

1-1-2002

Aplicación de criterios básicos de agricultura orgánica para prevenir la contaminación y el mal uso de los recursos suelo y agua

Eliana Gutiérrez Revueltas
Universidad de La Salle, Bogotá

Edwin Fabian Martínez Merchan
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria

Citación recomendada

Gutiérrez Revueltas, E., & Martínez Merchan, E. F. (2002). Aplicación de criterios básicos de agricultura orgánica para prevenir la contaminación y el mal uso de los recursos suelo y agua. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1358

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Ambiental y Sanitaria by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

**APLICACIÓN DE CRITERIOS BÁSICOS DE AGRICULTURA ORGANICA PARA
PREVENIR LA CONTAMINACIÓN Y EL MAL USO DE LOS RECURSOS
SUELO Y AGUA**

**ELIANA GUTIÉRREZ REVUELTAS
EDWIN FABIAN MARTINEZ MERCHAN**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
BOGOTA D.C.**

2002

**APLICACIÓN DE CRITERIOS BÁSICOS DE AGRICULTURA ORGANICA PARA
PREVENIR LA CONTAMINACIÓN Y EL MAL USO DE LOS RECURSOS
SUELO Y AGUA**

**ELIANA GUTIÉRREZ REVUELTAS
EDWIN FABIAN MARTINEZ MERCHAN**

**Monografía para optar al título de
Ingeniero Ambiental Y Sanitario**

Director:

ING. YANETH PARRA

Ingeniera Química

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
BOGOTA D.C.**

2002

Nota de aceptación

Dr. Camilo Guaqueta
Decano

Ing. José Antonio Galindo
Secretario Académico

Ing. Yanneth Parra

Ing. Luisa Fernanda Rozo
Jurado

Lic. Consuelo Benavides
Jurado

Bogotá D.C 08 de Marzo de 2002

A Dios que es el guía de mi vida y a mis padres que con sus valores, enseñanzas, esfuerzo y paciencia me formaron y educaron para ser un hombre de bien.

Y a mis hermanos, tíos y abuela por su apoyo y dedicación para lograr mis metas.

Edwin Fabian

Hay días que despertamos de bruces sobre el final de los tiempos, cataclismos y avalanchas se precipitan como mantos para apagar nuestras luchas.

Sólo nos salvan ángeles en vuelo que caen y nos levantan por los aires para depositarnos más allá; más cerca, de la amistad, del amor, de la confianza, de la ternura; que no son distintas a un abrazo tibio en noche de borrasca o a un sorbo de tranquilidad y apoyo en el desasosiego del amanecer de un nuevo día.

A mis padres y hermanos por su apoyo, paciencia y comprensión con mucho amor.

Y a mi novio por su paciencia.

Eliana

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Carlos Niño, Administrador de la Hacienda Santa Cecilia, por sus valiosa
colaboración y dedicación.

Eduardo Gutiérrez B, Ingeniero Agrónomo de la Universidad La Paz de
Barrancabermeja, por su constante apoyo en este trabajo.

Yaneth Parra, Ingeniera Química , por su amable colaboración y dedicación para
la elaboración de este proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	15
1. OBJETIVOS	17
1.1 OBJETIVO GENERAL	17
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
2. MARCO DE REFERENCIA	19
2.1 MARCO TEÓRICO	19
2.1.1 Agricultura orgánica	19
2.1.2 Riego y uso eficiente del agua	26
2.2 MARCO LEGAL	27
3. CRITERIOS BÁSICOS DE AGRICULTURA ORGÁNICA	29
3.1 ADECUACIÓN DEL TERRENO	29
3.2 ELIMINACIÓN DEL USO DE AGROQUÍMICOS	31
3.2.1 Efectos de los plaguicidas en el medio ambiente	33
3.3 ALELOPATÍA	36
3.3.1 Tipos de control alelopático	37

3.4 MANEJO DE ARVENSES	39
3.5 ABONO DE ORIGEN ANIMAL	40
3.5.1 Estiércol de vaca	41
3.5.2 Fermentado de estiércol de Vaca. (Biofertilizante anaeróbico. “Urea orgánica)”	41
3.5.3 Orina de vaca	41
3.6 COMPOST	42
3.7 LOMBRIZ CALIFORNIANA Y SU HUMUS	44
3.7.1 Valores nutritivos del humus de lombriz	46
4. RECONOCIMIENTO Y GENERALIDADES DE LA ZONA	47
4.1 ASPECTOS CLIMÁTICOS	47
4.2 VEGETACION	47
4.3 SUELOS	48
4.4 RECURSO HÍDRICO	49
4.5 SELECCIÓN DE LA ZONA	49
4.6 TOPOGRAFÍA	50
5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	51
5.1 PRUEBAS DE LABORATORIO PRELIMINARES	51
5.2 MUESTREO DE SUELOS	55
5.2.1 Suelo con agroquímicos	55
5.2.2 Suelo virgen	55
5.3 MUESTREO DE AGUA	56

5.3.1 Nacedero	56
5.3.2 Ciénaga	56
5.4 PREPARACIÓN DE LOS INSUMOS ORGÁNICOS	57
5.4.1 Estiércol de vaca	57
5.4.2 Fermentado de estiércol de vaca	57
5.4.3 Orina de vaca	58
5.4.4 Compost	58
5.4.5 Alelopatía	59
5.5 REMPLAZO DEL AGUA POTABLE POR AGUA CRUDA	59
5.6 PRUEBAS DE LABORATORIO DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE AGRICULTURA ORGÁNICA	60
6. RESULTADOS	61
6.1 RESULTADOS DE MUESTREO DE SUELOS	61
6.2 RESULTADOS MUESTREO DE AGUAS	67
7. PROPUESTAS PARA EL SISTEMA DE RIEGO	69
7.1 TIPOS DE RIEGO	70
7.1.1 Aspersores y microaspersores agrícolas	70
7.1.2 Riego por goteo	71
8. COMPARACIÓN DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA CON LA AGRICULTURA CONVENCIONAL	77
9. PLAN DE MEJORAMIENTO CONTINUO	84

9.1 SELECCIÓN DEL TERRENO Y SIEMBRA	88
9.2 PREPARACION DEL TERRENO Y SIEMBRA	88
9.3 DISTRIBUCIÓN DEL PLAN DE MEJORAMIENTO DENTRO DE LA HACIENDA SANTA CECILIA	90
9.4 FERTILIZANTES	91
9.5 MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	92
9.6 RIEGO	93
10. CONCLUSIONES	94
11. RECOMENDACIONES	97
BIBLIOGRAFÍA	98
ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Parámetros ecotoxicológicos.	21
Tabla 2. Plantas repelentes.	38
Tabla 3. Efectos de las arvenses sobre los ecosistemas.	39
Tabla 4. Importancia de los macronutrientes y micronutrientes.	52
Tabla 5. Ventajas de los sistemas de riego.	72
Tabla 6. Indicadores de la sustentabilidad influenciada por proceso de degradación del suelo.	72
Tabla 7. Asociación cualitativa entre los parámetros de evaluación Y las variables ambientales.	79
Tabla 8. Comparación de atributos biofísicos, sociales y económicos Entre agroecosistemas convencionales y alternativos.	80
Tabla 9. Indicadores de la sustentabilidad influenciada por proceso de degradación del suelo.	81
Tabla 10. Principios básicos y opciones tecnológicas para mejorar el uso Sustentable de recursos suelo y agua.	82

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Comparación de % de materia orgánica, fósforo y potasio en diferentes muestras de suelo.	63
Figura 2. Comparación de azufre, hierro y manganeso en diferentes muestras de suelo.	64
Figura 3. Comparación de boro, cobre y zinc en diferentes muestras de suelo.	65
Figura 4. Comparación del pH en diferentes muestras de suelo.	66
Figura 5. Comparación de nitrógeno y fósforo en diferentes muestras de agua	67
Figura 6. Comparación del pH en diferentes muestras de agua.	68
Figura 7. Riego por aspersores y microaspersores agrícolas.	71
Figura 8. Detalle del sistema de goteo	75
Figura 9. Riego por goteo utilizado en la Hacienda Santa Cecilia.	76

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Composición de excrementos sólidos y líquidos de animales adultos (Porcentaje).	42
Cuadro 2. Resultados del análisis de suelos en la Hacienda Santa Cecilia.	61
Cuadro 3. Resultados de análisis de aguas en la Hacienda Santa Cecilia.	67
Cuadro 4. Costos de sistemas de riego por aspersión, microaspersión y goteo.	73

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Resolución 00544 del 21 de diciembre de 1995	101
Anexo B. Plantas para el manejo de plagas y enfermedades en Agricultura orgánica.	109
Anexo C. Ubicación geográfica de la Hacienda Santa Cecilia	111
Anexo D. Protocolo de muestreo de suelos y aguas	112
Anexo E. Ley 373 de 1997. Uso eficiente de agua	121
Anexo F. Permiso de concesión de aguas	127
Anexo G. Fotografías del proyecto	134
Anexo H. Plano del sistema de riego por goteo	140

GLOSARIO

ACIDOS HÚMICOS Y FÚLVICOS: Son los componentes esenciales del extracto húmico el cual es aplicado al suelo como complemento vitamínico y fitoregulator, o bien como enmienda orgánica.

AGROQUÍMICOS: Químicos utilizados en el campo como fertilizantes o plaguicidas para mejora continua de éste.

CLORADO: Son pesticidas que pueden ser utilizados como insecticidas, funguicidas y herbicidas. Su degradación en la naturaleza es muy lenta, se acumulan en los tejidos grasos. El más dañino de éstos es el DDT. Hay otros como: lindano, dieldrin, clordano, toxafeno, heptacloro, DDD y DDE.

CONSUMO EFICIENTE DEL AGUA: Es el consumo mensual promedio de cada usuario medido en condiciones normales en los 6 meses anteriores a la instalación de equipos, sistemas de implementos de bajo consumo de agua ajustados por el factor de eficiencia de dichos equipos.

CALDOS MICROBIANOS: Son mezclas entre productos orgánicos y algunos químicos nobles combinados, funcionando como biofertilizantes y mejoradores del suelo.

FAO: Federación De Agricultura Orgánica.

FERTILIZANTES NITROGENADOS: Abono a partir de nitrógeno que acrecienta la fertilidad del suelo.

FUNGUICIDAS: Producto químico utilizado para eliminar hongos

HERBICIDAS: Producto químico utilizado para eliminar malas hierbas.

INSECTICIDAS: Producto químico utilizado para eliminar insectos.

MULCH: Cubresuelo, como abono verde para dar alta resistencia a los cultivos.

NAPAS: Capas o mantos subterráneos de los recursos hídricos.

ÓRGANOFOSFORADO: Son moléculas orgánicas que contienen fósforo, se hidrolizan fácilmente y han venido reemplazando a los organoclorados, porque son menos persistentes en el ambiente y no se acumulan en los microorganismos.

Son generalmente tóxicos y pueden ser: el malatión, sístox. Clorotión, disistón y metasístox

SULFAMIDA: Nombre Genérico de una serie de compuestos orgánicos nitrogenados y sulfurados, que son la base de diversos de medicamentos antiinfecciosos.

RESUMEN

El Proyecto se realizó en la Hacienda Santa Cecilia, ubicada en el Municipio de La Dorada (Caldas).

Se inició con un reconocimiento de la zona e identificación de las áreas en donde se estaban y no se estaban aplicando agroquímicos, luego se localizaron las zonas en donde se generarían algunos materiales que se iban a utilizar para el desarrollo de éste proyecto.

Con esto se procedió a estudiar los métodos más apropiados para implementar la agricultura orgánica y controlar los residuos dejados por los agroquímicos.

Se utilizó una metodología analítica e investigativa debido a las diversas pruebas de laboratorio que se hicieron.

Se seleccionaron y prepararon los métodos orgánicos con los que se puso en marcha el proyecto; estos fueron: lombricompost, caldos orgánicos, abonos verdes, compostaje enriquecido a base de bacterias, alelopatía y la más importante el no uso de agroquímicos.

También se determinaron las zonas de cultivos en las cuales se instalaron los sistemas de riego con el fin de aplicar un uso eficiente del agua.

INTRODUCCIÓN

¿ Por qué hacer agricultura orgánica?. La agricultura moderna intensiva enfrenta dos graves cuestiones: En primer lugar provoca una contaminación del suelo y las napas de agua debido al uso de abonos químicos y pesticidas. Además, estos productos causan un deterioro de la estructura del suelo al disminuir su carga bacteriana. Esto lleva a emplear maquinaria agrícola cada vez más pesada para roturar las tierras dañadas, con lo que el problema se incrementa y se crea un círculo vicioso.

En segundo lugar, la agricultura moderna interfiere en la calidad de los alimentos mediante la presencia de tóxicos en la alimentación y la ausencia de ciertos nutrientes por causa de una fertilización deficiente. Las empresas que fabrican estos productos y las reglamentaciones que facilitan su uso, sostienen que la presencia de estos químicos en las plantas es baja y tolerable o que se trata de sustancias que se degradan rápidamente en el medio ambiente.

Pero esto no es real, puesto que por estudios hechos al suelo por la Federación de Agricultura Orgánica (FAO) se ha determinado que la capacidad de producción de estos se va disminuyendo hasta el punto de causar su esterilidad, igualmente, causa un efecto contaminante a las fuente hídricas subterráneas y superficiales.

La agricultura orgánica entonces se propone, frente a esta problemática, como una técnica sostenible, económica y protectora del medio ambiente.

Además es un cambio en los sistemas de producción, enmarcados dentro del contexto de la globalización económica, exige de producciones con menores costos, que las hagan más competitivas para los diferentes mercados, y últimamente dentro del contexto de producción limpia y agricultura orgánica.

Con esta visión, el presente trabajo pretende crear una conciencia ambiental dentro de la población agricultora y específicamente en la Hacienda Santa Cecilia, ya que los beneficios a nivel ecosistémico de equilibrio entre suelo y agua son los de conservación y mantenimiento de la calidad de éstos.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un modelo de agricultura orgánica para la prevención de la contaminación y el mal uso de los recursos suelo y agua.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reconocer y delimitar el área a estudiar.
- Implantar la agricultura orgánica como medio efectivo para evitar la contaminación por agroquímicos utilizados en la agricultura convencional.
- Utilizar los insumos orgánicos existentes dentro del área para la elaboración de los compuestos orgánicos necesarios, disminuyendo los insumos externos.
- Reemplazar el uso de agua potable por agua cruda para así disminuir costos y hacer un uso eficiente de ésta.

- Determinar las características químicas del recurso suelo antes y después del tratamiento.
- Determinar las características químicas de la Ciénaga y el Nacedero buscando la más adecuada para la agricultura orgánica.
- Comparar la agricultura convencional con la agricultura orgánica mediante variables ambientales.
- Implantar un plan de mejoramiento continuo mediante la aplicación de la agricultura orgánica.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 Agricultura Orgánica. Los paradigmas reinantes en el siglo XX en el campo de la agricultura han sido productivistas, mercantilistas, de grandes volúmenes por hectárea, esa ha sido una concepción de explotar el suelo, el agua, los recursos naturales renovables y no renovables. Una concepción que está unida a niveles económicos de competencia, paradigma que se asemeja a una carrera donde el más veloz lo hace a costa de un uso exagerado de químicos de síntesis, donde se mercadea con la vida y su esencia por un puñado de billetes rápidos pero no fáciles.

Se ha dicho varias veces ya, que esta concepción llamada revolución verde se ha vinculado con fines bélicos, es más, se dice que su auge se viene gestando por la carrera armamentista dado en forma en la primera y segunda guerra mundial, donde los agroquímicos de síntesis para la agricultura eran derivados directos de estos eventos.

Si se tiene en cuenta que generalmente millones de personas se alimentan 3 veces al día con productos primarios, es decir, sin procesar y en forma fresca, valdría la pena recordar que más del 90% de los alimentos, desde el banano hasta la cebolla, del trigo hasta los pastos, de las leguminosas hasta la gramíneas, casi absolutamente todo se cultiva con utilización de agroquímicos de síntesis como son herbicidas, insecticidas, fungicidas y fertilizantes nitrogenados. La invención de todos estos agro tóxicos desastrosos lleva en la práctica masificada unas cuantas décadas.

El punto central es que a los agroquímicos de síntesis se les ha comprobado una peligrosa residualidad en suelos, en aguas, en el aire, en los ecosistemas, en las cadenas tróficas, a corto, mediano y largo plazo, y en últimas lesionará la herencia del planeta tierra, o mejor dicho, habrá daños irreversibles en el mapa genético planetario y en la genética humana.

Lógicamente ésta realidad tiene sus rangos de contaminación según el lugar, la cultura agrícola de cada país, las especies en producción y por supuesto el nivel tecnológico - agronómico imperante. Igualmente no es lo mismo hablar de la residualidad (contaminación cronológica) de un producto de categoría toxicológica I, que de un producto de categoría toxicológica IV como se muestra en la Tabla 1, así mismo no es lo mismo un órganofosforado que un clorado o que una sulfamida, puesto que su capacidad o grado de contaminación causado son diferentes.

Tabla 1. Parámetros ecotoxicológicos.

Categoría	Toxicidad
I.	Extremadamente tóxico.
II.	Altamente tóxico.
III.	Moderadamente tóxico.
IV.	Ligeramente tóxico.
V.	Prácticamente tóxico.

Fuente: VALLEJO, María Del Carmen Ed.U. Nacional, Toxicología Ambiental 1997

Para evitar los daños al medio ambiente y el agotamiento de los recursos naturales, se debe mantener o aumentar la fertilidad de los suelos a largo plazo, emplear al máximo recursos renovables y reducir el consumo de petróleo e insumos importados.

La agricultura orgánica no es una nueva moda de cultivo. Estos tipos de cultivos implican un cambio de mentalidad, van parejos a un nuevo concepto de vida, de la sociedad, de las relaciones humanas, contrapuestos a la sociedad de consumo, haciendo suyo todo lo que tiene de bueno la ciencia moderna y rechazando cuanto pueda infringir las leyes de la naturaleza¹.

¹ ALVIAR, Camilo Andrés. Seminario Taller teórico-práctico. "Agriculturas alternativas". La sostenibilidad eje de la agricultura orgánica, Bogotá, 2001. p. 25

La agricultura orgánica es un sistema biológico cuya realización no depende de tal producto o de tal receta, sino de un concepto global. A pesar de su aparente complejidad, sus métodos resultan bastante simples, ya que la naturaleza hace gran parte del trabajo, pero debe estar bien controlada.

Esta agricultura trata de mantener la diversidad genética del sistema agrícola y de su entorno, incluyendo la protección del hábitat de los animales y plantas silvestres.

Según el Manual de Agricultura Orgánica de la FAO (1999), las principales características de la Agricultura Orgánica son:

- Recuperar, mantener o mejorar las condiciones del medio y mantener una relación positiva con el ambiente natural a todos los niveles. Con el fin de evitar todas las formas de contaminación, no se usa ningún fertilizante ni plaguicida químico (sintético), ni otros productos químicos - sintéticos para protección y maduración en almacén, ni hormonas o reguladores de crecimiento para uso agrícola y pecuario.
- Respetar la vocación natural del suelo, agua y clima, que trata de mantener la fertilidad a largo plazo de los suelos por medio del reciclaje de residuos vegetales y animales y de un trabajo del suelo que no lo maltrate.

