



UNIVERSIDAD DE PINAR DEL RÍO  
"HERMANOS SAÍZ MONTES DE OCA"



FACULTAD DE FORESTAL Y AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO AGROPECUARIO

*DISEÑO DE UN MODELO DE GRANJA INTEGRAL AGROECOLÓGICA  
PARA LA FINCA "EL GANSO" DE LA UNIVERSIDAD DE PINAR DEL  
RÍO "HERMANOS SAIZ MONTES DE OCA".*

TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE  
MÁSTER EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA Y AGRICULTURA  
SOSTENIBLE

Autor: Ing. Luis Benigno Palomino Siza

Tutores:

† Dr.C. Bárbaro Zulueta Menéndez

† MSc. Pedro Luis Páez Fernández

*Pinar del Río, Cuba*

2010

## *Pensamiento*

*La granja integral agroecológica puede concebirse como un sistema armónico entre plantas, animales y el ser humano, que está allí, latente y dispuesta a recibir a todo aquel que busca la sostenibilidad del agroecosistema, más no de aquel que busca el deterioro del planeta.*

*Luis Palomino*

**PENSAMIENTO**

## *Dedicatoria*

*Dedico el presente trabajo investigativo a lo más hermoso que Dios me ha dado...*

*...A mis queridos padres, por todo su apoyo a lo largo de mi formación profesional y como hombre de bien.*

*...A mis hermanos y hermanas por ser participes de este sueño y estar siempre conmigo.*

*...A la mujer de mis sueños, en quien pienso constantemente.*

**DEDICATORIA**

## *Agradecimientos*

*...A Dios, por ser aquella esencia y energía que me impulsa seguir luchando por un mundo mejor.*

*...A mis amados padres y queridos hermanos, por su apoyo incondicional para la realización de mis sueños.*

*...A mis tutores, Bárbaro y Pedro Luis, por su dedicación y aprecio.*

*...A mis compañeros de trabajo, Edénys, Quintín, Musa, Neyda, Medina y demás, por su colaboración y empeño, que fueron de gran ayuda para la culminación de esta tesis.*

*...A todos los amigos y amigas, que de una u otra manera me incentivaron a seguir trabajando en el proyecto de grado.*

*...A mi novia, Myrian, por su carisma, apoyo, amor y sobre todo, por estar siempre conmigo, en las buenas y en las malas, mil gracias.*

*...A la Revolución Cubana y a todos los que aquí conocí.*

*Gracias, mil gracias a todos, que Dios los bendiga siempre.*

**AGRADECIMIENTOS**

## RESUMEN

El modelo agrícola convencional (Revolución verde) imperante en el mundo y adoptado en Cuba desde la década del setenta ha provocado grandes trastornos en el sector agropecuario como: pérdida de la biodiversidad del suelo, concentración de la tierra en grandes empresas, así como la separación de los sectores agrícola y ganadero (monocultivo) que en general provocan la simplificación del sistemas productivo. Dentro de esta situación, en una superficie de 58,70 hectáreas, se diseñó un modelo de granja integral agroecológico para la finca “El Ganso” de la Universidad de Pinar del Río, con el objetivo de diversificar la producción e integrar los componentes: social, agrícola, pecuario y forestal.

En lo social, se trabajó en la red de infraestructura como: vivienda-administración, cocina-comedor, garaje, cochiguera, establo, casa de cultivo, área recreativa, jardines y demás elementos que dinamizan la sostenibilidad del agroecosistema. A la parte agrícola corresponde el manejo del suelo, manejo del cultivo y manejo integral de plagas y enfermedades a razón de obtener una eficiente producción. La esfera pecuaria involucra la gestión de ganado mayor y especies menores a la granja para el aprovechamiento de los residuos generados durante el proceso productivo diario, y finalmente el módulo agroforestal integra: sistema de cercas vivas, sistema forestal y un sistema silvopastoril para la producción animal.

La interrelación de todo este proceso permitió establecer finalmente el diseño del proyecto agroecológico presupuestado a 178.569,60 pesos cubanos (valor estimado), para incrementar el bienestar social y el desarrollo endógeno sostenible de los niveles de producción en condiciones agroecológicas.

**Palabras claves:** agroecológico, componentes, agroecosistema, sostenible.

## SUMMARY

The conventional agricultural model (Green Revolution) prevailing in the world and adopted in Cuba since the seventies has caused big disruption in the agricultural sector like loss of soil biodiversity, concentration of land in big companies, like separation of agricultural sector and stockbreeding (monoculture) which in general causes the simplification of the productive system. In this situation in a superficies of 58.70 hectares, an integral ecology farm model was designed for the farm known as "The Ganso" belong to the university of Pinar del Río, with an objective to diversify the production and integrate the components like: social, agricultural, livestock and forestry.

In the social part the network infrastructure used was housing-administration, kitchen-dining room, garage, pigsty, revitalize the sustainability of the agricultural ecosystem. In the agricultural part it includes soil management, crop management and integral management of pests and diseases to obtain an efficient production. In the livestock sphere it involves the rearing of cattle, horses and minor species to the farm in order to make use of waste products. Finally the agroforestry unit make up: hedge system, forest system and silvipastoral system for animal production.

