable empezar a identificar el estado actual de las cuencas, para proyectar un desarrollo más sostenible.

El modelo cubano de desarrollo se consolida, sobre una base sostenible, en el cual el uso y protección de recursos naturales y el hombre, juegan un papel fundamental en la interacción de los medios físicos, biológicos y socioeconómicos. Al ordenar la actividad humana, realizando el mejor uso de los recursos naturales, se hace necesario operar dentro de los espacios físicos en donde es imprescindible conocer los efectos de la acción del hombre sobre el medio natural; es entonces la cuenca hidrográfica una vía para la planificación y ordenación de los recursos existentes, ya que constituye una unidad integradora por cumplir con dos grandes principios: la homogeneidad y la funcionabilidad, (Richter, 1995), permitiendo utilizar la ordenación rural como metodología para el desarrollo de los ecosistemas, sobre la base de la creación de alternativas tecnológicas y socioeconómicas sostenibles en la producción agropecuaria, lo cual debe definirse como un proceso racional continuo, dinámico y multidisciplinario para la toma de decisiones; no obstante estos avances, el estado actual de degradación de los recursos naturales en grandes extensiones de las cuencas se debe principalmente a la falta de una planificación y manejo integrado de los recursos, lo que está afectando la sostenibilidad de los ecosistemas, la contaminación de las aguas, la erosión de la tierra productiva y la exacerbación de la inestabilidad de áreas frágiles.

El objetivo es alcanzar un uso verdaderamente racional de los recursos naturales, en especial el agua, el suelo y el bosque considerando al hombre y la comunidad como el agente protector y destructor. El manejo de cuenca consiste en aprovechar y conservar los recursos naturales en función de las necesidades del hombre, para que pueda alcanzar una adecuada calidad de vida en armonía con su medio ambiente. Se trata de hacer un uso apropiado de los recursos naturales para el bienestar de la población, teniendo en cuenta que las generaciones futuras tendrán necesidad de esos mismos recursos, por lo que habrá que conservarlos en calidad y cantidad (Dueñas-García, 2006).

En Cuba, las afectaciones de los recursos hídricos, edáficos y la pérdida de biodiversidad han estado vinculadas a la deforestación y el uso irracional de los suelos.

La inestabilidad en los rendimientos agrícolas, el crecimiento en las áreas ociosas y el aumento de los costos de producción continúan siendo una problemática a resolver para lograr el manejo racional de las cuencas hidrográficas.

La subcuenca Yabú Magüaraya es una de las sub-cuencas más importantes de la cuenca Sagua la Grande en la provincia de Villa Clara y no está exenta de esta problemática. Un estudio llevado a cabo por un grupo multidisciplinario de la región central sobre la cuenca hidrográfica Sagua la Grande determinó la necesidad de profundizar en el manejo integral de la misma y de las demás subcuencas que la conforman, por los problemas detectados durante la ejecución de la investigación.

- **Identificación del problema**

El uso incorrecto de los recursos naturales en el territorio de la sub-cuenca Yabú Magüaraya trae como consecuencia la degradación de los suelos, el mal aprovechamiento de los recursos hídricos del territorio y el deterioro de la producción agrícola.

- **Hipótesis**

El mejor uso, la correcta caracterización, evaluación, planificación y manejo de los recursos naturales de la subcuenca Yabú-Magüaraya contribuirá al incremento de la producción agropecuaria, y por tanto; influirá en mayor grado a satisfacer las necesidades de alimentos a los pobladores del territorio y a la conservación del medio ambiente.

- **Objetivo general**

Evaluar los medios físicos (suelos, bosques y agua) de la subcuenca Yabú-Magüaraya para el adecuado ordenamiento territorial y el incremento de la producción agropecuaria.

- **Objetivos específicos**

1. Realizar un diagnóstico del área geográfica perteneciente a la subcuenca.
2. Evaluar la aptitud física de las tierras de la subcuenca para cultivos de interés estratégico.
3. Analizar los recursos hídricos existentes en la región,
4. Realizar un balance alimentario para la población residente en el territorio de la subcuenca y
5. Proponer estrategias para la protección ambiental y conservación de los recursos naturales en la región.

1. Revisión bibliográfica

1.1. Introducción

Durante las últimas décadas, la influencia de la humanidad sobre la naturaleza se ha incrementando en relación con la demanda de recursos naturales. En el proceso productivo, el hombre actúa como un elemento decisivo provocando cambios considerables en la naturaleza y alteraciones en la estructura y el intercambio de sustancias y energía en los ecosistemas; pero al mismo tiempo, estos cambios afectan a los parámetros naturales del hábitat del hombre cuyo estado depende de la salud de la población y su prosperidad como organismo biológico.

Este patrón de actuación refleja la existencia de un problema fundamental, que es el conflicto entre el desarrollo socio-económico y la protección del medio ambiente. El problema básico es el aumento de la presión ejercida sobre los recursos naturales. Los límites de la capacidad de producción de los recursos de tierras vienen determinados por el clima, las condiciones del suelo, la fisiografía, por el uso y el manejo aplicado a la tierra. El manejo sostenible de los recursos naturales requiere de políticas correctas y una planificación basada en el conocimiento de estos recursos, las demandas de los usos sobre esos recursos, y las interacciones entre las tierras y sus usos (FAO, 1996).

1.2. Definición de cuenca hidrográfica.

Una cuenca es el territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico. Una cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas.

Con miras al futuro las cuencas hidrográficas se perfilan como las unidades de división funcionales con más coherencia, permitiendo una verdadera integración social y territorial por medio del agua. Una cuenca hidrográfica y una cuenca hidrológica se diferencian en que la cuenca hidrográfica se refiere exclusivamente a las aguas superficiales, mientras que la cuenca hidrológica incluye las aguas subterráneas.

La cuenca es un área natural en el que el agua proveniente de la precipitación pluvial forma un curso principal de agua, hasta llegar al mar, lago u otro río mayor (Palma, 2000). Es una unidad hidrográfica, conformada por el conjunto de sistemas de curso de aguas y delimitada por las cumbres, o el relieve que la comprende, siendo sus límites la divisoria o ‘parte de agua’. La cuenca hidrográfica es una unidad natural adecuada para la coordinación de procesos de manejo diseñados para asegurar el desarrollo sustentable (Dourojeanni, 2001).

Para efectos prácticos, una cuenca hidrográfica puede ser dividida en las siguientes secciones:

a) Cuenca alta, que corresponde con las áreas montañosas limitadas en su parte superior a las líneas divisorias de agua.
b) Cuenca media, que corresponde a las zonas transicionales de pie de monte y valles bajos, donde el río principal mantiene un cauce definido.
c) Cuenca baja o zonas transicionales, donde el curso de agua divaga o desaparece como tal (Basterrechea, 1996).

1.3. Importancia del estudio de una cuenca hidrográfica

El mundo es un sistema ecológico único en donde el sistema hídrico o ciclo del agua tiene entre sus funciones el mantenimiento del clima global y para ello, la calidad de los subsistemas de cuencas y su cobertura vegetal resultan en una sumatoria vital para mantener estable dicho ciclo.

Las pocas cuencas en las que no habitan los seres humanos, ni están incorporadas a la producción, son reservorios de la naturaleza y biodiversidad que debieran estudiarse, manejarse y conservarse, puesto que día a día con su transformación, se extinguen especies que la humanidad aún no ha conocido y se pone en riesgo a la propia especie humana.

Las relaciones naturales, espaciales y de asentamientos humanos de las cuencas son muy variadas por los que cada una resulta en una especificidad. En cada cuenca donde se localizan asentamientos humanos se debería evaluarse su capacidad de carga en relación a la densidad demográfica y su reproducción, considerando que una cuenca cuenta con una capacidad finita de recursos físicos y biológicos.

La relación de estos, con el volumen de la demanda de las necesidades humanas constituye su capacidad de carga y es expresada como un umbral en el que la base natural y los recursos pueden reciclarse, generarse, reproducirse y producirse. Una vez abatida dicha capacidad, el deterioro progresivo es irreversible.

Por lo anterior, las cuencas idealmente deben mantener un umbral positivo y la lógica de las sociedades que las habitan deben buscar constantemente el balance hacia márgenes positivos mayores, sin que ello necesariamente implique, restricciones en la satisfacción de necesidades económicas, sociales y culturales. También en término ideal, cada cuenca debe alcanzar su propia sustentabilidad y no incorporar artificialmente recursos provenientes de otras cuencas.

Algunos investigadores sostienen que a las cuencas hidrográficas se les puede considerar como unidades espaciales ideales (escenarios-problema) para el estudio de todos los impactos ambientales generados por las actividades humanas.

En tal sentido, el análisis integral de la problemática territorial y ambiental de las cuencas puede posibilitar un marco apropiado para la mejor planificación de las medidas destinadas a corregir los efectos e impactos ambientales negativos, y potenciar los positivos.

Así, en un proceso de planificación concertado será factible definir objetivos y metas de los usos posibles del territorio según su problemática y potencialidad. En ese marco, las cuencas hidrográficas deben permitirnos orientar acciones de gestión de sus diferentes componentes para satisfacer las necesidades de bienes y servicio de una sociedad –a corto, mediano y largo plazo- pero sin desbordar sus capacidades de carga ni afectar (agotar) su stock de recursos naturales disponibles.

Una cuenca es importante para el ambiente porque en sus bosques producen oxígeno, purifican el aire que respiramos y también mantiene estable y agradable el clima local;. es donde se recoge y permanece la reserva de agua que mantiene la corriente de los ríos, los lagos y provee de alimentación a peces y aves.

Con relación al progreso de un país, la importancia de una cuenca radica en que constituye una unidad apropiada para la planificación del desarrollo económico-sostenible; es decir, un estilo nuevo de desarrollo mediante el uso racional de los recursos naturales y garantizar el bienestar de las generaciones futuras. Esto brinda la oportunidad de realizar acciones integrales para la protección y buen uso de los recursos naturales (Valdez, 2004).

1.4. Principales problemas de las cuencas con asentamientos humanos.

Los problemas relacionados con las cuencas son de orden natural y antro-pogénico. Los desastres naturales son parte de la evolución del planeta y la humanidad, y esta última, aún no está totalmente preparada para su prevención y amortiguamiento, como es el caso de las tormentas tropicales y huracanes.

En cambio, los problemas ambientales generados por la acción de la humanidad, si pueden ser controlados a voluntad e incluye la contaminación generalizada, el agotamiento de recursos naturales, la pérdida de la biodiversidad, la deforestación, el deterioro del suelo, el azolvamiento de cauces, el crecimiento demográfico, los conflictos por utilización de agua, las carencias en la planificación urbana, en la legislación de asentamientos y uso del agua, en legislación por servicio ambientales, en

investigación de recursos naturales y tecnología limpia, la falta de equidad en la apropiación y distribución de la riqueza y falta de una cultura democrática y sustentable, entre otros.

1.5. Enfoque actual de los objetivos en la planificación del manejo de cuencas.

Los objetivos de manejo de cuencas evolucionaron desde una orientación de captación de agua, a otros más complejos como el manejo integrado de los recursos naturales de una cuenca, y por último a la gestión ambiental integrada (Dourojeanni and Jouraviev, 2001).

Actualmente, el manejo de cuencas tiene como objetivos

- mejorar el bienestar social al formular e implementar acciones y prácticas orientadas a la conservación de los recursos naturales en una cuenca (el control de erosión, de la contaminación, la conservación de suelos y recuperación de zonas degradadas);
- manipular los sistemas naturales de una cuenca para la producción de bienes y servicios (por ejemplo, proporcionar un mayor abastecimiento de agua con calidad para el consumo, mejorar la producción forestal, de pasto, agrícola, agroforestal o agro-silvopastoril);
- mitigar el efecto de fenómenos naturales, y
- organizar el uso de la tierra (por ejemplo, al regular una adecuada construcción de la infraestructura urbana) y otros (Basterrechea, 1996);(Dourojeanni and Jouraviev, 2001);(Rosal-del-Cid, 1982).

En la experiencia institucional actual, existen varias formas de abordar la planificación del desarrollo de las cuencas, dependiendo del objetivo principal del manejo, entre ellas se encuentra el manejo integral productivo natural de cuencas que se basa en procesos de ordenamiento territorial que orienta las actividades productivas de acuerdo a las características y aptitudes del suelo, clima, presencia de especies endémicas, tecnología y cultura productiva.

Otra forma de planificación es la determinada por el objetivo del manejo de cuencas para reducir el riesgo y la vulnerabilidad ambiental, donde el nivel de riesgo está definido por la intensidad de la amenaza y el grado de vulnerabilidad de una sociedad a dichos efectos.

Los enfoques modernos del manejo de cuencas consideran:

a) Cuando el agua es el centro de la planificación y manejo; allí adquiere predominancia el concepto de calidad y cantidad de agua, y dependen de cómo funciona y cómo se maneja el sistema hídrico. Esto da origen al 'manejo de cuencas'

b) Cuando los recursos naturales constituyen el centro de la planificación y manejo, pero se mantiene el recurso hídrico como elemento integrador en la cuenca. Aquí se origina el Manejo Sostenible de Cuencas.

c) Cuando el enfoque es amplio y se define que el centro de planificación es el ambiente o que se trata de una acción integral, pero manteniendo el rol estratégico de recurso hídrico se origina el 'Manejo integral de Cuencas' (Dueñas-García, 2006)

1.6. Manejo de cuencas

El manejo de una cuenca hidrográfica es la administración de los recursos naturales en conjunto de un área, usando la cuenca hidrográfica (que es un área geográfica) como la unidad de planificación. Manejar las cuencas es administrar todos los recursos naturales (bosque, tierras agrícolas, poblaciones humanas, fauna, minería, agua, etc.), enmarcados en esta unidad de planificación.

Pero, ¿Por qué usar la cuenca como unidad de planificación y no los límites políticos y administrativos (departamentales y municipales) ya existentes?

La cuenca hidrográfica es la unidad de planificación con coherencia lógica natural, porque cumple con dos grandes principios: homogeneidad y funcionalidad, la primera se refiere a que todos los elementos biofísicos y socioeconómicos de una cuenca están asociados y tienen una gran similitud entre sí, y la segunda a que existe una interrelación muy estrecha entre lo que pasa en las montañas y lo que sucede en los valles. Por lo tanto, la cuenca hidrográfica brinda una mejor relación entre el contexto ambiental y el desarrollo socioeconómico.

Institucionalmente, las actividades del manejo de cuencas no se realizan bajo estructuras administrativas claramente definidas. En algunos países se encuentran bajo el mandato de programas de medio ambiente; en otros, bajo programas de desarrollo local o comunal, por citar sólo algunas de las múltiples variantes que tiene la institucionalidad a cargo de conducir programas llamados todos de 'manejo de cuencas'.

En general se recomienda que en cada país exista un programa nacional de manejo de cuencas o equivalente, que podía depender de los ministerios o secretarias de medio ambiente o agricultura o de alguna organización forestal, el cual debería coordinar sus actividades con las entidades de gestión de agua por cuencas. Ambas instituciones, una de carácter horizontal, nacional, y otra tipo vertical, local o regional, podrían así complementar sus intereses, sobre todo servir de base para financiar los servicios ambientales que prestarían un buen manejo de cuencas de captación a los usuarios aguas abajo y las franjas costeras donde se desembarcan los ríos: (Dourojeanni and Jouraviev, 2001).

1.6.1. Antecedentes del manejo integrado de cuencas en Cuba

Históricamente las potencialidades hídricas de Cuba se vieron afectadas y disminuidas a causa de la expansión de la frontera agrícola, en detrimento de la cubierta boscosa que disminuyó del año 1900 a 1959, del 34 % hasta el 14 % del territorio nacional.

Éstas áreas se desplazaron para establecer plantaciones cañeras y pastizales en las llanuras o plantaciones de café en las montañas, pero carentes de métodos adecuados y basados en el monocultivo.

En 1970, se inician las primeras investigaciones encaminadas a caracterizar la situación prevaleciente en algunas cuencas representativas del país; (San Diego, Hanabanilla, Gilbert y otras), donde se habían construido embalses.

Mediante el establecimiento de parcelas de escurrimiento no permanente y con lluvia artificial, se logró cuantificar la erosión con diferentes tipos de cubierta vegetal y determinar algunos parámetros como: la velocidad de infiltración en los cultivos y el bosque.

Se han trazado programas y proyectos los que define los siguientes objetivos:

- ✓ establecer subcuencas representativas que se construirían en áreas demostrativas de investigación y desarrollo,
- ✓ como modelo de manejo integrado, para la restauración y protección de la cuenca piloto,
- ✓ establecer sistemas agroforestales como métodos alternativos del uso de la tierra para la recuperación y protección de los recursos naturales,
- ✓ aplicar métodos de conservación de los suelos para mantener la práctica de cultivos agrícolas,
- ✓ la ordenación de red vial y la corrección de torrentes,
- ✓ estabilidad de la faja forestal hidro-reguladora en los cursos fluviales y el embalse,

- ✓ constituir un centro para la capacitación en manejo de cuencas hidrográficas para la formación de especialistas,
- ✓ proveer a la población campesina de los conocimientos técnicos y los recursos para la introducción de nuevos métodos de manejo y uso de la tierra,
- ✓ promover una política nacional en el ordenamiento integrado de cuencas hidrográficas,
- ✓ contribuir mediante el fortalecimiento de la base económica al aumento de las oportunidades de empleo y mejores condiciones de vida para la población campesina y en particular la mujer.

1.6.2. Metodologías para el manejo integral de cuencas, subcuencas y micro-cuencas.

La estrategia básica que debe tener cualquier metodología en el Manejo Integral de Cuencas es la interrelación de aspectos políticos, culturales, metodológicos, tecnológicos y productivos. Esta conjunción sólo será posible cuando no deje de contemplarse los siguientes aspectos.

- Compromiso de Gobiernos Estatales y Municipales
- Promover que las instancias de gobierno asuman la rectoría inicial del proceso
- El proceso de planeación, gestión y acción participativa no deberá efectuarse sin la participación de todos los beneficiarios
- Formación de equipos técnicos Inter. y multidisciplinarios
- Fomentar la puesta en marcha de proyectos de atención con equidad de género
- Establecer un programa de educación ambiental.

Conceptualmente el manejo de cuencas hidrográficas tiene comprendido a la zona costera en su expresión de superficie, donde no es conveniente establecer una diferenciación ficticia entre cuenca hidrográfica y zona costera.

No se debe olvidar que la naturaleza no ha dividido los territorios, “ellos existen como un todo integral”. La estrecha vinculación entre cuenca hidrográfica y zona costera ha motivado la introducción a nivel local el término de Manejo Integrado de Cuencas (MIC) y Áreas Costeras (MICAC).

Reconociéndose que la cuenca es la unidad básica de gestión y planificación y siendo evidente la necesidad de reordenar las diferentes actividades agropecuarias en todo el territorio nacional se desprende la conveniencia de una metodología para el manejo integral de las cuencas hidrográficas y el desarrollo de procedimientos metodológicos organizativos en nuestro país que permita:

- el desarrollo sostenido de las diferentes actividades y en particular las agropecuarias de forma armoniosa con la protección de los recursos naturales.
- la utilización de un lenguaje común y unificado de criterios por parte de los profesionales, técnicos y participantes en el manejo de cuencas.
- la creación de una base de datos, que haga posible el conocimiento de todas las cuencas del país de manera centralizada.

Una metodología oficial que recoja con suficientemente rigor los diferentes aspectos que deben contemplarse en el manejo integral de una cuenca hidrográfica, es difícil de encontrar, ya que se considera que la misma dependerá de las condiciones existentes y éstas son muy variadas. De aquí, que hayan surgido algunas ideas al respecto:

- **Propuestas de Metodologías**

Las metodologías declaradas en los trabajos de manejo de cuencas efectuados en el territorio nacional mencionan:

- La de la CEPAL conocida como la del "Cubo Mágico (Dourojeanni, 1977). Esta metodología considera los ciclos de iteraciones en la: percepción, consolidación y formulación de la forma siguiente:

- Percepción.- Recopilación de información. Mediante encuestas, diagnósticos, etc.
- Consolidación. -Verificación de la información, mediante diagnósticos y
- Formulación.-Se formulan propuestas a nivel detallado y definitivo.

Con los siguientes procesos:

- El proceso de integración de disciplinas o temáticas.

Se realiza haciendo un inventario y evaluación física y socio-económica de los ámbitos territoriales y funcionales, donde se pretende lograr los objetivos (pasado, presente y futuro) y un análisis de la sustentabilidad ambiental.

Recursos Técnicos, Políticos Legales, Económicos-Financieros, Sociales, Culturales, Organizativos-Operativos y Educacionales-Científicos.

- Incorporación a la dimensión ambiental.

Se realiza, una caracterización de los recursos principales de la cuenca. Estado de los recursos.

- Materialización de las acciones.

Está integrado por 10 etapas: identificación de los actores con sus criterios, problemas, objetivos ámbito compartido, restricciones, posibles soluciones, formulación de estrategias, ejecución de programas.