- Integrar la producción vegetal y producción animal. Los animales juegan un papel importante cerrando los ciclos de nutrientes y de materia orgánica, aportando estiércol para el abonado de los cultivos y permitiendo ampliar la variedad de las rotaciones con la introducción de cultivos forrajeros.
- Se busca asegurar vitalidad y longevidad de los animales, proporcionándoles condiciones acordes con su naturaleza: un adecuado esparcimiento, alimentos sanos producidos en la misma hacienda sin sustancias extrañas.
- El manejo eficiente de adventicias (malezas), plagas y enfermedades se realizan de manera preventiva y autónoma (remedios naturales locales, control biológico natural), protegiendo la salud humana, el ambiente y el bolsillo del agricultor.²

El hombre para su existencia depende del aire, del agua, y del suelo. De estos tres recursos naturales, el agua es un elemento que permite satisfacer múltiples necesidades, entre las principales se menciona a las de tipo doméstico, agrícola e industrial.

El agua al estar contaminada produce alteraciones de orden físico, químico, biológico y radiológico; por lo tanto, es deber de todos colaborar conjuntamente con las autoridades sanitarias para lograr que el agua, no sea contaminada por ninguna de estas actividades antropológicas.

² FAO, Manual de agricultura orgánica, 1999. p. 15

El suministro de agua se agudiza debido a que el problema no solo se concentra en aspectos técnicos y económicos, sino que también existe una incidencia directa en la escasez y el grado de contaminación de este recurso, causado por los agroquímicos y otras actividades que el hombre desarrolla; especialmente en áreas cercanas a las grandes urbes.

La implementación de programas de uso eficiente de agua tiene su fundamento en la escasez de este recurso; en los costos asociados a su captación y extracción, tratamiento y distribución, y finalmente con la relación que existe entre la oferta y la demanda.

Alterar la calidad del agua, significa atentar contra la vida de los hombres y los restantes seres vivos.

El Nitrógeno (N) es uno de los principales contaminantes de las aguas subterráneas. Es conocido que las plantas aprovechan únicamente un 50% del nitrógeno aportado en el abonado, esto supone que el exceso de nitrógeno se pierde, generalmente en el lavado del suelo por el agua que se filtra al subsuelo, siendo arrastrado hacia los acuíferos, ríos y embalses, contaminando, por tanto, las aguas destinadas a consumo humano. De hecho, en muchos trabajos de investigación se ha concluido que el principal factor responsable de la contaminación de las aguas subterráneas por nitratos es la agricultura.

Este fenómeno ha sido ampliamente estudiado en el Reino Unido, estimándose que, con las tasas de fertilización normalmente recomendadas en ese país, se producen pérdidas de 50 – 60 Kg de nitrógeno por hectárea al año y, en algunos lugares, llegan a alcanzar 100 Kg. También se señala que, en la misma área, del total de entradas de nitratos al acuífero, el 58% procede de las actividades agrícolas. En Castellón, en cultivos de cítricos, se llegan a perder hasta 250 Kg.

En general, todos los autores parecen estar de acuerdo en que el exceso de fertilización nitrogenada y su defectuosa aplicación, son las causas que más contribuyen a la contaminación por nitratos de las aguas subterráneas.

¿Qué podemos hacer para evitar la contaminación con nitratos?

Practicar la agricultura orgánica.

La agricultura orgánica, al no utilizar abonos muy solubles, tiene mucho menos riesgo de contaminar. Aun así se debe tener precaución con, no aportar dosis excesivas de estiércol, con el manejo de purines, gallinaza y ajustar la dosis de abonos nitrogenados.

El exceso de abono es la principal causa de contaminación. Debemos reducirlo al estrictamente necesario, pues un exceso no mejora el rendimiento económico del cultivo.

2.1.2 Riego y Uso Eficiente del Agua. Es indispensable fomentar la educación ambiental y sanitaria, para generar cultura y usar adecuadamente este recurso; el uso eficiente del agua persigue un objetivo, dotar a los usuarios de la cantidad de agua suficiente y necesaria para sus requerimientos básicos, como es la de la agricultura sin que se desperdicie agua por concepto de malos usos o por diseños inadecuados de los artefactos que se utilizan, sin que ello signifique una pérdida de comodidad o de calidad de los productos que se quieran obtener.

El uso eficiente del agua es una herramienta de protección de cuencas y para lograr este fin se requiere optimizar todos los componentes de los sistemas de agua, utilizados en el riego de cultivos.

El riego constituye una alternativa complementaria o única para cubrir las diferencias en épocas de sequía, sabiendo que la disponibilidad del agua de manera natural se limita a los periodos de invierno. Debe tenerse en cuenta, empero, que el uso de riego no debe provocar efectos desestabilizadores en el ecosistema, ni comprometer las fuentes de agua. Es indispensable contar con un análisis de líquido que garantice la ausencia de sustancias no permitidas y/o de metales pesados.

Algunos de los aspectos importantes a identificar con el fin de ser eficientes en el uso de esta práctica son las necesidades hídricas del cultivo en relación con su estado de desarrollo, las condiciones microclimáticas de la región, los recursos económicos de los productores, principalmente, si la fuente de agua es suficiente

para satisfacer la demanda del cultivo durante la época de sequía. La cantidad de agua requerida en el riego o la necesidad hídrica de un cultivo dependerá de su edad, espaciamiento, número de árboles, posibles asociaciones con otros cultivos y condiciones meteorológicas.

El riego correctamente aplicado garantiza niveles de producción rentables y estables independientemente de la variabilidad de las condiciones climáticas y permite un uso racional del recurso.

Los variados sistemas de riego, permiten el riego y la fertilización del suelo, respetando el ambiente sin dañar las fuentes de agua y los acuíferos.

2.2 MARCO LEGAL

La Agricultura Orgánica en nuestro país se encuentra regida por la Resolución número 00544 del 21 de Diciembre de 1995 expedida por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, en la cual se establece que es deber del Estado garantizar el desarrollo sostenible, la conservación, restauración y aprovechamiento de los recursos naturales, así como regular el control de calidad de bienes y servicios ofrecidos a la comunidad y proteger la diversidad o integridad del ambiente.

Que el método de Agricultura orgánica tiene como objetivo garantizar la sostenibilidad y renovabilidad de la base natural de la producción agropecuaria y mejorar la calidad del ambiente mediante restricciones en la utilización de fertilizantes o pesticidas que puedan tener efectos nocivos para el medio ambiente o sus residuos adquieran presencia en los productos agrícolas.

Que existe una demanda cada vez mayor de productos agrícolas primarios y elaborados, obtenidos por los métodos de producción orgánica, lo cual hace necesario establecer un marco reglamentario, armonizado con las normas internacionales sobre la materia. (Véase Anexo A).

3. CRITERIOS BÁSICOS DE AGRICULTURA ORGÁNICA

3.1 ADECUACIÓN DEL TERRENO

La preparación del terreno esta en función del tipo de cultivo a sembrar, su topografía y las condiciones actuales del suelo en lo referente a sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Con esta práctica se busca manejar residuos de cosechas, controlar plagas, condicionar una estructura en el suelo que facilite la germinación de la semillas y/o el desarrollo de las raíces, preparar el suelo para otras labores, minimizar la erosión e incorporar y mezclar abonos. La preparación del suelo puede ser mecánica o manual, para lo que se tiene en cuenta la disponibilidad de medios económicos, la maquinaria, los factores climáticos predominantes y la topografía.

La adecuación del terreno se hace con el objeto de dejar el suelo en las mejores condiciones posibles para su cultivo y sostenimiento, y no ser contaminado (Véase Anexo G; Foto 11). Los efectos benéficos de un buen trabajo en este sentido son:

- Favorecer la germinación de semillas, el buen desarrollo de raíces, la mejor circulación del agua y la vida de los microbios benéficos.
- Facilitar el desarrollo de cultivos posteriores.

- Mejorar la aireación y condiciones del suelo.
- Destruir e incorporar malezas e insectos.

Para una correcta preparación de la zona en donde se va a hacer el cultivo, se debe:

- Determinar las características fisicoquímicas y topográficas del suelo en la zona donde se va a desarrollar la agricultura orgánica, para así encontrar las condiciones óptimas para el cultivo a desarrollar.
- Descompactar bien el suelo, con el fin de mezclar el abono orgánico, en el momento de incorporarlo al suelo, para así mejorar las condiciones de nutrientes y obtener una mejor absorción por las plantas.
- Sembrar cultivos asociados para así lograr una repelencia y un acompañamiento. El acompañamiento se refiere al uso de plantas por medio de las cuales los cultivos se encuentran en combinación exitosa con otras plantas, para proporcionarse un beneficio mutuo y las plantas repelentes son plantas de aroma fuerte para mantener alejados los insectos de los cultivos. Este tipo de plantas protege los cultivos hasta 10 metros de distancia, algunas repelen un insecto específico y otras, varias plagas. Generalmente, las plantas repelentes se siembran bordeando los extremos de cada surco del cultivo o alrededor del cultivo para ejercer una barrera protectora.
- Instalar el sistema de riego haciendo un uso óptimo del agua y logrando un buen esparcimiento de ésta hacia todo el cultivo.

3.2 ELIMINACIÓN DEL USO DE AGROQUÍMICOS

El uso y manejo inadecuado de los agroquímicos se expresa en la realización de mezclas incorrectas de químicos, aplicaciones en dosis y frecuencias no recomendadas, transporte de estos productos con alimentos, almacenamiento en las fincas cerca de habitaciones y lugares de acopio de alimentos humanos y de concentrados para los animales; entre otros, lo cual puede causar daños al medio ambiente y riesgos para la salud humana.

Estos manejos han creado desequilibrios en los ecosistemas naturales, especialmente entre las poblaciones de animales e insectos, al aparecer especies resistentes a determinado grupo de químicos y han hecho desaparecer especies benéficas para la agricultura - como los polinizadores de plantas y los depredadores naturales de plagas-. En cuanto a la salud humana, estos productos son tóxicos tanto para las personas que intervienen en la producción y aplicación de los mismos, como sobre los consumidores de alimentos contaminados por sus residuos.

En general la utilización indiscriminada de estos productos en la agricultura ha creado problemas ambientales en su entorno, específicamente por la peligrosa toxicidad que generan, afectando organismos bióticos y abióticos: Dejando secuelas que dificultan la reproducción, efectos potenciales mutagénicos, teratogénicos o carcinogénicos, acciones tóxicas agudas y crónicas en humanos y

animales, toxicidad para microorganismos acuáticos y terrestres, degradaciones de medios acuosos, terrestres y aéreos, contaminación de alimentos.

Los agroquímicos una vez aplicados son arrastrados por las corrientes de aire y agua a ecosistemas distantes, dependiendo de las condiciones climáticas reinantes y de la naturaleza del químico. La contaminación de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, adoptan características especiales puesto que son tóxicas para diversas formas de vida animal, vegetal y para el consumo animal y humano. Por su parte, los residuos volátiles cuando pasan a la atmósfera vuelven a ser precipitados por la lluvia en lugares distintos a aquellos donde se realizaron las aplicaciones. El problema generado pasa de un contexto local a uno general.

En conclusión, el movimiento y la incidencia de los agroquímicos al medio ambiente está condicionado por las propiedades intrínsecas de los productos y las características del medio. La activación de un químico y el grado de afectación depende de la naturaleza química del producto, de las características del suelo (contenido en arcillas, en materia orgánica, textura, estructura, porosidad, vegetación, humedad, pH), de las condiciones climáticas, el tipo de cultivo, el uso y manejo del producto, de la disposición de residuos y envases y de las prácticas culturales existentes en el área de influencia de la actividad.

3.2.1 Efectos de los Plaguicidas en el Medio Ambiente. Para la eliminación del uso de agroquímicos es necesario que se identifiquen en el ámbito teórico variables básicas en el análisis de efectos al medio ambiente derivados del uso y manejo de plaguicidas. De hecho la variable ambiental clave es el consumo de plaguicidas; sin embargo, debe integrarse necesariamente con las características biofísicas del medio.

El uso de plaguicidas puede directamente contaminar el agua o con las precipitaciones o canales de riego. En general los efectos en aguas superficiales y subterráneas se miden teniendo en cuenta además del consumo de químicos, variables como topografía, características del suelo, naturaleza del químico, tipo de cultivo, comportamiento climático entre resiembra y cosecha y manejo de envases y residuos.

Los plaguicidas en el suelo -dependiendo de su naturaleza química- pueden persistir durante muchos años, y así presentar mayor probabilidad de interacción con otros elementos del sistema natural que potencian su acción. El uso indiscriminado genera desequilibrios y círculos viciosos en los ecosistemas al desaparecer fauna benéfica y aparecer plagas resistentes a químicos empleados, teniendo que incorporar al proceso productos cada vez más tóxicos.

La dinámica de un plaguicida en el suelo exige considerar factores que determinan su adsorción, movilidad, persistencia, biodegradación y efectos sobre microorganismos responsables de mantener la fertilidad del suelo.

La degradación en el suelo de los plaguicidas tiene dos orígenes: biótico y abiótico. La degradación biótica fundamental la realizan los microorganismos del suelo y en menor proporción las plantas superiores y macroorganismos.

La velocidad de degradación de un plaguicida varía desde pocas semanas a muchos años.

La degradación abiótica se manifiesta a través de mecanismos de volatilización depende de la tensión de vapor, el grado de adsorción del suelo, temperatura y condiciones climáticas: especialmente velocidad del viento, foto descomposición, éste fenómeno se limita solamente a la superficie del suelo y/o reacciones químicas tales como hidrólisis y oxidación.

Los cultivos que pueden estar generando mayor contaminación por estudios estadísticos hechos por la Federación de Agricultura Orgánica son:

- **Por Consumo Aparente De Insecticidas:**

Extrema contaminación: Algodón.

Alta contaminación: Papa, arroz, flores, sorgo.

Moderada contaminación: Soya, café, frutales, maíz.

Baja contaminación: Caña de azúcar, banano y pastos.

- **Por Consumo Aparente De Herbicidas:**

Extrema contaminación: Arroz.

Alta contaminación: Pastos, algodón, caña de azúcar, café.

Moderada contaminación: Soya, Banano, maíz, hortalizas.

Baja contaminación: Papa, frutales, flores.

- **Por Consumo Aparente De Fungicidas:**

Extrema contaminación: Papa.

Alta contaminación: Arroz, Banano, Flores, Hortalizas.

Moderada contaminación: Sorgo, café, frutales.

Baja contaminación: Caña de azúcar, pastos, maíz.

En suma, teniendo en cuenta el consumo total de plaguicidas (de insecticidas, herbicidas y fungicidas), se puede inferir que los cultivos que causan mayor contaminación por uso de plaguicidas en su orden serían:

- **Por Consumo Total De Plaguicidas:**

Extrema contaminación: Arroz, algodón.

Alta contaminación: Papa, pastos, flores.

Moderada contaminación: Hortalizas, Banano, sorgo, caña de azúcar, café.

Baja contaminación: Soya, maíz, frutales.

3.3 ALELOPATÍA

Muchas especies se regulan unas a otras por medio de la producción y liberación de repelentes, atrayentes, estimulantes e inhibidores químicos. La alelopatía se encarga o se ocupa de las interacciones químicas planta – planta y planta – microorganismos, ya sean estas perjudiciales o benéficas.

La alelopatía es pues, la ciencia que estudia las relaciones entre las plantas afines y las plantas que se rechazan, utilizando sus ferohormonas para evitar el ataque de las diferentes plagas y enfermedades a las que pueden ser susceptibles.

Algunas plantas segregan sustancias tóxicas, que no le permiten ser cultivadas en asocio, un ejemplo de éstos es el ajenojo cuyas raíces son tóxicas; sin embargo, estas mismas sustancias controlan pulgas y babosas cuando se utilizan en forma de té; también aleja los escarabajos y gorgojos de los granos almacenados.³

El efecto alelopático de una planta sobre otro microorganismo no es total para bien o para mal, sino que está regido por manifestaciones de mayor o menor grado según sean las características de los organismos involucrados. Sin embargo, el potencial de productos naturales que pueden ser usados por sus propiedades biológicas particulares como herbicidas, plaguicidas, antibióticos, inhibidores o estimulantes de crecimientos, entre otros; es prácticamente inagotable.

³ ALVIAR, Camilo Andrés. Seminario Taller Teórico – Práctico. “Agriculturas Alternativas”. La sostenibilidad eje de la agricultura orgánica, Bogotá, 2001. p. 30

Los productos alelo químicos tienen efectos que van desde la inhibición o estimulación de los procesos de crecimientos de las plantas vecinas, hasta la inhibición de la germinación de semillas, o bien evitan la acción de insectos y animales comedores de hojas, así como los efectos dañinos de bacterias, hongos y virus. Así, los productos naturales conforman una parte muy importante de los sistemas de defensa de las plantas con la ventaja de ser biodegradables, efecto que no sucede al aplicar agroquímicos que perduran por largos períodos de tiempo en el suelo y por ende en el agua y aire.

3.3.1 Tipos De Control Alelopático. Los tipos de control que frecuentemente se usan se hacen con plantas acompañantes, con plantas repelentes o con cultivos trampa.

- **Plantas acompañantes:** Se refiere al uso de plantas por medio de las cuales los cultivos se encuentran en combinación exitosa con otras plantas, para proporcionarse un beneficio mutuo.
- **Plantas repelentes:** Son plantas de aroma fuerte para mantener alejados a los insectos de los cultivos (hasta 10 m) y algunas repelen un insecto específico y otras varias plagas como se muestra en la Tabla 2. Generalmente las plantas repelentes se siembran bordeando los extremos de cada surco del cultivo o alrededor del cultivo para ejercer una barrera protectora.⁴

⁴ Mejía C. Jaime, Manual de alelopatía básica y productos botánicos. Bogotá, 1999. p. 18

Tabla 2. Plantas repelentes.

Plagas	Control
Chizas	Sembrando rábano antes de sembrar fresas, tubérculos, entre otros. También se puede sembrar un surco de rábanos a cada 10 metros del cultivos.
Gusano blanco	En la papa, se controla el gusano blanco sembrando plantas de hinojo o eneldo entre los surcos (una planta ala inicio, una en el medio y una al final del surco).
Hormigas	Se controla sembrando canabalia (fríjol), hierbabuena puntiaguda, tanaceto o poleo.
Moscas blancas	En hortalizas y leguminosas se siembran al azar algunas plantas de tabaco que, al florecer, segregan sustancias pegajosas que atrapan moscas. Sembrar entre los surcos plantas de botón de oro (no-caléndula), que segregan sustancias feromonas que son absorbidas por las raíces de las otras plantas y actúan como repelente de las moscas.
Trazadores	Se repelen sembrando algunos surcos de ajo ente los surcos de cultivos de hortalizas, leguminosas, fresa o tubérculos (1 surco de ajo por 10 del cultivo).