The interrelation of this entire process permit the design of the agricultural ecology plan budgeted for 178.569,60 cuban pesos (estimated value) to increase the social welfare and endogenous sustainable development of the production levels in agricultural ecology.

**Key words:** Agricultural ecology, components, agricultural ecosystem, sustainable.

## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	4
1.1. Granja integral agroecológica	4
1.1.1. Principios técnicos	4
1.1.2. Consideraciones sobre el manejo de la granja integral agroecológica	7
1.2. Caracterización del sistema integral agroecológico en Cuba	9
1.3. Componentes de la granja integral agroecológica	10
1.3.1. Componente social	10
1.3.1.1. Vivienda ecológica	11
1.3.2. Componente agrícola	12
1.3.2.1. Manejo del suelo	13
1.3.2.2. Manejo del cultivo	14
1.3.2.3. Manejo Integrado de plagas y enfermedades	17
1.3.3. Componente pecuario	19
1.3.3.1. Ganado mayor	20
1.3.3.2. Especies menores	21
1.3.4. Componente agroforestal	22
1.4. Importancia del uso de la geoestadística como una herramienta para la modelación	25
<b>CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	26
2.1. Zona de estudio	26
2.1.1. Características generales de la finca “El Ganso”	26
2.1.2. Localización	27
2.1.3. Clima	28
2.1.4. Régimen pluviométrico	28
2.1.5. Vegetación	29
2.2. Parámetros del suelo	29
2.3. Caracterización químico-física del suelo	31
2.3.1. Características químicas del suelo	31

2.3.2. Característica física del suelo	32
2.4. Caracterización climática	32
2.5. Componentes para el diseño de una granja integral agroecológica	33
2.5.1. Componente social	33
2.5.2. Componente agrícola	33
2.5.2.1. Manejo del suelo	34
2.5.2.1.1. Conservación de suelos	34
2.5.2.1.1.1. Control de la erosión	34
2.5.2.1.2. Abonos verdes	35
2.5.2.1.3. Compost y lombrihumus	35
2.5.2.2. Manejo del cultivo	35
2.5.2.2.1. Rotación y asociación de cultivos	36
2.5.2.2.2. Frutales	36
2.5.2.2.3. Riego	36
2.5.2.2.4. Pastos y forrajes	37
2.5.2.3. Manejo integrado de plagas y enfermedades	37
2.5.3. Componente pecuario	37
2.5.3.1. Ganado mayor	37
2.5.3.2. Especies menores	38
2.5.4. Componente agroforestal	38
2.5.4.1. Sistema de cercas vivas	38
2.5.4.2. Sistema forestal	38
2.5.4.3. Sistema silvopastoril	39
2.6. Presupuestación del modelo de granja integral agroecológica	39
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>40</b>
3.1. Análisis de la caracterización químico-física del suelo	40
3.1.1. Estudio químico	40
3.1.2. Estudio físico	42
3.2. Condiciones climáticas	44
3.3. Componentes del modelo de una granja integral agroecológica	45
3.3.1. Componente social	45
3.3.2. Componente agrícola	46
3.3.2.1. Manejo del suelo	48

3.3.2.1.1.	Conservación de suelos	48
3.3.2.1.1.1.	Control de la erosión	49
3.3.2.1.2.	Abonos verdes	51
3.3.2.1.3.	Compost y lombrihumus	52
3.3.2.2.	Manejo del cultivo	54
3.3.2.2.1.	Rotación y asociación de cultivos	54
3.3.2.2.2.	Frutales	59
3.3.2.2.3.	Riego	60
3.3.2.2.4.	Pastos y forrajes	61
3.3.2.3.	Manejo integrado de plagas y enfermedades	63
3.3.3.	Componente pecuario	64
3.3.3.1.	Ganado mayor	65
3.3.3.2.	Especies menores	67
3.3.4.	Componente agroforestal	68
3.3.4.1.	Sistema de Cercas vivas	69
3.3.4.2.	Sistema forestal	70
3.3.4.3.	Sistema silvopastoril	71
3.4.	Presupuesto requerido para la granja integral agroecológica	72
	<b>CONCLUSIONES</b>	73
	<b>RECOMENDACIONES</b>	74
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	75
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

<b>TABLAS</b>	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Clasificación de las asociaciones de cultivos en base a los factores de crecimiento	16
<b>Tabla 2.</b> Correlación aproximada de los esquemas de clasificación de los suelos de Cuba con las series de suelos morfológicos, la clasificación Soil Taxonomy y la Lista de Unidades de la FAO-UNESCO	30
<b>Tabla 3.</b> Correlación aproximada de los esquemas de clasificación de los suelos de Cuba con las series de suelos morfológicos, la clasificación Soil Taxonomy y la Lista de Unidades de la FAO-UNESCO	31
<b>Tabla 4.</b> Caracterización de las propiedades químicas del suelo pardo con carbonatos	41
<b>Tabla 5.</b> Caracterización de las propiedades químicas del suelo ferralítico cuarcítico amarillo lixiviado	41
<b>Tabla 6.</b> Dinámica territorial de la granja integral agroecológica “El Ganso”	47
<b>Tabla 7.</b> Plantas propuestas como abonos verdes para la granja integral agroecológica “El Ganso”	52
<b>Tabla 8.</b> Estadística básica de las variables de fertilidad de suelo estudiadas	54
<b>Tabla 9.</b> Modelo de sistema de rotación y asociación de cultivos para la granja integral agroecológica “El Ganso”	58
<b>Tabla 10.</b> Pastos y forrajes para la granja integral agroecológica “El Ganso”	62
<b>Tabla 11.</b> Efecto de la rotación y asociación de cultivos practicadas por los agricultores	64
<b>Tabla 12.</b> Composición química de las materias primas propuestas para la alimentación del ganado mayor de la granja integral agroecológica “El Ganso”	66
<b>Tabla 13.</b> Características generales de las especies menores propuestas para la granja integral agroecológica “El Ganso”	67
<b>Tabla 14.</b> Presupuesto del proyecto	73

## FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Área de estudio: Límites de la Finca “El Ganso”	28
<b>Figura 2.</b> Área de estudio: Campificación de la granja integral agroecológica “El Ganso”	40
<b>Figura 3.</b> Comportamiento de la densidad aparente en los diferentes campos	43
<b>Figura 4.</b> Diagrama climático de Pinar del Río (1999-2009)	44
<b>Figura 5.</b> Modelo de granja integral agroecológica “El Ganso”	46
<b>Figura 6.</b> Comportamiento de la pendiente en los diferentes campos	48
<b>Figura 7.</b> Mapa de ubicación de datos reales	54
<b>Figura 8.</b> Modelo de semivariograma del PH	55
<b>Figura 9.</b> Modelo de semivariograma de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	55
<b>Figura 10.</b> Modelo de semivariograma de K <sub>2</sub> O	55
<b>Figura 11.</b> Semivariograma de MO %	56
<b>Figura 12.</b> Modelo de semivariograma de S	56
<b>Figura 13.</b> Modelo de semivariograma de T	56
<b>Figura 14.</b> Modelo de semivariograma de T-S	57

## INTRODUCCIÓN

El estudio de la agricultura ha sido siempre de particular interés para la humanidad. Desde las comunidades, que hace 10.000 años establecieron los primeros cultivos e iniciaron asentamientos permanentes, hasta el siglo XXI, en que la globalización es cada vez mayor, entender el funcionamiento de los sistemas agrícolas ha sido un objetivo prioritario para las sociedades (Gliessman, 2001). Sin embargo, el interés por alcanzar dicho objetivo desembocó en un sistema agrícola especializado.

La especialización excesiva y la utilización de insumos y tecnologías externas al predio, la pobre integración entre los diferentes subsistemas prediales (silvicultura, agricultura y animales), pérdida de variedades locales adaptadas, la erosión de conocimientos referente al manejo de la biodiversidad local, la degradación de la calidad del suelo y del agua, hacen que las unidades productivas “modernas” sean ineficientes económica y energéticamente, aumentando dicha ineficiencia a medida que pasan los años en producción (Barg y Armand, 2007).

La agricultura convencional es poco diversa, simplificada y requiere grandes cantidades de insumos químicos externos. El método científico, por disciplinas independientes, lleva a estudiar los sistemas agrarios como una caja negra: se sabe lo que entra (insumos) y lo que sale (rendimiento), pero se olvida lo que pasa dentro y mas allá. La agricultura moderna ha resuelto algunos problemas pero ¿a qué costo? En el mundo se emplean más de 2.000 millones de Kg. de pesticidas por año, lo que provoca pérdida de fauna útil y los problemas de contaminación ambiental, del consumidor y del propio agricultor (Altieri, 2004).

Conocido es que la Revolución Verde aumentó los problemas de plagas y enfermedades que está relacionado con la expansión del monocultivo (Altieri y Letourneau, 1982). Continuar con este sistema degradante, como es el que promueve la economía neoliberal, ecológicamente deshonesto, no es una opción viable (Altieri, 2009). Estas situaciones han motivado la búsqueda de alternativas que reconozcan mejor las condiciones ecológicas y sociales de las poblaciones rurales (Altieri y Anderson 1986). Precisamente este cambio de paradigma se está

produciendo en el campo de las ciencias agrarias de manos de la llamada agroecología, que promueve sistemas agrarios para el logro de una actividad productiva sostenible (González, 1992).

En la agricultura sostenible, se combinan los métodos tradicionales de conservación del medio y el equilibrio biológico con tecnologías científicas modernas, pone énfasis en la recuperación de los suelos, la diversificación de plantas y animales, control de plagas y enfermedades de los cultivos y el ganado por medios naturales. Empleándose la mecanización, semillas certificadas, prácticas de conservación del suelo y del agua y las últimas innovaciones en la alimentación y el manejo del ganado (García, 1995).

Cuba ha sido el único país del mundo en experimentar una caída tan dramática en la agricultura, que no obstante puede convertirse en una bendición en medio de la desgracia, al servir como punto de partida para el desarrollo de la agricultura sostenible a escala nacional (Funes, 2008), que integra los conceptos de manejo especializado en un sistema holístico basado en los principios agroecológicos, con un enfoque de sistema DIA (diversificados, integrados y autosuficientes) (Funes, 2000). Sin embargo, Cuba no ha logrado consolidar en la práctica de la viabilidad técnica y económica de estos sistemas integrales o "granjas autosuficientes". La principal causa de esto es precisamente la falta de integración entre unidades de producción primaria tanto agrícola como pecuaria (Sanginés y Peraza, 2009).