Y como último proceso la "Transacción entre Autores" el cual representa llegar a acuerdos encaminados a mejorar la situación medio ambiental.

En el caso del manejo de Cuencas según (Dueñas, R, 2000) la metodología empleada dependerá del desarrollo del conocimiento del comportamiento histórico de los recursos naturales y señala que las variantes posibles son:

Variante 1- Poco conocimiento de los Recursos Naturales. Ejemplo: países en vías de desarrollo como Colombia, Nicaragua y Perú.

Características.

- Es más difícil encontrar la información necesaria.
- Hay que recurrir a la base comunitaria en busca de la información.
- Se dificulta la aplicación de las Nuevas Tecnologías de la Información (NTI).
- La toma de decisiones es más empírica.
- Los efectos de los estudios de impacto ambiental son menores.

Variante 2- Más conocimiento de los Recursos Naturales. Ejemplo: países en vías de desarrollo como Cuba, Chile y Argentina.

Características.

- La información necesaria existe.
- Falta integración entre los organismos que tienen la información.
- Se puede emplear las Nuevas Tecnologías de la Información (NTI).
- La toma de decisiones es más viable.
- Son necesarios los estudios de Impacto Ambiental.

Variante 3- Se conocen casi completamente los Recursos Naturales Ejemplo: países desarrollados como España, Francia y los Estados Unidos.

Características. Son necesarios métodos más sofisticados incluso en los estudios de Impacto Ambiental.

1.7. Los recursos hídricos

Se estima que en Latinoamérica sólo el 2 % del caudal anual producido por los ríos está siendo utilizado para fines de consumo doméstico, agrícola e hidroeléctrico, el resto es liberado hacia el mar sin darle ningún uso.

Esta situación trae consigo la necesidad de elaborar, propuestas de desarrollo, las cuales generan, la construcción de pequeñas represas de uso múltiple. Estas pequeñas represas se cubrirían el déficit de agua potable, riego y energía eléctrica.

Así mismo existen propuestas de desarrollo para el manejo forestal, teniendo en cuenta que el mismo, debe estar enmarcado dentro del concepto cuenca, como unidad de planificación. También debe estar acorde con los diferentes usos de agua, tales como: uso hidroeléctrico, uso doméstico, control de Inundaciones y riego.

De ninguna manera, el manejo forestal puede estar desligado del recurso hídrico y el recurso suelo. Sobre el recurso tierra, se determinó que no menos del 25 % de la superficie ocupada por los principales cultivos agrícolas del país se clasifica de productiva y muy productivo. el resto lo constituyen los suelos de poca a muy baja productividad. Uno de los principales factores limitantes es la erosión actual, fenómeno que afecta a más del 40 % de los suelos cubanos. Si se refiere a la erosión potencial, este porcentaje se eleva hasta el 56 %, cifra alarmante si se considera que el primer signo de la reacción en cadena desatada por la erosión es la disminución del rendimiento agrícola, definiendo que la protección y conservación de los recursos hídricos y edáficos se convierte en una de las principales tareas que el país debe afrontar.

El recurso tierra requiere de una primera etapa de esta ordenación que es la zonificación y diagnóstico para definir las potencialidades y problemas de las cuencas, subcuencas y micro cuencas.

Esta zonificación en base a usos potenciales, ha sido utilizada en diversas regiones con mucho éxito. Ejemplo de ello la utilizada en el noroeste de los EUA por un equipo multidisciplinario que arribó a un ordenamiento del uso de la tierra, en base a Cuencas Hidrográficas, para determinar el uso más óptimo sin provocar su deterioro.

La degradación de las cuencas o proyectos dirigidos a la forestación o a la conversión desde el uso de un recurso a otro, pueden ambos desencadenar una migración o cambios de manera de vida para los habitantes de la cuenca. Las actividades en el uso de la tierra y los disturbios aguas arriba a menudo dan origen a una cadena de

consecuencias que pueden ser examinadas y evaluadas rápidamente dentro del encuadre de la cuenca.

1.8. Importancia del diagnóstico.

El término 'evaluación' en su sentido más amplio se refiere al proceso de identificar, definir y cuantificar los posibles o esperados impactos de sus acciones (una práctica) o conjunto de acciones estrechamente relacionadas (un proyecto). Algunos de estos impactos serán vistos como beneficios, mientras otros como costos.

1.9. Ordenación en función del medio ambiente.

Según datos de la FAO, en el mundo se cultivan aproximadamente 1600 millones de hectáreas y cerca del 60 % se encuentran en zonas áridas y semiáridas, donde el riego puede aumentar de 2 a 3 veces la producción, sin embargo, los estudios realizados estiman que menos del 20 % de las áreas cultivadas son de regadío y en ellas se utilizan aproximadamente 1.5 $*10^{12}$ 10^{12} m^3 de agua al año.

La efectividad del riego queda demostrada en los datos que indican que a pesar del bajo porcentaje que representan las áreas de regadío con respecto al área total, en ellas se concentra más del 50 % de la producción agrícola mundial.

El riego y el mejoramiento de los suelos en general, es una vía para la intensificación de la producción como una respuesta necesaria a las exigencias de alimentos. En los últimos 20 años, la población mundial aumento a un ritmo de 4-6 % anual, mientras que incremento de alimento ha sido de un 2.5-3 % con una distribución muy desigual entre los países de acuerdo con su grado de desarrollo y entre la población de una mismo país en dependencia del sistema social.

A mediados de la década del 70 los países subdesarrollados producían el 38 % de alimentos, en contraste con una población de más de 65 %, y tenían, además, como importante ingreso la producción de alimentos.

El uso adecuado y la alta efectividad de los fertilizantes, las variedades de altos potenciales de rendimiento y la agro-técnica en general, exigen una regulación adecuada del régimen de humedad de los suelos, por lo que las prácticas de riego y drenaje se toma una variante para lograr buenos resultados en la agricultura en zonas con déficit de humedad o en lugares de humedad excesiva.

El agua es una parte integrante de todos los sistemas agrícolas. Además de su papel fisiológico, ella afecta el insumo de nutrientes y las pérdidas del sistema a través de la lixiviación y la erosión. Ellas ingresan a un agro-ecosistema como escorrentía

superficial y agua de regadío, se pierde por evapotranspiración y drenaje más allá de la zona afectada de las raíces de las plantas. El agua consumida por las personas y por el ganado puede ser importante como en los sistemas pastoriles pero por lo general es de pequeña magnitud.

En términos generales el equilibrio hídrico dentro de un agro-ecosistema particular puede ser expresado como:

$$S = R + Li - Et – P - Lo + So$$

Donde:

- S: contenido de humedad del suelo. En el momento considerado.
- R: es la lluvia efectiva (lluvia menos intercepciones).
- Li: flujo lateral del agua en el suelo.
- Et: la evapotranspiración.
- P: percolación profunda.
- So: contenido original de la humedad del suelo.

Todos estos factores quedan afectados por las condiciones del suelo y de la vegetación, y por lo tanto las condiciones agrícola. El drenaje agrícola y la labranza, por ejemplo acelera las pérdidas por percolación profunda. El retiro de los cultivos incrementa la cantidad de lluvia que llega al suelo y reduce así la evapotranspiración, cambios en la estructura del suelo debido al manejo de los residuos de la labranza, la rotación de cultivos o el uso del estiércol, afecta las tasas de percolación, la evapotranspiración y el flujo lateral.

La cubierta de los cultivos ejerce uno de los controles principales de la cantidad de la humedad del suelo dado que influye tanto en los insumos como en las pérdidas de humedad. Por ejemplo, el desyerbe reduce las pérdidas de agua por evapotranspiración e incrementa el contenido de la humedad del suelo.

1.10. Evaluación de tierras

Se puede definir la evaluación de tierra como todo método para explicar o predecir el potencial de uso de la tierra. (Van-Diepen et al., 1991). Una vez determinado este potencial, la planificación del uso de la tierra puede tender a una base lógica, a lo menos con respecto a lo que puede ofrecer la tierra a su usuario, o sea, es una herramienta para la planificación estratégica, ya que predice el comportamiento de la tierra bajo usos determinados, en términos de beneficios, costos y efectos ambientales. (FAO, 1993).

- La evaluación de tierra, además, es la valoración de la tierra cuando se utiliza con propósitos específicos. En este sentido, ofrece una base racional para tomar decisiones relativas al uso de la tierra basadas en análisis de las relaciones entre la utilización de la tierra y la tierra misma, con estimaciones de los insumos necesarios y de la producción proyectada. La utilización de la tierra es hoy más necesaria que nunca, puesto que el rápido crecimiento de la población y la expansión urbana hacen que la agricultura disponga de relativamente pocas tierras. La demanda cada vez mayor que una intensificación de los cultivos existentes y la bonificación de nuevas tierra sin perjuicio para el medio ambiente solo puede satisfacerse si la tierra se clasifica de conformidad con su aptitud para diferentes tipos de utilización (FAO, 1985). (Rossiter, 1994), define el basamento lógico que hace posible y útil las evaluaciones de tierras de la siguiente forma: La tierra varía en sus propiedades físicas, sociales, económicas y geográficas.
- Esta variación afecta los usos de la tierra: para cada uso, hay más o menos áreas aptas en función de aspectos físicos y/o económicos.
- La variación es al menos en parte sistemática (con causas físicas definidas y conocidas).
- De manera que la variación (física, política, económica y social) puede ser cartografiada, es decir el área total puede ser dividida en regiones con menos variabilidad que área completa.
- El comportamiento de la tierra cuando está sujeta a un uso dado puede ser pronosticado con determinado grado de certeza, dependiendo de la calidad de los datos del recurso tierra y de la profundidad del conocimiento de la relación de la tierra con el uso en cuestión.
- Por lo que la aptitud de la tierra para los varios actuales y potenciales puede ser sistemáticamente descrita y cartografiada.
- Por lo tanto, los encargados de la toma de decisiones tales como los usuarios de las tierras, planificadores del uso de las tierras, prestadores de servicios agrícolas, pueden usar esas predicciones para guiar sus decisiones.

Gran parte de las tierras en el mundo han sido utilizadas sin estudios previos que muestren cuál es el tipo de uso más adecuado y cuál es el efecto ambiental de los diferentes usos. Muchos tipos de uso de la tierra, agrícola o no, son hechos de forma y en lugares inadecuados, lo que ha resultado en la pobreza, degradación ambiental, explotación económicamente ineficiente y pérdida de recursos naturales como suelo y agua. La mejor forma de uso de la tierra depende de las condiciones económicas, sociales, políticas y culturales, además de las características del suelo y su respuesta al uso (Streck, 1992).

La evaluación de tierra se refiere a la evaluación de su rendimiento cuando se utilizan para fines concretos. Supone la ejecución e interpretación de reconocimientos básicos del clima, suelos, vegetación y otros aspectos de la tierra en función de los requisitos de otras formas posibles de uso.

- En la evaluación se tiene en consideración la economía de las empresas propuestas, las consecuencias sociales para la población de la zona y del país en cuestión y las consecuencias beneficiosas o adversas para el medio ambiente. Así pues, la evaluación de tierra debe dar respuestas a las interrogantes siguientes (FAO, 1976):
- ¿Cómo se manejan al presente las tierras y que sucederá si las prácticas actuales permanecen inalteradas?
- ¿Qué otros usos de la tierra son físicamente posibles y económica y socialmente oportunos?
- ¿Cuáles de estos otros usos ofrecen posibilidades de una producción sostenida y de otros beneficios?
- ¿Qué efectos negativos, físicos, económicos o sociales, están asociados con cada uso?
- ¿Cuáles son los beneficios de cada forma de uso?

Un aprovechamiento más completo de los recursos de tierra y agua podría guiar a aumentos notable en la producción de alimentos en muchas partes del mundo (FAO, 1990b). El método más utilizado para la clasificación de tierras es el propuesto por la (FAO, 1976, FAO, 1985).

El proceso de evaluación no determina por sí mismo los cambios en el uso de tierras que deberán adoptarse, pero facilita datos sobre la base de los cuales puede llegarse a estas decisiones; para que sea eficaz en esta función, el resultado de una evaluación normalmente de información sobre dos o más formas potenciales de uso para cada zona de tierra, incluidos las consecuencias beneficiosas o adversas de cada una (FAO, 1976).

Como resultado de la evaluación de tierras se puede lograr mapas de aptitud física que faciliten la planificación y toma de decisiones en el manejo integral agrícola. El empleo de la evaluación de tierras ha reportado buenos resultados al evaluar la aptitud del suelo en el cultivo de la caña de azúcar en aplicaciones realizadas en Cuba (Hernandez, 1995).

La representación geográfica de los resultados de la evaluación de tierras, pueden lograrse mediante el uso de la tecnología de Sistema de Información Geográfica (Burrough, 1986).

En Cuba se han desarrollado diversos estudios orientados a la evaluación de tierras (Mesa et al., 1982); (Sulroca, 1982), los cuales categorizaron la calidad de las tierras, haciendo una escala evaluativa de acuerdo con los factores limitantes que más incidieron y basándose en los rendimientos obtenidos. Se han realizados, además, otros estudios relacionados con el perfeccionamiento de la clasificación agro productiva de la caña de azúcar (J. Roldós, 1985).

El programa de evaluación de tierras dedicadas al cultivo de la caña de azúcar, responde a la demanda de Estado cubano de conocer la aptitud física y económica de todo el fondo de tierras perteneciente al MINAZ para sobre esta base realizar la planificación de la agroindustria azucarera con el objetivo de hacer un uso correcta de las mismas y a su vez contribuir a la diversificación de la producción agropecuaria (Balmaseda et al., 2001).

1.10. Los sistemas de información geográfica (SIG)

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la actualidad son herramientas necesarias para superar la visión sectorial y consolidar una comprensión integral del territorio, mediante la interacción de las dimensiones ambientales, cultural, económica, social, espacial, etc.

Los SIG desempeñan un papel fundamental en la representación y análisis de la información geográfica, debido a que proveen los medios necesarios para la captura, organización, manipulación y uso de la información. Estas características han permitido que la aplicación de los SIG sea muy diversa.

1.10.1. Definición de SIG

Los sistemas de información geográfica (SIG) en la actualidad son una de las herramientas integradora de información más empleadas y útiles en la planeación y el manejo de los recursos naturales con la finalidad de encontrar y facilitar las soluciones de problemas. Constituyen un modo particular de los sistemas de información aplicados a datos geográficos, cuya principal característica es su capacidad de análisis.

(Burrough and McDonell, 1998) agrupan las definiciones de SIG según el enfoque: los SIG como cajas de herramientas (Burrough, 1986), los SIG como bases de datos, los SIG como entidad organizadora orientada a los Sistemas de Soporte a la Toma de Decisiones en la soluciones de problemas complejos de planificación y gestión.

Una definición más completa es la dada por (NCGIA, 1990): ‘Un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para realizar la captura, almacenamiento, manipulación, análisis, modelización y presentación de datos referenciados

especialmente para la solución de problemas complejos de planificación, administración y gestión.

Uno de los aspectos más útiles de la tecnología de Sistema de Información Geográfica es la posibilidad de asociar las bases de datos atributos (BDA, SERFE, SERVAS) con las bases de datos gráficas (Catastro Especializado, Mapa de suelo 1:25000). Para lo cual se requiere que cada individuo que queremos unir en el mapa y en la base de datos tengan un mismo identificador (figura 1).

Un sistema de información geográfica (SIG) particulariza un conjunto de procedimientos sobre una base de datos no gráfica o descriptiva de objetos del mundo real que tiene una representación gráfica y que son susceptibles de algún tipo de medición respecto a su tamaño y dimensión relativa a la superficie de la tierra.

A partir de la especificación no gráfica el SIG cuenta también con una base de datos gráfica con información geo - referenciada o de tipo especial y de alguna forma ligada a la base de datos descriptiva. La información es considerada geográfica si es mesurable y tiene localización.

En un SIG se usan herramientas de gran capacidad de procesamiento gráfico y alfanumérico, estas herramientas van dotadas de procedimientos y aplicaciones para captura, almacenamiento, análisis y visualización de la información geo-referenciada.
La mayor utilidad de un sistema de información geográfica está íntimamente relacionada con la capacidad que posee éste de construir modelos o representaciones del mundo real a partir de las bases de datos digitales, esto se logra aplicando una serie de procedimientos específicos que generan aún más información para el análisis.

La construcción de modelos de simulación como se llaman, se convierte en una valiosa herramienta para analizar fenómenos que tengan relación con tendencias y así poder lograr establecer los diferentes factores influyentes.

La distribución especial es inherente tanto a los fenómenos propios de la corteza terrestre, como a los fenómenos artificiales y naturales que sobre ella ocurren. Todas las sociedades que han gozado de un grado de civilización han organizado de alguna manera la información especial.

En el siglo XIX con su avance tecnológico basado en el conocimiento científico de la tierra, se produjo grandes volúmenes de información geo-morfológica que se debía cartografiar. La orientación especial de la información se conservó con la superposición de mapas temáticos especializados sobre un mapa topográfico base.

Recientemente la topografía aérea y particularmente las imágenes de satélite han permitido la observación periódica de los fenómenos sobre la superficie de la corteza terrestre. La información producida por este tipo de sensores ha exigido el desarrollo de herramientas para lograr una representación cartográfica de este tipo de información. El medio en el cual se desarrollaron estas herramientas tecnológicas correspondió a las ciencias de teledetección, análisis de imágenes, reconocimiento de patrones y procesamiento digital de información, en general estudiadas por físicos, matemáticos y científicos expertos en procesamiento espacial. Obviamente, estos tenían un concepto diferente al de los cartógrafos, con respecto a la representación visual de la información.

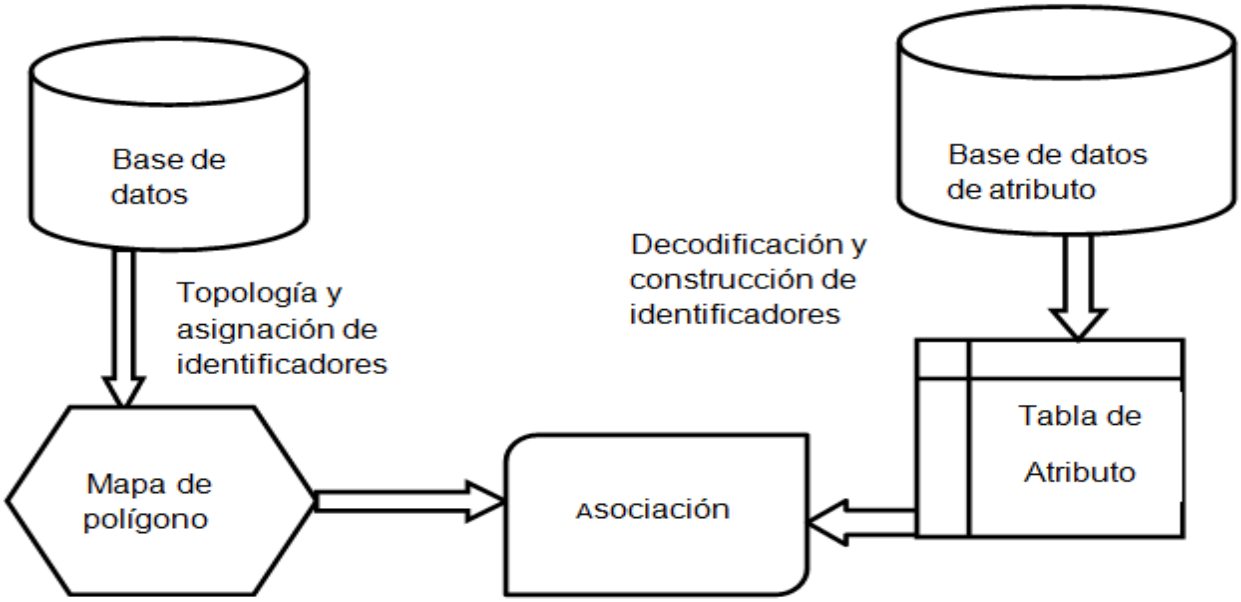


Figura 1. Procedimientos para la asociación de la base de datos digital de atributos y la base de datos digital gráfica.

1.10.2. Componentes de los sistemas sig

Los programas de SIG proveen las funciones y las herramientas necesarias para almacenar, analizar y desplegar la información geográfica. Los principales componentes de los programas son:

- Herramientas para la entrada y manipulación de la información geográfica.
- Un sistema de manejador de base de datos DBMS.
- Herramientas que permitan búsquedas geográficas, análisis y visualización.

Interface gráfica para el usuario GUI para acceder fácilmente a las herramientas. Probablemente la parte más importante de un sistema de información geográfico son sus datos. Los datos geográficos y tabulares pueden ser adquiridos por quien implementa el sistema de información, así como por terceros que ya los tienen disponibles. El sistema de información geográfico integra los datos especiales con otros recursos de datos y puede incluso utilizar los manejadores de base de datos más comunes para manejar la información geográfica.