Fuente: Manual de agricultura ecológica.1999

3.4 MANEJO DE ARVENSES

Las arvenses, incorrectamente denominadas malezas, son plantas que siempre están presentes en los agroecosistemas y requieren, al igual que los cultivos, agua, luz y nutrientes, razón por la cual deben ser manejadas con el fin de disminuir al máximo la competencia con las especies sembradas y poder obtener beneficios a partir de ellas. Las arvenses ocurren en forma natural y afectan permanentemente todo el proceso productivo; su ciclo de vida puede ser anual o perenne; presentan reproducción sexual, asexual o la mezcla de las dos; su expresión en campo varía por las condiciones climáticas y edáficas particulares. Sus principales características son: alta capacidad reproductiva, adaptabilidad a diferentes condiciones de clima y suelo, capacidad para soportar condiciones adversas, mayor viabilidad de las semillas, germinación irregular, ciclo de vida similar al del cultivo y desarrollo vegetativo muy rápido.

Tabla 3. Efectos de las arvenses sobre los agroecosistemas.

Beneficios	Problemas
<ul style="list-style-type: none">• Previenen y disminuyen la erosión del suelo.• Proporcionan refugio y alimento a la fauna por su variabilidad genética.• Proporcionan diversidad y estabilidad al agroecosistema.• Son fuente natural de abono verde.• Son fuente de alimento humano.	<ul style="list-style-type: none">• Reducen el rendimiento de los cultivos.• Reducen la calidad de los cultivos.• Compiten con el cultivo por agua, luz y nutrientes.• Hospederos de plagas y enfermedades.

Fuente: Manual de Agricultura Ecológica. 1999

3.5 ABONO DE ORIGEN ANIMAL

Los animales son una parte importante de los sistemas agrícolas ecológicos porque contribuyen a cerrar los ciclos de los nutrientes, mediante la transformación del material vegetal en estiércol, siendo éste la principal y más antigua fuente de abono orgánico.

El estiércol de los animales debe ser recogido, conservado y secado antes de su utilización (aunque hay diversas formas de convertir el estiércol). Si se compara con los fertilizantes comerciales, es pobre en nutrientes para las plantas pero tienen un efecto benéfico sobre la bioestructura del suelo y el crecimiento vegetal, razón por la cual las cantidades empleadas deben ser entre 10 y 50 veces superiores a las utilizadas con productos comerciales o incrementar la frecuencia de aplicación de 6 a 8 veces por año.

Gran parte del nitrógeno contenido en el estiércol se halla en estado orgánico y se mineraliza con mucha lentitud, por lo cual el efecto del estiércol tiende a extenderse por un período prolongado; la asimilación del potasio, en cambio, es muy rápida.

3.5.1 Estiércol de Vaca. El estiércol de vaca se utiliza también en la protección de cultivos y suelo. La mezcla además de ser un repelente de insectos, puede usarse como abono aplicado directamente al suelo o en forma dirigida sobre el cultivo y para prevenir las semillas del ataque de plagas al momento de la siembra se debe tratar con orines y estiércol de vaca.

3.5.2 Fermentado de Estiércol de Vaca. Biofertilizante Anaeróbico. “Urea Orgánica”. Este es un buen fertilizante muy sencillo de obtener y con el que se han obtenido y se obtienen muy buenos resultados en diferentes partes del mundo. Se puede considerar que es casi igual al efluente del biodigestor.

Es un acondicionador del sistema de producción, así por ejemplo:

Un cultivo de 110 días se puede bajar a 90 días para el inicio de la producción.⁵ Con este producto se obtienen muy buenos resultados para controlar hongos y repeler insectos, además de lograr un buen crecimiento y desarrollo de las plantas.

3.5.3 Orina de Vaca. Es un buen fertilizante, actúa como urea pero es importante tener en cuenta que soluciones muy concentradas pueden causar daños al cultivo. Está formulada para controlar cochinillas, orugas, saltamontes y arañuelas en frutales y hortalizas.

⁵Revista cubana de agricultura orgánica, Cuba, 1999. p. 6

Cuadro 1. Composición de excrementos sólidos y líquidos de animales adultos (Porcentaje).

Origen elemento	Bovino	
	Sólido	Líquido
Nitrógeno	0.32	0.96
Fósforo	0.21	0.03
Potasio	0.16	0.65

La composición química varía de acuerdo con la alimentación recibida por el animal.

Fuente: Corporación Colombia Internacional. 1999

3.6 COMPOST

Es un proceso de descomposición de la materia orgánica. Su duración es muy variable y depende de los materiales utilizados, el clima y según el uso que se quiera hacer de éste. En general; el compost puede utilizarse después de un tiempo de fermentación que puede variar de algunas semanas a 6 meses y mucho más.

Un compost maduro, es decir muy descompuesto, puede utilizarse en todo tipo de circunstancias y cultivos, pero para cantidades iguales tiene un valor fertilizante menos elevado que un compost joven.

El compostaje es un proceso de transformación biológica de la materia orgánica en un producto final, denominado compost, que presenta, respecto a los materiales de partida, las siguientes ventajas:

- Mayor estabilidad biológica
- Mayor contenido de humus
- Menor relación Carbono/Nitrogeno
- Menor volumen aparente (compactación)
- Eliminación de los gérmenes patógenos

Como tal proceso biológico que es, está condicionado por un conjunto de factores ambientales como son:

- Aireación: es imprescindible una aireación adecuada, de lo contrario se hace mas lenta la descomposición, se produce la pérdida de algunos nutrientes y se generan sustancias tóxicas para las plantas.
- Humedad: Cuando es baja se paraliza la actividad biológica y cuando es alta se producen condiciones de anaerobiosis y pérdida de nutrientes por lixiviación
- Relación Carbono/Nitrógeno: cuando el Nitrógeno es escaso se paraliza la actividad biológica y cuando está en exceso se producen pérdidas.
- pH: influye sobre la actividad de los microorganismos y sobre la velocidad de las reacciones enzimáticas. Debe ser próximo a la neutralidad

3.7 LOMBRIZ CALIFORNIANA Y SU HUMUS

La lombriz es de gran utilidad económica y ambiental, ya que por su actividad cavadora de tierra, en su estado natural, participa en la fertilización, aireación y formación de suelo.

La lombriz en su estado natural tiene gran participación en la fertilización del suelo, por su efecto marcado sobre la estructuración del mismo, debido a la mezcla permanente y el reciclaje de bases totales como el Calcio, el cual sustraen de las capas más profundas del suelo hacia la superficie.

El humus de la lombriz o vermicompost es el fertilizante orgánico por excelencia. Se trata del producto que sale del tubo digestivo de la lombriz.

- Es un material de color oscuro, con un agradable olor a mantillo del bosque.
- Es limpio, suave al tacto y su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción.
- Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces.
- Impide que estos sean lavados por el agua de riego manteniéndolos por más tiempo en el suelo.

- Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de las plantas. El lombricompost aumenta notablemente el porte de plantas, árboles y arbustos en comparación con otros ejemplares de la misma edad.
- Durante el trasplante previene enfermedades y evita conmoción por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad.
- Favorece la formación de micorrizas.
- Aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos.
- Inhibe el desarrollo de bacterias y hongos que afectan a las plantas.
- Debido a su pH neutro y otras cualidades favorables aporta y contribuye al mantenimiento y al desarrollo y diversificación de la microflora y micro fauna del suelo.
- Favorece la absorción radicular.
- Regula el incremento y la actividad de los nitritos del suelo.
- Facilita la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta. La acción microbiana del humus de lombriz hace asimilable para las plantas minerales como el fósforo, calcio, potasio, magnesio y oligoelementos, evitando así el adiconamiento de estos en forma química dañando las condiciones ambientales.
- Transmite directamente del terreno a la planta hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadoras.
- Protege al suelo de la erosión.

- Aporta e incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro y los libera gradualmente, e interviene en la fertilidad física del suelo porque aumenta la superficie activa.
- Aumenta la porosidad del suelo.
- Su color oscuro contribuye a la absorción de energía calórica.
- Neutraliza eventuales presencias contaminadoras (herbicidas, ésteres fosfóricos) debido a su capacidad de absorción.
- Por los altos contenidos de ácidos húmicos y fúlvicos mejora las características químicas del suelo.
- Mejora la calidad y las propiedades biológicas de los productos.
- Aumenta la permeabilidad y la retención hídrica de los suelos (4 – 27%) disminuyendo el consumo de agua en los cultivos.

3.7.1 Valores Nutritivos Del Humus De Lombriz. El humus de lombriz resulta rico en elementos nutritivos, rindiendo en fertilidad 5 a 6 veces más que un estiércol común. El aumento de las cosechas es mayor que con abonos químicos.

Composición

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| • Humedad = 30 – 60% | • Ácidos fúlvicos = 2.8 – 5.8% |
| • pH = 6.8 – 7.2 | • Ácido húmico–fúlvico = 1.5 – 3% |
| • N = 1 – 2.6% | • Na = 0.02 % |
| • P = 2 – 8% | • Cu = 0.05 % |
| • K = 1 – 2.5 % | • Hierro = 0.02% |
| • Mg = 1 – 2.5% | • Mn = 0.006% |
| • Ca = 2 – 8% | • Relación N/C = 10-11% |
| • Materia orgánica = 14 – 30% | |

4. RECONOCIMIENTO Y GENERALIDADES DE LA ZONA (HACIENDA SANTA CECILIA)

4.1 ASPECTOS CLIMÁTICOS

La Hacienda Santa Cecilia está ubicada en el Departamento de Caldas en el Municipio de Guarinocito (Véase Anexo C), en un piso térmico cálido, altura superior a 200 m.s.n.m., temperatura promedio anual 24°C.

Provincia subhúmeda cuyo promedio anual de lluvias está entre 1000 y 2000 mm. Se distribuyen en 2 períodos: el primero está comprendido entre los meses de Marzo y Junio y el segundo entre Octubre y Diciembre. El resto del año es seco.

4.2 VEGETACIÓN

Todo el área y gran parte de la zona de colinas que integran el Valle Alto del Magdalena han sido despojadas de la vegetación original para convertir las tierras en campos de cultivos y potreros para el desarrollo de la ganadería. Los suelos de ésta región figuran entre los más productivos; grandes cultivos de arroz, algodón, ajonjolí, soya, maní, sorgo, maíz y en menor escala frutales, yuca y plátano.

4.3 SUELOS

Gran parte de los suelos son ácidos de baja fertilidad, permanecen casi húmedos todo el año.

La acidez está asociada con altos contenidos de aluminio y cadmio.

La sequedad del clima en el sector ubicado al sur de la Dorada propicia la existencia de sales y/o sodio en el suelo.

Son suelos pobres en bases, hay terrazas y conderrazas (color naranja # 39) con suelos superficiales a moderadamente profundos y generalmente muy pobres en nutrientes para las plantas que se distinguen por presentar vegetación de sabana, horizontes endurecidos y concreciones de hierro.

Las tierras son de clase VI, son susceptibles a la erosión.

Son suelos de planicie aluvial 15.

La preservación del equilibrio ecológico en el Valle está íntimamente ligada a la recuperación del río Magdalena y a la ordenación de su cuenca hidrográfica.

4.4 RECURSO HÍDRICO

En la zona se presentan una gran variedad de fuentes hídricas entre las cuales se encuentran el río Magdalena, el río Guarinó, el caño Talla X y varios nacaderos de agua, los cuales abastecen pequeñas lagunas y ciénagas dentro de ésta.

Los nacaderos determinan una de las fuentes hídricas más importantes para la utilización de agua en el sistema de regadío, debido a que se encuentran en abundancia y sus características fisicoquímicas son óptimas, cumpliendo con las condiciones que se necesita para el proyecto de agricultura orgánica.

4.5 SELECCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona en donde se llevará a cabo el proyecto es extensa y alcanza las 1.500 hectáreas, de las cuales no todas van a ser estudiadas. La selección de las zonas a utilizar se hará dependiendo del uso actual del suelo, agua y del uso actual de agroquímicos. Existen zonas de cultivos extensos de Sorgo, Maíz y Maní, como hay otras más pequeñas en las cuales se cultivan frutales y hortalizas; también existen zonas de pastoreo y pesca.

En la Hacienda Santa Cecilia podemos encontrar al alcance todos los materiales que vamos a utilizar para la preparación de los insumos como son: estiércol, urea, forraje, agua de nacaderos, tierra, entre otros.

El terreno escogido se encuentra en cercanías a la vivienda de la Hacienda Santa Cecilia, esto para cuidar minuciosamente el proyecto y poder llevar un control estricto sobre este, también porque es una zona la cual está en cercanía a los sitios en donde encontramos los materiales que se utilizan en cada uno de los criterios básicos de agricultura orgánica.

El cultivo orgánico se hará en una zona libre de agroquímicos, y es una zona que requiere como en toda la zona media del Magdalena, grandes cantidades de nutrientes o compuestos que se hagan asimilables para las plantas estos nutrientes.

4.6 TOPOGRAFÍA

La ubicación topográfica y geográfica no son una etapa del proceso productivo, pero son un punto de partida. Las condiciones ambientales del sitio donde la agricultura orgánica se llevará a cabo pueden definir la calidad ambiental del proceso y por ende la de los productos.

A pesar de que la topografía y ubicación geográfica de la finca son inmodificables, una gestión a nivel de la comunidad, con los productores vecinos, podría generar condiciones favorables para la agricultura orgánica. Además, el producto podrá tomar las medidas preventivas o correctivas que sean necesarias para neutralizar los efectos negativos en el entorno.

5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 SELECCIÓN DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO

Las pruebas de laboratorio preliminares que se le hicieron al suelo fueron las de macronutrientes y micronutrientes, y fueron tomadas antes de la aplicación de criterios básicos de agricultura orgánica, o sea, al suelo virgen y a suelos que están siendo tratados con agricultura convencional, para así determinar sus características y ver la importancia que cada uno de esos elementos tiene en el proceso productivo.

La importancia de hacer este tipo de pruebas al suelo se puede observar en la Tabla 4: "Importancia de macronutrientes y micronutrientes en el suelo".

Al agua del nacedero y de la ciénaga se le hicieron pruebas sólo para ver la diferencia que se presenta en la utilización de la agricultura orgánica y en la agricultura convencional y fueron las pruebas del manual del juego para pruebas HACH de análisis de agua de irrigación como son Nitrógeno - Nítrico en agua, pH y Fósforo.

Tabla 4. Importancia de los nutrientes en el suelo.

Elemento	Importancia
Nitrógeno (Expresado en % de Materia Orgánica)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Es un constituyente fundamental del plasma. ✓ Es esencial para la realización de un gran número de procesos vitales. ✓ Interviene en la composición y formación de la clorofila y en la de otros compuestos de singular importancia fisiológica dentro del metabolismo vegetal. ✓ Influye decisivamente en el crecimiento y rendimiento de las plantas. ✓ Juega un papel regulador de la absorción y utilización del potasio, fósforo y de otros elementos por parte de la planta.
Fósforo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Actúa en los procesos de floración, fructificación y formación de las semillas. ✓ Contribuye en la maduración de los frutos, con lo cual contrarresta los efectos de una sobrefertilización nitrogenada. ✓ Actúa en la división celular y en la formación de grasas y albúminas. ✓ Participa en la composición de importantes compuestos como el ácido nucleico, la fitina y los fosfolípidos. ✓ Contribuye notablemente al desarrollo radicular y especialmente de las raíces laterales y fibrosas. ✓ Contribuye a aumentar la calidad de los frutos, especialmente de los cultivos de frutales, forrajes, verduras y gramíneas, y a aumentar su resistencia a las enfermedades. ✓ Participa en la composición de un gran número de compuestos fosforados de la planta, que son esenciales para el normal desarrollo de procesos como la fotosíntesis, oxidaciones enzimáticas y muchas otras relaciones.

Potasio	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Crecimiento tanto de las plantas, como de los animales ✓ En la fotosíntesis y respiración. ✓ En el metabolismo y translocación de los carbohidratos. ✓ En el contenido de ácidos orgánicos y de nitrógeno no proteico de los tejidos de las plantas. ✓ En la conformación de las enzimas. ✓ En la resistencia vegetal y animal.
pH	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Menor de 5.5: Fuerte a extremadamente ácido. Posible toxicidad del aluminio y del manganeso. Posibles deficiencias de Fósforo, Calcio, Magnesio y Molibdeno. Es necesario encalar para la mayoría de los cultivos. ✓ 5.5 a 5.9: Moderadamente ácido, baja solubilidad del fósforo y regular disponibilidad de Calcio y Magnesio. Algunos cultivos, como las leguminosas, requieren enclamiento. ✓ Menor de 6.6 a 7.3: Casi neutro o neutro. Buena disponibilidad de fósforo y baja disponibilidad de micronutrientes a excepción del Molibdeno. ✓ 7.4 a 8.0: Alcalino. Posible exceso de carbonatos. Baja solubilidad del fósforo y de micronutrientes a excepción del Molibdeno. Se inhibe el crecimiento de varios cultivos. Es necesario tratar el suelo con enmiendas. ✓ Mayor de 8.0: Muy alcalino. Posible exceso de sodio intercambiable de la mayoría de cultivos. Es necesario tratar el suelo con enmiendas.
Calcio	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Participa en la constitución de las células. ✓ Participa en el metabolismo de las grasas. ✓ Contribuye al fortalecimiento de los tejidos, especialmente del tallo. ✓ Contribuye al normal desarrollo radicular y al crecimiento general de toda la planta. ✓ Aumenta el proceso de transpiración y el consumo del agua por la planta. ✓ Neutralizar los elementos tóxicos típicos de los suelos ácidos y elevar su pH.

Magnesio.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Es un constituyente básico de la molécula de clorofila. ✓ Juega un papel muy importante en el metabolismo del fósforo; contribuye a la asimilación y translocación del ácido fosfórico en la planta. ✓ Activa enzimas encargadas del metabolismo de los carbohidratos y participa en el ciclo del ácido cítrico, fundamental para la respiración de las células. ✓ Participa en la síntesis de las vitaminas y de los aceites.
Azufre.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Esencial para el crecimiento de las plantas y para la realización de numerosos procesos metabólicos. ✓ Constituyente importante de las vitaminas. ✓ Constituyente de varias proteínas y enzimas. ✓ Participa en la oxidación y reducción de la respiración.
Zinc.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tiene un papel muy importante como activador de numerosas enzimas que influyen en el metabolismo del ARN (ácido ribonucleico).
Cobre.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Elemento esencial como activador de numerosas enzimas. Se cree que participa en la síntesis del ADN y ARN. ✓ Se le atribuye un papel importante en el proceso de la fotosíntesis, en razón de su participación en los cloroplastos.
Sodio.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se le atribuye un papel importante en el metabolismo de los carbohidratos para algunas plantas específicas. ✓ En ausencia o déficit de K mejora la producción de muchos cultivos.