Las tendencias mundiales de consumo de alimentos están demandando productos obtenidos a base de agricultura ecológica por considerar que favorecen la salud y protegen el ambiente. Las granjas integrales presentan un alto potencial para satisfacer estas demandas. Esto determina la necesidad de diseñar un modelo de granja integral agroecológica, que constituya un beneficio a la comunidad rural, a la economía de la región y al ambiente (Orquera y Tello 2008).

Ante este contexto, los modelos de producción integrada de plantas y animales presentan una máxima aplicación de principios y prácticas agroecológicas obteniéndose una alta productividad, eficiencia y estabilidad económica, sustentado sobre la base de los flujos de intercambio e interacciones que se

establecen y en la importancia general del sistema y no en lo particular de cada subsistema (Altieri y Nicholls, 2000). Los sistemas integrados de producción con bases agroecológicas establecidas entre plantas y animales en estado natural potencian las capacidades productivas de ambos, a partir del aprovechamiento de todos los recursos de la granja.

**Problema:** Limitada diversificación e integración de los componentes del agroecosistema de la finca “El Ganso” de la Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saiz Montes de Oca”.

**Objeto de estudio:** Componentes del agroecosistema de la finca “El Ganso”.

**Hipótesis:** Si se elabora y aplica el diseño de un modelo de granja integral agroecológica para la finca “El Ganso” de la Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saiz Montes de Oca”, permitirá el incremento de la biodiversidad así como la integración de los componentes del agroecosistema haciéndolo más productivo, confiable y eficiente.

**Objetivo general:** Diseñar un modelo de granja integral agroecológica para la finca “El Ganso” de la Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saiz Montes de Oca”.

**Objetivos específicos:**

- ♣ Aplicar los principios teóricos acerca de la granja integral agroecológica que guíen la investigación de forma lógica y den consistencia, unidad y coherencia al trabajo en cuestión.
- ♣ Evaluar las características de los sistemas productivos animal y vegetal que presenta la actual finca “El Ganso” de la Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saiz Montes de Oca”, para proponer soluciones factibles.
- ♣ Proyectar la diversificación, integración y autosuficiencia de la finca “El Ganso” de la Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saiz Montes de Oca” a través de un modelo de granja integral agroecológica.

**Campo de acción:** Diseño de un modelo de granja integral agroecológica.

## CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Los elementos conceptuales puestos a consideración en el presente apartado, se fundamentan en principios teóricos y son inherentes al tema en estudio que conciben la convivencia armónica del hombre con la naturaleza, a través, de una Granja Integral Agroecológica. No obstante, Torres *et al.*, (2002) menciona que la naturaleza es una familia sorprendente de cinco reinos: los animales, las plantas, los hongos, las algas y las bacterias, atravesada por un camino en su desarrollo, un camino de co-evolución que implica que cada uno tiene la capacidad de desarrollarse y permite a los demás hacerlo, de manera interdependiente pero sin excluir a nada ni a nadie.

### 1.1. Granja integral agroecológica

#### 1.1.1. Principios técnicos

Muchos sistemas de cultivos alternativos han sido probados: rotaciones de cultivos, cultivos de cobertura y cultivos mixtos; pero lo más importante es que existen ejemplos de agricultores que demuestran que tales sistemas llevan a la optimización del reciclaje de nutrientes y a la restitución de la materia orgánica, promueven flujos cerrados de energía, conservación de agua y suelos, y un balance de las poblaciones de plagas y enemigos naturales (Altieri, 1995).

En consecuencia, surge la necesidad de evolucionar hacia sistemas agropecuarios sostenibles, tanto en lo ecológico, como en lo económico y social. A nivel de los establecimientos, el cambio de una agricultura convencional hacia una agricultura sostenible implica necesariamente un esfuerzo de gran magnitud que produzca el cambio hacia una conciencia más conservacionista, utilizando la tecnología adecuada para ello. Es necesario también contar con un marco político que aliente esta nueva filosofía de producción y una acción amplia y coordinada, tanto de los organismos oficiales como de las entidades intermedias vinculadas con el agro (Forján, 2002).

Existen muchas definiciones de agricultura sostenible. Sin embargo ciertos objetivos son comunes a la mayoría de las definiciones (Altieri y Nicholls, 2000):

- ♣ Producción estable y eficiente de recursos productivos.
- ♣ Seguridad y autosuficiencia alimentaria.
- ♣ Uso de prácticas agroecológicas o tradicionales de manejo.
- ♣ Preservación de la cultura local y de la pequeña propiedad.
- ♣ Un alto nivel de participación de la comunidad en decidir la dirección de su propio desarrollo agrícola.
- ♣ Conservación y regeneración de los recursos naturales.