1.10.3. Solución de problemas usando SIG

Entre las facilidades que brindan los SIG las primeras que saltan a la vista son las posibilidades de generar de forma automática mapas temáticos de cualquier variable contenida en las bases de datos (mapas de variedades, cartogramas agroquímicos, etc.). Además los SIG brindan muchas otras posibilidades que lo convierten en una herramienta de Apoyo a la Toma de Decisiones por excelencia.

De acuerdo con (Rhind, 1990), citado por (Gould and Gutierrez, 1994), las cuestiones que puede responder un SIG se agrupan en:

- Localización: recupera información sobre un lugar determinado.
- Condición: visualizar las localizaciones que cumplen determinadas condiciones.
- Tendencias: tiene en cuenta la componente temporal.
- Rutas: calcula caminos óptimos.
- Pautas: determina patrones especiales de distribución de un fenómeno.
- Modelos: el SIG como herramienta de predicción.

1.10.4. Ventajas de la aplicación de los SIG

El uso de la tecnología de los SIG permite la disminución de tiempo para realizar los análisis especiales, mayor precisión en el trabajo, minimiza la subjetividad en el proceso de toma de decisiones; brinda la posibilidad, de observar los mapas temáticos y al mismo tiempo los atributos que se deseen de las bases de datos del área. Otras funciones de carácter más analítico pueden realizarse de forma automática en un SIG, como son el cálculo de las dosis de fertilizantes minerales y el despliegue de ‘mapas de Dosis’, mediante el empleo de reglas de decisión.

- La modelación matemática es otra de las posibilidades que pueden llevarse a cabo mediante esta tecnología lo que posibilita una mayor interpretación y comprensión de los fenómenos, ayudando a su predicción y control así por ejemplo mediante los SIG se puede simular fenómenos como la erosión y el riesgo potencial a las inundaciones

2. Materiales y Métodos

La investigación fue realizada mediante la recopilación, análisis y síntesis de la información existente en los diferentes organismos responsabilizados con el estudio y administración de los recursos naturales en el territorio de la sub.-cuenca Yabú-Magüaraya perteneciente a la cuenca hidrográfica del Río 'Sagua la Grande' que permitieran realizar un diagnóstico y de esta forma identificar los factores que limitan la actividad agropecuaria y atentan contra el medio ambiente.

2.1. Diagnóstico de la subcuenca hidrográfica Yabú-Magüaraya.

La evaluación del estado actual de la subcuenca se realizó a través de la Guía oficial para el estudio de las cuencas hidrográficas en Cuba: analizándose los aspectos siguientes:

- Clasificación
- Situación Geográfica
- Caracterización física-geográfica
- Caracterización socio-cultural
- Caracterización de las principales actividades productivas
- Principales problemas ambientales

2.2. Diagnóstico del municipio de Cifuentes

Por la importancia institucional del municipio de Cifuentes en el territorio de la sub-cuencas Yabú-Magüaraya se le dio un tratamiento especial a la caracterización sociocultural de esta área administrativa enfocando el trabajo hacia el autoabastecimiento de la población existente en el mismo

2.3. Criterios utilizados para la clasificación de la subcuenca

La clasificación de la subcuenca se utilizará teniendo en cuenta su uso, vocación y potencialidades según la metodología de (Faustino, 1997), (Cammom, 1994).

2.4. Método para la caracterización físico- geográfica de la subcuenca Yabú-Magüaraya

La subcuenca se delimitó mediante el trazado de los parte-aguas automáticamente utilizando el programa del Arc-GIS 10 y otros programas anexos como el Arc-Map, Arc-Info; y las curvas de nivel de las Cuenca Sagua la Grande Se hizo un análisis de la información del clima, relieve, hidrología, suelos, flora y fauna, utilizando como método la revisión de datos primarios y segundarios reflejados en los documentos rectores de los sectores que se encuentran en la subcuenca relacionados a continuación.

Se determinó el nivel de Disponibilidad Hídrica por habitante. (*IcD)* en la sub-cuenca realizándose un balance de las existencias y demandas de agua en el territorio, en el que intervinieron los siguientes elementos

- Disponibilidad de agua subterránea en el territorio de la subcuenca.
- Disponibilidad de agua superficial en el territorio de la subcuenca.
- Características de los embalses (presas, micro-presas y mini-presas).
- Análisis de la disponibilidad vs. demanda.
- Uso para la agricultura, para la industria, abastecimiento a la población y otros usos.

El agua disponible por habitantes se calculó determinando la relación entre la reserva total de agua (subterránea + superficial), y el número de habitantes de la región, luego el valor resultante fue comparado con la tabla de indicadores de disponibilidad hídrica de, (Jiménez, 2011), para clasificar el grado de disponibilidad.

La demanda per-cápita de agua para la población según la (Norma-Cubana:53-91.83, 1981) del Instituto Nacional de Recursos Hídricos fue utilizada para determinar las necesidades de la población y se da en las Tabla No1 .

Tabla 1. Demanda de agua per cápita (l/hab./día) de la población.

Población	**Según su Uso**					
(miles de habitantes)	**Doméstico**	**Comercial y Público**	**Industrias Locales**	**Propio del Sistema**	**Demanda Total (l/hab/día)**	**Demanda Total (m^3/hab/año)**
<20	100	20	3	2	125	45.6
2.2-10.0	125	45	7	3	180	65.7
10.0-25.0	160	62	8	5	235	85.8
25.0-50.0	170	77	8	5	260	94.9
50.0-100	180	90	9	6	285	104.0
100-150	190	95	9	6	300	109.5
150-300	190	100	20	10	320	116.8
300-500	200	105	25	10	340	124.1
>500	200	120	40	10	370	135.0

Nota: Todos los valores incluyen las pérdidas en los sistemas de entrega y distribución (15-20 %). No se incluye el consumo de las empresas industriales cuya producción no se destina a la localidad, por lo que su cálculo deberá hacerse por separado.

El grado de disponibilidad ase determinó auxiliado de la tabla de indicadores de disponibilidad hídrica de, (Jiménez, 2011)

Tabla 2. Indicador Clásico de Disponibilidad Hídrica por habitante. (*IcD)*

Categoría	**Disponibilidad per cápita por año**	**% de países**
Muy Bajo	1 000 m^3 o menos	14
Bajo	Entre 1 000 y 5 000 m^3	37
Medio	Entre 5 000 y 10 000 m^3	14
Alto	10 000 m^3 o más	35

La disponibilidad de agua subterránea y superficial en el territorio de la sub-cuenca y. las características de los embalses (presas, micro-presas y mini-presas) fue obtenido del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos

2.5. Caracterización de la flora.

La información fue obtenida en la empresa forestal, servicio estatal forestal provincial y el proyecto de ordenación forestal de la provincia de Villa Clara, donde se determinó:

- Superficie boscosa de la subcuenca hidrográfica y del municipio.
- Propuestas de plan para el incremento de la superficie boscosa. (proyección).
- Relación de especies recomendadas en la faja hidro-reguladora.

2.6. Métodos y fuentes de obtención de datos para la ejecución de la caracterización socio-cultural

La caracterización socio-cultural se realizó utilizando como método la revisión de datos primarios existentes en la dirección municipal de estadística, la dirección del gobierno del municipio, los presidentes de los consejos populares, entre otras.

2.7. Métodos para la identificación de los principales problemas ambientales.

Los problemas ambientales se identificaron a través de la revisión de datos primarios, resúmenes de la actividad del CITMA en el municipio de Cifuentes. Entrevistas con especialistas del CITMA, salud pública y el registro de los focos contaminantes de la provincia de Villa Clara.

2.8. Estudio del medio físico agua

La información de los recursos hídricos fue suministrada por la Empresa Provincial de Aprovechamiento Hidráulico de Villa Clara (2005-2006) del territorio de Cifuentes.

2.9. Clima.

La caracterización del clima se realizó acorde al mapa de regionalización climática general de la república de Cuba (Díaz-Cisneros, 1989) y. los datos empleados climáticos empleados corresponden a la Estación Meteorológica de la Empresa Agropecuaria 'Valle del Yabú'.

2.10. Estudio del medio físico suelo.

La información de suelos fue suministrada por el laboratorio provincial de suelos del MINAGRI en Villa Clara, el centro nacional de referencia de suelos (Cuba-NASCRE, 1994) y la subdirección de servicios científico-técnicos de la Estación Territorial de Investigaciones de la caña de azúcar de Villa Clara-Cienfuegos-Sancti Spíritus.

2.11. Evaluación de la aptitud física de las tierras

Para la evaluación cuantitativa de la productividad de los suelos se utilizó el software CERES (Dueñas-García, 2006).

.

2.12. Balance alimentario

El balance alimentario se realizó calculando las producciones posibles a obtener teniendo en cuenta los rendimientos promedios obtenidos en los últimos años y las áreas programadas a sembrar o plantar de los diferentes cultivos en los próximos años, teniendo en cuenta los pércapitas programados de entrega a la población por parte de la agricultura.

3. Resultados y discusión

3.1. Caracterización de la subcuenca hidrográfica Yabú-Magüaraya.

La subcuenca Yabú-Magüaraya se localiza en el nor-este de la cuenca hidrográfica del Río Sagua la Grande (figura 2) y abarca una superficie de aproximadamente 256 km^2. En el territorio se desarrollan importantes actividades socio-económicas y sociales como son: la producción azucarera, empresas pecuarias vianderas, frutales, granos y hortalizas, policlínicos, escuelas urbanas y rurales, círculos infantiles, hogar de ancianos, entre otros. La subcuenca comprende parte del municipio Cifuentes.

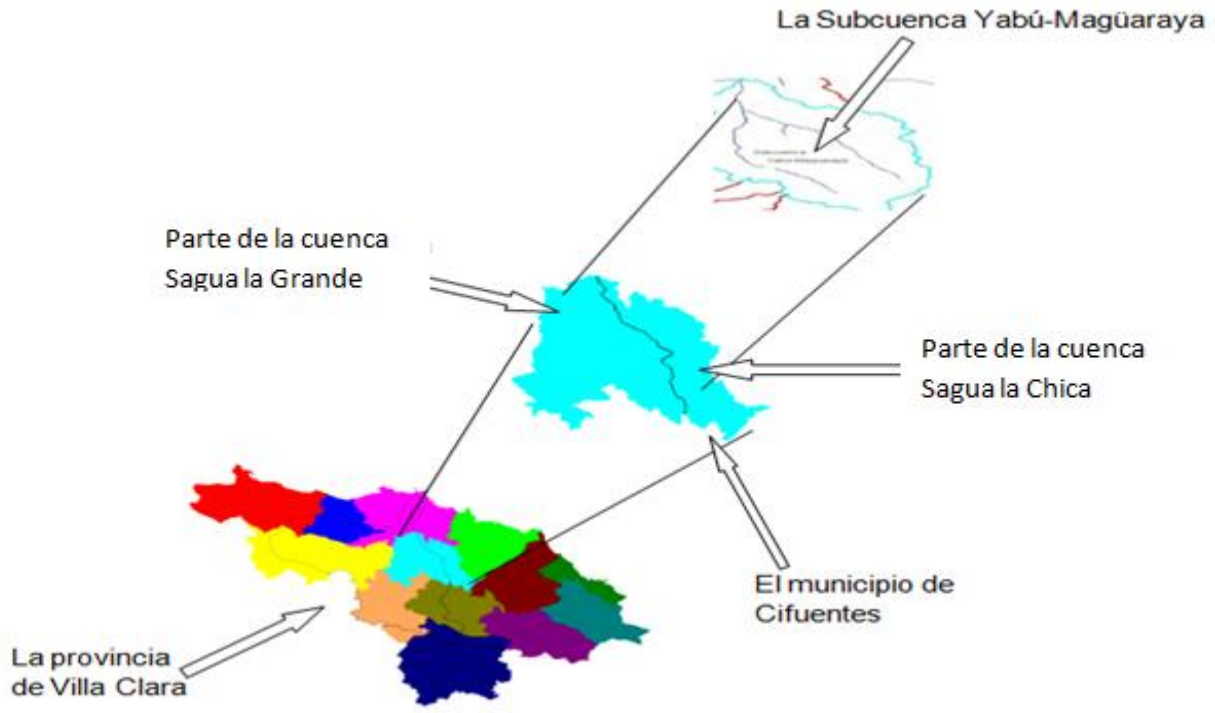


Figura 2: Localización de área de estudio.

Como se observa en la figura 2 el municipio de Cifuentes se encuentra entre las cuencas Sagua la Grande y Sagua la Chica. Aproximadamente un 70 % del mismo se encuentra en la primera.

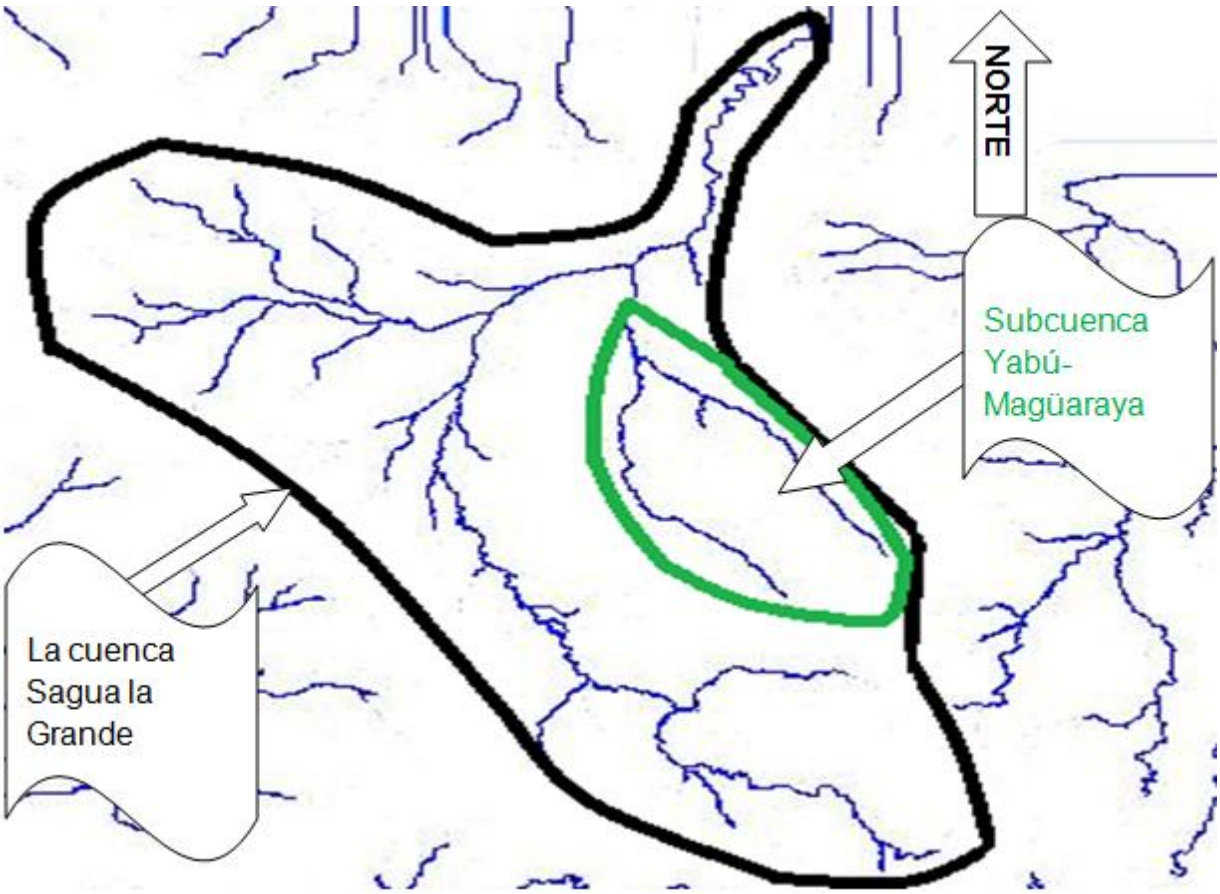


Figura 3. Ubicación Geográfica de la subcuenca Yabú-Magüaraya en la cuenca.

En la figura 3 se muestra el área de la subcuenca Yabú-Maguaraya, la cual debe su nombre a que esta conformada fundamentalmente por los territorios de los ríos Yabú y el Maguaraya; este último como un afluente principal del primero que desemboca en el río Sagua la Grande. Actualmente influenciado por el embalse Alacranes.

3.2. Clasificación de la subcuenca Yabú-Magüaraya.

La subcuenca Yabú-Magüaraya ocupa un área aproximadamente de 256 km^2 y se considera como una subcuenca por presentar escurrimientos superficiales de corrientes mayores que fluyen hacia el río principal de la cuenca fluvial. Teniendo en cuenta su uso, vocación y potencialidades, clasifica como de producción agrícola según la metodología establecida por (Faustino, 1997), (Cammom, 1994).

3.3. Clima de la subcuenca Yabú-Magüaraya

Los datos de los diferentes elementos que intervienen en el clima del territorio de la subcuenca se muestran en la tabla 3. El clima se clasifica como tropical con verano húmedo, con régimen de humedad alternante caracterizado por un período húmedo de

mayo a octubre con una caída en Julio y un período seco de Noviembre a Abril. La lluvia anual es de 1372 mm de la cual el 75,73 % cae en el periodo húmedo.

.

Tabla 3. Datos climáticos de la subcuenca Yabú-Magüaraya.

Elementos	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T. Máx. (ºC)	26.6	26.9	28.9	30.3	31.2	31.5	32.1	32.2	31.4	29.9	28.1	27.0
T. Mín. (ºC)	15.3	15.4	16.9	17.9	20.0	21.4	21.5	21.5	21.3	20.6	18.6	16.4
HR m (%)	81	78	76	77	78	82	81	81	84	85	84	83
Preci. (mm)	40	53	77	45	190	181	132	166	210	160	92	26
Rad. Solar (mj/m^2/día	19.2	20.6	21.6	22.7	19.5	17.3	18.3	19.5	20.3	20.2	18.9	18.4

Fuente: (Pérez et al., 2010)

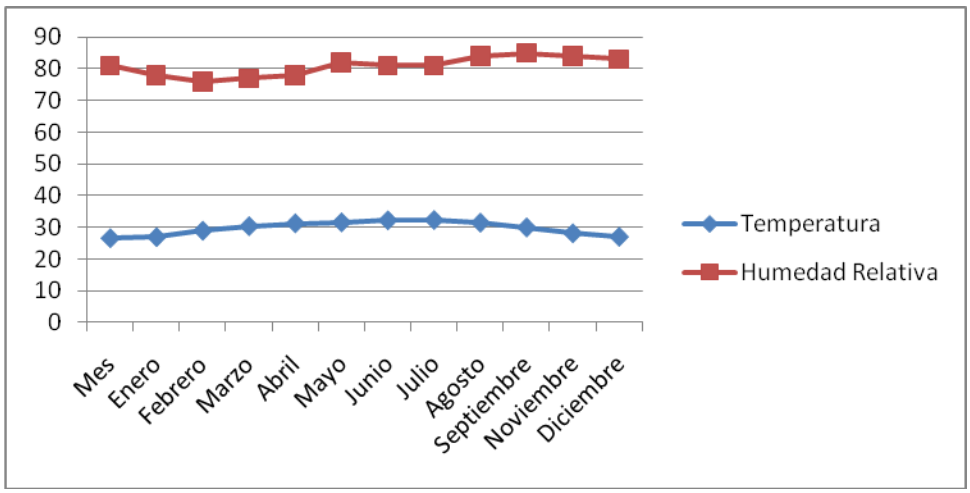


Figura 4. Temperatura y humedad relativa en el territorio de la subcuenca Yabú-Magüaraya.

Como se aprecia en la figura 4, los meses más calurosos son Julio y Agosto con 32,1 ^{0} C y 32,2 ^{0} C respectivamente y el más frio es Enero con 26.6 ^{0} C, mientras la mayor radiación solar ocurre en Abril. El mes más lluvioso es Septiembre con 210 mm seguido de Mayo y Junio en este mismo orden, mientras los meses más secos son Enero, Febrero y Diciembre.

.

Como se ve en la figura 5, el mes más lluvioso es Septiembre con 210 mm y el menos lluvioso es el Diciembre con 26 mm. Teniendo en cuenta los valores que presentan estos indicadores en la región podemos decir que están en el rango óptimo para el desarrollo de los cultivos.

Figura 5. Refleja la distribución mensual de la precipitación y la radiación solar en la subcuenca hidrográfica Yabú-Magüaraya.