Fuente: Curso introducción al estudio de suelos. Universidad Nacional. 1999

5.2 MUESTREO DE SUELOS

5.2.1 Suelo Con Agroquímicos. Se tomó una muestra compuesta de un área la cual está cultivada actualmente con maíz, sorgo y maní cada una, y además están tratadas con agroquímicos como Agro buffer (corrector de dureza), Alsytin SC 480 (Insecticida), Nurelle 256 EC (Insecticida), Agrotin (Pegante), Augunt 150 SC (Insecticida), Atrazina Proficol 500 SC (Herbicida). (Véase Anexo G; Fotos 5 y 6).

5.2.2 Suelo Virgen. Se tomó una muestra compuesta de esta área la cual no se ha utilizado para ninguna actividad agropecuaria y se encontraba poblada por pastos. Esta zona es la que se utilizó para aplicar agricultura orgánica.

Para hacer estas pruebas fue necesario tomar 40 muestras de suelo de cada una de las áreas (suelo convencional, suelo virgen, suelo orgánico) que iban a ser analizadas en el laboratorio.

La descripción de la toma de las muestras, los materiales empleados, su almacenamiento, y el protocolo de muestreo se especifica en el Anexo D “Protocolo de muestreo de suelos y aguas”

5.3 MUESTREO DE AGUA

Estas muestras fueron tomadas de 2 fuentes diferentes, una perteneciente a un nacedero y otra a una ciénaga. Fueron escogidas debido a que de todas las fuentes existentes, sólo estas eran las más cercanas al sitio donde se desarrolló el proyecto, por costos bajos de conducción, requieren menos presión tanto de succión como de impulsión y porque son reconocidas por los agricultores de la Hacienda.

Los análisis que se hicieron son los de N, P y pH para irrigación.

5.3.1 Nacedero (“N.N”). Se tomo muestra de ésta fuente hídrica la cual se utilizó para el riego de los cultivos orgánicos y así hacer un uso eficiente del agua, además que en este sitio se cuenta con un desarenador. (Véase Anexo G; Foto 8).

5.3.2 Ciénaga (“La Charca”). Actualmente se está utilizando para pesca y recreación. Se seleccionó debido a que se encuentra en cercanías y aguas abajo al sitio de estudio y además porque en dado caso también puede ser utilizada en la aplicación de la agricultura orgánica. (Véase Anexo G; Fotos 10 y 11).

El protocolo del muestreo de aguas se puede ver en el Anexo D.

5.4 PREPARACIÓN Y USO DE LOS INSUMOS ORGÁNICOS

5.4.1 Estiércol de vaca. En 10 litros de agua se colocaron 2 kilogramos de estiércol y se dejaron reposar durante 15 días, removiéndose diariamente la mezcla. Si el olor era muy fuerte se le adicionaba limo, que además de disminuir el olor, le incrementaba el contenido mineral. Antes de aplicar la mezcla se diluyó cada litro en 5 litros de agua.

La mezcla además de ser un repelente de insectos, puede usarse como abono aplicado directamente al suelo o en forma dirigida sobre el cultivo.

Para prevenir las semillas del ataque de plagas al momento de la siembra se trató con orines y estiércol de vaca.

5.4.2 Fermentado de Estiércol de Vaca. Biofertilizante Anaeróbico. “Urea Orgánica”. Los materiales de partida que se utilizaron en la preparación de este insumo son una caneca plástica con tapa, una manguera, estiércol de vaca fresco y 1 Kg. de miel de purga por cada 20 litros de agua.

Su instalación es muy fácil y no requiere de grandes espacios (Véase Anexo G; Foto 4).

Se puede utilizar cuando este listo para fumigar o se aplica directamente al suelo.

5.4.3 Orina de Vaca. La orina se recolecta en los establos y se dejó expuesta al sol durante 2 semanas. Antes de su aplicación se diluyó en 5 litros de agua por cada litro de orina; sin embargo es importante tener en cuenta que soluciones muy concentradas pueden causar daños al cultivo.

5.4.4 Compost. Los materiales que se utilizan para el compostaje se encuentran en la Hacienda Santa Cecilia, haciéndola así autosostenible.

- Restos vegetales: Aportan la celulosa y lignina necesarias para la formación del humus. No deben en lo posible estar contaminados con agroquímicos.
- Estiércol.
- Correctores del pH: si la reacción es ácida se utiliza carbonato cálcico o carbonato potásico en forma de roca pulverizada o ceniza de madera, cuando el suelo esté básico se incorpora tierra.

Preparación:

Primero que todo se elabora un cajón en madera en el cual se incorporan en la parte de abajo ramas y forraje que mejoran la aireación, encima de esto adicionamos tierra y estiércol unos 20 cm, adicionamos agua y cal, esta para eliminar todas las larvas de insectos que estén presentes en el estiércol, luego volvemos a adicionar ramas y repetimos el proceso, posteriormente en la parte final del proceso de compostaje volvemos colocar ramas para cubrir. (Véase Anexo G; Fotos 1 y 2).

Este compost además de ser un fertilizante, también sirve de alimento para las lombrices que están cultivadas, puesto que es un compost a base de bacterias Biostart™ Aqua Clean (Bacillus), que aceleran el proceso de compostaje.

5.4.5 ALELOPATIA

El tipo de alelopatía aplicado y con mayores fue el de plantas repelentes, utilizando el frijol canabalia para combatir la Hormiga arriera. Este sistema fue distribuido en todo el borde de los cultivos que se hicieron. Se logró que las hormigas atacaran sólo esta planta y no atacaran a los cultivos, provocando así una infestación de éstas.

5.5 REEMPLAZO DEL AGUA POTABLE POR AGUA CRUDA

Como proceso importante para la transformación de una agricultura convencional a una orgánica, es importante hacer no sólo un buen manejo del suelo sino también del agua, esto, reemplazando el agua potable por agua cruda, ya que así cumplimos con un gran objetivo de la agricultura orgánica que es la de ser económicamente viable.

Por tanto, haciendo este reemplazo se economiza dinero y hacemos uso de los recursos naturales que se encuentran dentro de la Hacienda Santa Cecilia, además el agua cruda es indispensable para preparar ciertos insumos orgánicos que se aplicaron al suelo.

5.6 PRUEBAS DE LABORATORIO DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE AGRICULTURA ORGÁNICA.

Después de haber aplicado los criterios básicos de agricultura orgánica en la zona seleccionada, y después de 6 meses se realizó un segundo muestreo de suelos para ver la eficiencia y el comportamiento de los macro nutrientes.

Este muestreo se hizo en el suelo virgen el cual fue utilizado para aplicar los criterios básicos de agricultura orgánica.

El resultado de todos estos análisis los podemos ver en el Cuadro 2.

6. RESULTADOS

6.1 RESULTADOS DE MUESTREO DE SUELOS

Cuadro 2. Resultados Del Análisis de Suelos en La Hacienda Santa Cecilia.

MUNICIPIO: DORADA (CALDAS)				ANÁLISIS REALIZADO: CARACTERIZACIÓN					FECHA: NOVIEMBRE DE 2001					
EXTENSIÓN: 150 M²				VEREDA: GUARINOCITO					HACIENDA: SANTA CECILIA					
RESULTADO DEL ANÁLISIS DE SUELOS														
Muestra	PH	% M.O.	P(ppm)	Ca	Mg	Na	K	Al	S	B	Fe	Mn	Cu	Zn
					Meq/100 gramos de suelo					(ppm)				
Suelo con agroquímicos	5.4	2.3	3	4.65	1.00	0.26	0.44	0.20	4.0	0.18	36.4	29.8	0.62	3.45
Suelo virgen	5.5	3.9	3.6	4.92	1.02	0.30	0.44	0.25	4.3	0.18	36.2	29.9	0.65	3.46
Suelo con orgánicos	6	4.2	3.8	5.2	1.03	0.38	0.46	0.29	4.6	0.21	37.1	30.2	0.80	3.60

M.O: Maeria orgánica, P: Fósforo, Ca: Calcio, Mg: Magnesio, Na: Sodio, K: Potasio, Al: Aluminio, S: Azufre, B: Boro, Fe: Hierro, Mn: Manganeso, Cu: Cobre, Zn: Zinc.

Fuente: Los Autores. 2002

Los resultados nos muestran el comportamiento de los macronutrientes en el suelo (Véase la Figura 1).

La Materia Orgánica muestra el % de Nitrógeno disponible en el suelo y se puede observar en el Cuadro 2, que en el suelo con agroquímicos, el comportamiento del nitrógeno es bajo⁶ debido a que ya es escaso y requiere cada vez más de adiconamiento químico de nitrógeno. En el suelo virgen el comportamiento del Nitrógeno también es bajo y estable pero no asimilable, y en el suelo con agricultura orgánica nos muestra que el nitrógeno está siendo aprovechado por las plantas y también se encuentra en un estado interpretativo bajo, pero más alto que en los otros dos tipos de suelo analizado.

El Fósforo muestra que cuando el suelo se encontraba virgen se mantenía estable, pero al cultivar y aplicar agricultura orgánica el suelo abonado muestra que el contenido de fósforo asimilable subió lo que quiere decir que las plantas están asimilando y tomando éste macronutriente importante para el desarrollo y crecimiento de las plantas, además como las plantas lo están asimilando, no hay lavado de nutrientes que puedan contaminar el suelo y por ende las aguas subterráneas.

Con el Potasio, al igual que con el Fósforo existe una diferencia no muy marcada debido a que la diferencia entre el suelo virgen y el suelo tratado con orgánicos es

⁶ Instituto Colombiano Agropecuario. Fertilización en diversos cultivos. Manual de asistencia técnica No. 25. Centro de investigación, Tibaitatá, 1992. p. 20.

poca, esto nos demuestra que las plantas también están asimilando el nutriente gracias a estos insumos orgánicos que hacen que los nutrientes sean asimilados y bien aprovechados.

Según los resultados obtenidos podemos decir que el Potasio se encuentra en un nivel alto⁷, pero no saturado. Este nivel de Potasio, no es perjudicial para las plantas y el suelo, debido a que no ha sido aplicado en forma de fertilizantes químicos.

Mientras que en los suelos tratados con agroquímicos éste valor alto es perjudicial para las plantas, el suelo y se ve reflejado en el nivel de Magnesio (Bajo), perjudicando así el crecimiento de algunos cultivos.

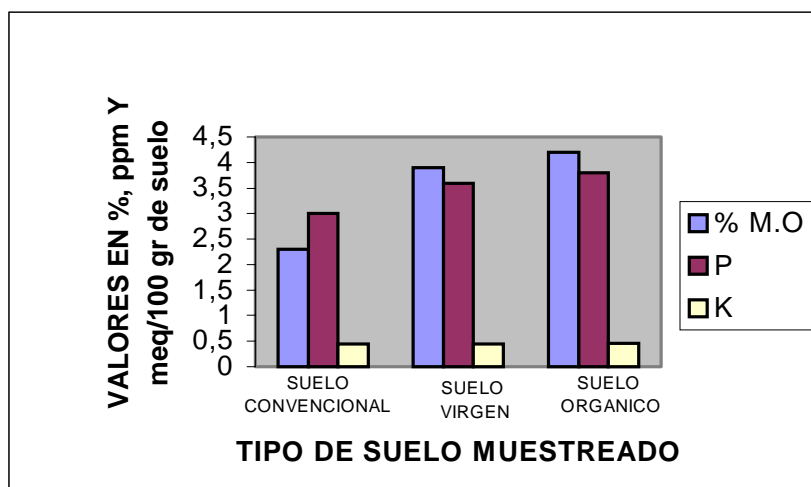


Figura 1. Comparación de % de materia orgánica, fósforo y potasio en diferentes muestras de suelo.

⁷ INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, Op. Cit., p. 21.

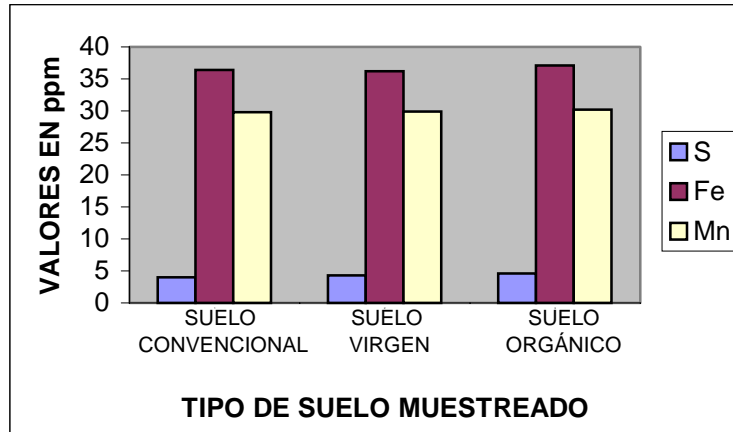


Figura 2. Comparación de azufre, hierro y manganeso en diferentes muestras de suelo.

Los resultados de Azufre (S), Hierro (Fe) y Manganeso (Mn) en los diferentes tipos de suelos analizados (Véase la Figura 2), muestran que el hierro se encuentra en un nivel medio⁸ en todas las muestras analizadas, pero más alto y todavía mejor en el suelo orgánico, lo que quiere decir que es el menos propenso a presentar deficiencias de éste elemento.

El manganeso en los tres tipos de análisis es alto⁹, pero el más elevado es el del suelo orgánico comparado con los otros dos tipos de suelo analizados.

⁸ INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Op.Cit. p. 53.

⁹ Ibid.

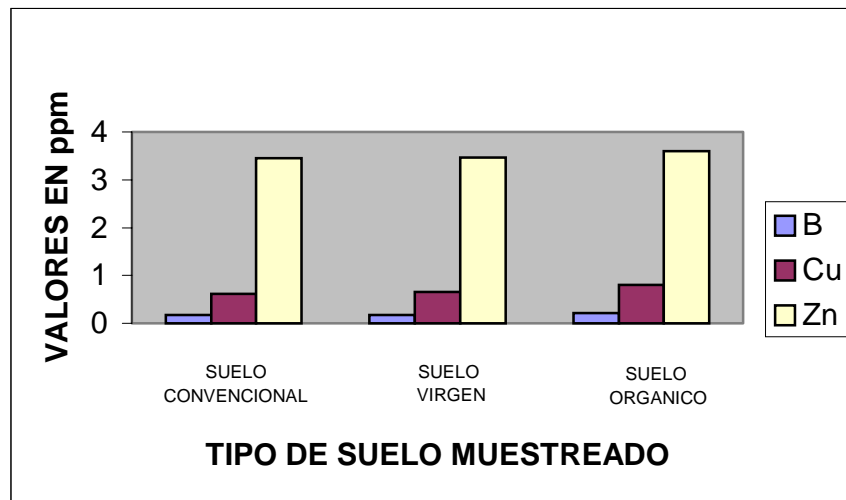


Figura 3. Comparación entre boro, cobre y zinc en diferentes muestras de suelo.

La comparación entre Boro, Cobre y Zinc (Véase la Figura 3) en los diferentes tipos de suelo nos muestra que el Boro se encuentra en un nivel bajo en el suelo virgen y en el suelo convencional, mientras que en el suelo orgánico es más alto indicando que se encuentra en un nivel medio.¹⁰

El nivel de cobre y zinc en los suelos virgen y convencional es más bajo que en suelo orgánico.¹¹

El pH en suelo virgen y suelo convencional es moderadamente ácido, lo cual indica baja solubilidad del Fósforo y regular disponibilidad de Calcio y Magnesio. (Véase Figura 4).

¹⁰ INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Op. Cit., p. 53

¹¹ Ibid.

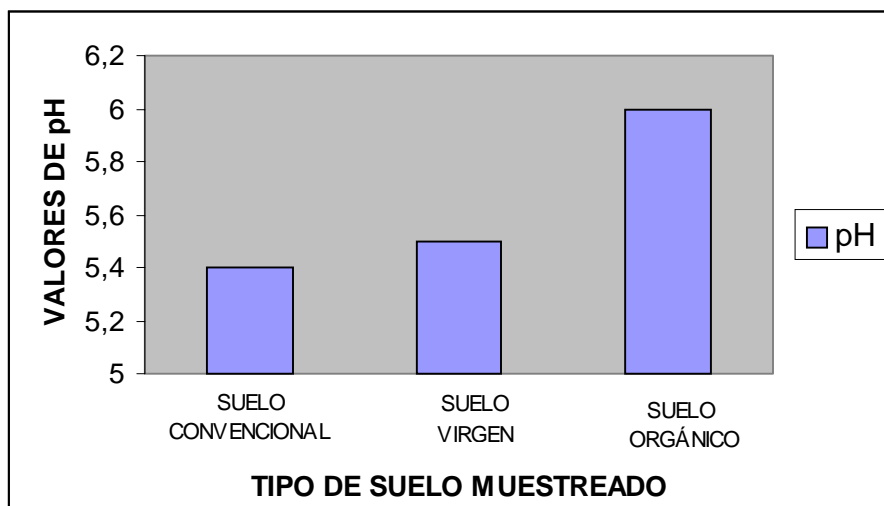


Figura 4. Comparación del pH en diferentes muestras de suelo.

El pH en suelos tratados con agricultura orgánica es mas alto que en los otros suelos, lo cual implica una condición ligeramente ácida, condición adecuada para el crecimiento de la mayoría de los cultivos¹², lo que quiere decir que es un nivel de pH bueno comparado con los otros dos tipos de suelo.

¹² INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Op. Cit., p. 19.

6.2 RESULTADOS MUESTREO DE AGUAS

Cuadro 3. Resultados análisis de aguas en la Hacienda Santa Cecilia.

MUNICIPIO: DORADA (CALDAS)		FECHA: NOVIEMBRE DE 2001		
VEREDA: GUARINOCITO		ANÁLISIS DE pH, N y P		
HACIENDA: SANTA CECILIA		RESULTADOS ANÁLISIS DE AGUAS		
MUESTRA	TIPO DE FUENTE	N	P	PH
		(mg/l)		
Con orgánicos	Nacedero	5.13	0.36	6.6
Con agroquímicos	Ciénaga	2.4	0.33	8.1

Fuente: Los Autores. 2002

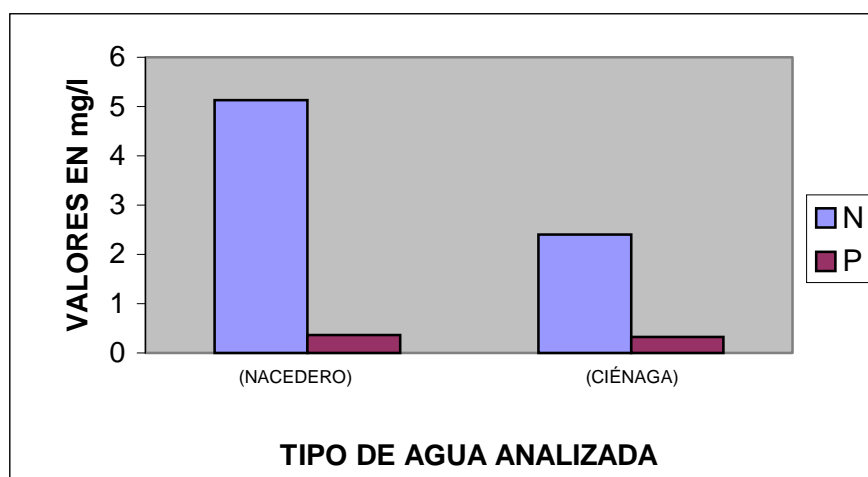


Figura 5. Comparación de nitrógeno y fósforo en diferentes muestras de agua.