La construcción y desarrollo de procesos productivos más integrales y diversos, se ha convertido hoy en una necesidad y prioridad de la población. La mayoría de los esfuerzos en la actualidad en lo que respecta a la producción agrícola están enfocados a sistemas productivos altamente tecnificados. Sin embargo, se ha observado que esto sólo puede beneficiar a un grupo muy reducido de la sociedad. En la búsqueda de alternativas diferentes de producción se están creando y desarrollando granjas integrales (Sanginés y Peraza, 2009).

La granja es un sistema sustentable que integra a plantas, animales, suelo, agua, clima y gente de manera tal que se complementen los unos a los otros y tengan los mayores efectos sinérgicos posibles (Altieri, 2001). Además, las granjas integrales modernas, constituyen un modelo de producción agrícola que beneficia a la comunidad rural, a la economía de la región y al medioambiente. Una granja integral es un sistema de producción moderno en expansión que combina el conocimiento campesino tradicional con la tecnología agrícola actual (Azofeifa y Chávez, 2005).

Por otra lado, la granja integral es un proyecto de vida para la familia campesina que, además de asegurar una alimentación abundante y rica en proteínas, vitaminas y minerales (provenientes de la leche, carne, huevos, hortalizas, frutales, cereales, etc.), le enseña a cada uno de sus integrantes a vivir en armonía con la naturaleza, preservando y disfrutando el medio que los rodea, respirando aire puro, evitando la tala de bosques, conservando los afloramientos o nacimientos de agua y propiciando el mejoramiento de las tierras y de los cultivos. Adicionalmente estimula el uso de tecnologías apropiadas a bajo costo, como el empleo de energía eólica, energía solar y producción de gas metano que, manejadas de forma adecuada, contribuyen al bienestar de la familia campesina,

lo cual facilita en el corto tiempo alcanzar los niveles de autosuficiencia y sostenibilidad deseados (Torres *et al.*, 2002).

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2008), los principios técnicos en los que se basa el desarrollo de una granja integral, son:

- ♣ *Aumento de la productividad*. En los sistemas de producción este es un punto fundamental para mantener el interés individual de la familia productora, para que ella tenga motivación de seguir produciendo y conservando sus recursos para así satisfacer a sí misma y a la sociedad en sus necesidades de productos y de calidad de vida.
- ♣ *Aumento de la cobertura vegetal del suelo*. La conservación y mejoramiento del suelo, así como la protección del agua, son elementos muy importantes que contribuyen con la productividad agropecuaria y los servicios ambientales.
- ♣ *Aumento de la infiltración del agua en el perfil del suelo y disminución de la escorrentía*. Las prácticas para evitar la erosión y pérdida de fertilidad del suelo, así como mejorar la producción de beneficios ambientales por concepto de agua limpia, contribuyen a que la granja tenga mejores condiciones desde el punto de vista de la producción y la conservación.
- ♣ *El manejo adecuado de la fertilidad del suelo y mantención de la materia orgánica*. Es necesario utilizar prácticas que garanticen la productividad y conservación en el largo plazo.
- ♣ *Evitar y reducir la contaminación*. La producción de las granjas integrales, orientada hacia el mercado o el consumo familiar, debe garantizar la oferta de productos inocuos y el mejoramiento ambiental.
- ♣ *El uso eficiente de la energía*. Las granjas integrales buscan maximizar el uso de las energías existentes en el sistema de producción.
- ♣ *Difundir experiencias para el fomento de la producción agropecuaria sostenible*. Se requiere contar con una o varias personas, de la familia que gerencia la granja, con facilidades y actitudes positivas para la comunicación y la difusión de experiencias y resultados en la aplicación de tecnologías y prácticas de producción sostenible.

La creación según Lozano (2005) de una granja agroecológica debe tener en cuenta aspectos significativos como:

- ♣ Diversidad de especies animales y plantas, favoreciendo interrelaciones beneficiosas entre ellos.
- ♣ Garantizar el reciclado de nutrientes en el suelo de forma estable, mediante el manejo adecuado de los cultivos, animales y árboles en el sistema.
- ♣ Empleo de leguminosas en asociación con gramíneas.
- ♣ Uso de animales adaptados a las condiciones predominantes del medio ambiente.
- ♣ Integrar los cultivos, árboles y el ganado en un mismo sistema dirigido por el hombre.

No obstante, la granja integral agroecológica o microempresa agropecuaria es un modelo de desarrollo agroindustrial para *minifundio*<sup>1</sup> en el cual se combinan tradiciones y tecnología. Su objetivo principal es el reciclaje de todos sus elementos, con participación activa de todos los miembros de la familia. En ella se conjugan tecnología y experiencia campesina de miles de años enriquecida con el aporte de asesores técnicos, los cuales investigan opciones diferentes a las ofrecidas por modelos foráneos, que resultan costosos e impropios por las características del clima, suelo y poblaciones de diferentes regiones latinoamericanas. Mediante el uso racional de todos los recursos que intervienen en la granja, se consigue equilibrio entre producción y consumo por parte de plantas, animales, humanos y medio ambiente involucrados en este proyecto. De igual manera, el campesino juega un papel importante en su manejo, ya que debe ser técnico de la agricultura, consciente de su responsabilidad en la producción de alimentos y en el equilibrio del medio ecológico que lo rodea (Ospina, 1998).