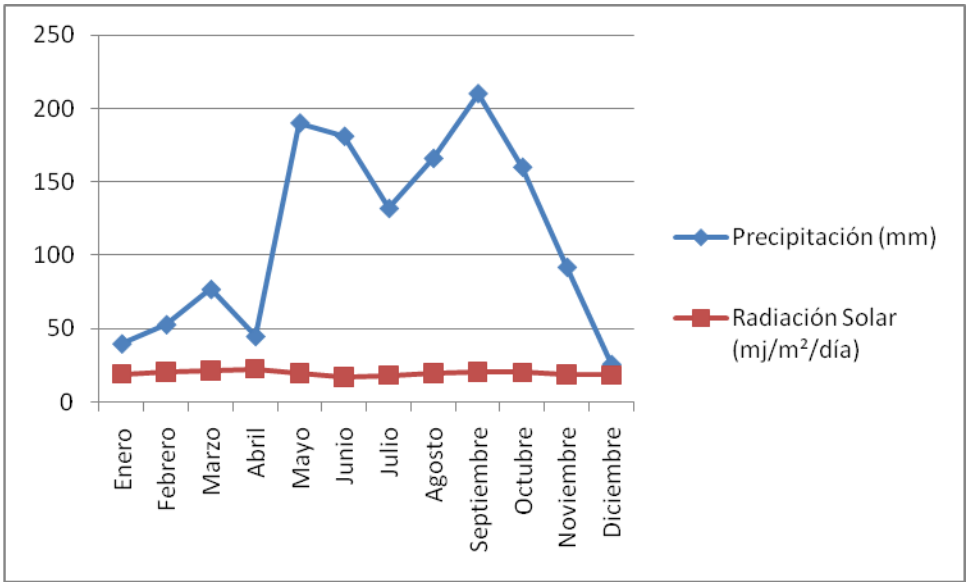


Tabla 4. Distribución de las tormentas locales severas (TLS) por municipios en Villa Clara.

Municipio Cifuentes	**E**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**
TLS	0	0	2	0	5	7	3	4	1	2	0	2
# de días con TLS por mes	1	11	20	17	31	30	14	13	18	10	2	8

Fuente: (Centro-Meteorológico-Provincial, 2002).

La distribución de las Tormentas Locales Severas que han afectado el municipio de Cifuentes en el periodo 1886-1986 se dan en la tabla 4 según cronología de Alfonso (1994) y completada hasta el 2002 por el Centro Meteorológico Provincial.

Cifuentes no se encuentra entre los municipios más afectados en la provincia de Villa Clara, según estudios realizados en el periodo 1981-1994.

3.4. Recursos hídricos en el territorio de la subcuenca Yabú-Magüaraya

Como se puede observar en el gráfico 4, el territorio de la subcuenca Yabú-Magüaraya se encuentra en la zona 1 que es una de las más afectadas por las precipitaciones en los últimos70 años y por lo tanto los estudios que se realicen para analizar este recurso adquiere un nivel alto de importancia.

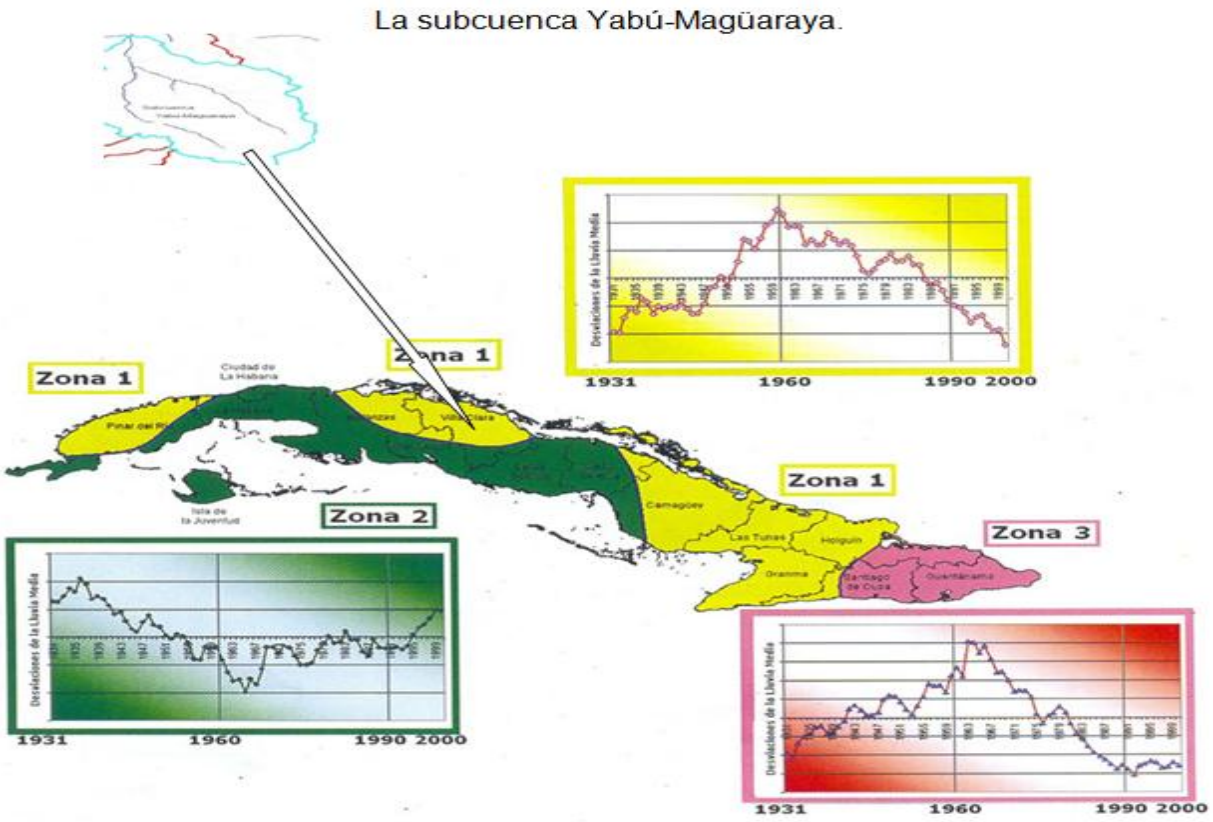


Figura 6. Zona de afectación en que se encuentra el territorio de la subcuenca Yabú-Magüaraya. **Tomado de la revista de Voluntad Hidráulica número 98 del INRH.**

3.4.1. Red hidrográfica en el área de la subcuenca Yabú-Magüaraya

La subcuenca Yabú-Magüaraya posee una amplia red hidrográfica como se puede apreciar en la figura 5, constituida fundamentalmente por los ríos Yabú y Magüaraya a lo que contribuyen diferentes afluentes.

3.4.1.1. Hidrología

Gran parte del territorio se encuentra dentro de dos Cuencas: la cuenca hidrográfica del río Sagua La Grande, que posee 3 subcuencas: Magüaraya, Yabú, Sitio Grande–Mariana y la Cuenca hidrográfica del río Sagua la Chica que tiene la subcuenca Ochoa–Ayagán; sin embargo las corrientes superficiales del área que abarcan los consejos populares Unidad Proletaria y Mariana no tributan a ninguna de estas dos

cuencas, sino que lo hacen directamente hacia canales y esteros de la costa norte limítrofe con Encrucijada y Sagua la Grande. Esta zona es cruzada por el río Arrollo Blanco'.

El territorio cuenta con una abundante red de ríos y arroyos de poco caudal, así como de arroyuelos intermitentes.

Los principales ríos son: Yabú, Magüaraya y Ochoa. El más importante es el Magüaraya que en toda su extensión serpentea dentro del municipio y cuenta con abundantes afluentes entre los que se destacan Magdalena, Candilejas y Valencia.

Por su parte el Yabú ubica por la zona suroeste limítrofe con los municipios Santo Domingo y Ranchuelo, siendo sus principales afluentes el Magüaraya y el Biajaca.

El Ochoa constituye el límite con Santa Clara y su afluente más importante es el Ayagán. Por el norte corre el Arroyo Blanco que es un afluente del Sagua La Grande.

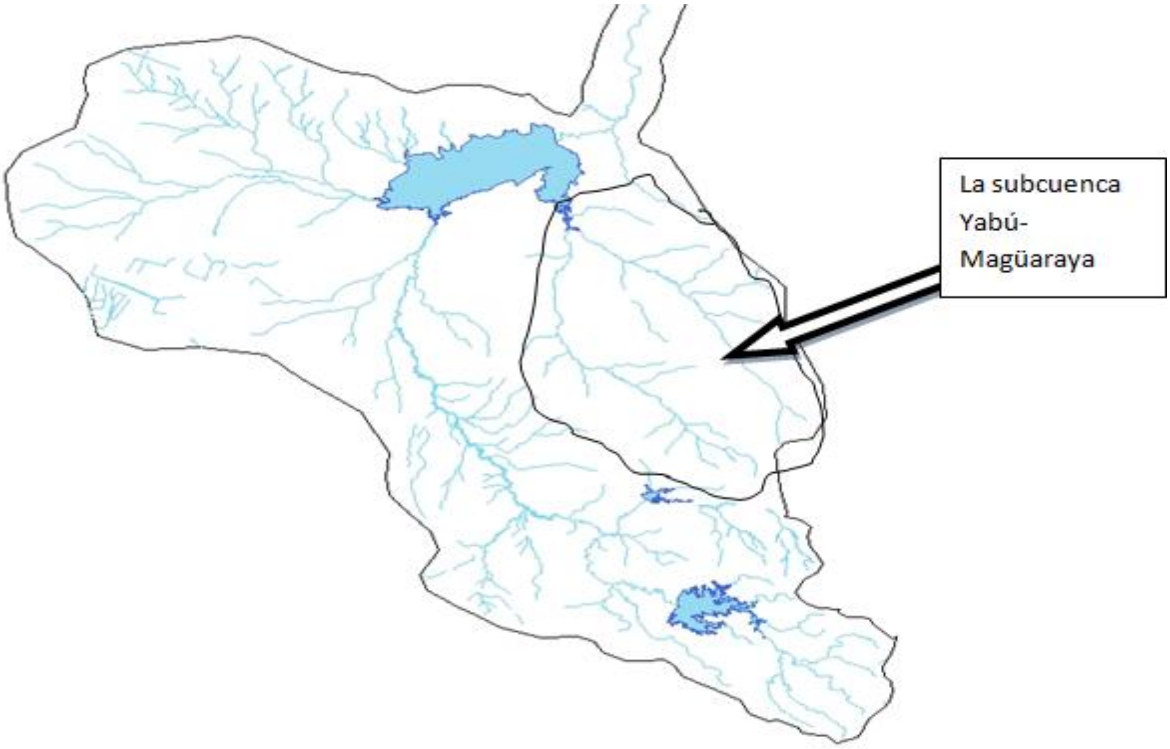


Figura 7. Red hidrográfica de la subcuenca Yabú-Magüaraya.

Posee un potencial en espejos de agua de 453.03ha, de ellas 402.55 en ríos y 52.48 en presas y micro-presas.

Los ríos Yabú y el Magüaraya que son los ríos fundamentales de la subcuenca se caracterizan por los parámetros que aparecen en la tabla 5.

Tabla 5. Aprovechamiento del escurrimiento anual.

Río	Cierre	Ac (Km^2)	L (Km)	Hm (m)	W_0 (Hm^3)	$W_{75\%}$ (Hm^3)
Yabú	Carmelo	164.00	27.445	91.00	45.92	27.32
Magüaraya	Magüaraya	92.00	25.234	112.00	27.69	17.25
Total	Yabú-Magüaraya	256	50.679	203	73.61	44.59

Fuente: (Jiménez, 2011)

- **Características de los ríos y afluentes**

- **Río Yabú**:

Nace al NE de la ciudad de Santa Clara, en un lugar conocido por La Estrella, a una altura aproximada de 110 msnm, y continúa su rumbo NW hasta desembocar en el embalse Alacranes. Su fondo tiene fango y piedras y muestra bastante sinuosidad en su curso medio, siendo su régimen permanente.

La cuenca es una llanura ondulada, sus laderas tienen poca pendiente. Su vegetación principal está compuesta por caña, árboles, arbustos y cultivos varios de pequeños agricultores y de la Empresa Agropecuaria 'Valle del Yabú'

.

Tiene como afluentes por la margen izquierda a Magüaraya, Mabujina, Guásima y Biajaca.

- **Río Magüaraya:**

Nace al este del poblado de Hatillo, a una altura aproximada de 100m sobre el nivel del mar, haciendo su recorrido lineal hacia el NW hasta desembocar en el río Yabú, Observándose piedras de fondo y sinuosidad en el cauce.

La cuenca es una llanura ondulada, con poca pendiente de sus laderas, aunque tiene una zona montañosa formada por las lomas Sin Nombre. Su vegetación está compuesta principalmente por caña, árboles, frutos menores, pastos, palmares y marabú. Tiene intermitencia esporádica.

Por la margen izquierda recibe el aporte de varios afluentes entre ellos:

- **Río Valencia**: Nace al oeste de Cifuentes. El cauce es estrecho, existiendo piedras en su lecho. Su corriente tiene intermitencia esporádica.

De la carretera que va desde Sin Nombre a Cifuentes en su intercepto se observa el río Valencia y cercano a ese lugar tiene una micro-presa que fue construida con el objetivo de regar caña fundamentalmente, pero en la actualidad se utiliza para cultivos varios de la Granja y Cooperativa. Con abundante vegetación compuesta por numerosos árboles maderables, cultivos varios y caña.

- **Río Candilejas**: Afluye al río Magüaraya al sur de Cifuentes. Su cauce es estrecho, con poca pendiente de sus laderas, estando estas con abundante vegetación. Su corriente es esporádica intermitente. La vegetación está compuesta por palmas, cultivos varios, cañas, arbustos y árboles.

- **Río El Barro**: Afluye al río Magüaraya aproximadamente 1.5 km aguas arriba del Candilejas. Su cauce está definido, teniendo en su fondo arena y laja, aunque se ve tupido debido a la caña brava, siendo una zona ligeramente ondulada. Su corriente tiene intermitencia ondulada.

- **Río Magdalena:** Afluye al río Magüaraya al oeste de Cifuentes aproximadamente a 300 m del lugar donde recibe su aporte este río del Valencia, pero por la otra margen la carretera que va de Cifuentes a Sitio Grande tiene un puente construido sobre el río Magdalena y allí recibe el vertimiento de materiales de desecho (basura) del pueblo. Tiene cauce definido. Su corriente se corta todos los años. La vegetación está compuesta principalmente por árboles, arbustos y cultivos varios.

- **Río Mabujina:** Nace de manantiales superficiales en la zona conocida por Caratas, Manicaragüa, afluye al río Yabú cerca del nacimiento de este. Su cauce es estrecho y tiene poca pendiente en sus laderas. Tiene una corriente con intermitencia esporádica, su caudal se ve afectado debido a la explotación desorganizada de que es objeto por bombas y micro-presas. Sus suelos están cultivados en un alto por ciento.

- **Río Guásima:** Nace de manantiales en lugar conocido por El Llano, fluye al río Yabú al NW del pueblo San Diego del Valle. Su cauce es estrecho, con poca pendiente de sus laderas. Su corriente se corta todos los años. La vegetación está compuesta principalmente por árboles, arbustos y frutos menores. También

de explotar por medio de bombas, usándose paral riego de arroz, cebolla, frijoles, etc.

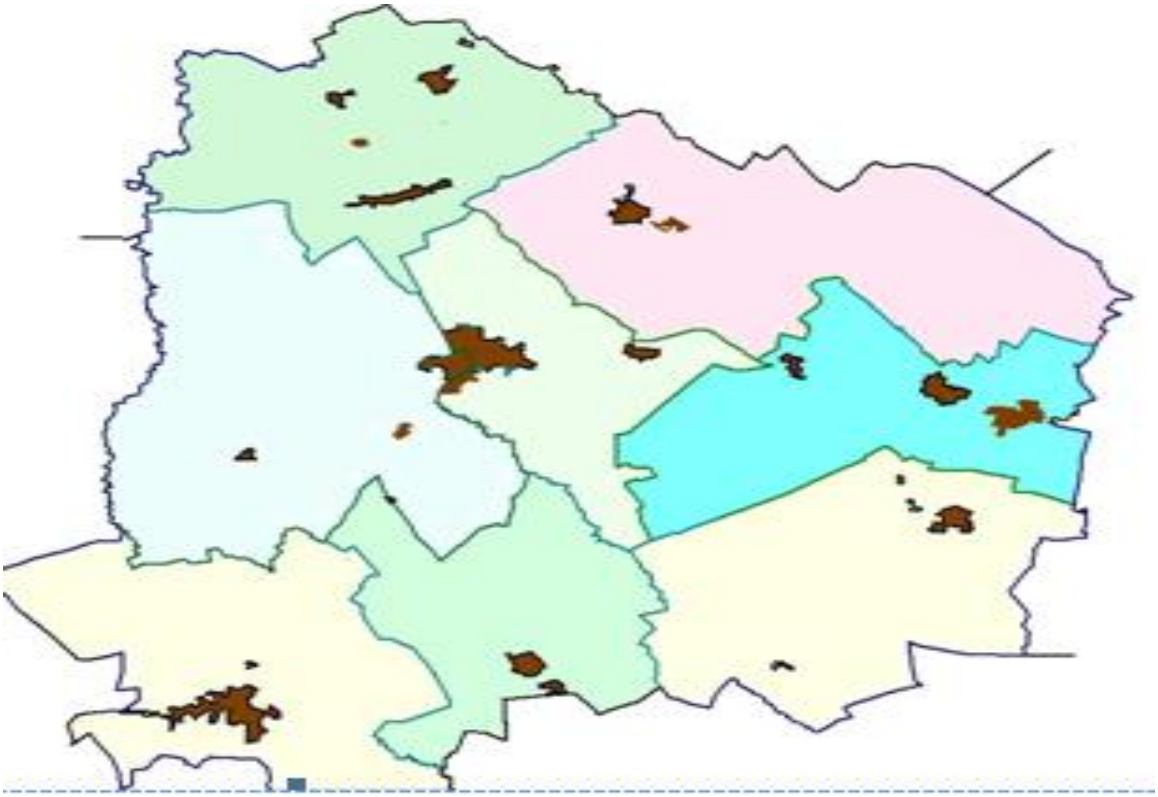
- **Río Biajacas:** Nace en la finca San José, Corralillo, fluye al río Yabú al SE del pueblo de San Diego del Valle. Su cauce es estrecho, poco profundo, aunque es definido. Sus laderas tienen poca pendiente y abundante vegetación en el cauce. Su corriente se corta todos los años. La vegetación está compuesta por árboles, arbustos, caña y frutos menores. Tienen varias micro-presas.

3.4.1.2. Potencial de agua superficial

El potencial de agua superficial está determinado por el agua superficial regulada y no regulada. El agua regulada viene definida especialmente por las presas, micro-presas y tranques y el agua no regulada por la captación directa de los ríos. En la subcuenca Yabú-Magüaraya la situación es la siguiente:

- **Agua regulada**

En el territorio de la subcuenca Yabú-Magüaraya, el agua regulada superficial se considera fundamentalmente por la de los embalses que aparecen en la tabla 6 y los mismos tienen una capacidad total de de 1.28 Hm^3. Existen además otras pequeñas micro-presas que suministran agua a la agricultura con valores mucho menores y que no registramos en este estudio. Sirva para ilustrar estas micro-presas la figura 6 correspondiendo al municipio de Cifuentes.



Mapa 1. Municipio de Cifuentes y sus diferentes embalses.

Tabla 6. Capacidad de los principales embalse de la subcuenca Yabú-Maguaraya (Hm^3).

Micro-presa	**V_{EMB} en Hm^3**	**U_N en Hm^3 (Disponibilidad)**	**Coordenadas**	
			N	**E**
Yabú 1	0,53	0,42	295.800	601.040
Los Leones	1,07	0,86	310.200	595.100

Fuente: (Jiménez, 2011)

- **Agua no regulada**

De acuerdo a la información recibida por parte del departamento de aprovechamiento hidráulico del INRH, el volumen de agua captada directamente de los ríos Yabú y Magüaraya alcanza 5,609Hm^3 por lo tanto el potencial total de agua superficial llega a ser 6,889 hm^3.

3.4.1.3. Potencial hidrogeológico

La hidrogeología subterránea es una faceta de la hidrología que trata de las aguas que están almacenadas y discurren dentro de la tierra. Su determinación es altamente compleja y está vinculada a nivel de las precipitaciones anuales, las capas geológicas y la acuosidad de las características de las rocas de acuíferos.

Las aguas subterráneas en el territorio de la cuenca y subcuencas del río Sagua la Grande son libres: (al menos en el primer acuífero) y por lo tanto yacen a diferentes profundidades en dependencia de las propiedades de las rocas más predominantes en lo que influye la porosidad y fracturación y las particularidades del relieve (geomorfología).

En caso de la subcuenca Yabú-Magüaraya como parte de la cuenca Sagua la Grande está considerada como el tramo VC VII-1d el cual aparece reflejado en la figura 7.