Los niveles comparativos de Nitrógeno y Fósforo en las dos fuentes de agua (Véase Figura 5), muestran que tanto el agua del nacedero como el agua de la ciénaga presentan niveles medios de estos elementos, siendo más altos los niveles del agua del nacedero debido a la mineralización que el subsuelo le aporta a esta.

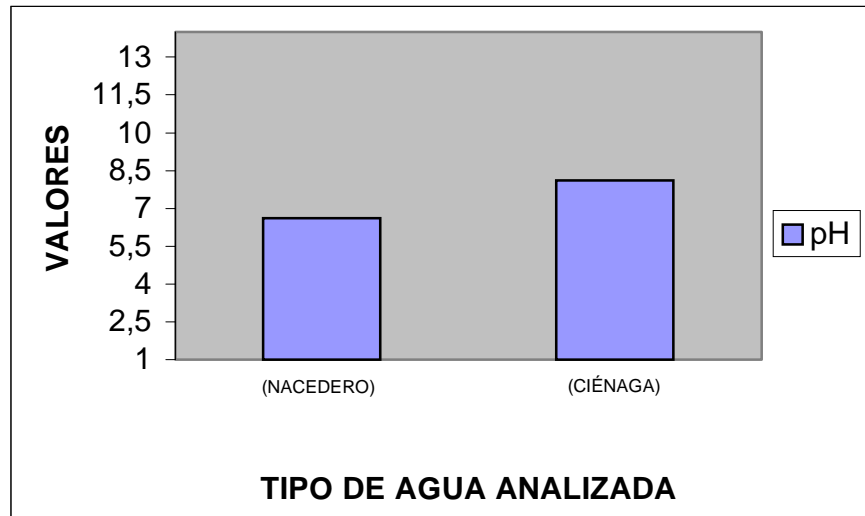


Figura 6. Comparación del pH en diferentes muestras de agua.

El pH del agua del nacedero es de 6.6 y el del agua de la ciénaga es de 8.1, lo cual indica que esta última es muy alcalina y representa un índice de contaminación. Por tanto se sale de los parámetros que se requieren para el riego de cultivos. Encontramos entonces que el agua del nacedero tiene un pH aceptable para el riego de los cultivos orgánicos.

7. PROPUESTAS PARA EL SISTEMA DE RIEGO.

Las propuestas del sistema de riego para un uso eficiente del agua se tomarán dependiendo de las normas de calidad que exige ISO 9002 y de la Resolución 373 de 1997 "Uso eficiente del agua" (Véase Anexo E), asegurándole al consumidor, que el producto final será de acuerdo a los estándares de sus necesidades y sobre todo logrando un uso económico y eficiente del agua.

Es importante que el sistema utilizado para el uso eficiente del agua nos permita hacer un riego y una fertilización adecuada del suelo y de los productos agrícolas, por su puesto respetando la ecología y sin dañar las fuentes de agua y los acuíferos.

El suministro de agua al cultivo dependerá de la interacción entre la especie vegetal (estado fenológico) y la humedad del suelo, ya que cuando esta última desciende por debajo del 50% de la capacidad de almacenamiento (agua aprovechable) el rendimiento del cultivo comenzará a verse afectado siendo más grave esta situación mejora la calidad y la cantidad de la producción, aumenta el tamaño de los frutos y permite romper con la estacionalidad de la cosecha.

7.1 TIPOS DE RIEGO.

Aunque hay varios sistemas de riego, los más usados en el sector hortofrutícola son los de aspersión y goteo, ya que presentan una menor incidencia de problemas fitopatológicos y son más eficientes que otros sistemas en el uso del recurso hídrico por que utilizan cantidades pequeñas de agua de manera próxima o localizada.

Otro aspecto importante que hay que tener en cuenta en el tipo de riego a utilizar es que las condiciones de humedad favorecen la diseminación y el incremento de las enfermedades, siendo de fundamental importancia realizar un correcto manejo de esta practica si no se quiere crear una condición favorable para el rápido desarrollo y la diseminación de la enfermedad. Así, por ejemplo, se debe tratar de utilizar sistemas de riego que ubiquen el agua solamente en la zona de raíces y no mojen el follaje y/o los frutos o que permitan que el agua ruede a lo largo de todo el terreno.

7.1.1 Aspersores Y Micro Aspersores Agrícolas¹³. Es una aplicación artificial de agua por encima del suelo en forma de lluvia. Tiene una eficiencia del 75% pero no se recomienda para climas húmedos con poca luminosidad puesto que favorece la incidencia de enfermedades. Cuando las plantas crecen, el follaje interfiere en la caída del agua produciéndose una distribución irregular de este.

¹³ NAAN. Irrigation Systems. Bogotá D.C 2001.

Tampoco se debe aplicar en época de fructificación. Sus ventajas y desventajas se pueden observar en las Tablas 5 y 6.



Figura 7. Riego por aspersores y micro aspersores agrícolas.

7.1.2 Riego Por Goteo¹⁴. Es el más eficiente y efectivo. Consiste en aplicar lenta y frecuentemente la cantidad de agua que la planta necesita para su desarrollo. El riego se puede realizar superficial o por debajo de la superficie a través de un sistema de mangueras, sobre las que van instalados unos emisores (goteros), que difunden pequeñas y uniformes cantidades de agua. Este sistema se puede aplicar a todos los cultivos debido a que proporciona un riego uniforme y constante que mejora la calidad de los productos. Es posible utilizarlos en zonas donde la topografía no permitiría el uso de otros sistemas de riego. Sus ventajas y desventajas se puede observar en las tablas 5 y 6.

¹⁴ NAAN. Op. Cit

Tabla 5. Ventajas De Los Sistemas De Riego.

Riego Por Aspersión Y Micro Aspersión	Riego por Goteo
Permite el control de heladas. Económico para cultivos en grandes extensiones con altas densidades de siembra. Aplicación de productos a las hojas de los cultivos. Aplicación de fertilizantes.	Mayor eficiencia. Economía de agua y nutrientes (fertilizantes) al aplicar únicamente la cantidad necesaria. Utilización en topografías onduladas y quebradas. Bajo requerimiento de presión.

Fuente: Enciclopedia Terranova. 1995

Tabla 6. Desventajas De Los Sistemas de Riego.

Riego Por Aspersión y Micro Aspersión	Riego Por Goteo
No se recomienda para climas húmedos con poca luminosidad. No se puede aplicar en época de fructificación. Interfiere en la proliferación de enfermedades.	Para cultivos extensos su costo es elevado.

Fuente: Enciclopedia Terranova. 1995

Cuadro 4. Costos de sistemas de riego por aspersión, microaspersión y goteo.

	Aspersores Y Microaspersores			Sistema Por Goteo
	323 3/4" HM	5024 1/2" M	255 1 3/4" H	
Costo Unitario (\$)	45.000	15.000	300.000	450*
Cantidad Requerida	3	6	1	180
Costo (\$)	135.000	90.000	300.000	81.000
Tubería Común PVC 1" (\$)	10.750	10.750	10.750	10.750
Válvulas de Control (Unidades)	4	7	2	4
Costo (\$2.700c/u)	10.800	18.900	5.400	10.800
OTROS GASTOS				
Instalación (\$)	100.000	100.000	100.000	50.000
SUBTOTAL (\$)	256.550	219.650	416.150	152.550
Imprevistos (3%)	7.697	6.590	12.485	4.577
TOTAL (\$)	264.247	226.240	428.635	157.127

* Por cada metro

Fuente: Los Autores. 2002

Teniendo en cuenta las características de los cultivos analizados, por las condiciones del terreno y por los costos económicos que estos sistemas de riego demandan según el cuadro 4, se optó por la Tubería de Goteo ya que ésta tiene una serie de ventajas sobre los otros sistemas de riego y son:

- ✓ Ideal para el riego en terrenos con pendientes moderadas.
- ✓ El uso del agua es estrictamente el necesario para las plantas.
- ✓ Mantiene una franja húmeda.
- ✓ El agua utilizada en el sistema de regadío por tubería es uniforme en todos sus puntos y es puntual aumentando la eficiencia del uso del agua.
- ✓ Cuentan con sistema de autolimpieza.
- ✓ El agua es impulsada por gravedad.
- ✓ El costo de inversión es bajo, en este caso todo el sistema equivale a \$157.127=.
- ✓ Se utiliza para todo tipo de cultivo, teniendo en cuenta que se tendrá más adelante una gran variedad de cultivos y rotaciones.
- ✓ Es duradero debido a la calidad de los materiales con que es elaborado.
- ✓ El caudal utilizado para el regadío es graduable con el fin de aumentarlo o disminuirlo según la necesidad.



Figura 8 detalle del sistema de goteo.

Características de la tubería de goteo:

- Distancia entre orificios = 0.8 m.
- $Q = 1.1$ l/h por orificio.
- Q total del sistema de goteo = 250 l/h
- ϕ de la tubería de goteo = 1".

El sistema de riego instalado en la Hacienda Santa Cecilia tiene un suministro total de 500 litros de agua por un periodo de dos horas (6: 00 a 8: 00 AM), esto garantizando un humedecimiento efectivo y controlado, un riego puntual y económico minimizando las perdidas por evaporación. El abastecimiento del sistema de goteo se hace a través de un tanque elevado el cual es dotado por el nacedero a través de un sistema de bombeo. El tanque elevado se limpia cada año con el fin de prevenir acumulación de sólidos y por higiene.

La operación de este sistema la ejecuta una persona y es simplemente abriendo las valvulas de control instaladas en todo el distrito de riego, durante el tiempo establecido. (Véase anexo H).



Figura 9. Riego por goteo instalado en la Hacienda Santa Cecilia.

8. COMPARACIÓN DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA CON LA AGRICULTURA CONVENCIONAL

Esta comparación tendrá como prioridad variables ambientales los cuales van a demostrar el comportamiento económico, ambiental y agroecológico eficiente que cada tipo de agricultura aporte.

La evaluación de estos dos sistemas agrícolas se centrará en la cualificación del estado y las condiciones del suelo y agua, para tal fin se utilizaron tres parámetros que determinaran las dimensiones del cambio ambiental como se observa en la Tabla 7, y estos son:

Sustentabilidad: Capacidad para mantener el nivel de productividad de los cultivos a través del tiempo, sin arriesgar los componentes estructurales y funcionales de los agroecosistemas.

Contaminación de recursos naturales: Alteración de la calidad del agua y suelo, causada por las prácticas agrícolas, los insumos químicos o productos de los agroecosistemas.

Calidad del paisaje agrícola: Las diversas formas en que los modelos agrícolas de uso de la tierra modifican el entorno e influyen en los procesos ecológicos.

Las variables que se consideran normalmente para el monitoreo agroecológico y su asociación con los parámetros de evaluación se describen en la siguiente tabla.

Entre estos se destacan cuatro importantes variables para la evaluación inicial:

Productividad del cultivo: Este indicador se evalúa estimando la eficiencia con que los insumos logran el rendimiento deseado, contabilizando además de los insumos y productos beneficiosos o perjudiciales.

Productividad del suelo: para un recurso renovable como el suelo que necesariamente se degrada al extraerle su riqueza, el nivel de uso máximo sustentable es equivalente a su tasa de renovación. Mientras la profundidad del suelo sea mayor que la requerida por las raíces de los cultivos y otras plantas, la pérdida del suelo tiene poco o ningún efecto negativo sobre la productividad, no obstante, la productividad disminuye cuando la profundidad del suelo es inferior a éste umbral. Los costos de pérdida del suelo por la erosión se toman excesivos a medida que el suelo se adelgaza más allá del umbral.

En términos prácticos, la productividad del suelo estará determinada por la capacidad para retener y reciclar nutrientes, la biota del suelo, el grado de contaminación y la tasa de erosión.

Cantidad y calidad del agua para riego: Se destacan dos aspectos:

- Los impactos de la cantidad de agua y su calidad sobre la condición ecológica de los cultivos regados y,
- Los impactos del manejo del agroecosistema sobre la cantidad y calidad del agua.

Abundancia y diversidad de insectos benéficos: La presencia y eficiencia de predadores, parásitos y agentes polinizantes.

Uso de productos químicos en la agricultura: Efectos sobre la producción de los cultivos, la biodiversidad funcional y los ecosistemas adyacentes.

Tabla 7. Asociación cualitativa entre los parámetros de evaluación y las variables ambientales.

Variable Ambiental	Sustentabilidad	Contaminación de recursos naturales	Calidad del paisaje agrícola
Productividad del cultivo	X		
Productividad del suelo	X	X	
Capacidad de retención de nutrientes	X		
Erosión del suelo	X		X
Contaminación	X	X	
Uso de la tierra	X		X
Diversidad y abundancia de insectos benéficos	X		X
Prevalencia de plagas y salud del cultivo	X		
Cantidad y calidad del agua para riego	X	X	
Uso de agroquímicos	X	X	

Fuente: Los autores. 2002

Tabla 8. Comparación de atributos biofísicos, sociales y económicos entre agrosistemas convencionales y alternativos.

ATRIBUTOS	AGROECOSISTEMA CONVENCIONAL	AGROECOSISTEMA ALTERNATIVO
BIOFÍSICOS		
Capacidad de reciclaje de nutrientes.	BM	MA
Capacidad de conservación de agua y suelo.	B	MA
Nivel de biodiversidad.	B	MA
Estabilidad frente a plagas y enfermedades.	B	MA
Almacenaje de carbono.	BM	A
SOCIALES		
Salud y nutrición.	BM	MA
Viabilidad cultural.	BM	MA
Aceptabilidad política	MA	MA
Equidad.	BM	MA
ECONÓMICOS		
Dependencia de insumos externos.	A	B
Empleo.	A1	M
Ingresos.	A2	M

B: bajo; M: medio; A: alto

A1: estacionalidad; A 2: no contabiliza externalidades ni impacto sobre recursos naturales.

La Tabla 8, arroja un resultado positivo en cuanto a la aplicación de la agricultura orgánica debido a que en los aspectos biofísicos, culturales y económicos. Se encuentra una diferencia marcada por los beneficios que esta trae al medio ambiente y al agricultor.

Existe una metodología para la evaluación de la sustentabilidad del suelo, en la cual se propone como primer paso identificar los procesos degradativos actuales o potenciales del suelo y las propiedades de éste afectadas por procesos degradativos actuales o potenciales del suelo, y las propiedades de éste que serán afectadas por procesos como los de erosión, compactación, degradación química y biológica, salinización, etc. y se expresan en la Tabla 9 así:

Tabla 9. Indicadores de la sustentabilidad influenciada por proceso de degradación del suelo.

Procesos	Indicadores del suelo afectado
Erosión acelerada	Carbón orgánico, profundidad del suelo, agua disponible, capacidad nutricional.
Compactación	Densidad del suelo, porosidad, tasa de infiltración.
Degradación química	Agotamiento de nutrientes, eliminación biológica.
Acidez	Bajo de pH, decreciente en situaciones de bases, concentración de Al.
Salinización	Incrementos en conductibilidad eléctrica, cambio en color del suelo debido a Salinización del carbono.
Degradación biológica	Reducción en contenido de materia orgánica y biomasa de carbono, reducción de biodiversidad (poblaciones de lombrices, etc)

Fuente: Manual de Agricultura Orgánica. 1999

El segundo paso consiste en reevaluar estos indicadores afectados por los procesos modificadores del suelo, de acuerdo al tipo de uso del suelo y a los sistemas de cultivos usados. Es claro que el tipo de tasa de degradación está determinado por el uso y manejo del suelo. Esto es importante para identificar las prácticas de conservación (mulch, cultivos de cobertura, aplicación de materia orgánica, etc.) que sirvan para mejorar y proteger la estructura del suelo, su biología, su capacidad de retención de humedad, etc., así como los diferentes mecanismos involucrados en el reciclaje de los nutrientes. Esto se especifica en la Tabla 10.

Tabla 10. Principios básicos y opciones tecnológicas para mejorar el uso sustentable de recursos suelo y agua.

Estrategia	Opciones tecnológicas
Mejorar estructura del suelo	Cultivos de cobertura, labranza de conservación.
Elevar contenido de materia	Aplicación de estiércol, desechos orgánicos, abonos verdes y labranza de conservación.
Reducir compactación	Tracción animal, labranza mínima.
Mejorar reciclaje de nutrientes	Aplicación de materia orgánica, cultivos múltiples, rotaciones.
Manejar la acidez del suelo	Uso de variedades tolerantes, aplicación de cal, adición de materia orgánica.
Manejo de salinidad y alcalinidad	Riegos especiales para mejorar lixiviación de sales, uso de cultivos apropiados, aplicación de biopreparados.
Mejorar fertilidad	Activación biológica del suelo, reciclar desechos orgánicos.

Fuente: Manual de Agricultura Orgánica.1999

Según las variables ambientales para la evaluación inicial en la comparación de las dos clases de agriculturas, se analiza que con la agricultura orgánica tenemos una gran sustentabilidad en cuanto a la evaluación de todo el sistema productivo agrícola, tanto es así que no contaminamos los recursos naturales, y si esto llega a suceder, será por el manejo que se hace en ciertas partes del proceso productivo como son la productividad del suelo, contaminación, cantidad y calidad del suelo y en el caso en que se usaran agroquímicos.

Igualmente pasa en cuanto al manejo de la calidad del paisaje agrícola, si se descuidan algunos de los procesos productivos disminuimos esta calidad.

En la comparación de atributos biofísicos, sociales y económicos se concluye que el agroecosistema alternativo le lleva una gran ventaja al agroecosistema convencional, debido a los beneficios que el agroecosistema alternativo trae al medio ambiente y al agricultor.

De acuerdo a los principios básicos y opciones tecnológicas para mejorar el uso sustentable de los recursos suelo y agua en cuanto a agricultura orgánica se utilizaron dos estrategias fundamentales que fueron la de mejorar reciclaje de nutrientes y elevar el contenido de materia orgánica, esto con base en los resultados de los análisis. Todas las estrategias se pueden utilizar en el momento en que el suelo muestre desmejoras en su uso.

9. PLAN DE MEJORAMIENTO CONTINUO

Se dejará implantado un plan de mejoramiento continuo para conservar el medio ambiente y hacer una conversión de la agricultura convencional a una agricultura orgánica.

El fin de este plan es que el agricultor continúe con ésta práctica orgánica, no contaminante y rentable, pero más importante aún es la autosostenibilidad que van a tener tanto el recurso suelo como el recurso agua y ambientalmente es buena, primero porque no se van a desgastar y segundo van a tener una productividad alta.

Este Plan de Mejoramiento tiene acciones concretas como son:

- Responsables: Son las personas encargadas de manejar los cultivos y de preparar los insumos orgánicos, las cuales están debidamente capacitados para esta labor, ya que siempre se contó con la presencia de ellos y se les enseñaron todos los pasos a seguir para que así puedan difundirlos entre sus vecinos.