### 1.1.2. Consideraciones sobre el manejo de la granja integral agroecológica

Toda práctica agraria es producto del manejo e interacción entre el ser humano y la tierra, por tanto no debe considerarse como una unidad de gestión económica y manipulación físico-química, sino como un ecosistema (Toledo, 1984, citado por González, 1992). Un sistema de manejo de producción que debe (Altieri y Nicholls, 2000):

---

<sup>1</sup> Es una finca rústica de extensión reducida, generalmente en manos de campesinos que se dedican a la producción agrícola y pecuaria en mínima escala (Sabino, 1991).

- ♣ Reducir el uso de energía y recursos y regular la inversión total de energía para obtener una alta relación de producción/inversión.
- ♣ Reducir las pérdidas de nutrientes con la contención efectiva de la *lixiviación*<sup>2</sup>, escurrimiento, erosión y mejorar el reciclado de nutrientes, mediante la utilización de leguminosas, abonos orgánicos, composta y otros mecanismos efectivos de reciclado.
- ♣ Sustentar una producción neta deseada con la preservación de los recursos naturales, esto es, mediante la minimización de la degradación del suelo.
- ♣ Reducir los costos y aumentar la eficiencia y viabilidad económica de las granjas de pequeño y mediano tamaño, promoviendo así un sistema agrícola diverso y flexible.

Según la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2009), el manejo ecológico integral se resume en tres principios:

- ♣ La naturaleza debe ser entendida como un todo, es decir, que los componentes de la granja (agua, suelo, aire, plantas, animales y hombre) se interaccionan entre sí y que las modificaciones a uno de ellos repercute directa o indirectamente en el resto; por ello, los productores deben trabajar a favor de cada uno de los componentes;
- ♣ El productor debe aumentar la diversidad de componentes de la unidad de producción: diversidad de plantas, animales y condiciones de producción;
- ♣ El suelo, el agua y el aire deben conservarse limpios y enfatizar su mejoramiento o reciclaje con prácticas diversas.

Las ventajas de la aplicación de los principios del manejo ecológico integral son válidos para unidades de producción grandes y pequeñas, tecnificadas o tradicionales, comerciales o de autoconsumo y se pueden resumir en los siguientes puntos (SAGARPA, 2009):

- ♣ Diversidad de la producción para el autoconsumo y el mercado, lo que permite que el productor no dependa exclusivamente de un cultivo o especie animal.

---

<sup>2</sup> Es el proceso de lavado del suelo por la filtración del agua y la pérdida de nutrientes solubles o sustancias solubles en general por drenaje (InfoAgro, 2010).

- ♣ Reduce los riesgos de pérdidas por cambios en el ambiente, debido a que la diversidad permite que algunas especies soporten dichos cambios.
- ♣ Aprovecha más eficientemente el suelo; éste se enriquece con la aplicación de abonos y se protege de la erosión.

Es importante conciliar en el manejo las necesidades de corto plazo que obedecen a la rentabilidad, con las de mediano y largo plazo que apuntan a la sustentabilidad del sistema de producción. La base del planteo estaría en generar y aplicar tecnologías que tiendan a la preservación de estos recursos para así avanzar hacia una agricultura sostenible (Giaccio, 2002).

Actualmente las sociedades modernas y en especial Cuba tienden a buscar caminos que apunten a mejorar la calidad del ambiente y realizar un uso más racional de los recursos naturales, buscan un sistema integral agroecológico, un equilibrio entre producción y conservación que no deteriore los recursos que van a perjudicar en el futuro, impidiendo que las generaciones que siguen tengan las mismas posibilidades de alimentarse que las actuales.

## 1.2. Caracterización del sistema integral agroecológico en Cuba

Dentro de esta situación, campesinos pertenecientes a la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP) y profesionales del Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes (IIPF) unieron esfuerzos para demostrar que la integración de la ganadería con cultivos agrícolas, árboles y otras especies de animales, empleando métodos agroecológicos y orgánicos de producción, puede ser una alternativa para superar las dificultades creadas (Monzote *et al.*, 2001).

Un estudio y evaluación riguroso de 6 años realizado por el IIPF, demostró que las granjas integrales son más productivas, más eficientes desde el punto de vista energético y muestran un mejor manejo de nutrientes que las especializadas en productos ganaderos o en determinados cultivos. Los sistemas integrados agroecológicos son en la actualidad presentados como un paso eficaz para la implementación de prácticas sostenibles en Cuba. Su objetivo es maximizar la diversidad de los sistemas, hacer énfasis en la conservación y el manejo de la

fertilidad del suelo y optimizar el uso de energía y de los recursos locales disponibles (Funes *et al.*, 2009).

Estos resultados demostraron que al comparar los diferentes sistemas, la cuestión no radica solamente en si los insumos son altos o bajos, en la especialización o la diversificación. Es igualmente importante cómo se interrelacionan y manejan, en especial por los agricultores, las características específicas de cada sistema agrícola, los insumos necesarios y su agrobiodiversidad, las limitaciones del mercado, los contratos de venta con el estado, así como otros factores socioeconómicos, fueron importantes al decidir el grado de conversión de sistemas especializados a sistemas integrados que constituye una mayor eficiencia en el uso de los recursos disponibles (Funes *et al.*, 2009).