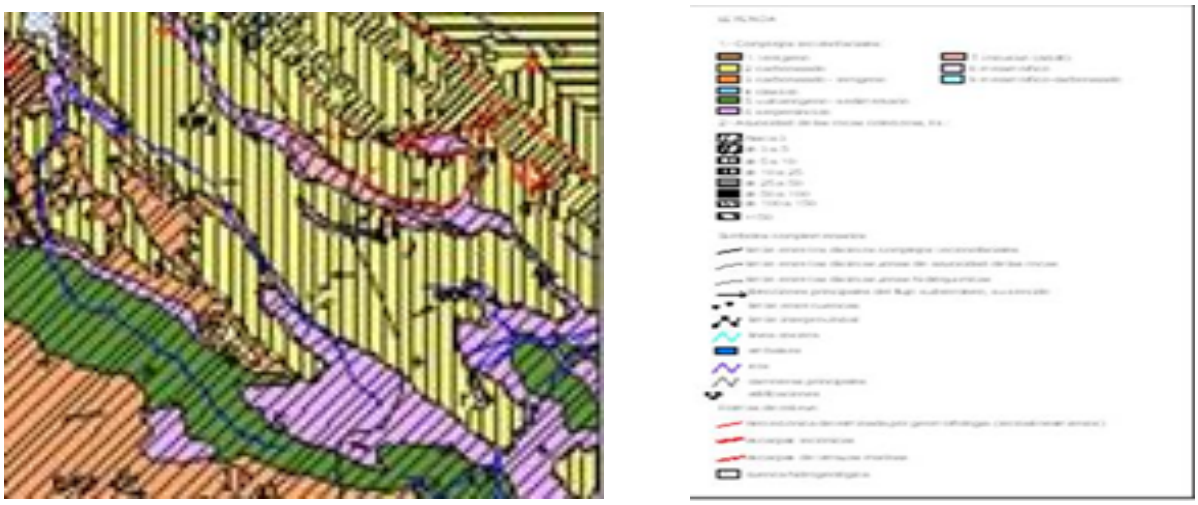


Figura 8. Mapa hidrogeológico de la subcuenca Yabú-Magüaraya.

Los volúmenes potenciales de agua de acuerdo a los estudios realizados alcanzan los 7,50 Hm^3.

- **Disponibilidad potencial del agua en el territorio de la subcuenca Yabú-Magüaraya**

La disponibilidad de agua en una cuenca o subcuenca hidrográfica queda determinada por un grupo de factores como son: las condiciones climáticas e hidrológicas en el área determinada; pero muy fuertemente correlacionadas con otros componentes ambientales y sociales (García y Candero Corales, 2008).

En el territorio de la subcuenca Yabú-Magüaraya la disponibilidad potencial existente, así como la extracción ha sido variable a través de los años. Teniendo en cuenta lo planteada, se determinó que para los fines (abasto de agua para el riego, industria,

población, ganado y otros, el volumen de agua aproximado que se dispone para el territorio es de 81,11 Hm^3 como aparece en la tabla 7.

Debe entenderse que esta disponibilidad está determinada por dos elementos fundamentales que son: el escurrimiento medio anual y el volumen potencial de agua subterránea para el territorio.

Tabla 7. Disponibilidad potencial de agua en la subcuenca Yabú-Magüaraya en Hm^3.

Recurso	**Potencial Hm^3**		
	Total	**Aprovechable**	**Disponible**
Superficial	73,61	44,57	1,28
Subterráneo	7,50	7,50	7,50
Total	81,11	52,07	8,78

(Jiménez, 2011)

- **Disponibilidad de agua por habitante por año:**

En función de lo planteado la disponibilidad de agua en m^3 por habitante por año para los residentes del territorio de la subcuenca Yabú-Magüaraya que en esto caso se encuentra en el municipio de Cifuentes puede determinarse si se suma los siguientes valores:

- ✓ Agua Subterránea: 7,50 Hm^3 = 7500000 m^3
- ✓ Agua Superficial: 73,61 Hm^3 = 73610000 m^3
- ✓ la cantidad de habitantes: 27709

La disponibilidad potencial de agua será de: 8111000 m^3, y el volumen de **agua/habitante/año:2927.2 m^3.**

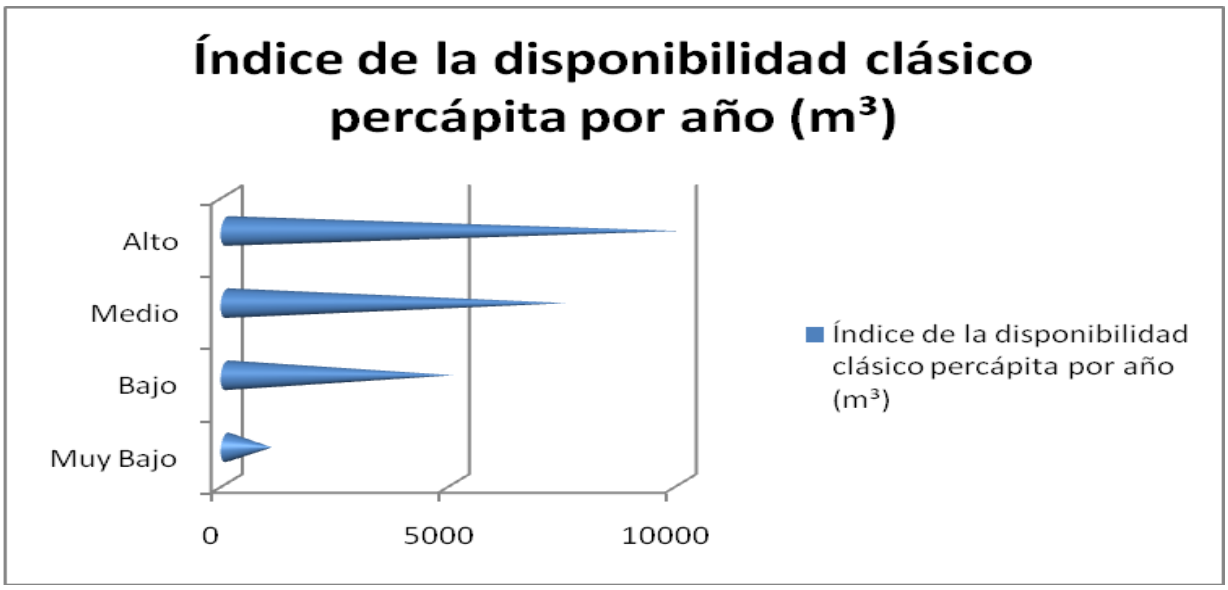


Figura 9. Índice de la disponibilidad clásico de agua por habitante según (Pérez, 2002).

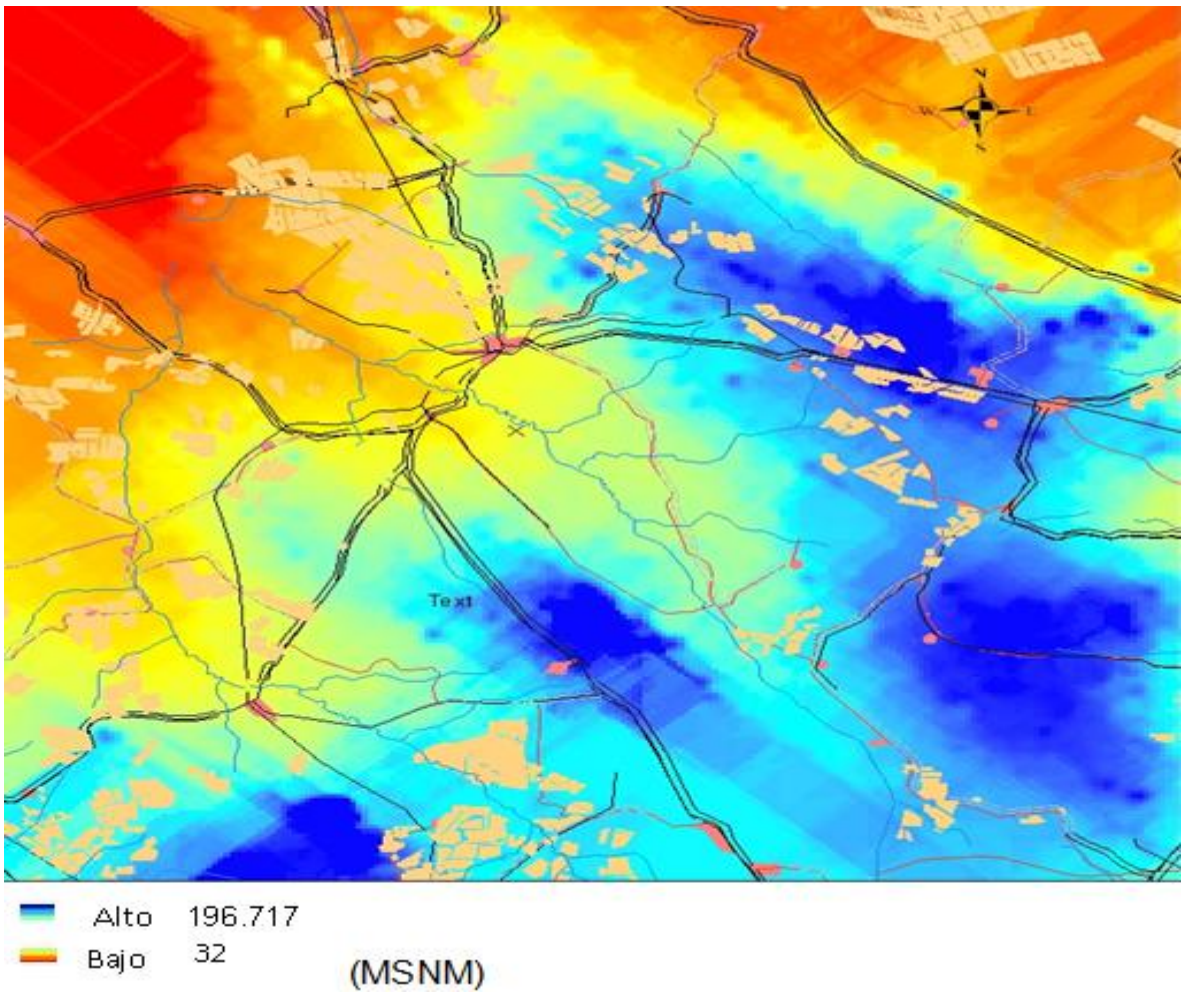
Por lo tanto si se tiene en cuenta el índice de disponibilidad clásico planteado en la figura 8 puede considerarse la situación como **bajo** (Jiménez, 2011).

Cuando se compara este valor con lo correspondiente a la provincia de Villa Clara es ligeramente superior a los otros municipios pero, muy por debajo de los valores que indican una plena satisfacción para Villa Clara que es de 2300 **m^3.**

3.4.1.4. Red de drenaje natural del territorio. Zonas inundables.

El escurrimiento superficial se encuentra dirigido hacia el norte, con más de 20 torrentes de los cuales cerca de un 90 % tributa hacia la cuenca hidrográfica del río Sagua la Grande y el resto hacia la cuenca hidrográfica del río Sagua la Chica.

En el mapa 4, puede observarse las zonas de mayor inundación del municipio de Cifuentes que forma parte del territorio de la subcuenca Yabú-Magüaraya.



Mapa 2. Vulnerabilidad por inundación en el territorio. msnm **=** metros sobre el nivel del mar.

3.4.1.5. Abasto de agua a la agricultura

El área bajo riego en el territorio de la subcuenca es sólo el 2.63 % de la superficie cultivada, lo cual se convierte en un serio problema para el rendimiento de los cultivos lo que en su mayoría están a expensas de la naturaleza.

Principales problemas ambientales de la subcuenca Yabú-Magüaraya

Los principales problemas en el territorio de la subcuenca Yabú-Magüaraya relacionadas con los recursos hídricos son:

- **Contaminación de las aguas terrestre con los focos contaminantes existentes.**

En el territorio de la subcuenca Yabú-Magüaraya existen muchos puntos de vertimiento de residuales que en forma directa afecta tanto la corriente superficial como subterránea y no existe un tratamiento primario de los desechos. Estos puntos constituyen focos contaminantes de las aguas superficiales y subterráneas siendo detectado en el territorio los siguientes:

- ❖ Fábrica Conservas Álvaro Barba
- ❖ Unidad Empresarial de Base Semilla
- ❖ Fábrica Conservas Reinado
- ❖ UEB Materiales de la Construcción Baldosa
- ❖ Centro Integral Porcino Calabazar
- ❖ Asentamiento Cifuentes
- ❖ Asentamiento San Diego
- ❖ Asentamiento Mata

- **Desechos de los asentamientos urbanos**

Como ya se dijo en el área de la subcuenca existe una población superior a los 27000 habitantes y la mayoría se agrupan en consejos populares.

La situación actual es crítica en cuando a la distribución de agua potable, pues no existe acueducto y la generalidad de la población se abastece únicamente de pozos criollos, lo que significa que está altamente expuesta a las enfermedades de transmisión hídrica ya que la generalidad de sus pozos, en mayor o menor grado se encuentra contaminados.

3.5. Recurso suelo en la subcuenca Yabú-Magüaraya

3.5.1. Suelos y uso actual

Durante las últimas décadas la mayor parte de los suelos del territorio se destina al cultivo de la caña de azúcar, estando sujeta a altos niveles de mecanización y fertilización.

Existen otras áreas destinadas a cultivos varios y ganadería, con el propósito de autoabastecer de alimentos a su población.

El consejo Cifuentes Oeste es el más grande del municipio de Cifuentes con 6790 ha y el más chiquito es el Cifuentes Este con 3100 ha. El consejo San Diego de Valle es el que tiene menos porcientos de área ociosa.

3.5.2. Caracterización de los suelos

Los suelos son generalmente pardos derivados de rocas calcáreas y efusivas o sedimentarias con diferentes contenidos de carbonato de calcio.

En la región existen fundamentalmente 4 agrupamientos de suelos de acuerdo a la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Hernández y col, 1999) (tabla 11 y mapa 1).

Principales agrupamientos del suelo de la subcuenca Yabú-Magüaraya acorde a la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Hernandez and Col, 1999)y la II CGSC (Instituto-de-Suelos, 1975).

Tabla 8. Principales agrupamientos del suelo de la subcuenca Yabú-Magüaraya

Nueva Versión de CGSC (Hernández y col, 1999)		**II Clasificación Genética de Suelos de Cuba (Hernández y col, 1975)**	
Agrupamiento	**Tipo**	**Agrupamiento**	**Tipo**
Pardo Sialítico	Pardo	Pardo	Pardo con carbonatos
Húmico Sialítico	Húmico Calcimórfico	Húmico Calcimórfico	Húmico carbonático
Vertisol	Vertisol Pélico	Oscuro plástico o vertisuelo	Oscuro plástico no gleyzado y gleyzoso
Fersialítico	Fersialítico pardo rijozo	Fersialítico	Fersialítico pardo rijozo

3.5.2.1. Pardos sialíticos tipo pardo (pardo con carbonatos).

Son los suelos más abundantes de la región, de perfil A B C se caracterizan por una evolución sialítica relativamente joven en un medio rico en carbonato de calcio. Existen un predominio de minerales arcillosos de tipo 2:1, principalmente montmorillonita.

La carbonatación y su lavado influye en la formación y distribución del humus, alcanzando la materia orgánica valores de 4-6 % (en suelos erosionados puede ser menor de 4 %).
Poseen una capacidad catiónica cambiable mayor de 30 meq/100g; predominando el calcio entre los cationes. El pH es neutro o ligeramente alcalino (7-8), aumentando con la profundidad, aunque en los suelos lavados puede disminuir a 6.0.

Subtipos:

- Típico: posee las características atribuidas al tipo.
- Plasto-génico: presenta desarrollo de características vérticas en la parte media del perfil.
- Gleysoso: presenta características de gleyzación en los horizontes superiores (seudogley).

Breve descripción de campo: suelos de color pardo oscuro o negro, de moderadamente a poco profundos, bien drenados, arcillosos, plásticos a ligeramente plásticos, estructura generalmente granular, porosos, que esfervecen generalmente al ácido clorhídrico.

Principales limitaciones:

- Compactación
- Poca profundidad efectiva
- Drenaje deficiente en las zonas más bajas
- Afectaciones por pedregosidad y gravillosidad
- Peligro potencial a la erosión en las zonas de mayor pendiente
- Desbalance nutricional provocado por exceso del Ca en el complejo de absorción.

3.5.2.2. Fersialítico, tipo fersialítico pardo rojizo (fersialítico pardo rojizo)

Agrupan aquellos que se encuentran en un estado de evaluación de sialítico a ferralítico o evolucionando a ferriticos, formado a partir de materiales redepositados, o del eluvio de areniscas siliceas, calizas duras ó serpentinas y condicionados por la presencia de mezcla de minerales 3:1, 1:1 y de sesquióxidos de hierro libres que le confieren a un horizonte determinado una coloración rojiza.

Son suelos de perfil A(B)C y ABC. El contenido de materia orgánica es de 3.0-5.1% con disminución gradual; la capacidad catiónica cambiable es de 30-40 meq. /100 g predominando el calcio y el magnesio, el pH es de 6 a 8.0.

Subtipo:

Típico: Posee las características atribuidas al tipo.

Lixiviado: posee una lixiviación de arcilla y sesquióxidos que se acumulan en el horizonte B, dándole al suelo una textura más arcillosa y una coloración más rojiza.

Breve descripción de campos: Suelos de color pardo rojizo, generalmente poco profundos, bien drenados, arcilloso, plásticos a ligeramente plásticos, estructura generalmente en bosques sub (angulares), porosos, que esfervecen generalmente al ácido clorhídrico.

Principales limitaciones:

1. En ocasiones presentan poca profundidad efectiva.
2. Desbalance nutricional provocado por exceso del Ca o Mg en el complejo de absorción.
3. Compactación.
4. Peligro potencial a la erosión en las zonas de mayor pendiente.
5. Afectaciones por pedregosidad y gravillosidad.

3.5.2.3. Vertisoles, tipo vertisol pélico (vertisuelo)

Suelos de perfil AC ó A(B)C con poca diferenciación del solum, caracterizados por un alto contenido en arcilla, principalmente montmorillonita. Debido a la alternación de la época se sequía presentan un profundidad agrietamiento, lo que conlleva a la formación del micro-relieve gilgai (saltanejo). La capacidad catiónica es alta, predominando los cationes de calcio, magnesio y sodio. En muchos casos en MgO prevalece sobre el CaO entre los componentes totales del suelo y la arcilla.

Tipo: Oscuro plástico gleysosos.

Se encuentran en un paisaje transicional entre los hidromórficos y los automórficos. Ocupa una posición topográfica donde ahora no están afectados por una capa friática, pudiéndose hallar desde 10 a 14 metros en profundidad; sin embargo antiguamente las aguas friáticas se encontraban más cerca de la superficie; actualmente son afectados por la hidromorfía superficial, principalmente en época de lluvia.

El perfil es A(B)C ó AC. La gleyzación en los horizontes inferiores está ausente o se presenta muy débilmente. En la parte superior del perfil puede formarse el seudo-gley, en relación con el hidromorfismo superficial. Pueden aparecer facetas brillantes (slikenside). Alta cantidad de arcilla (50 a 70 %), con predominio de la montmorillonita, la illita o clorita. El contenido en materia orgánica es de 4 a 6 %. Sus características

hidrofísicas y físico-químicas son desfavorables. Generalmente no hay salinidad o sólo señas relictas de ella. El pH de 7.0 a 7.5.

Subtipos: Negro, negro grisáceo, gris y gris amarillento.

Tipo: Oscuros plásticos no gleyzados.

Suelos donde las aguas freáticas yacen muy profundamente y sin influencia alguna sobre los procesos actuales de formación. Se desarrollaron antiguamente en condiciones hidromórficas o semi-hidromórficas, pero los fenómenos geomorfológicos han provocado el relieve ondulado actual, quedando los suelos expuestos a condiciones auto-mórficas. Debido al alto arcillamiento y la estructura prismática desarrollada en épocas de lluvia, se produce un régimen seudo-hidromórfico de estacamiento superficial temporal.

El perfil es de tipo AC, A(B)C, A(B)D. en las partes medias y superiores del perfil del suelo se encuentran a veces acumulaciones de hierro. El contenido de arcilla oscila entre 40-50 %, con minerales arcillosos del tipo montmorillonita, illita y clorita. La CCC oscila entre 35-55 meq. /100 g, predominando el Ca++ sobre el Mg++; el pH entre 6 y 8. El contenido de materia orgánica puede ser entre 3 y 5 %. Pueden ser carbonatados o no, saturados o débilmente ácidos, y generalmente no salinizados. Se forman en áreas de suelos pardos sialíticos y húmicos carbonáticos, existiendo transiciones entre estos tipos de suelos y el tipo oscuro plástico no gleyzado.

Subtipos:

Negro grisáceo, Gris amarillento y pardo oscuro.

Breve descripción: profundo, imperfectamente drenado, pardo muy oscuro, arcilloso, estructura angular prismática, muy adherente y plástico, con presencia de caras de deslizamiento, moderadamente poroso y grietas desde la superficie.

Principales limitaciones:

1. Drenaje deficiente.
2. Difícil laboreo (estrecho margen de humedad óptima).
3. Pueden desarrollar un micro-relieve que dificulta la mecanización.
4. Desbalance nutricional provocado por exceso del Mg en el complejo de absorción.