- Recursos: Los recursos que se emplearan para el desarrollo de este plan se encuentran dentro de la Hacienda. Los agricultores también cuentan con esta capacitación acerca de cómo obtenerlos.

Con esto podemos entonces contar con un sistema de administración ambiental en el cual:

1. Planificamos: Escribimos lo que se tiene que hacer.
2. Implementamos: Hacemos lo que se ha escrito.
3. Verificamos: Comprobamos que se hace lo que se ha escrito.
4. Seguimos: Revisamos y mejoramos mediante este plan.

Con esto estamos haciendo un ciclo, el cual se va a basar en estos 4 pasos cada vez que se de inició al sistema de producción.

Todo dependerá de la buena aplicabilidad que se haga de los criterios de agricultura orgánica que se dejaron implantados y los que se implementarán, además porque ya se dejó establecido un sistema de producción orgánico en la Hacienda y un cambio en la forma de pensamiento y conducta del productor; él después de todo lo desarrollado en el proyecto es consciente y está convencido de que el objeto de su trabajo y la producción es fundamental y tendrá una participación activa en le mejoramiento de la calidad de vida de la población y de que el buen manejo que dé a su medio de producción condicionará la sostenibilidad de la actividad, por lo que es imprescindible proteger y conservar la naturaleza como única fuente de recursos bióticos y abióticos.

Para poder llevar a cabo todo el proceso descrito anteriormente se debe tener conciencia acerca de cómo los componentes del sistema de producción orgánica, son parte indispensable para la sostenibilidad, y son:

- **El subsistema suelo:** Es un componente complejo que permanentemente presenta cambios, estableciendo numerosas interrelaciones con otros componentes del ecosistema. Posee características físicas, químicas y biológicas particulares que condicionan el desarrollo de las raíces de las plantas, lo que implica que este subsistema debe ser protegido y conservado con manejos sostenibles, que involucren, utilicen y potencialicen los recursos propios.
- **El subsistema clima:** Los elementos climáticos son de gran importancia en el desarrollo y en el rendimiento de los cultivos y pueden ser alterados de forma natural, mediante la asociación de diferentes especies vegetales de crecimiento variable como árboles maderables, arbustos y coberturas herbáceas, que confieren al ecosistema un microclima particular, que condiciona un efecto regulador ante variaciones climáticas inesperadas y fuertes.
- **El subsistema pecuario:** Está compuesto por todos aquellos animales que se encuentren dentro de la Hacienda y a través de los cuales, por efecto de las relaciones que establecen con otros componentes del sistema, como, por

ejemplo, el subsistema agrícola, permiten cerrar los ciclos de energía dentro del proceso. De salida de este subsistema se obtienen productos para la alimentación humana, subproductos para la nutrición de cultivos y otros beneficios como trabajo, control de arvenses, transformación de energía, economía, etc.

- **El subsistema social:** Está conformado por el hombre, quien es un componente determinante de cualquier agroecosistema y especialmente de un sistema productivo orgánico, ya que tiene la capacidad de alterar voluntariamente todos los componentes que lo conforman. Por lo anterior es fundamental, antes de iniciar un proceso de este tipo, contar con el compromiso de los administradores y trabajadores de la Hacienda, a fin de garantizar el carácter ecológico del sistema productivo.

De esta manera convertimos socialmente la agricultura orgánica en cambios de pensamiento, conciencia y educación de las personas que en ella laboran, con esto garantizamos también que esto se difunda en toda la población agricultora de la zona y que se les demuestre la viabilidad de esta agricultura alternativa.

- **El subsistema agrícola:** Está conformado por todas las especies vegetales que se encuentran en el ecosistema, ya sean cultivadas por el hombre o surgidas en forma espontánea. Los pasos generales que deben seguirse para cultivar bajo el sistema de producción orgánica pueden ser analizados o

modificados, si es el caso, adicionados, siempre y cuando se sigan siempre los principios establecidos por la producción orgánica como se ven a continuación.

9.1 SELECCIÓN DEL TERRENO

Todas las zonas podrían ser adecuadas para la agricultura orgánica, siempre y cuando sus características particulares correspondan a las necesidades del producto elegido.

El cultivo orgánico debe tener un manejo acorde con las condiciones ambientales particulares, de tal forma que permitan obtener cada vez más productos de calidad con la mínima alteración del ecosistema. Es decir que la especie vegetal elegida debe adaptarse a las condiciones del medio de producción, responda a las necesidades del mercado y contar con los recursos técnicos necesarios para desarrollar de manera competitiva el cultivo.

9.2 PREPARACIÓN DEL TERRENO Y SIEMBRA

Con el sistema de labranza se cumple con las funciones de preparar el terreno para la siembra y se mejoran las propiedades naturales del suelo para conservar e incrementar la fertilidad y la productividad en el tiempo, esto acompañado de la asociación de cultivos de diferentes familias con las cuales se contribuye a

mantener e incrementar el equilibrio biológico y a disminuir el riesgo de patógenos en el campo, esto último apoyado en un conocimiento amplio de las poblaciones de plagas e identificando sus enemigos naturales, lo cual hace el cultivo menos susceptible a los ataques de dichas plagas.

Para la siembra se deben tener en cuenta las actividades de conservación de la productividad del suelo las cuales ayudarán a mantener una estructura grumosa evitando que sea enterrada con el arado, para permitir la circulación de aire, infiltración y conservación de agua y el desarrollo normal de las raíces; esto se consigue de la siguiente manera:

- ✓ Con una plantación o siembra directa que puede realizarse en suelo grumoso.
- ✓ En suelos compactados debe utilizarse cincel vibratorio o rígido.
- ✓ Laboreo mínimo que debe ser usado en suelos no compactados.
- ✓ Se debe arar cuando al apretar un terrón de tierra en la mano éste se desmigaje con facilidad sin ensuciar los dedos.
- ✓ Suministro periódico de materia orgánica.
- ✓ Protección de la superficie del cultivo de la insolación directa y el impacto de la lluvia.
- ✓ Rotación planificada de cultivos.
- ✓ Siembra de vegetación para disminuir la fuerza de los vientos, que son causantes de erosión eólica.
- ✓ Sembrar en el sentido contrario de la pendiente del terreno.

- ✓ No sembrar cultivos de ciclo corto en zonas de alta pendiente sino árboles frutales o pastos de corte.
- ✓ Construcción de cercas vivas en los límites de las parcelas.
- ✓ Practicas de agricultura del sol y maleza.

La agricultura del sol y maleza es un sistema de producción que se ha venido implementando en países como Brasil. En Colombia, está comenzando a practicarse en diferentes regiones.

Esta propuesta de producción está soportada en principios de equilibrio de la naturaleza. Las plantas arvenses o malezas se convierten en biomasa que abonan los cultivos y no compiten por nutrientes ni por agua, sólo por luz, de esta manera logra reducirse los costos de producción y a la vez duplicar las cosechas.

9.3 DISTRIBUCIÓN DEL PLAN DE MEJORAMIENTO DENTRO DE LA HACIENDA SANTA CECILIA

La distribución de los insumos orgánicos y de los cultivos que se desarrollaron dentro del proyecto en la Hacienda Santa Cecilia y los cuales serán implementados en el Plan de Mejoramiento Continuo se vio reflejada en la cercanía y accesibilidad que estos tienen para los agricultores, para que así se pueda tener un control adecuado.

9.4 FERTILIZANTES

Para este plan de mejoramiento se utilizarán los fertilizantes que ya se dejaron implementados en la práctica de aplicación de criterios básicos de agricultura orgánica, como son los caldos microbianos, el humus de lombriz, el humus de hormiga (éste último no se utilizó en la práctica, pero se recomienda porque aporta grandes cantidades de nutrientes al suelo).

Debe recordarse que los caldos microbianos tienen ventajas como son:

- ✓ Favorecen y estimulan los microorganismos del suelo.
- ✓ Los suelos mejoran la capacidad de retención de humedad.
- ✓ Aportan permanentemente materia orgánica.
- ✓ Mejoran y estimulan el crecimiento de los cultivos.
- ✓ Disminuyen la alta dependencia de insumos agrícolas externos de la finca.
- ✓ Se estimula el control biológico natural.
- ✓ Las plantas generan la capacidad para defenderse de enfermedades.
- ✓ Mejoran las condiciones fisicoquímicas del suelo.
- ✓ Se logran cosechas de mejor calidad.
- ✓ Los costos de producción se reducen, ya que la mayoría de materiales se encuentran dentro de la finca.
- ✓ Son de fácil preparación.
- ✓ La aplicación es muy práctica y sencilla.
- ✓ Se logran cosechas más productivas, con unos costos de producción menores.

9.5 MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Si todos los programas de una región usarán prácticas que protegieran la tierra y dieran mas vigor a las plantas no habría tantos problemas con plagas y enfermedades.

Al comprar un veneno y aplicarlo al campo su resultado es:

- ✓ El algodón y su familia se intoxican.
- ✓ El agricultor gasta su de dinero ya que el costo de los venenos es alto, comparado con lo que tiene que gastar al prepararlos con insumos internos.
- ✓ Las plagas y enfermedades aumentan cada año y cada vez se necesitará mayor cantidad de veneno para combatirlas puesto que se hacen más resistentes.

Se debe romper entonces este circulo vicioso y aprender a manejar los cultivos con las siguientes prácticas:

- ✓ Fortalecer las plantas por medio de un buen abonamiento. Una planta sana bien nutrida se enferma menos.
- ✓ Conservar áreas de bosques donde la vida se desenvuelve en armonía. Allí viven animales como sapos, pájaros y otros insectos que ayudan a controlar las plagas.
- ✓ Sembrar en el lote dos o más plantas diferentes.

Entonces para el control de plagas y enfermedades se debe tener atención en las plantas para el manejo de plagas y enfermedades en agricultura orgánica (Véase Anexo B).

9.6 RIEGO

El sistema de riego por goteo que se dejó implantado es el mejor debido a que nos suministra el agua necesaria y no requerimos de altas presiones.

Recomendamos seguir utilizándolo para cultivos posteriores, aprovechándolo debido a su fácil instalación y desmontaje ya que no requiere mano de obra especializada ni capacitación.

El agua para riego captada de un nacedero, debe cumplir con las normas y permisos ambientales que la autoridad competente de la zona exija. (Véase Anexo F).

10. CONCLUSIONES

- Con la aplicación de criterios básicos de agricultura orgánica logramos nuestro objetivo primordial que es el de prevenir la contaminación y el mal uso de los recursos suelo y agua, con una gran satisfacción para nosotros y para los agricultores de la Hacienda Santa Cecilia. Además logramos crear una conciencia ambiental y un acercamiento en forma racional a lo que es la preservación de los recursos naturales.
- Según los resultados que nos arrojó el muestreo antes y después de la aplicación de los criterios básicos de agricultura orgánica podemos concluir que dieron más altos los suelos tratados con insumos orgánicos; esto nos indica que son mejores las propiedades químicas de éste, pudiendo así las plantas asimilar fácilmente los alimentos, y pueden resistir los ataques de plagas y enfermedades, evitando así el uso de insecticidas, herbicidas y funguicidas.
- El manejo de los cultivos con plantas acompañantes y repelentes es eficiente debido a que en nuestro modelo no se tuvo el ataque de plagas ni enfermedades, prosperando eficientemente los cultivos. En cuanto a las plantas repelentes específicamente sólo utilizamos el Fríjol Canavalía, por la presencia de la hormiga Herrera, la cual fue controlada.

- Con la agricultura orgánica llegamos a alimentar tanto el suelo como a la planta, y no como lo hace la agricultura convencional que sólo alimenta a la planta, sin tener en cuenta las necesidades del suelo.
- El sistema de riego implementado fue el mejor debido a que por medio de éste (riego por goteo), no se hace un lavado de nutrientes en el suelo, además que provee del agua necesaria para los diferentes tipos de cultivos. También porque es el mejor sistema de riego, puesto que ubica el agua solamente en la zona de las raíces y no mojan el follaje y/o los frutos y no permiten que el agua ruede a lo largo de todo el terreno. Esto último conlleva a un manejo y control de enfermedades.
- Utilizamos el agua procedente del Nacedero por dos razones, primero porque su ubicación es económicamente viable en cuanto a su captación ya que queda cercana a los cultivos orgánicos y segundo porque los resultados de los análisis efectuados fueron óptimos para su aplicación.
- Algo satisfactorio que resulta al aplicar agricultura orgánica es que no generan problemas de residualidad, por tanto no afectan al hombre ni al medio ambiente.
- El sistema de riego que se escogió para ésta práctica fue el de Riego por Goteo, el cual cuenta con unas ventajas muy grandes sobre los sistemas de riego por aspersión y microaspersión, además que los costos son muy bajos en comparación con estos.

- El sistema por goteo comparado con el sistema de aspersión o microaspersión tiene una gran diferencia y es que suministramos el agua necesaria que necesita la planta y también se puede controlar la lixiviación de nutrientes.

11. RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir aplicando los criterios básicos de agricultura orgánica, ya que dieron resultados satisfactorios y seguir teniendo en cuenta el sistema de riego por goteo debido a los costos y a la gran eficiencia que tiene en el momento de graduar el caudal.
- Es importante que a la hora de captar el agua de alguna fuente, se determine el caudal diario a utilizar de éste y se tramite el permiso de concesión de aguas ante la autoridad ambiental competente.

BIBLIOGRAFÍA

ALTIERI. M.A. Bases y estrategias agroecológicas para una agricultura sustentable. Universidad de California. Berkeley. 1992

ALVIAR Camilo A. Seminario taller teórico – práctico. Agriculturas alternativas.

CONWAY, G. R. and E.B Barbier. After the green revolution: sustainable agriculture for development. Earthsan Publications, London. 1994

CORPORACIÓN COLOMBIA INTERNACIONAL. Agricultura Ecológica: Una opción promisorio para el campo. Bogotá: Panamericana Formas e Impresos S.A. 1999.

DÍAZ Norberto. Información personal. Corpoica Tibaitata. 2001

FAO. Manual de agricultura orgánica. 1999

FERRUZI, Carlo. Manual de lombricultura. Madrid, Ediciones Mundi Prensa, 1987.

FLORES, Milton y SÁNCHEZ, Elías. Finca Humana: Principios y prácticas agrícolas sostenibles en Honduras. En: Agricultura sostenible en las laderas centroamericanas . Honduras, 1992

GUTIÉRREZ B, Eduardo. Información Personal. Plan Colombia. 2001.

ICA. Fertilización en diversos cultivos. Manual de asistencia técnica No. 25. Centro de investigación Tibaitatá. Noviembre 1992.

IDEAM. Documento impacto ambiental: Uso y manejo de agroquímicos. Subdirección de ecología y economía. Marzo 15 de 1999.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Bogotá, Convenio FENALCE – SENA – SAC, 1992.

----- . Suelos y fertilizantes. Boletín didáctico No. 1, Bogotá.

INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENTS,

IFOAM. Normas básicas para la agricultura ecológica y la transformación de alimentos. Christchurch, Nueva Zelanda, IFOAM, 1996.

MEJIA G, Mario. Agricultura sin agrotóxicos. Corporación Mi nuevo Mundo. Cali. 1997.

ROSAS R. Antonio. Agricultura Orgánica Páctica: Alternativas tecnológicas para la agricultura del futuro. Bogotá: Grupo Agrovereda. 2001.

RUÍZ Alejandro. Información Personal. Soluciones bacteriales. Bio Start™ aqua clean. 2001

VALLEJO R. Ma. Del Carmen. Toxicología ambiental. Fondo Nacional Universitario. Bogotá 1997.

Anexo A. Resolución 00544 del 21 de Diciembre de 1995.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

EL MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

En ejercicio de facultades constitucionales y legales, en especial de las que le confieren los Artículos 4º, literal n) y 7º, literal a) del Decreto Ley 1279 de 1994,

CONSIDERANDO

Que es deber el Estado garantizar el desarrollo sostenible, la conservación, restauración y aprovechamiento de los recursos naturales, así como regular el control de calidad de bienes y servicios ofrecidos a la comunidad y proteger la diversidad o integridad del ambiente.

Que el método de Agricultura ecológica tiene como objetivo garantizar la sostenibilidad y renovabilidad de la base natural de la producción agropecuaria y mejorar la calidad del ambiente mediante restricciones en la utilización de fertilizantes o pesticidas que puedan tener efectos nocivos para el medio ambiente o sus residuos adquieran presencia en los productos agrícolas.

Que existe una demanda cada vez mayor de productos agrícolas primarios y elaborados, obtenidos por los métodos de producción ecológica, lo cual hace necesario establecer un marco reglamentario, armonizado con las normas internacionales sobre la materia, para identificar dichos métodos y establecer las condiciones de elaboración, empaque, importación y comercialización de los productos respectivos, que permita la identificación y certificación de los mismos, la protección a los productores y garantizar a los consumidores la calidad del producto final.

RESUELVE

ARTÍCULO PRIMERO: Establecer el siguiente reglamento que regirá las actividades de producción, elaboración empaque, importación y comercialización de productos agrícolas primarios y elaborados, para ser considerados como productos ecológicos, que permita proteger a los productores y garantizar a los consumidores la calidad del producto final.

REGLAMENTO

Capítulo I

Normatividad General

ARTICULO 1º. Ámbito de aplicación: El presente reglamento se aplicará a los productos agrícolas primarios y elaborados, obtenidos mediante sistemas de producción protectores del medio ambiente, con la finalidad esencial de ser comercializados como productos de "calidad ecológica".

Parágrafo: Las disposiciones del presente Reglamento se aplicarán en complemento de las normas vigentes sobre la materia para la producción agropecuaria convencional y las relacionadas con el Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología, creado por el Decreto 2269 de 1993.

ARTICULO 2º. Concepto de productos Ecológicos: Se entiende por productos "ecológicos", "biológicos" y "orgánicos", en adelante "ecológicos" a aquellos productos agrícolas primarios o elaborados, obtenidos sin la utilización de productos químicos de síntesis y con la utilización de aguas no contaminadas con residuos químicos y sin ningún contenido de metales pesados.

ARTICULO 3º. Definiciones. Para efectos del presente reglamento, se tendrá en cuenta las siguientes definiciones:

Producción Agrícola Convencional: Acción orientada a cultivar la tierra para la obtención de productos agrícolas primarios, en la cual se utilizan tecnología que alteran el equilibrio de los recursos naturales e insumos químicos de síntesis.

Producción agrícola ecológica: Acción orientada a cultivar la tierra para la obtención de productos agrícolas primarios, sin la utilización de productos químicos de síntesis y bajo las demás condiciones definidas en este reglamento.

ARTICULO 4º. Calidad de Ecológicos: Los productos agrícolas primarios serán considerados ecológicos en la medida en que sean producidos con métodos protectores del ambiente y que cumplan con los requisitos y condiciones establecidas en los Artículos 17, 18, 19 20, 21 y 23 del presente Reglamento. Así mismo, se considerarán como productos ecológicos elaborados, aquellos que han sido sometidos a cambios de apariencia o forma y que puedan incluir la adición de uno más ingredientes de origen vegetal, producidos con métodos protectores del ambiente en la medida que cumplan con lo dispuesto en los Artículos 23 y 25 de este Reglamento.