La conversión de un sistema especializado a un sistema integral agroecológico con un componente social, agrícola, pecuario y forestal, conlleva a diversificar la agrobiodiversidad de la granja para hacer de esta más productiva, confiable y eficiente, y así proveer no solo de alimento, sino que a través de la venta de sus excedentes obtener ingresos y bienestar para sus asociados.

### **1.3. Componentes de la granja integral agroecológica**

#### **1.3.1. Componente social**

La granja agroecológica tiene una dimensión integral en la que las variables sociales ocupan un papel muy relevante, aunque parte de la dimensión técnica, y su primer nivel de análisis sea la granja; desde ella, se pretende entender las múltiples formas de dependencia que el funcionamiento actual de la política y de la economía genera sobre los agricultores. El resto de los niveles de análisis consideran como central la matriz comunitaria en que se inserta el agricultor; es decir la matriz sociocultural que dota de una praxis intelectual y política a su identidad local y a su red de relaciones sociales de la Agroecología (Guzmán *et al.*, 2000).

Los procesos de transición en la finca; de agricultura convencional a agricultura ecológica se desarrollan en este contexto sociocultural y político. Para ello, la Agroecología (que por su naturaleza ecológica pretende evitar el deterioro de los

recursos naturales), ha de rebasar el nivel de la producción para introducirse en los procesos de circulación, transformando sus mecanismos de explotación social en desarrollo sustentable; es decir, la utilización de experiencias productivas de agricultura ecológica, para elaborar propuestas de *acción social colectivas* que desvelen la lógica depredadora del modelo productivo agroindustrial hegemónico, para sustituirlo por otro que apunte hacia una agricultura socialmente más justa, económicamente viable y, ecológicamente apropiada (Guzmán *et al.*, 2000).

Desde este punto de vista todas las esferas y niveles de la organización (lo macro, lo social, lo institucional, lo grupal y lo individual) ejercen, por tanto, una influencia directa sobre la vida de las personas en sus diversas actividades. Estas herramientas permiten y favorecen el desarrollo, pues proporcionan información, educación y perfeccionan las actividades indispensables para que los miembros que integran la granja ejerzan sobre el medio ambiente con la mirada ecologista y social de que el hombre, al salvar la naturaleza y el entorno, se salva (Urrutia, 2003).

El manejo de la granja es una actividad social que debe ser visto como un asunto importante, ya que la productividad y rentabilidad depende de esta actividad técnico-práctica, a fin de aprovechar al máximo los recursos que se tienen para evitar gastos innecesarios y ser sostenible (Torres *et al.*, 2002).

### 1.3.1.1. Vivienda ecológica

Establecer una vivienda implica, primeramente, la observación y el análisis de los recursos disponibles y, a partir de éstos, realizar un diseño acorde al medio (Torres *et al.*, 2002). La vivienda debe ser cómoda e higiénica, construida con materiales de la región. En caso de que ya exista una edificación, conviene hacerle las adaptaciones necesarias aprovechando las áreas existentes. Las zonas de circulación deben facilitar el desplazamiento dentro de la casa. El área de servicios debe estar separada del área social y de los dormitorios. Así mismo, se requiere un terreno para recreación, patios y jardines (Ospina, 1998).

La vivienda ecológica busca integrarse a los ciclos de la naturaleza. En ella nada se pierde, todo se recicla. El agua jabonosa se filtra y se utiliza para el riego de

cultivos, el agua negra se trata y los líquidos residuales se utilizan para el riego de hortalizas y frutales y los lodos después de procesos aeróbicos y anaeróbicos se utilizan como fertilizantes. Los desechos orgánicos se procesan como compostas y se reincorporan al suelo. La basura inorgánica como vidrio, plástico y aluminio se recicla para volver a producir materiales útiles. El agua de lluvia, la luz del sol y el viento se captan y se aprovechan. Para lograrlo, es necesario aplicar ciertas tecnologías y conceptos que no son una receta, sino que hay que adecuarles según las condiciones del medio (SAGARPA, 2009).

Los materiales utilizados en la construcción de los corrales, y viviendas son totalmente provenientes de la zona. Así se aprovecha la mano de obra local y se ahorra en materiales y transporte (López, 2009). Cabe destacar que en estos sistemas, la compra de insumos es mínima y salen para el mercado una gran variedad de productos sanos, que generan un beneficio económico para el productor (Azofeifa y Chávez, 2005).

En si la conformación de la vivienda ecológica es parte fundamental del sistema integrado de producción que alimenta la interacción armónica entre el hombre, el agroecosistema y el ambiente. El reto consiste en crear condiciones propicias para el desarrollo del componente agrícola sustentable, dentro de cada condición agroecológica. Es decir, un cambio hacia una agricultura socialmente justa, económicamente viable y ambientalmente segura.

### **1.3.2. Componente agrícola**

Las nuevas formas de ver la agricultura, en lo que se ha denominado agricultura alternativa, ecológica u orgánica integran los saberes tradicionales con los adelantos científicos, conservando los recursos naturales ampliando la biodiversidad y produciendo alimentos saludables, de la mejor calidad, en un ambiente laboral sano, y en el que la agricultura alternativa termina siendo una forma de vida (Altieri y Nicholls, 2000).