Hidro-morfía que provoca procesos reductores que solubilizan compuestos tóxicos.

Evaluación de las tierras utilizando el programa CERES (Dueñas, 2002)

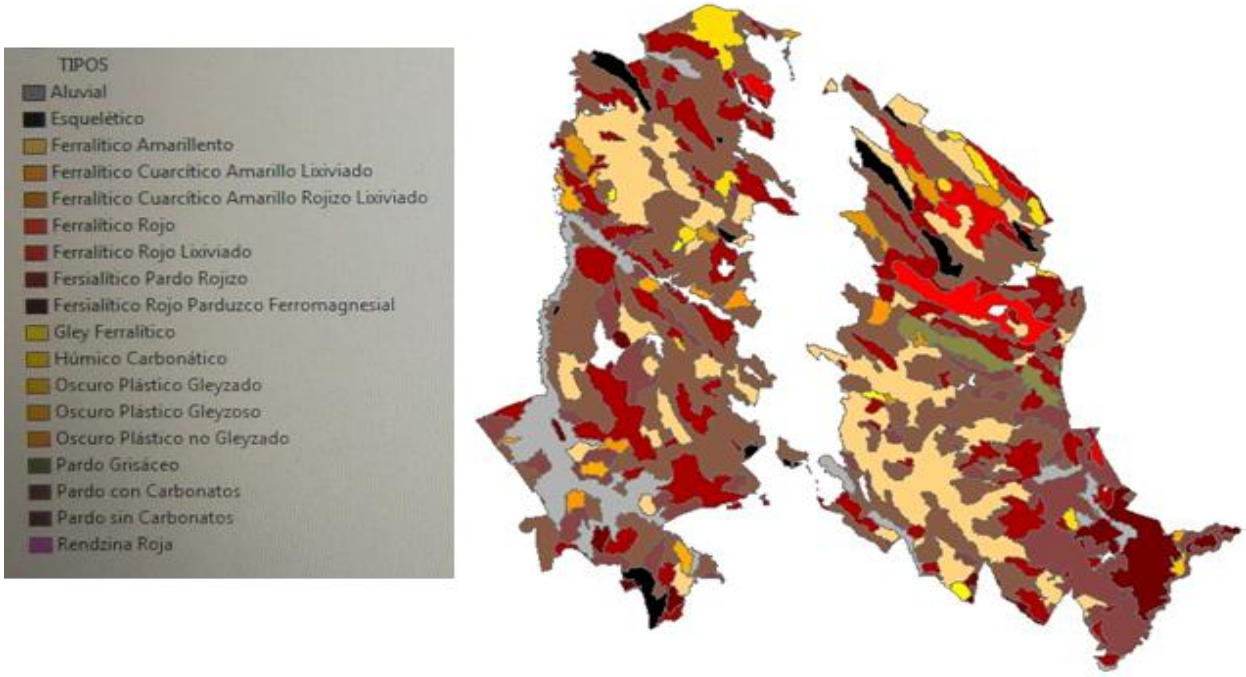
Tabla 9. Aptitud de las tierras de la subcuenca Yabú-Magüaraya para los diferentes cultivos evaluados.

Los suelos agrícolas del territorio se clasifican de la siguiente forma:

Tipo y sub-tipo genético	Hectáreas	% del total	Grado CERES
Ferralítico rojo.	1164	2.2	3
Ferralítico rojo lixiviado.	1855	3.6	2
Ferralítico rojo amarillento.	8749	17.0	3
Ferralítico cuarsitico amarillo rojizo lixiviado	657.8	1.2	2
Ferralítico rojo parduzco ferromagnecial	1570.2	3.0	3
Fersialítico pardo rojizo.	9649	18.8	3
Pardo sin carbonato	3036	5.9	2
Pardo con carbonato	18238	35.5	3
Pardo grisáceo	566	1.1	2
Húmicos carbonáticos	941.5	1.8	3
Oscuro plástico gleyzado	306.9	0.5	3
Oscuro plástico no gleyzado	362.4	0.7	3
Aluvial	3133	6.1	3
Poco desarrollados	1333.5	2.6	1
Total	**51316.5**	**100**	

Como se observa en la tabla 10 los tipos de suelo que se encuentra mayor área en la subcuenca son: pardo con carbonato, ferralítico rojo amarillento, el aluvial y el suelo con poco desarrollo. El suelo con menor área es el oscuro plástico no gleyzado.

El mapa 1 muestra la distribución geográfica de los suelos pertenecientes a la subcuenca hidrográfica Yabú-Magüaraya, donde predominan los suelos pardos con carbonato, ferralítico amarillento, y el fersialítico pardo rojizo considerados de buena fertilidad química.



Mapa 3. Mapa de suelos de la subcuenca Yabú-Magüaraya, perteneciente a la cuenca hidrográfica del río 'Sagua la Grande'.

3.5.3. Principales factores edáficos que limitan el desarrollo de los cultivos

Los principales factores que limitan el desarrollo de los cultivos son la poca a muy poca profundidad efectiva del suelo, la cual afecta al 76 % del área. El drenaje es bueno de forma general; pero en el caso de los vertisoles existen áreas imperfectamente drenadas (4 %) que pueden restriguir los cultivos necesitan de una agrotécnia dirigida a su mejoramiento.

Desde el punto de vista nutritivo el factor de mayor limitación, es el pobre abastecimiento de potasio y el bajo contenido de fósforo asimilable del suelo. En menor cuantía otros factores en algún momento pueden producir limitaciones como: la consistencia compacta a ligeramente compacta y la presencia de alguna pedregosidad y concrecionamiento.

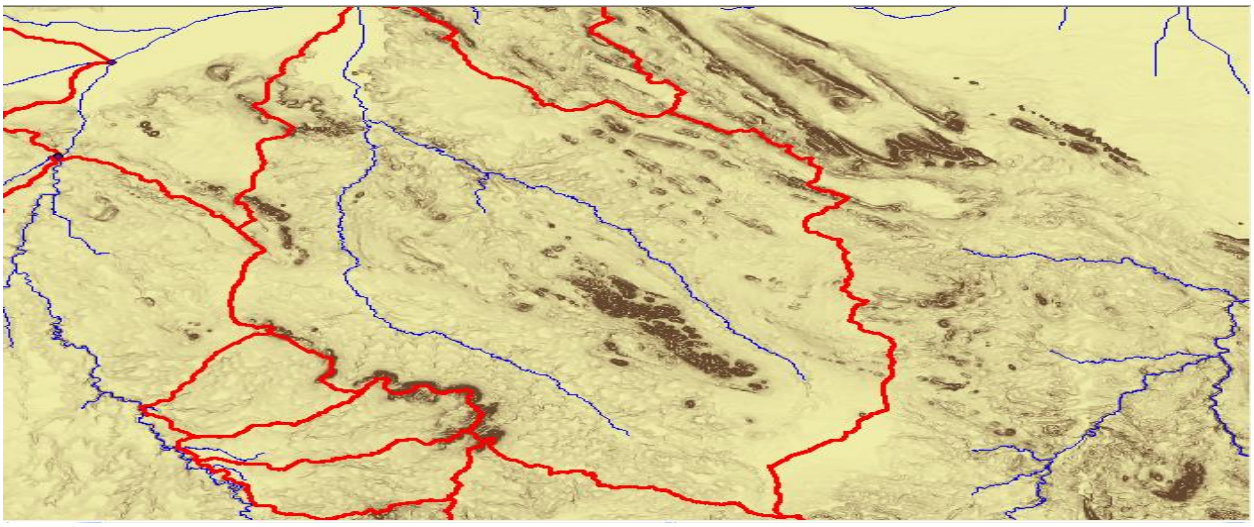
Un factor importante a tener en cuenta es la pendiente ondulada en el 30 % de la superficie, por su relación con la mecanización y las posibilidades de favorecer los procesos erosivos y originar un empobrecimiento acelerado de los suelos si no se aplican labores agro-técnicas adecuadas como siembra en contorno o que al menos la orientación de los surcos no esté a favor de la pendiente, laboreo mínimo para disminuir el tiempo de preparación, el uso de abonos verdes, abonos orgánicos y la creación de barreras.

Principales factores edáficos limitantes:

Factor limitante	Efecto	Consecuencia	Posibles soluciones
Profundidad efectiva	Disminución del volumen de suelo a explorar por las raíces, atrofia del sistema radical.	Limitación de la capacidad de absorción de nutrimentos y agua.	Destinarlos a cultivos de menor sistema radicular, aplicar métodos conservacionistas de suelo.
Pendiente	Erosión, empobrecimiento de los suelos, disminución de la capacidad de retención de humedad.	Deficiencias nutricionales, disminución de la capa vegetal.	Siembra en contornos, correcta orientación de los surcos, obras ingenieras.
Drenaje	Exceso de humedad, falta de oxígeno en el suelo, procesos reductores, toxicidad por hierro y manganeso.	Muerte de las raíces y las plantas, pérdida de N, dificultades en la asimilación P y otros elementos.	Drenaje ingeniero o parcelario, superficial y sub-superficial según convenga. Aplicación de abonos orgánicos.

3.5.4. Relieve del territorio de la subcuenca Yabú-Magüaraya

Como se observa en el mapa 6, (la parte más oscuro), existen pequeñas y muchas elevaciones el territorio de la subcuenca, en donde se desarrollan los ríos o arroyos pequeños que afluyen (contribuyen a la subcuenca Yabú-Magüaraya).



Mapa 4. Mapa de aptitud de las tierras de la subcuenca Yabú-Magüaraya para el relieve.

Al comparar los rendimientos potenciales obtenidos con el programa CERES para los diferentes cultivos y los alcanzados en áreas de producción, se pudo constatar que los rendimientos en la actualidad están muy por debajo de los rendimientos potenciales, lo que denota una sub-explotación de las tierras en el territorio de la subcuenca.

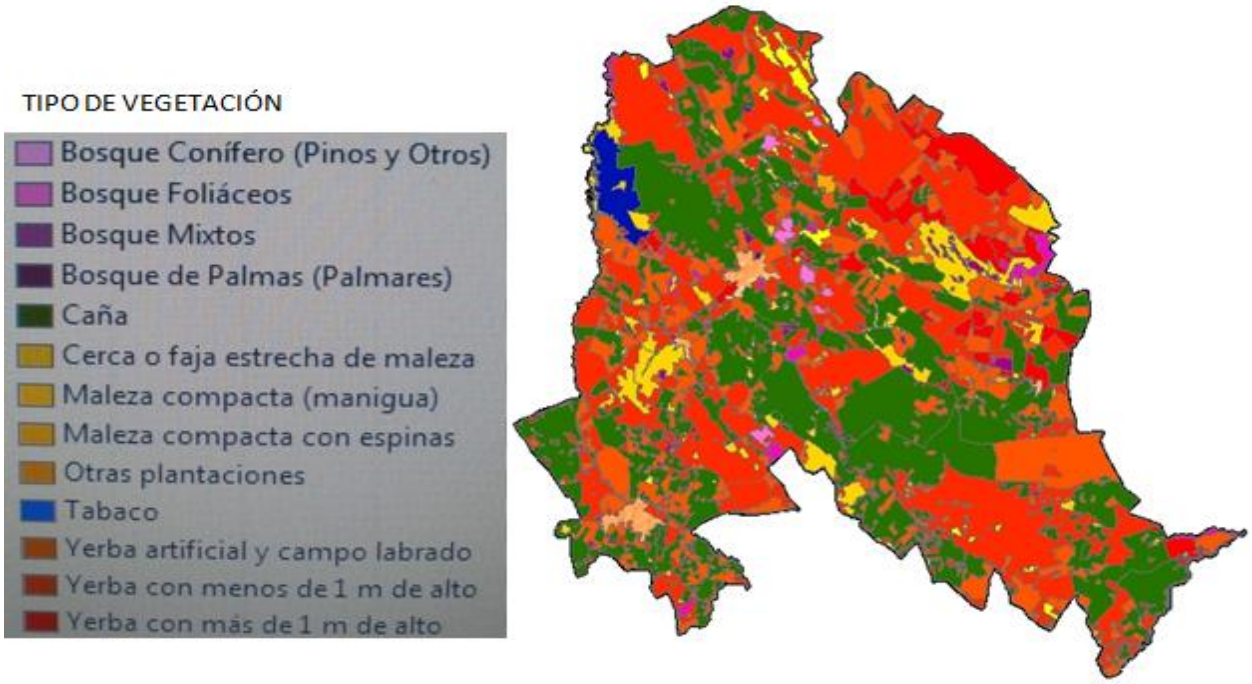
De acuerdo a los planteados, el territorio de la subcuenca Yabú-Magüaraya tiene condiciones de suelo para la mayoría de los cultivos con excepción de los suelos de poco desarrollado que solo alcanza un 2,6 % de la superficie. Teniendo en cuenta que tanto los suelos pardos con carbonato cuando son profundos y los suelos ferralíticos rojo amarillento cuando están debidamente estratificados sirven para cualquier tipo de cultivo económico. Es conveniente realizar un estudio del uso actual de los mismos en el territorio con vista a ordenar desde el punto de vista productivo de cultivos en el mismo.

3.6. Recurso forestal de la subcuenca Yabú-Magüaraya

Según (Pérez, 2002) la subcuenca de los ríos Yabú y Magüaraya, es considerada una enorme vitrina ecológica con una diversa representación de ecosistemas tropicales, aun cuando en más del 50 % del territorio ha sufrido algún grado de deterioro.

En la misma como se puede ver en la figura 7se pueden encontrar fundamentalmente los siguientes tipos de vegetación:

a) Bosques Coníferos (Pinos), Bosque Foliáceos, Bosque mixto, Bosque de Palma.
b) Cultivos agrícolas con focos de pastos, Caña, Tabaco y vegetación segundaria.
c) Pastos con focos de cultivos.
d) Maleza Compacta (Manigua), Maleza compacta con espinas.
e) Plantaciones forestales.
f) Hierba artificial y campo labrado, hierba con menos de 1 m de alto, y hierba con más de 1 m de altura.



Mapa 5. Mapa de aptitud de las tierras de la subcuenca Yabú-Magüaraya para todas las vegetaciones forestales.

3.6.1. Análisis de la cobertura boscosa en la subcuenca Yabú-Magüaraya

Los resultados del trabajo efectuado sobre el desarrollo forestal en la subcuenca hidrográfica Yabú-Magüaraya se dan en las tablas y figuras posteriores.

La vegetación original de la región consistía de bosques semi-deciduos tropicales con especies como Palma real (Roystonea regia), Cedro (Cedrela mexicana), Caoba (Swietenia mahagoni), Majagua (Hibiscus elatus), Guásima (Guazuma tormentosa) y algunas otras especies. En la actualidad la vegetación predominada es de sabana, donde predomina el cultivo de la caña de azúcar, pastos y algunas especies forestales entre las que se encuentran plantaciones de tectona grandis L., pinus caribean var. Caribean, así como Eucaliptus sp.

El territorio de la subcuenca Yabú-Magüaraya ha existido un lento desarrollo forestal el cual se puede observar en figuras posteriores. En el 2003 había algunas plantaciones aisladas y solamente 315 ha de plantaciones jóvenes de uno a tres años y de ellas sólo 127 ha en fajas. Poseía pocos bosques naturales. En la figura 6 se puede observarse que ya en el 2009 se incrementa los indicadores con respecto al desarrollo forestal tendencia que se mantiene hasta el 2011.

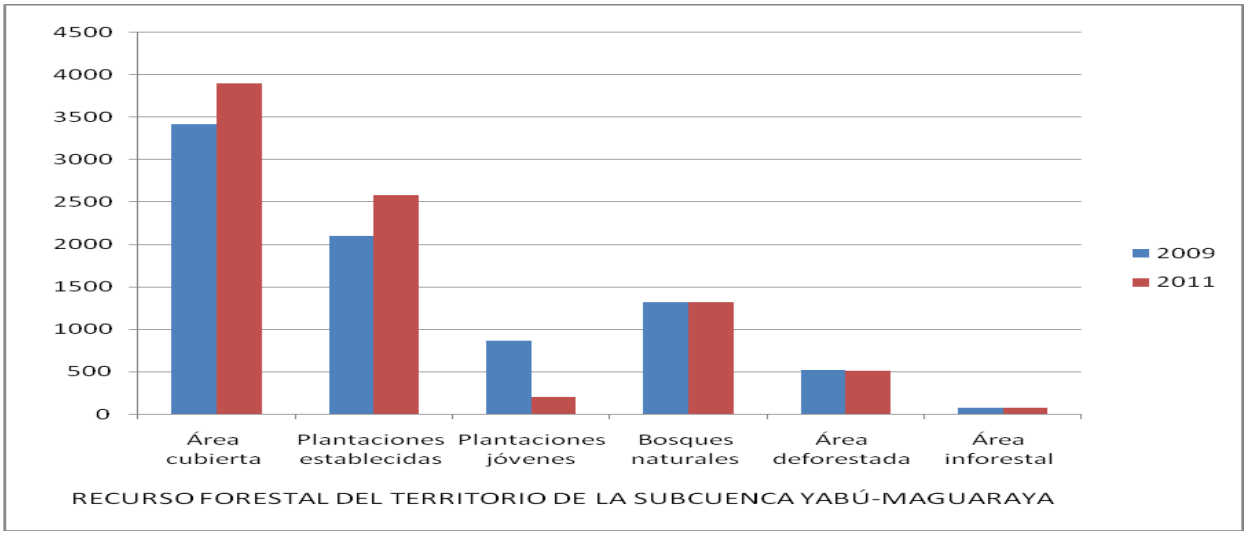
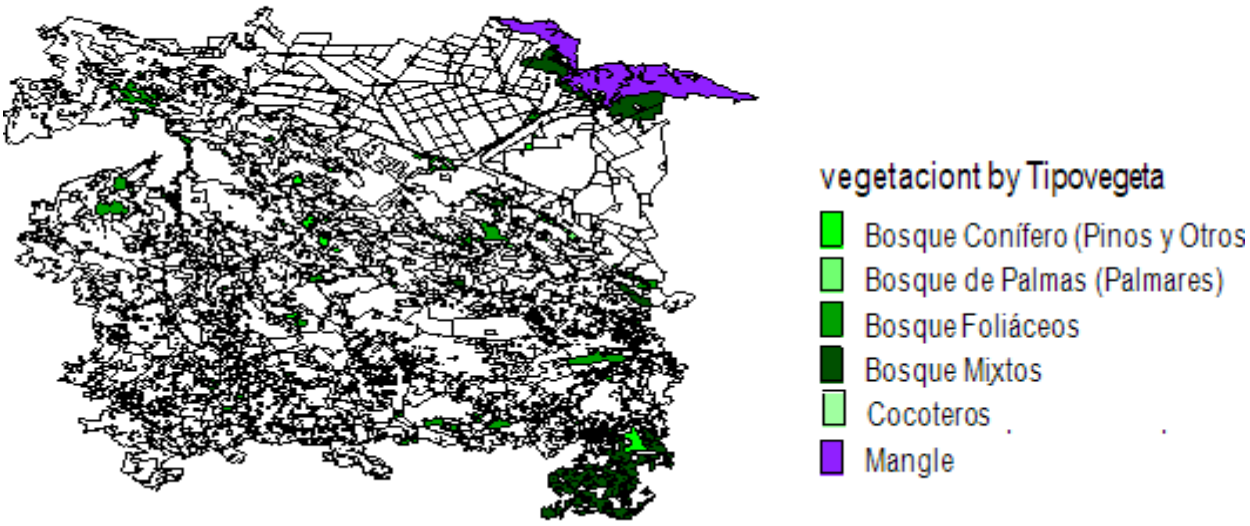


Figura 10. Recurso forestal del territorio de la subcuenca Yabú-Magüaraya.

Desde el punto de vista de la cobertura boscosa pudimos constatar que de 4879,6 ha del área de la subcuenca, el 12,32 % a área no forestal, es decir, área destinada a otros usos, y el 87,68 % a plantaciones y bosques natural.



Mapa 6. Distribución forestal en el territorio de la subcuenca Yabú-Magüaraya. Fuente: (Pérez et al., 2010).