Parágrafo: Durante la producción, la conservación y, eventualmente, la transformación de los productos, no se debe dar lugar a la utilización de ninguna sustancia diferente a las relacionadas en el Capítulo III de este Reglamento y, en general, distintas a:

Sustancias minerales obtenidas de yacimientos naturales y que no hayan sufrido después de su extracción ningún tratamiento diferente al mecánico (cernido, triturado) térmico, decantación, lavado o disolución de agua.

Sustancias orgánicas provenientes ya sean de animales vivos en estado salvaje, o de animales o vegetales criados o recolectados, respetando los criterios o condiciones del método de producción ecológico.

Algunas sustancias o contaminantes obtenidas a partir de procedimientos industriales, cuyo inventario se incluye en el Capítulo III.

ARTICULO 6º. Principios de producción: Para que el método sea considerado ecológico debe cumplir como mínimo los principios definidos en el Capítulo II y utilizar solamente los productos señalados en el Capítulo III, así como semillas de origen ecológico. El método ecológico de producción no utiliza insumos, procedimientos o métodos que reduzcan la actividad biológica del suelo o que produzcan desbalances en el equilibrio biológico natural.

Parágrafo 1º. Podrán utilizarse semillas tratadas con productos que no figuren en el Capítulo III y que estén autorizadas por el Instituto Colombiano Agropecuario-ICA, o el organismo de certificación, la imposibilidad de obtener en el mercado semillas no tratadas de una variedad adecuada de la especie en cuestión.

Parágrafo 2º. Los productos provenientes de sistemas silvestres que requieran la denominación de "ecológico", deberán también ser inspeccionados por las entidades de certificación, a fin de determinar la inexistencia de posibles vías de contaminación. La entidad certificadora delimitará claramente el área de recolección y se asegurará la estabilidad de las especies afectadas con el aprovechamiento.

ARTICULO 7º. Productos o insumos adicionales. Podrán autorizarse productos o insumos para la producción ecológica, adicionales a los relacionados en el Capítulo III de la presente Reglamentación, para lo cual, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural elaborará, en consulta con el Ministerio del Medio Ambiente, el IICA y el sector privado, una ficha técnica en la que se justifique su uso. Posteriormente, se expedirá el acto administrativo que contenga la decisión de adicional el producto a la relación respectiva.

ARTICULO 8º. Productos agrícolas elaborados. Son aquellos productos agrícola primarios que están sometidos a un proceso de transformación, conservación y envasado, de acuerdo con los métodos y utilización de ingredientes definidos en los Capítulos II y III.

Parágrafo: Los productos agrícolas elaborados podrán contener una máximo del 5% en peso de ingredientes de origen agrario que no cumplan con los requisitos del presente reglamento, solamente en el caso de que el uso del ingrediente sea indispensable y no se produzca en cantidades suficientes de calidad ecológica en el territorio nacional.

ARTICULO 9º. Cultivos Transitorios. Para que el producto de cultivos transitorios reciba la denominación de "ecológico", deberá provenir de un sistema donde se hayan aplicado las bases establecidas en el presente reglamento durante el período de conversión equivalente a dos (2) años. En el caso de cultivos permanentes esta transición será de tres (3) años. El organismo de certificación podrán con el consentimiento de la Superintendencia de Industria y Comercio, previo concepto del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, decidir si dicho período se debe prorrogar o reducir, teniendo en cuenta la utilización del suelo en los últimos cinco (5) años.

Capítulo II

Principios de Producción Ecológica

ARTICULO 17º. Mantenimiento del suelo. Tanto la fertilidad como la actividad biológica del suelo deberán ser mantenidos o incrementados en los casos apropiados mediante:

El cultivo de leguminosas, abonos verdes o plantas de enraizamiento profundo, con arreglo a un programa de rotación plurianual adecuado y/o

La incorporación al terreno de abonos orgánicos obtenidos de residuos procedentes de explotaciones cuya producción se someta a las normas del presente reglamento.

Parágrafo 1º. Los subproductos de la ganadería como el estiércol de granja, se podrán utilizar siempre y cuando procedan de explotaciones que se ajusten a prácticas internacionales reconocidas en materia de producción ecológica animal, y en tanto se adopte la reglamentación relativa a la producción animal ecológica.

Parágrafo 2º. Sólo podrán realizarse incorporaciones de los fertilizantes orgánicos o minerales a que se refiere el Capítulo III, en la medida en que la nutrición adecuada a los vegetales en rotación o en acondicionamiento del suelo no sea posible mediante los medios mencionados en los numerales 1 y 2 anteriores.

Parágrafo 3º. Para la activación del compost pueden utilizarse preparaciones apropiadas a base de microorganismos o de vegetales.

ARTICULO 18º. Medidas contra las plagas. La lucha contra las plagas (insectos, ácaros, patógenos y malas hierbas) deberá realizarse mediante la adopción conjunta de las siguientes medidas:

Selección de las variedades y especies adecuadas.

Un adecuado programa de rotación

Medios mecánicos de cultivo

Protección de los enemigos naturales de los parásitos mediante prácticas que los favorezcan (cercos vivos, nidos, diseminación de predadores, uso de parásitos para control biológico, etc.)

Rampas térmicas para deshierbe, sólo con gas licuado.

Parágrafo. Sólo en caso de que un peligro inmediato amenace al cultivo, podrá recurrirse a los productos a que se refiere el Artículo 22º. y bajo reserva de las indicaciones dadas por el organismo de certificación respecto a la dosis de empleo y al uso del producto.

ARTICULO 19º. Recolección de vegetales comestibles. La recolección de vegetales comestibles y de sus partes, que crezcan espontáneamente en zonas naturales, forestales y agrícolas, se considerará como un método ecológico de producción siempre que:

Dichas zonas no se hayan sometido durante los tres (3) años anteriores a ningún tratamiento con productos distintos de los indicados en el Capítulo III.

La recolección no afecte la estabilidad del hábitat naturales ni la conservación de las especies de la zona en la que aquella tenga lugar.

Capítulo III

Productos o insumos para la producción ecológica

ARTICULO 21. Abonos, fertilizantes y Enmiendas para el suelo: Son insumos o productos para la producción agrícola ecológica, los siguientes:

- ✓ Estiércol de granja, gallinaza, y porqueriza.
- ✓ Estiércol líquido u orina
- ✓ Guanos
- ✓ Paja
- ✓ Compost utilizados para el cultivo de hongos
- ✓ Productos animales transformados procedentes de mataderos y de la industria del pescado
- ✓ Subproductos orgánicos de productos alimenticios y de la industria textil
- ✓ Algas y productos derivados
- ✓ Aserrín, cortezas vegetales y residuos de madera
- ✓ Cenizas de madera
- ✓ Abonos foliares de origen natural
- ✓ Inoculantes naturales
- ✓ Conchillas
- ✓ Roca fosfatada natural (hiperfosfato)
- ✓ Escorias Thomas (controlando su contenido en metales pesados)
- ✓ Mineral de potasio triturado
- ✓ Sulfato de potasio (1)
- ✓ Caliza
- ✓ Creta
- ✓ Roca de magnesio
- ✓ Roca de magnesio calcárea (dolomitas)
- ✓ Sulfato de magnesio (sal de epsom)
- ✓ Sulfato de calcio (yeso)
- ✓ Oligoelementos (boro, cobre, hierro, magnesio, molibdeno, zinc (1)).
- ✓ Azufre (1)
- ✓ Polvo de roca
- ✓ Arcilla (bentonita, perlita, vermiculita)

ARTICULO 22. Productos para el control de plagas y enfermedades. Son productos o insumos para el control de plagas y enfermedades, en el proceso de obtención de productos ecológicos, los siguientes:

- ✓ Preparados vegetales en general
- ✓ Preparados con base en piretrinas (pelitre) extraídas del *Chrysanthemum cinerariaefolium* que contengan eventualmente sinergisantes naturales.
- ✓ Preparados con base en:
 - * *Derris alliptica*
 - * *Quassia amara*
 - * *Ryania speciosa*
 - * *Melia azedarach*
 - * *Azadirachta indica*
 - * *Schoenocaulon officinales*

- ✓ *Bacillus thuringiensis*
- ✓ *Beauveria basiana*
- ✓ Propóleos
- ✓ Tierra de diatomeas
- ✓ Polvo de roca
- ✓ Preparados con base en metaldehído que contengan un prepulsivo contra las especies animales superiores utilizados en las trampas.
- ✓ Azufre
- ✓ Caldo bordelés
- ✓ Silicato de sodio
- ✓ Oxiclорuto de cobre
- ✓ Pergamanato de potasio
- ✓ Polisulfuro de calcio
- ✓ Bicarbonato de sodio
- ✓ Jabón potasio
- ✓ Preparados a partir de feromomas
- ✓ Preparados a partir de virus grafuloso
- ✓ Preparados a partir de baculovirus
- ✓ Aceites vegetales y animales
- ✓ Aceite de parafina
- ✓ Aceites minerales sin agregados de pesticidad sintéticos
- ✓ Atmósfera controlada con dióxido de carbono, nitrógeno vacío, gases inertes y tratamientos con frío o vapor de agua.
- ✓ Tratamientos térmicos

ARTICULO 23. Parasitoides. Bio-organismos utilizados en control biológico: Son organismos para el control biológicos, los siguientes:

Principal parasitoide estudiado:

- ✓ Hymenóptera: Trichogrammatidae
 - * *Trichogramma* spp
 - * *T.australicum*
 - * *T. Semifuntum*
 - * *T. Armigera*
 - * *T. Pretiosum*
 - * *T.beckeri*
 - * *T.minutum*
 - * *T.bennettii*
 - * *T.exiguum*

Principal grupo de predadores:

- ✓ Acari: Phitoseiidae
 - * *Amblyseius aerialis*
 - * *A. Herbiculus*
 - * *Eseius concordis*
 - * *E. Naindaime*
 - * *Galendromus annectens*
 - * *G. Helveolus*
 - * *Iphiseiodes zuluagai*
 - * *Neoseiulus anonymus*

- * N. Chilensis
- * N. Idaetus
- * Typhlodromalus limonicus
- * Phytosiulus persimilis
- * P. Macropilis

Entomopatógenos más estudiados:

✓ Hongos

- * Beauveria bassiana
- * B.tenella
- * Spicaria spp
- * Nomuraea rileyi
- * Paecilomyces fumoso-rosseus
- * P.lilacinus
- * P.farinosus
- * Sporothrix insectonum
- * Hirsutella thompsoni
- * Metharrizium anisopliae
- * Entomophthora spp
- * Verticillium lecanii
- * Aschersonia spp

✓ Bacterias

- * Bacillus thuringiensis
- * B. Circulans
- * B. Cereus
- * B. Lentimorbus
- * B. Popillliace
- * Bacillus spp

✓ Virus

- * Virus Polihedrico Nuclear VPN
- * Virus de la Granulosis VG
- * Baculovirus antiacarsia

✓ Nematodos

- * Neoaplectana (=Steinernma) sp.
- * Hexameris sp.
- * Aganonermis sp.

ARTICULO 24. Productos permitidos en procesamiento de alimentos. Para el procesamiento de productos con calidad de ecológicos, se permiten los siguientes insumos o productos:

- ✓ Algas
- ✓ Extractos vegetales no extraídos con solventes
- ✓ Acido acético y láctico de origen bacteriano
- ✓ Acido cítrico
- ✓ Acido tartárico
- ✓ Levaduras
- ✓ Levaduras de cerveza, con o sin lecitina obtenidos sin blanqueadores solventes
- ✓ Nitrógeno

- ✓ Oxígeno
- ✓ Cloruro de potasio
- ✓ Carbonato de potasio (trazos)
- ✓ Almidón no modificado
- ✓ Enzimas pectolíticas
- ✓ Dióxido de carbono
- ✓ Dióxido de azufre (excepto postcosecha)
- ✓ Azúcar de origen ecológico o libre de residuos
- ✓ Miel de caña de azúcar de origen ecológico
- ✓ Tartado de sodio
- ✓ Bicarbonato de sodio
- ✓ Sulfato de calcio
- ✓ Agar
- ✓ Lecitina sin blanqueadores y solventes
- ✓ Goma arábica

**Anexo B. Plantas para el manejo de plagas y enfermedades en agricultura
Orgánica.**

Plantas Para El Manejo De Plagas Y Enfermedades En Agricultura Orgánica	¿Qué Plagas y Enfermedades Controla?	¿A Qué Cultivo Lo Aplico?	¿Cómo Lo Aplico?
AJO (Insecticida)	<ul style="list-style-type: none"> * Atidos * Pulgones * Insectos chupadores * Mosca blanca 	A todos.	Ingredientes: 100 gr. De ajo, ½ lt de agua, 1 cucharada de jabón en barra, dos cucharaditas de aceite mineral. 1. Muela finamente los dientes de ajo y dejarlos reposar durante 24 horas en dos cucharaditas de aceite mineral. 2. Preparar la solución jabonosa por separado, disolviendo el jabón en ½ lt de agua. 3. Filtrar la mezcla antes de aplicarla y diluirla en 20 partes de agua. 4. Fumigar.
AJI PICANTE (Insecticida, repelente)	<ul style="list-style-type: none"> * Pulgones * Escarabajos de la papa * Gorgojo de arroz * Hormigas * Orugas * Mariposa pequeña de la col * Virus mosaico del pepino y del tabaco. 	A todos.	1. Muela 100 gr. De ajíes finamente. 2. Colar le ají molido en 12 lt de agua. 3. Dejar reposar de un día a otro. 4. Colar la mezcla. 5. Fumigar.
ALBAHACA BLANCA NEGRA (Repelente)	<ul style="list-style-type: none"> * Afidios * Pulgones * Araña roja 	A todos	1. Enterrar las hojas y semillas maduras en el cultivo una semana antes de la siembra. Su olor repelente espanta los insectos.
ARTEMISA (Insecticida)	* Tierreros	A todos.	1. Cocinar 1 Kg. de hojas secas en 8 lt de agua. 2. Fumigar.

TOMATE (Repelente Insecticida)	e * Repelente de insectos y hongos	A todos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cocine 2 Kg. de hojas y tallos en 10 lt de agua. 2. dejar fermentar esta mezcla por 2 horas. 3. Colar todo. 4. Agregar a esta mezcla 30 lt de agua y ¼ de barra de jabón. 5. Fumigar.
BARBASCO (Insecticida)	*Masticadores *Trozadores *Chupadores	A todos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Machacar 1 Kg. de rama de barbasco. 2. Dejar por 12 h en 20 lt de agua. 3. Filtrar la mezcla. 4. Mezclar.

Anexo C. Ubicación geográfica del proyecto.



Anexo D. Protocolo de muestreo de suelos y aguas.

Los análisis de las muestras de suelo fueron realizados en el Laboratorio de la Universidad La Paz de Barrancabermeja y los análisis de las muestras de agua fueron realizados en el Laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad De La Salle.

1. PROTOCOLO DE MUESTREO DE SUELOS

El muestreo de suelos que se llevo a cabo desde la toma de las muestras en la Hacienda Santa Cecilia hasta la obtención los resultados de los análisis de laboratorio fue el siguiente:

Toma de Muestras:

La toma de muestras de suelo para su análisis tiene tanta importancia como la exactitud de las determinaciones de laboratorio o el criterio de interpretación de los resultados.

Una muestra de suelo es una mezcla de varias submuestras más pequeñas, obtenidas en distintas partes de un lote hasta cubrir toda el área del terreno.

Cuando se toma una muestra de suelo, se deben recoger suficientes submuestras en toda el área del terreno para asegurar una información más precisa del nivel de fertilidad del área de estudio.

La muestra de suelo debe pesar aproximadamente 1 Kg, cantidad que representa cinco o diez hectáreas de terreno que contienen por lo menos 20 millones de Kg, de suelo en la capa arable.

Si se toma una muestra en un solo punto del terreno, dará información únicamente acerca de ese punto y no acerca del área total. La muestra de suelo incluye por lo menos a 40 lugares diferentes del campo o área. Una muestra que incluya muy pocos puntos del área puede dar información falsa sobre la fertilidad general del terreno.

Las muestras no se deben tomar en cercanías a las orillas de los árboles, en parches pantanosos, en las orillas de los ríos y/o nacederos.

La muestra se debe recolectar a una profundidad de 0 a 20 centímetros cuando se trata de suelos cultivados y de 0 a 10 centímetros cuando el suelo está poblado por pastos.

Para tomar las muestras lo primero que debe hacerse es obtener los siguientes materiales y herramientas: un balde limpio, un sacabocado, barreno, pala o garlancha, cajas de cartón, bolsas de plástico.

Al utilizar la pala se raspa aproximadamente un centímetro de la superficie del suelo para eliminar los residuos frescos de materia orgánica, polvo de la carretera u otras contaminaciones artificiales. Se cava un hueco en forma de V, cuyo tamaño aproximado sea del ancho de la pala y tenga una profundidad de 20 centímetros.

Luego es necesario mezclar bien el suelo extraído y luego obtener la cantidad de suelo necesaria para llenar la caja de cartón con cerca de unos 500 gramos de suelo seco al aire.

Métodos de análisis de suelos:

- Fósforo disponible.

Se hizo mediante el Método Bray II – colorimetría en el cual se necesitan los siguientes equipos y reactivos:

- Equipos:

Balanza analítica; frasco de extracción de 100 ml; soporte que permita la agitación y vaciado simultáneo de todas las muestras extraídas; papel filtro de Whatman No. 5 de 11 cm. de diámetro. Agitador mecánico; dispensador de 20 ml que permita agregar simultáneamente la solución extractora a todas las muestras (6 muestras); tubos de ensayo de 25 ml; gotero de 1 ml; probetas graduadas en 1/10 cm; fotocolorímetro.

- Reactivos:

➤ Molibdato de amonio, $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$: se pesan 22.5 g de molibdato de amonio, se disuelve en 450 ml de agua destilada a 50°C , se filtra. Se agrega lentamente 437.5 ml de HCl concentrado en frío y se guarda la solución en un frasco ámbar.

➤ Cloruro estannoso concentrado: se pesan 10 g de $\text{SnCl}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ y se disuelve en 25 ml de HCl concentrado.

➤ Cloruro estannoso diluido: a 1 ml de solución concentrada de cloruro estannoso se agregan 333 ml de agua destilada y se agita. Esta solución debe prepararse en minutos antes de la determinación.

➤ Solución extractora de HCl 0,1N- NH_4F 0,03N: se pesan 016.65 g de NH_4F y se disuelven en 125 ml de HCl concentrado. Se lleva a 15 litros con agua destilada.

➤ Solución patrón de fósforo

- Solución stock de fósforo de 164 gammas de P por ml: se pesan 0.3603 g de fosfato monopotásico KH_2PO_4 y se disuelven en 500 ml de agua destilada.

- Solución patrón de fósforo de 1.64 gammas por ml: se toman 10 ml de solución stock de fósforo y se lleva a 1 litro de agua destilada.

• Cobre, hierro, manganeso y zinc.