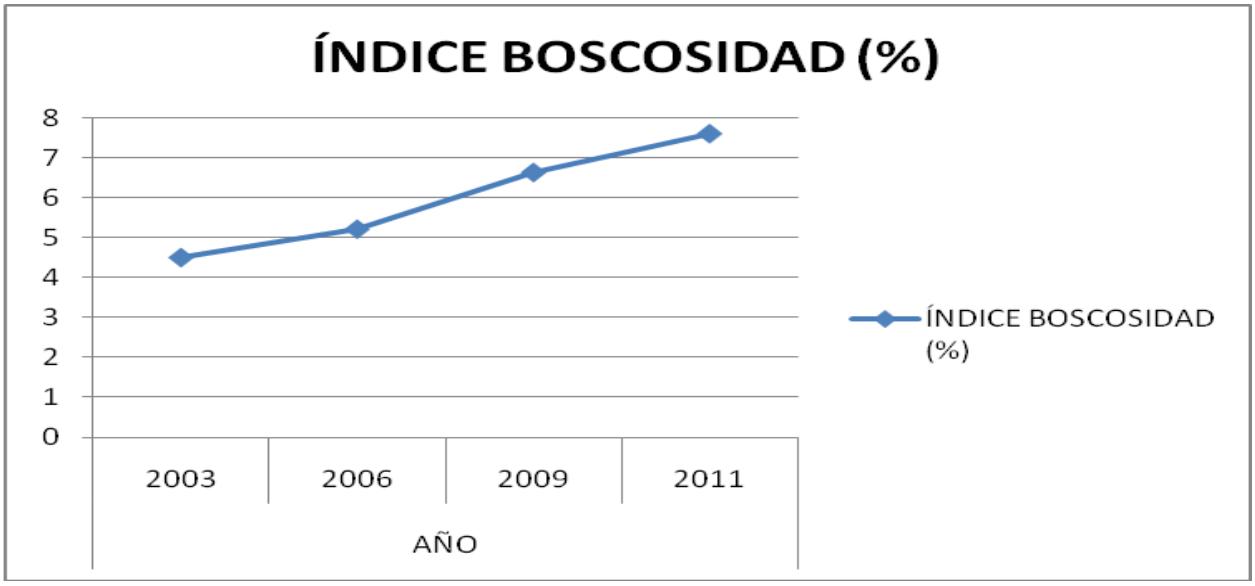


Figura 11. Índice boscosidad en el territorio de la subcuenca Yabú-Magüaraya.

Como se observa en la figura 6, el índice de boscosidad del territorio de la subcuenca Yabú-Magüaraya fue creciendo desde el año 2003 con unos 4,50 % hasta en el año 2011 con unos 7,6 % de crecimiento.

Las principales dificultades se encuentran en el no cumplimiento de la ley forestal en su capítulo no. 4 (acho de la faja forestal) y lo establecido en la norma cubana 93-01-206, pues las siembras y el pastoreo en el río y sus afluentes llegan a la rivera ocupando a la faja protectora, presentándose interrupciones en el caudal por tranques construidos por campesinos independientes es necesario significar que una gran parte del área está ocupada por marabú (Dichrostachys glomerata).

3.7. Recursos minerales de la subcuenca Yabú-Magüaraya

En el territorio de la subcuenca solamente se localiza el yacimiento Bentonita Amaro, el cual se ubica a 1,3 km al norte del asentamiento de Amaro (Cifuentes) a unos 43 km de Santa Clara y se haya noroeste de esta ciudad. Las coordenadas Lambert del centro son: X=587900 e Y=318500. Tiene definidas sus características cualitativas: composición química y propiedades físico-químicas. La situación hidrogeológica no presenta complejidad, es simple. El relieve es inclinado y la profundidad de la explotación es pequeña. La explotación es a cielo abierto con destape mediante bulldozers y para su acarreo un cargador frontal y camión con volteo y en todos los casos la capa vegetal se preserva. Las posibilidades de uso de la materia prima son: en la industria metalúrgica, en crudo para la fundición de acero y en la cerámica. Forma parte del lodo para la perforación y como agro-mena para el mejoramiento de los suelos.

Además del yacimiento Bentonita Amaro en el territorio de la subcuenca existe algunos minerales que se emplea para el mejoramiento de los terraplenes.

3.8. Caracterización socio-cultural del municipio de Cifuentes

El Municipio de Cifuentes se encuentra en la región físico-geográfica de la llanura y cordillera del Norte y centro de la Provincia de Villa Clara. El mismo cuenta con una extensión territorial de 434,16 Km^2, situado en una especie de encrucijada entre varios municipios con los que mantiene comunicación por carretera. Cifuentes colinda al Norte con Sagua la Grande, al Este con Encrucijada, al Sur con Santa Clara y por el Oeste con Ranchuelo y Santo Domingo. La población total en el Municipio es de 27709 habitantes con una superficie de 5650 Km^2, para una densidad poblacional de 68,9 por kilómetro cuadrado.

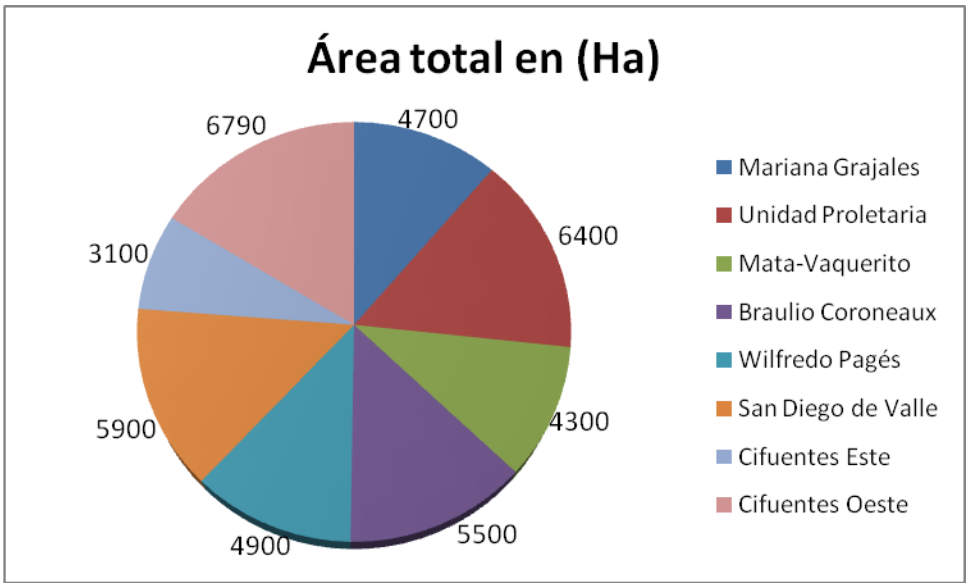


Figura 12. Balance de área por consejo popular.

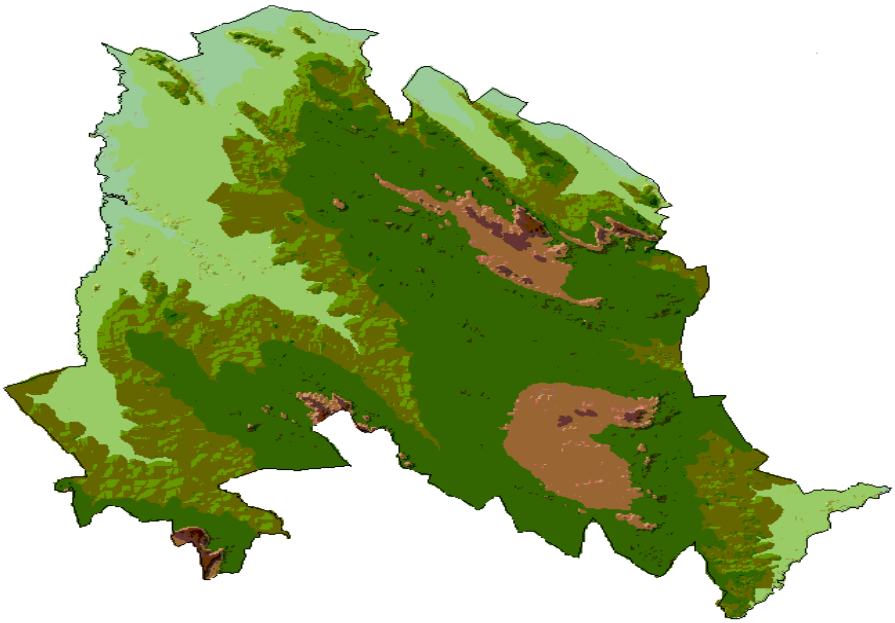
La economía del poblado está basada fundamentalmente en la agricultura y la ganadería con un total de tierras dedicadas a producir alimento de 20049 ha.

Asimismo, la prestación de servicios, como otro sustento económico; siendo el Comercio y la Gastronomía como las empresas que más aportan en las ventas mercantiles del Municipio. Además de la agricultura cuenta con 5 fábricas (Actividad Industrial), una de Pienso (Unidad Proletaria), dos de Conservas (San Diego y Mata), una de Hielo u otra de Baldosas (Cifuentes), las cuales funcionan con estabilidad y autoabastecen el territorio.

A su vez existen una serie de Panaderías extendidas en todo el Municipio, desde la cabecera Municipal hasta los poblados y bateyes, las mismas conforman otra serie de pequeñas industrias y hacen un total de 2 Panaderías de la Cadena y 6 de la EPA.

Debe mencionarse también las 4 granjas desarrolladas en los antiguos Complejos Agroindustriales (Pérez et al., 2010).

En su relieve predominan las llanuras con pequeñas alturas. Sus ríos Magüaraya y Yabú son afluentes del río Sagua la Grande que aportan al territorio humedad para el desarrollo de una vegetación extensa favoreciendo temperaturas que oscilan entre 25 y 26 ºC comportándose con contraste entre el día (altas) y la noche (frescas), siendo también muy marcada la diferencia entre el verano y el invierno. (CESAM, 2011a) y (Pérez et al., 2010).



Mapa 7. Mapa del relieve del municipio de Cifuentes.

Su relieve es de pocas elevaciones y tierras planas/llanas, en que se inunda mucho en los tiempos de lluvia (la parte NW-Norte-Oeste).

Servicios primarios:

Sector de la salud

En el municipio existe un sector de la salud que responde a las prioridades de la ciencia y expresa sus resultados con impactos sostenibles y destacados a nivel provincial; dicho sector cuenta con 3 policlínicos, San Diego, Mata y Cifuentes; este último ha sido remodelado y ofrece 31 servicios. La salud en el territorio cuenta además

con 36 consultorios del médico de la familia, 3 Salas de rehabilitación, 1 Centro de Salud Mental, 1 Hogar Materno, 2 Casas de Abuelos, 1 Sala de Cuidados Intensivos, 4 Postas Médicas, 5 Farmacias, 1 Hogar de Ancianos, 4 Centros Estomatológicos, 1 Centro de Higiene y Epidemiología.

Este municipio posee una tasa de mortalidad materna e infantil de cero, lo cual enorgullece al mismo.

Las principales dificultades en este sector giran en torno:

- ✓ Los turnos de especialistas que ofrecen consultas, así como el servicio de ambulancia en el Consejo Cifuentes Este.
- ✓ La presencia de un solo médico (insuficiente) en Wilfredo Pagés. Este problema se debe a la falta de médicos en el municipio.
- ✓ El estado constructivo del Policlínico y de la Casa de Abuelos en el Consejo de San Diego, además de los constantes reclamos del pueblo por la falta de una ambulancia en el lugar.
- ✓ Falta de mantenimiento en los equipos de laboratorio en San Diego.

Educación

El desarrollo educacional del territorio se sustenta sobre la base de 46 centros de enseñanza; distribuidos de la siguiente forma:

- Círculos infantiles: 1
- Escuelas primarias: 22 son 5 urbanas y 17,
- Secundaria básica: 5, de ellas; 4 urbanas y 1 rural,
- Pre Universitario: 3,
- Técnica-profesional: 1,
- Escuela especial 1,
- Escuela de adultos, 1
- Centro de enseñanza especial, 1
- Escuela de Oficios, 1

- Politécnico 1.

Además, el municipio está compuesto por 8 consejos populares, 71 circunscripciones y cuenta con dos sedes de adultos donde se imparte SOC, FOC y curso integral para jóvenes, unido a una sede del MINAZ que acoge la tarea Álvaro Reinoso y una escuela de oficio. Su equipamiento técnico está compuesto por: 125 computadoras, 108 videos ,256 televisores y más de 250 películas y documentales.

La universalización de la enseñanza en el municipio está representada por sedes Universitarias: Sede Pedagógica, Sede Fajardo de medicina ; con más de 45 carreras en su conjunto.

Solución de residuales

Conjuntamente con la disponibilidad de agua potable y los convenientes que se generan para el desarrollo de la actividad humana, recibe especial interés la situación del alcantarillado, cómo vía a través de la cual se liberan los derechos más peligrosos para la salud de la población y para el ecosistema

La situación que presenta la evacuación de residuales resulta en extremo crítica sólo el 3.5 % de la población dispone de solución parcial de alcantarillado siendo esta la forma más adecuada de la evacuación de residuales. Existe elevado número de fosas y letrinas (una por cada 4 habitantes), que han motivado entre otras cosas que la totalidad de los pozos tengan grandes niveles de contaminación, principalmente cuando se incumple con la separación permisible entre ellos.

- **Residuales Líquidos:**

Se reporta la existencia de 8500 Fosas Maura y un promedio de 17 colmatadas, Se han evacuados en el año 335 por el carro especializado de la provincia, La cobertura del servicio de evacuación de fosas no es suficiente, lo que genera una agudización en el riesgo de contaminación del agua potable y la aparición de brotes de enfermedades diarreicas y otras de transmisión hídrica,

Esta situación se hace crítica en San Diego del Valle debido a las características del manto freático y las malas condiciones de las redes hidráulicas.

- **Residuales sólidos:**

Existen 10 vertederos en el municipio ubicados en cada consejo; de ellos 2 son de relleno sanitario y los demás a cielo abierto, Las condiciones de desactivación que presentan no son las adecuadas, pues aunque se realiza de forma permanente el procedimiento de soterramiento, predomina la quema, no se encuentran identificados ni cercados y existen animales y personas que hurgan en estos lugares “buceo”.

La recogida de basura y limpieza de las calles es diaria y en algunas zonas dos veces al día considerándose buena.

- **Seguridad biológica en las instituciones de salud:**

  - Los desechos peligrosos generados en las instituciones de salud se clasifican solo en peligrosos y no peligrosos sin separar los punzo-cortantes de los demás, no se les realiza la descontaminación final ni poseen envoltura antes de depositarlos que es lo establecido

  - El personal de la dirección municipal de servicios comunales no posee los medios de protección reglamentados para la manipulación y traslado de estos residuos y no existe una capacitación adecuada en los temas de Seguridad Biológica específicamente en la percepción de riesgo.

Morbilidad.

Los principales contaminantes de las aguas en el territorio de la subcuenca son el Amoniaco (NH_3), el Nitrato (NO_3) y el Nitrito (NO_2), el que se forma a partir de la reducción del Nitrato.

Cuando se analizaron las muestras en el territorio se encontraron valores de NO_3 y NO_2 por encima de las normas establecidas. La mayor concentración de muestras contaminadas se encuentra en los sitios poblados y asentamientos rurales donde existen problemas con las condiciones higiénicos sanitarias.

Se detectaron muestras con rangos de NO_3 que van desde 47 hasta 155 mg/l y NO_2 de 0.03 a 0.019 mg/l. las muestras para análisis bacteriológicos reflejan que de 21 fuentes analizadas, 15 estaban contaminadas con coli total unoy coli fecal con valores que llegaron a alcanzar las 24000 unidades en algunos lugares,.

Estos contaminantes pueden estar relacionado con el elevado número de fosas existentes si se itene en cuenta que muchas no cuentan con los estudios previos y las condiciones necesarias para su construcción.

Contaminación de las fuentes de abasto.

Prácticamente los núcleos urbanos del territorio no tienen tratamiento de residuales y algunos poseen una red de alcantarillado. En algunos puntos se descargan residuos a la red fluvial, teniendo como agravante la cantidad de industrias y otros focos que vierten residuales directamente en los ríos, por lo que constituye motivo de preocupación la situación de la cuenca ya que dichos focos contaminan las aguas superficiales y a su vez las subterráneas por esta misma vía o de forma directa.

Control de la calidad de las aguas.

Cada seis meses se ejecutan muestreos físico-químicos a todas las fuentes de abasto de agua, cuyos resultados revelan que las mismas se encuentran dentro de los parámetros establecidas en la NC 93-11:1986.

Los muestreos bacteriológicos, así como el seguimiento de la calidad de la cloración se realizan mensualmente a través de 10 puntos claves. Se considera que la potabilidad del agua es favorable (97.05 % en acueductos mayores de 2000 habitantes y 90 % en acueductos menores de 2000 habitantes) excepto en el poblado de San Diego del Valle donde, tanto la fuente como en las redes los resultados están fuera de los parámetros que establece la NC correspondiente.

Servicios comunales

En la actividad de Comunales se cuenta con 22 Parques, 3 Jardín, 1 Organopónico de Flores, 2 Organopónicos Agrícolas, 1 Fábrica de Coronas, 3 Funerarias, 3 Cementerios, 3 Bulevares, 1 Florería.

En la Cabecera Municipal se trabaja para mantener la imagen del poblado, la limpieza de las calles por parte de Comunales es estable y eficiente. Se realiza un Trabajo Comunitario Integrado entre los factores del Gobierno y las Organizaciones de Masas, ampliada también a los diferentes Consejos, encaminados a la limpieza, chapea, pintura de los contenes de las aceras y la eliminación del micro-vertedero.

Servicios de comercio

En el servicio del Comercio y la Gastronomía existen 33 Bodegas donde se distribuye la canasta básica, 5 Mercado donde se venden productos alimenticios a precios diferenciados, 4 Mercado Industrial, 2 Tienda para Productos Industriales, 1 Tienda Mixta de Productos Industriales y Canastilla, 7 Centros Gastronómicos que prestan servicios varios como Merenderos, 1 Restaurante, 1 Mini Restaurante, 5 Centros de Recreación nocturnos para adultos y jóvenes, 1 Comedor Obrero, 1 Centro de Elaboración que abastece los demás centros gastronómicos, 2 Punto de Venta de Materiales de Construcción.

En sentido general, la oferta es estable y existe, por parte de la población, un buen criterio de la calidad de los servicios.

Además de los servicios anteriormente señalados, existe:1 Serví-Cupe, 1 Tienda Recaudadora de Divisas, con varios puntos distribuidos por los Consejos.

Centros religiosos

Existen: 6 Iglesias Católicas, 5 Iglesias Protestantes, 1 Logia, Varias Casas Culto, 2 Casas de reuniones de Testigos de Jehová.

Tabla 10: Análisis poblacional de los consejos populares.

Consejos populares	**Densidad (hab/Km^2)**	**Habitantes**	**Circunscripciones**
Mariana Grajales	49	2980	6
Unidad proletaria	36	1705	6
Mata-Vaquerito	68	2264	8
Braulio Coroneaux	37	2061	6
Wilfredo Pagés	36	1713	5
San Diego de Valle	100	6260	16
Cifuentes Este	132	5893	15
Cifuentes Oeste	87	4833	9
Total	545	27709	71

El consejo más poblado es el San Diego de Valle con 6260 habitantes y con una densidad de 100 hab/Km^2, y el menos poblado es la Unidad Proletaria con 1705 habitantes con una superficie de 36 hab/Km^2.

Fuentes: (CESAM, 2011a), (Pérez et al., 2010).

Breve descripción de los consejos populares enmarcados en el área geográfica del municipio Cifuentes.

- **Consejo Mariana Grajales**

Se encuentra ubicada en la parte norte oeste del municipio limitado por el norte con el municipio de Sagua la Grande, por el sur con los consejos populares Cifuentes Este y Cifuentes Oeste, por el este con el consejo Unidad Proletaria y a nordeste con el municipio de Sagua la Grande, por oeste con el municipio de Santo Domingo.

Tiene una población de 2980 habitantes con una superficie de 4956 km^2, consta con 712 casas, 64 apartamentos, 62 bohíos, improvisados, 51 habitaciones en cuartería.

- **Consejo Unidad Proletaria**

Se encuentra ubicado en el nordeste del municipio de Cifuentes limitado por el norte con el municipio de Sagua la Grande, por el sur con el consejo Mata-Vaquerito, por el oeste con los consejos Cifuentes Este y Mariana Grajales.

Cuenta con una población de 1705 habitantes en una superficie de 65.22 km^2 y consta con 573 casas, 40 apartamentos, un improvisado y 76 habitaciones en cuartería o casas en vecindad.

- **Consejo Mata-Vaquerito**

Se encuentra en el este del poblado de Cifuentes limitado por el norte con el consejo de Unidad Proletaria, por el este con el municipio de Encrucijada, por el sur con el consejo de Braulio, por el oeste con el consejo Cifuentes Este.

Cuenta con una población de 2264 habitantes en una superficie de 45.80 km^2 y consta con 1258 casas, y 53 habitaciones en cuartería o casa en vecindad.

- **Consejo Braulio Coroneaux**

Se encuentra en el sur del municipio y está limitado por el norte con el consejo Mata-Vaquerito, por el oeste con los consejos Cifuentes Este y Wilfredo Pagés, por el sur con el municipio de Santa Clara, por el este con el municipio de Encrucijada.

Ocupa una superficie de 58.46 km^2 con una población de 2061 habitantes y cuenta con 441 casas, 92 apartamientos, y 6 bohíos.

- **Consejo Wilfredo Pagés**

Se encuentra en el sur del municipio y está limitado por el norte con los consejos Cifuentes Este y Oeste, por el oeste con el consejo San Diego de Valle, por el sur con el municipio de Santa Clara, por el este con el municipio de Encrucijada.