Se hizo mediante el método del DPTA (Solución de Lindsay y Norvell)

- Equipo:

Frasco de extracción, agitador, equipo de filtración, absorción atómica.

- Reactivos:

➤ Solución extractora de DPTA (ácido dietilen-triamino-penta acético). En un balón aforado de 1000 ml se ponen 600 ml de agua desionizada. Se agregan 14.9 g de TEA (Trietanolamina) y se disuelve. Se toman 16.5 ml de TEA en su forma líquida. Se agregan 1.970 g DTPA y se disuelve. Se agregan 1.470 g de CaCl_2 y se disuelve. Se lleva a volumen aproximado de 970 ml con agua desionizada. Se transfiere a un vaso y se ajusta el pH a 7.3 con HCl 6N (se requiere cerca de 13 ml). Ajustar el volumen.

➤ Solución Patrón

- Solución Stock de hierro μ / ml: se disuelven 1000 g de alambre de hierro en 50 ml de HNO_3 (1 + 1). Se diluye a 1 litro con agua desmineralizada.

- Solución Stock de cobre: 1000 μ / ml: se disuelven 1000 g de cobre metálico de alta pureza en volumen mínimo de HNO_3 (1+1). Se diluye a 1 litro con HNO_3 a 1% (V/V).

- Solución stock de manganeso, 1000 μ / ml: se disuelve 3.6023 g de cloruro de manganeso cristalino ($\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) en un litro de agua desmineralizada.

- Solución Stock de zinc, 500 μ / ml: se disuelve 0.500 g de zinc metálico en un volumen mínimo de HCl (1 + 1). Se diluye a 1 litro con HCl al 1% (V/V).

➤ Soluciones intermedias

- Solución intermedia de Fe y Cu: 100 μ / ml de Fe y Cu. En un balón de 100ml se mide 10 ml de solución stock de hierro y 10 ml de solución stock de cobre. Se ajusta el volumen con agua desmineralizada.

- Solución intermedia de Mn, 100 μ / ml: en un balón aforado de 100 ml se miden 10 ml de solución stock de Mn. Se ajusta el volumen con agua desmineralizada.
- Solución intermedia de Zn, 50 μ / ml: en un balón aforado de 100 ml se miden 10 ml de solución stock de Zn. Se ajusta el volumen con agua desmineralizada
- Los extractos sirven también para determinar K, Na , Ca y Mg.

- Azufre.

Se determinó por el método del acetato de amonio.

- Equipo:

Fotocolorímetro, embudos, pipetas, buretas, erlenmeyers de 50 ml.

- Reactivos:

- Solución extractora: se disuelven 39 g de acetato de amonio en 1 litro de ácido acético 0.25 N.
- Carbón activado Norit "a": se lava el carbón con solución extractora hasta ausencia de sulfatos.
- Solución de semila ácida: HCl 6N que contenga 20 ppm de S como K_2SO_4 .
- Cloruro de bario ($BaCl_2 \cdot 2H_2O$), cristales de 20 a 60 mallas. Papel de filtro Whatman No. 42: si el papel contiene sulfato, se lava con solución extractora, Sulfato de potasio (K_2SO_4)

- Boro.

Se determinó por el método del agua caliente

- Equipo:

Material de vidrio bajo en Boro (corning), cápsulas de evaporación; fotocolorímetro.

- Reactivos:

- Alcohol etílico de 95%. Reactivo de Curcumina – ácido oxálico: se disuelven 0.04 g de polvo de curcumina y 5 g de ácido oxálico en 100 ml de alcohol etílico de 95%. Se guarda la solución en nevera, dentro de un recipiente de vidrio bajo en Boro. Suspensión de hidróxido de calcio: se agregan 0.4 g de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ a 100 ml de agua destilada.
- Ácido clorhídrico 2.5N; Cloruro de Bario al 10%. Indicador fenolftaleína se disuelven 0.05 g de fenolftaleína en 50 ml de alcohol etílico de 95% y 5 ml de agua.
- Solución patrón (A): se disuelven 0.5716 g de H_3BO_3 en agua destilada y se diluye la solución a 1 litro en balón aforado. 1 ml = 0.1 mg de Boro.
- Solución patrón (B): se transfieren 10 ml de la solución patrón (A) a un balón aforado de 1 litro y se lleva a volumen con agua destilada. 1 ml = 1 mg de Boro.

- Aluminio.

Se determino mediante extracción con KOH

- Equipo:

Erlenmeyer de 125, balanza, bureta, pipetas, frascos goteros.

- Reactivos:

➤ Hidroxido de potasio 4N; ácido clorhídrico 4N; ácido clorhídrico 0.75N aproximado; ácido clorhídrico 0.1N; fluoruro de potasio 4N; fenolftaleina 0.58%

• PH.

Equipo: medidor de pH Pocket Pal.

2. PROTOCOLO DE MUESTREO DE AGUAS

Obtención de muestras de agua:

El volumen mínimo recomendado para realizar el análisis es de un litro. Tener cuidado para obtener una muestra representativa. En algunos casos, muestras representativas se obtienen mezclando diferentes porciones recolectadas en diferentes tiempos. La técnica de recolección y mezclado depende de las condiciones locales, en este caso las muestras se tomaron de corrientes de agua.

Para la obtención de las muestras se tienen en cuenta los siguientes pasos:

1. Se lava el contenedor de muestras 3 veces con el agua para ser analizada.
2. Se llena el contenedor o botella completamente con el agua para ser analizada y taparlo firmemente.
3. La muestra se conserva en nevera antes de ser analizada si así se requiere y dependiendo de las condiciones climáticas, en éste caso por le transporte de la muestra de diferentes sitios, fue necesario refrigerarla.
4. se analiza la muestra tan pronto sea posible.

Métodos de análisis de aguas de irrigación

- Nitrógeno nítrico en agua de irrigación.

Se analizó por el método de reducción de cadmio.

- Equipo:

Estuche comparador de colores; tubo de observación con tapa, plástico pq/4; disco de colores para Nitrógeno – Nítrico de alto rango.

- Reactivos:

➤ bolsitas de reactivo en polvo para Nitrato, Nitra Ver 5, 100/pq

- pH en agua de irrigación.

Se analizó por el método electroquímico.

- Equipo:

Vaso de precipitados de polipropileno, 50 ml; medidor de pH Pocket Pal.

- Reactivos:

➤ bolsitas de reactivo tampón pH 7, en polvo, 50/pq

- Fósforo en agua de irrigación.

Se analizó por el método del ácido ascórbico

- Equipo:

Estuche comparador de colores; tubo de observación con tapa, plástico, pq/4; disco comparador de colores para fosfato de alto rango.

- Reactivos:

➤ bolsitas de reactivo n polvo, para fosfato Phosver 3 100/pq.

Anexo E. Ley 373 de 1997. Uso eficiente del agua.

ART. 1-Programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico.

Las corporaciones autónomas regionales y demás autoridades ambientales encargadas del manejo, protección y control del recurso hídrico en su respectiva jurisdicción, aprobarán la implantación y ejecución de dichos programas en coordinación con otras corporaciones autónomas que compartan las fuentes que abastecen los diferentes usos.

ART. 2-Contenido del programa de uso eficiente y ahorro del agua. El programa de uso eficiente y ahorro de agua, será quinquenal y deberá estar basado en el diagnóstico de la oferta hídrica de las fuentes de abastecimiento y la demanda de agua, y contener las metas anuales de reducción de pérdidas, las campañas educativas a la comunidad, la utilización de aguas superficiales, lluvias y subterráneas, los incentivos y otros aspectos que definan las corporaciones autónomas regionales y demás autoridades ambientales, las entidades prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado, las que manejen proyectos de riego y drenaje, las hidroeléctricas y demás usuarios del recurso, que se consideren convenientes para el cumplimiento del programa.

PAR.- Modifíquense el numeral 71.2 y parágrafo 11 del artículo 71 de la Ley 142 de 1994.

Con el fin de garantizar la coordinación entre las funciones del Ministerio del Medio Ambiente y la comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico en lo concerniente a los objetivos del programa de uso eficiente y ahorro del agua, modifícase la composición de la comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico.

El numeral 71.2 de la Ley 142 de 1994 quedará así: Cuatro expertos comisionados de dedicación exclusiva, designados por el Presidente de la República para período de tres años, reelegibles y no sujetos a las disposiciones que regulan la carrera administrativa. Uno de ellos en forma rotatoria ejercerá las funciones de coordinador de acuerdo con el reglamento interno. Al repartir

internamente el trabajo entre ellos se procurará que todos tengan oportunidad de prestar sus servicios respecto de las diversas clases de asuntos que son competencia de la comisión. En todo caso, uno de los expertos deberá demostrar conocimientos en materias ambientales.

El párrafo 1 del artículo 71 quedará así: A la comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico pertenecerán los ministros de Salud y Medio Ambiente. A la Comisión de Regulación de Energía y Gas Combustible pertenecerá el Ministro de Hacienda y Crédito Público. Los Ministros sólo podrán delegar su asistencia en los viceministros y el Director del Departamento Nacional de Planeación en el subdirector.

ART. 3- Elaboración y presentación del programa. Cada entidad encargada de prestar los servicios de acueducto, alcantarillado, de riego y drenaje, de producción hidroeléctrica, y los demás usuarios de recurso hídrico presentarán para aprobación de las corporaciones autónomas regionales y demás autoridades ambientales, el programa de uso eficiente y ahorro de agua. Estas autoridades ambientales deberán elaborar y presentar al Ministerio del Medio Ambiente un resumen ejecutivo para su información, seguimiento y control, dentro de los seis meses siguientes contados a partir de la aprobación del programa.

PAR. 1-Las entidades responsables de la ejecución de programa para uso eficiente y ahorro del agua deberán presentar el primer programa los siguientes (12) doce meses a partir de la vigencia de la presente ley, y para un período que cubra hasta la aprobación de siguiente plan desarrollo de las entidades territoriales de que trata el artículo 31 de la Ley 1 52 de 1994. El siguiente programa tendrá un horizonte de cinco años y será incorporado al plan desarrollo de las entidades territoriales. Las corporaciones autónomas y demás autoridades ambientales deberán presentar un informe anual al Ministerio de Medio Ambiente sobre el cumplimiento del programa de que trata la presente ley.

PAR. 2-Las inversiones que se realicen en cumplimiento del programa descrito, serán incorporadas en los costos de administración de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado y de las demás entidades usuarias del recurso.

Las corporaciones autónomas regionales y demás autoridades ambientales definirán los mecanismos que incentiven el uso eficiente y ahorro del agua, y desestimulen su uso ineficiente.

ART. 9-De los nuevos proyectos. Las entidades públicas encargadas de otorgar licencias o permisos para adelantar cualquier clase de proyecto que consume agua deberán exigir que se incluya en el estudio de fuentes de abastecimiento, la oferta de aguas lluvias y que se implante su uso si es técnica y económicamente viable.

ART. 10. De los estudios hidrogeológicos. Para definir la viabilidad del otorgamiento de la concesión de aguas subterráneas, las corporaciones

autónomas regionales y demás autoridades ambientales realizarán los estudios hidrogeológicos, y adelantarán las acciones de protección de las correspondientes zonas de recarga.

Los anteriores estudios serán realizados con el apoyo técnico y científico del Ideam e Ingeominas.

ART. 12.-Campañas educativas a los usuarios. Las entidades usuarias deberán incluir en su presupuesto los costos de las campañas educativas y de concientización a la comunidad para el uso racionalizado y eficiente del recurso hídrico.

PAR.- Como apoyo a estas campañas y en desarrollo del numeral 32 del artículo 52 de la Ley 99 de 1993 el Ministerio del Medio Ambiente celebrará los convenios necesarios con las entidades administradoras del recurso hídrico, para lograr una efectiva concientización en el uso eficiente y el ahorro del agua.

ART. 12-Definiciones. Para todos los efectos del presente decreto, se adoptan las siguientes definiciones:

Consumo eficiente. Es el consumo mensual promedio de cada usuario medido en condiciones normales en los seis (6) meses anteriores a la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua ajustados por el factor de eficiencia de dichos equipos.

Factor de eficiencia por el uso de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua. Es el porcentaje de reducción de consumos en una instalación interna típica, derivado del uso de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua, respecto a los consumos arrojados sin el uso de dichos equipos.

Consumo ineficiente. Es aquel que se encuentra por fuera de los parámetros de consumo eficiente establecidos por la entidad prestadora del servicio de acueducto.

Equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua. Son todos aquellos equipos, sistemas e implementos definidos en la norma Icontec NTC-920-1, o las que la modifiquen o adicionen y adoptados por la respectiva entidad prestadora, destinados a proveer de agua potable las instalaciones internas de los usuarios, que permiten en su operación un menor consumo unitario.

Sector institucional. Hace referencia a organismos que desempeñan una función de interés público, benéfico o docente.

D. 3102/97, Mindesarrollo (2 págs.).

ART. 2-Obligaciones de los usuarios. Hacer buen uso del servicio de agua potable y reemplazar aquellos equipos y sistemas que causen fugas de aguas en las instalaciones internas.

D. 3102197, Mindesarrollo (2 págs.).

ART. 3-Obligaciones de los constructores y urbanizadores. A más tardar el 1 de julio de 1998, todas las solicitudes de licencias de construcción y/o urbanismo y sus modalidades, deberán agregar en los proyectos, la utilización de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.

D.3102197,Mindesarrollo(2 págs.).

ART, 4-Para la aprobación de las licencias de remodelación o adecuación que se expidan a partir de; **12** de julio de 1998, se deberá verificar que los proyectos cumplen con la obligación de instalar equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.

D.3102197, Mindesarrollo(2 págs.).

ART. 5-Obligaciones de las entidades prestadoras del servicio de acueducto. Son obligaciones de las entidades prestadoras de; servicio público de acueducto, además de las previstas en la ley, las siguientes:

- a) Autorizar la conexión definitiva de; servicio de acueducto, sólo cuando se verifique que en los domicilios se hayan instalados equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua;
- b) Agregar en el reglamento o manual de instalaciones internas, la utilización de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua;
- c) Llevar estadísticas sobre las causas de las fugas que se adviertan, relacionando dicha información con los equipos o sistemas que las originan, a objeto de realizar las campañas de que trata el artículo 12 de la Ley 373 de 1997;
- d) Agregar en los programas de uso eficiente y ahorro de agua, los equipos sistemas e implementos de bajo consumo de agua, que se adoptan como de obligatoria instalación según lo establecido en el presente decreto;
- e) Divulgar entre los usuarios los programas y sus resultados orientados a la reducción del índice de agua no contabilizada, debidamente aprobados por las autoridades ambientales competentes;
- f) Certificar ante las autoridades ambientales que el consumo mensual promedio base para calcular el consumo eficiente, corresponde a condiciones normales de prestación de servicio;

g) Mantener informados a los interesados sobre la disponibilidad de laboratorios de medición que permitan verificar el cumplimiento de la norma vigente sobre los equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua;

h) Acordar con los usuarios los plazos dentro de los cuales, éstos deben cambiar o reparar los equipos, sistemas o implementos de bajo consumo de agua que causen fugas, e

i) Elaborar un plan de contingencia, en donde se definan las alternativas de prestación del servicio en situaciones de emergencia.

D. 3102197, Mindesarrollo (2 págs.).

ART. 6-Todos los usuarios pertenecientes al sector oficial, están obligados a reemplazar, antes del 1 de julio de 1999, los equipos, sistemas e implementos de alto consumo de agua, por los de bajo consumo.

D. 3102197, Mindesarrollo (2 págs.).

ART. 7-Todos los usuarios pertenecientes al sector institucional, están obligados a reemplazar antes del 12 de julio de 1999 los equipos, sistemas e implementos de alto consumo actualmente en uso, por unos de bajo consumo.

D. 3102197, Mindesarrollo (2 págs.).

ART. 8-Las autoridades ambientales, dentro de su correspondiente jurisdicción y en ejercicio de las facultades policivas otorgadas por el artículo 83 de la Ley 99 de 1993, aplicarán las sanciones establecidas por el artículo 85 de esta ley, a las entidades encargadas de prestar el servicio de acueducto y a los usuarios que desperdicien el agua, a los gerentes o directores o representantes legales se les aplicarán las sanciones disciplinarias establecidas en la Ley 200 de 1995 y en sus decretos reglamentarios.

PAR. - Se autoriza a la entidad prestadora de servicio de acueducto a suspenderlo, a los usuarios que no cumplan el presente decreto.

D. 3102197, Mindesarrollo (2 págs.).

ART. 9-Los fabricantes de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua y sus importadores, agregarán en los catálogos, el consumo unitario de dichos elementos, expresado en el Sistema Internacional de Unidades.

D.3102197, Mindesarrollo(2págs.).

ART. 10 -**Consumo básico para efectos tarifarios y de subsidio.** En un plazo máximo de seis (6) meses, contados a partir de la vigencia de presente decreto, la comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico, deberá estimar

en sus regulaciones tarifarias, los consumos básicos y máximos de que trata la Ley 142 de 1994 y la Ley 373 de 1997, que incentiven el ahorro de agua.

L. 373/97 (3 págs.).

ART. 16.-Protección de zonas de manejo especial. En la elaboración y presentación del programa se debe precisar que las zonas de páramo, bosques de niebla y áreas de influencia de nacimientos de acuíferos y de estrellas fluviales, deberán ser adquiridos con carácter prioritario por las entidades ambientales de la jurisdicción correspondientes, las cuales realizarán los estudios necesarios para establecer su verdadera capacidad de oferta de bienes y servicios ambientales, para iniciar un proceso de recuperación, protección y conservación.

PAR.- Los recursos provenientes de la aplicación de; artículo 43 de la Ley 99 de 1993, se destinarán con carácter exclusivo al logro de los objetivos propuestos en la presente ley.

L. 373197 (3 págs.).

ART. 17.-Sanciones. Las entidades ambientales dentro de su correspondiente jurisdicción en ejercicio de las facultades policivas otorgadas por el artículo 83 de la Ley 99 de 1993, aplicarán las sanciones establecidas por el artículo 85 de esta ley, a las entidades encargadas de prestar el servicio de acueducto y a los usuarios que desperdicien el agua, a los gerentes o directores o representantes legales se les aplicarán las sanciones disciplinarias establecidas en la Ley 200 de 1995 y en sus decretos reglamentarios.

Anexo G. Fotografías del proyecto.



Foto 1. Elaboración de compostaje



Foto 2. Elaboración de compostaje



Foto 3. Lombricultivo



Foto 4. Elaboración del Biofertilizante orgánico



Foto 5. Cultivos de maíz en donde se utilizan agroquímicos y de donde se tomaron muestras de suelo para análisis.



Foto 6. Cultivos de maíz en donde se manejan arvenses.



Foto 7. Cultivo de tomate orgánico



Foto 8. Nacedero de agua del cual se bombea agua para suministrar el tanque elevado del cual se tomaron muestras para análisis, y en el cual se encuentra un desarenador.



Foto 9. Ciénaga de la cual se tomaron muestras de agua para análisis de selección para riego.



Foto 10. Orillas de la ciénaga en donde se tomaron muestras de agua.