Ocupa una superficie de 30.48 km^2 con una población de 1713 habitantes y consta con 575 casas, un bohío y un improvisado.

- **Consejo San Diego de Valle**

Se encuentra ubicado en el suroeste del municipio y está limitado por el norte con el consejo de Cifuentes Oeste, por el este con el consejo de Braulio Coroneaux, por el sur con el municipio de Santa Clara, por el oeste por el municipio de Santo Domingo.

Ocupa una superficie de 65.82 km^2 con una población de 6260 habitantes y consta con 2060 casas, 19 bohíos y 30 habitaciones en cuartería.

- **Consejo Cifuentes Oeste**

Se encuentra en el centro del municipio de Cifuentes y está limitado por el norte con los consejos de Mariana Grajales y Unidad Proletaria, por el este con los consejos de Unidad Proletaria y Mata-Vaquerito, por el sur con los consejos de Braulio Coroneaux y Wilfredo Pagés, por el oeste con el consejo de Cifuentes Este.

Ocupa una superficie de 72.07 km^2 con una población de 5893 habitantes y consta con 1365 casas, 77 bohíos, un improvisado y 133 habitaciones en cuartería.

- **Consejo Cifuentes Este**

Se encuentra en el oeste del municipio y está limitado por norte con el consejo Mariana Grajales, por el este con el consejo Cifuentes Oeste, por el sur con los consejos Wilfredo Pagés y San Diego de Valle y por oeste con el municipio de Santo Domingo.

Ocupa una superficie de 32.88 km^2 con una población de 5878 habitantes y consta con 1808 casas, 95 apartamentos, 17 bohíos, 12 improvisados y 247 habitaciones en cuartería.

Principales problemas socio-económicos y ambientales

Problemas de viviendas. Hay un alto por ciento en mal estado, existiendo necesidades de techos, pisos y cementos para fosas en derrumbe. Problemas con el abasto y calidad de agua. Ineficiente producción de viandas, hortalizas, granos y vegetales. Dificultades con el transporte y viales en mal estado. Necesidad de incrementar las actividades recreativas para los niños, jóvenes y adultos. Pocas fuentes de empleo, principalmente para las mujeres.

3.9. Balance agro-alimentario. Programa de autoabastecimiento municipal

Programa de Autoabastecimiento municipal. Plan de producción de alimentos por consejo popular (Cifuentes), en Toneladas.

Tabla 11. La producción de alimentos por consejo popular.

Cultivo	M.Graj	U. Prol	M. Vaq	Braulio	S. Valle	C.Est	C.Oest	W.Pag	Total
Viandas	339.7	229.5	451.9	133	773.1	889.7	516.0	226.1	3559
Hort.	154.6	105.0	205.7	60.4	352.2	331.6	222.9	103.1	1535.5
Grano	78.4	68.0	105.2	33.2	216.9	237.2	117.7	54.4	911
Frutales	78.5	61.7	104.9	33.2	251.3	139.8	117.9	73.2	860.5

Tabla 12. Necesidad de producción de alimentos por consejo popular.

Cultivo	M.Graj	U.Prol	Mata	Braulio	S.Valle	C.Este	C.Oeste	W.Pag	Total
Viandas	360.8	230.4	477.5	142.2	810.3	889.2	551.2	234.4	3696
Hortal.	116.6	74.3	154.2	46	261.8	287.2	178	75.6	1193.7
Frutas	94.6	60.1	124.7	37.3	211.9	144	253.7	61.2	987.5
Granos	72.3	46	95.4	28.4	162	93.2	177.8	46.8	721.9

Fuente:(CESAM, 2011b).

Tabla 13. Cumplimiento de la producción de alimentos (Ton).

Cultivos	Plan	Real	Diferencia	% de cumplimiento
Viandas	3696	3559	137	96
Hortalizas	1193.7	1535.5	341.8	128.6
Granos	738.9	911	172.1	123.29
Frutales	966.2	860.5	105.7	89.06

Comparando las tablas 13 y 14, la producción de viandas y frutales no cumple con la demanda/ no satisface la necesidad de alimentos para la población del municipio, como se observa en la tabla 15.

3.10. Propuesta de estrategia ambiental para solucionar los principales problemas ambientales de la subcuenca

3.10.1. Recursos hídricos

La disponibilidad y el adecuado uso de los recursos hídricos del país, es un asunto de interés nacional que abarca toda la economía y la sociedad.

Objetivo específico:

Incrementar la eficiencia, uso y rehúso de los recursos hídricos en las producciones agrícolas.

Eficiencia de los recursos naturales e insumos

Objetivo	Metas	Acciones	Indicadores de éxito
Uso eficiente del agua.	Lograr un 90 % de un adecuado manejo del agua.	Cumplir con el Plan de Manejo del agua y chequear periódicamente su cumplimiento.	Mediante los resultados del cumplimiento del plan.
		Eliminar todos los salideros de agua.	Disminución del gasto de agua
		Instalar reguladores del volumen de agua en las regaderas	Disminución del gasto de agua
		Realizar el levantamiento y croquis de toda la red hidráulica (aguas de consumo, residuales y pluviales).	Obtención del croquis
		Realizar la limpieza sistemática de los embalses de agua de consumo según procedimiento.	Resultado de los Monitoreos
		Elaborar y ejecutar un proyecto para reutilizar el agua de los procesos productivos.	Aprobación de los proyectos
		Elaborar y ejecutar un proyecto para un buen manejo de las aguas pluviales con vista a la reutilizacion de las mismas.	
Uso eficiente de la energía y portadores energéticos	Lograr un 95 % de un adecuado manejo de la electricidad, portadores energéticos	. Los especialistas energéticos de las empresas y Unidades deben realizar un estudio de todas las electrobombas y motores eléctricos existentes en sus unidades para conocer si están sobredimensionados o no y sustituir los sobredimensionados o los que no cumplan los requisitos de potencia	Disminución del consumo de los de los portadores energético Mediante resultados

	para la actividad en cuestión.
	Cumplir los Planes de Mantenimiento de todos los equipos para disminuir los impactos ambientales referidos a derrames de sustancias tóxicas, de aceites e hidrocarburos y lograr la disminución de los contaminantes de polvos y aerosoles a la atmósfera etc.

La contaminación de las aguas

Residuales líquidos

Objetivo específico:

Reducir, prevenir y controlar la contaminación provocada por el vertimiento inadecuado de los residuales líquidos, incrementando su rehúso y tratamiento, y minimizando su generación.

Metas	**Acciones**
Cumplir con las normas de vertimientos de aguas residuales.	Controlas la contaminación a través de la aplicación de norma de vertimiento la cual está en proceso de confección partiendo de metodología creada.
Identificar el 100 % de los puntos potenciales en los que puede prevenirse la generación de aguas residuales.	Producción más limpia, como vía de prevenir la generación de aguas residuales.
Reducir anualmente, en no menos de 10 %, la carga contaminante de origen	Introducir la desagregación y tratamiento de los residuales más cargados.

orgánica dispuesta al Medio Ambiente.	
Incrementar en un 20 % anual el volumen de aguas residuales recicladas o reutilizadas.	Continuar incrementando el aprovechamiento económico y el rehúso de los residuales líquidos, convenientemente tratados, para uso agrícola, industrial y acuícola. Incrementar la vigilancia sobre las actividades de operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento de residuales ya construidos, para lo cual será necesario la asignación de determinados recursos para la adquisición de equipamientos y reactivos. Promover la utilización de sistemas biológicos naturales de tratamiento de aguas residuales, teniendo en cuenta su elevada eficiencia en la inversión, operación y mantenimiento.
Caracterización de los residuales de las fuentes contaminantes. Controlar sistemáticamente su descarga.	Garantizar un control sistemático de los principales focos contaminantes de las aguas. Mantener la adecuada exigencia por el cumplimiento de las medidas que conduzcan a atenuar y eliminar su efecto nocivo.

Fuente: Tesis presentada (Abreu, 2008).

Residuales sólidos

Objetivo específico:

Reducir, prevenir y controlar la contaminación provocada por el manejo inadecuado de desechos sólidos.

Metas	Acciones
Recoger, tratar, disponer y utilizar eficientemente más del 50 % del volumen	Introducir prácticas de producción más limpia, incluyendo la búsqueda y

total de desechos sólidos generados.	aplicación de tecnologías avanzadas. Aumentar los niveles de reciclaje y rehúso de residuales sólidos: compost, cobertura de paja, cobertura vegetal, biofertilizantes.
Incrementar en más de un 20 % anual el volumen de desechos sólidos reciclados y reutilizados.	Incrementar la cobertura de recolección, tratamiento y disposición de desechos sólidos, con énfasis en los desechos peligrosos. Realizar campañas de concientización y educación ambiental.

Fuente: Tesis presentada (Abreu, 2008).

3.10.2. Recurso Suelo

La degradación de los suelos

Objetivo específico:

- ❖ Detener y disminuir el efecto de los procesos de degradación de los suelos y comenzar su recuperación.
- ❖ Aplicar el sistema de monitoreo sobre los suelos.
- ❖ Lograr una utilización más efectiva de los suelos.

Metas	**Acciones**
Aplicar tecnologías y sistemas de manejo dirigidos a la sostenibilidad agraria.	Aplicar de las medidas del Programa Nacional de Conservación y Mejoramiento de Suelos. Implementar el Servicio de Conservación y Mejoramiento de Suelos del INICA. Aplicar tecnologías y sistemas apropiados que propendan a la sostenibilidad agraria y a la introducción de la agricultura de conservación. Desarrollar unidades o sistemas de producción basados en un manejo integral

	de los recursos, visto como un sistema que integre las producciones agrícolas, forestales y pecuarias.
Reutilizar en más de un 60 % los residuales sólidos provenientes de la agroindustria azucarera.	Incrementar la reutilización de los residuales líquidos y sólidos en la agricultura cañera y no cañera; como fertilizantes y mejoradores del suelo; previa caracterización de los mismos y con las recomendaciones específicas para el uso en los diferentes cultivos. Eliminar la incorporación de residuales sólidos y líquidos como contaminantes de suelos y aguas. Construir, mantener y/o rehabilitar los sistemas de tratamiento de residuales.
Detener el incremento de la superficie que se encuentra afectada por factores puede conducir a los procesos de desertificación.	Implementar el proyecto de ordenamiento territorial en el 100 % de las unidades del MINAZ en la región utilizando los SIG. Aplicar el sistema de monitoreo sobre los suelos. Realizar una evaluación bianual sobre la efectividad del Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de suelos. Aplicar en forma generalizada el subsolado profundo, la nivelación simple, el laboreo mínimo, y otras medidas agro-técnicas que tiendan a la recuperación de los suelos afectados. Aplicar cambios en los modelos de labranza, cultivo y en el ordenamiento de los suelos por su fertilidad, agro-productividad y la disponibilidad de agua. Reducir el uso de los fertilizantes

	inorgánicos y aplicar el adecuado balance de la fertilización inorgánica/orgánica en la cantidad y la calidad necesaria. Aplicación y uso del fertirriego de las aguas residuales previamente acondicionadas. Aplicar la rotación e intercalación de cultivos.
Optimizar las labores agrícolas, evitando la compactación y las afectaciones a las propiedades físicas de los suelos producidas por las maquinarias agrícolas.	Implementar en el 100 % de las unidades del MINAZ en el territorio en su enfoque de disminución de fertilizantes inorgánicos y a la aplicación de las enmiendas orgánicas. Implementación del servicio de labranza del INICA en las empresas. Realizar un adecuado balance de las maquinarias pesadas y ligeras que se introduce en los campos. Incrementar el uso de la tracción animal si es económicamente factible.

Fuente: Tesis presentada (Abreu, 2008).

3.10.3. Recurso Forestal

La deforestación

Objetivos específicos:

a) Conservar el recurso forestal como elemento de la diversidad biológica y por su contribución a la conservación de la biodiversidad en general.
b) Alcanzar el manejo forestal sostenible en los suelos del MINAZ.

Metas	Acciones

Contribuir a aumentar el índice de boscosidad.	Cumplir con el programa de reforestación del MINAZ.
Cumplir las acciones del subprograma de bosques energéticos del programa Nacional Forestal.	Apoyar a incrementar la siembra de bosques energéticos, caña energética con el objetivo de eliminar la utilización de otros tipos de bosques para estos fines.
Contribuir a que se concluya en el año 2015 la reforestación de las fajas hidrorreguladoras al Programa trazado al efecto en lo que corresponde al MINAZ.	Cumplir con el programa de reforestación de las fajas hidrorreguladoras de ríos y embalses. Incrementar los índices de supervivencia y el logro de la plantación; haciendo especial énfasis en los ecosistemas frágiles.
Reforestar todas las hectáreas de tierras anteriormente dedicadas a la caña de azúcar, que fueron objeto de cambio de uso de suelo y que no han sido destinados a otros fines.	Cumplir con el Programa de Forestación contemplado en la Tarea 'Álvaro Reynoso' del Ministerio de Azúcar. Impulsar el Programa de las fincas Forestales en el MINAZ.

Fuente: Tesis presentada (Abreu, 2008).

Conclusiones.

1. La disponibilidad de agua en la subcuenca es de 2927,2 m3/hab/año, lo que permite clasificar bajo el indicador clásico de disponibilidad de este recurso natural al territorio.

2. La cobertura boscosa en el territorio en la actualidad alcanza el 7,6 %, siendo superior al del año 2003, pero muy distante del promedio de la provincia que es de 24,1%

3. Los principales problemas ambientales de la subcuenca Yabú-Magüaraya son:

    - Contaminación de las aguas terrestre y subterránea con los focos contaminantes existentes.
    - Limitaciones en la capacidad productiva de parte de los suelos existentes
    - Deficiente manejo (recolección, transportación y disposición de los residuos sólidos domésticos e industrial).

4. No existe un adecuado uso de los suelos de acuerdo a sus potencialidades

5. Existen un grupo de problemas sociales en el municipio de Cifuentes y Consejos Populares que afectan a la población residente que deben ser atendidos por la dirección administrativa y el estado

6. Es posible satisfacer la demanda de alimentos a la población residente en el territorio de la sub-cuenca

Recomendaciones.

1. Continuar profundizando en el diagnóstico y manejo de la subcuenca Yabu-Magüaraya y sobre todo en el plan de manejo de la misma a partir de las propuestas de estrategias elaboradas.

2. Extender este tipo de trabajo a las demás subcuencas de la cuenca Sagua la Grande y las restantes cuencas de la provincia.

3. Aumentar el nivel de la explotación de los suelos en el territorio de la subcuenca en particular en el de las áreas bajo riego y en la aplicación de las medidas de mejoramiento recomendadas.

Referencias bibliográficas

ABREU, M. M. 2008. Manejo integral de la subcuenca Ranchuelo en la cuenca hidrográfica Sagua la Grande. .

BALMASEDA, C., PONCE-DE-LEÓN, D., BENÍTEZ, L., R. MARÍN & VILLEGAS, R. 2001. Informe sobre la evaluación de la aptitud física de las tierras dedicadas al cultivo de la caña en el MINAZ. Documento INICA.

BASTERRECHEA, M. 1996. Lineamiento para la preparación de proyectos de manejo de cuencas hidrográficas paraeventual financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo. BID. EUA.

BURROUGH, P. A. 1986. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. New York. Oxford University Press XIII.

BURROUGH, P. A. & MCDONELL, R. 1998. Principles of Geographic Information Systems. Oxford University Press, Oxford.

CAMMOM, M. 1994. Criterios para la Clasificación de la cuenca.

CENTRO-METEOROLÓGICO-PROVINCIAL 2002.

CESAM 2011a. Guía papa la Entrevista.

CESAM 2011b. Programa de Autoabastecimiento. Cifuentes.

CUBA-NASCRE 1994. Suelos del MINAGRI en Villa Clara. Centro Nacional de referencia de Suelos.

DÍAZ-CISNEROS, L. R. 1989. Mapa de Regionalización Climático General. En nuevo Atlas de Cuba, La Habana.

DOUROJEANNI, A. 2001. Water management at the river basin level challenges in Latin America, CEPAL. Serie recursos naturales e infraestructura. Chile. .

DOUROJEANNI, A. & JOURAVIEV, A. 2001. Crisis de gobernabilidad en la gestión del agua: Desafíos que enfrenta la implementación de las recomendaciones contenidas en el capítulo 18 del programa 21. CEPAL. Serie recursos naturales e infraestructura. Chile.

DUEÑAS-GARCÍA, R. 2006. Manejo Integral de Cuencas.

DUEÑAS, D. R. 2002.

FAO 1976. A fremwork for land evaluation. Soils bulletin 32. Rome. Italy.

FAO 1985. Guidelines: Land evaluation for irrigation. FAO Soils bulletin no 55. Rome. .

FAO 1990b. Evaluación de tierras para la agricultura en regadío: Directivas buletín de suelos 55. Roma, Italia. *Guidelines*.

FAO 1993. Guidelines for land use planning. Development series 1. FAO. Rome Italy.
FAO 1996. Taller regional sobre aplicaciones de metodología de zonificación Agro-ecológica.
FAUSTINO 1997. Metodología de la Clasificación de las cuencas.
GOULD, M. & GUTIERREZ, J. 1994. SIG: Sistemas de Información Geográfica. Editorial síntesis S.A. Madrid.
HERNANDEZ, J. 1995. Evaluación, Manejo y Corrección de la Fertilidad de los Suelos Ferralíticos Cuarcíticos Dedicados al Cultivo de la Caña de Azúcar. Tesis presentada en optión al grado científico de Dr. En Ciencias Agrícolas.
HERNANDEZ, J. & COL 1999. La Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba.
INSTITUTO-DE-SUELOS 1975. la II Clasificación Genética de los Suelos de Cuba.
J. ROLDÓS, R. R., Y R. MARÍN, 1985. Algunos Factores Edáficos Limitantes de la Producción de la Caña de Azúcar en Cuba. Mimeografiado, INICA, la Habana, Cuba.
JIMÉNEZ, P. M. S. 2011. Utilización Racional del Agua en la Provincia de Villa Clara. Tesis en Opción al Título de Máster en Ciencias. Villa Clara, Cuba
MAZUERA, O. 1990. Metodología Prospectiva en el Valle de Cauca, a nivel municipal. (El Concepto de la Ordenamiento Territoria). .
MESA, A., SUÁREZ, O. & HERNANDEZ, M. 1982. Evaluación de los suelos de Cuba referida a 35 cultivos fundamentales. Agrotécnía de Cuba.
NCGIA 1990. Core Curriculum. Tres volumenes I. Introduction to GIS, II. Technical Issues in GIS, III. Aplications Issues in GIS. Santa Bárbara, Cal. National Center of California, V-1.
NORMA-CUBANA:53-91.83 1981. Norma del Instituto de hidro-economía. .
PALMA, I. 2000. Elementos para una estrategia de intervención en el proceso de ordenamiento territorial en la subcuenca del rio las tinajas. Universidad del Valle de Guantemala. Facultad de Ciencias Sociales. Maestría en desarrollo. Curso de Ordenamiento Territorial. Guantemala.
PÉREZ, D. C. M. R., FERNÁNDEZ, M. Y. Q., PÉREZ, L. Y. M. & ALEGRE, L. J. A. C. 2010. Informe del diagnóstico Socio-Ambiental Cifuentes. CESAM.
PÉREZ, I. D. C. D. F. 2002. Los Recursos Hídricos y su Significación en el Siglo XXI. El caso particular de Cuba. pdf. pág 10.
RHIND, D. 1990. Global Databases and GIS. En Foster, M. J. y Shand, P. J. (eds): The Association for Geographic Information Yearbook. Londres, Taylor & Francis and Miles Arnold.

RICHTER, E. J. 1995. Manejo del uso de la tierra en america central hacia el aprovechamiento sostenible del recurso tierra.

ROSAL-DEL-CID, C. 1982. Caracterización preliminar de la cuenca del río Samalá. Tesis del grado. Universidad de San Carlos de Guantemala. Facultad de Agronomía. Instituto de Investigaciones Agronómicas. .

ROSSITER, D. 1994. Land Evaluation. Lectures notes. Cornel University. College of Agriculture and Life Sciences, Department of Soil, Crop and Atmospheric Sciences. SCAS Teaching series T94-1.

STRECK, H. 1992. Sistema de Evaluación de la Aptitud Agricola de las tierras. Internet.

SULROCA, F. 1982. Instructivo para la elaoración del informe resumen del Estudio de Factores Limitantes para el cultivo de la caña. Mimeografiado, MINAZ, La Habana, Cuba.

VALDEZ, V. 2004. Pasos en el siglo XXI para mantener las cuencas hidrográficas. http://www.gestiopolis.com Ltda.

VAN-DIEPEN, C. A., VAN-KEULEN, H., WOLF, J. & BERKHOUT, J. A. A. 1991. Land evaluation: from intuition to quantification. En B. A. Stewart (Eds). Advances Soil Science. Springer, New York.