Esta agricultura propone un camino que puede ser transitado, inicia por entender que el suelo es, como dice Doménech, el “medio receptivo por excelencia, puesto que actúa químicamente con la litosfera, la hidrosfera y la atmósfera y, sobre

todo, recibe el impacto de los seres vivos”. En consecuencia se requiere compartir de la comprensión del suelo como centro de la acción y como núcleo dinámico del trabajo de producción agrícola (Torres *et al.*, 2002).

### 1.3.2.1. Manejo del suelo

El suelo es la acumulación de partículas, minerales y de materias orgánicas que suministran apoyo y substancias nutritivas a las plantas; su conservación es una tarea permanente que incluye labranza e incorporación de abonos orgánicos, los cuales se definen como fertilizantes de origen natural y de los que depende el quehacer de la agricultura orgánica, tendientes a mantener y aumentar la producción, además de contribuir directamente a mejorar la *textura*<sup>3</sup>, *porosidad*<sup>4</sup> y fertilidad del suelo (Ospina, 1998).

Entender el suelo para aprender a manejarlo sin destrucción, comprender esta aparente simpleza requiere un factor más: cuanto más diversa sea la población de seres vivos del suelo, mejor será su funcionamiento, mayor su fertilidad y más difícil que ese sistema se degrade y se eche a perder. A la luz de esta comprensión, toma su verdadera dimensión el manejo que se le haga a la materia orgánica en el suelo a través de diferentes tipos de compost y abonos verdes, material inorgánico, cultivos asociados, activadores microbianos, entre otros (Torres *et al.*, 2002).

Diversificar el sistema de producción que debe velar, entre otras cosas, por la conservación y uso razonable de los recursos naturales implica realizar un manejo ecológico del suelo que comparta las siguientes características (Altieri, 2001):

- ♣ Mantener la cubierta vegetativa como una medida efectiva de conservar el agua y el suelo, a través del uso de prácticas como labranza cero, cultivos con uso de “mulch” y el uso de cultivos de cobertura y otros métodos apropiados.
- ♣ Proveer un suministro regular de materia orgánica a través de la adición de: compost, lombrihumus, y promoción de la actividad y biología del suelo.

<sup>3</sup> Constituye la granulometría de suelo que representa las propiedades derivadas del tamaño de las partículas del suelo (Cairo y Fundora, 2007).

<sup>4</sup> Es el volumen total de espacios o huecos y canales que existen dentro del cuerpo del suelo. (Cairo y Fundora, 2007).

- ♣ Aumentar los mecanismos de reciclaje de nutrientes a través del uso de sistemas de rotaciones basados en leguminosas, integración de ganado, etc.
- ♣ Promover la regulación de las plagas a través de un aumento de la actividad biológica de los agentes de control logrado por la introducción y/o la conservación de los enemigos naturales y antagonistas.

Los principios y procesos en que se basan tales manejos pueden resumirse en los siguientes puntos (Altieri y Nicholls, 2000):

- ♣ Conservación de la diversidad del suelo para la continuidad productiva;
- ♣ Reciclaje de nutrientes, desechos, agua y energía;
- ♣ Aumento de la actividad biológica del suelo;
- ♣ Mejora de las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo para recuperar y aumentar su fertilidad;
- ♣ Aumento del contenido de materia orgánica, nutrientes y fauna benéfica en el suelo.

Además, el manejo integral del suelo se caracteriza por promover una agricultura sana, y no utilizar costosos fertilizantes para su nutrición. Por el contrario, un fundamento del sistema es el reciclaje de todos los elementos de la granja en una cadena de transformación constante. Estas actividades, realizadas cotidianamente se transforman en el mejor seguro que el agricultor puede tener, para que su suelo se desarrolle óptimamente y produzca sin dificultades plantas y animales sanos (Torres *et al.*, 2002).

### 1.3.2.2. Manejo del cultivo

El manejo del cultivo de bajos insumos, diversificados y eficientes en el uso de la energía, resulta una preocupación para investigadores y agricultores en el mundo entero, ya que no es alcanzar un rendimiento máximo sino una estabilidad a largo plazo (Giaccio, 2002), que eviten o minimicen a través de prácticas agronómicas las afectaciones por plagas (Vázquez, 2004).

Existen varias estrategias para restaurar la diversidad e integralidad del cultivo en el tiempo y el espacio incluyendo rotaciones de cultivos, cultivos de cobertura,

policultivos, mezclas de cultivo y ganadería y otras estrategias similares (Altieri, 2001), las que exhiben las siguientes características ecológicas:

**Rotaciones de cultivo.** Diversidad temporal incorporada en los sistemas de cultivo proveyendo nutrientes para el cultivo e interrumpiendo el ciclo de vida de varios insectos plaga, de enfermedades y el ciclo de vida de las malezas (Sumner, 1982).

**Policultivos.** Sistemas de cultivo complejos en los cuales 2 o más especies son plantadas con una suficiente proximidad espacial que resulta en una competencia o complementación, aumentando, por lo tanto, los rendimientos (Vandermeer, 1989).

**Sistemas agroforestales.** Un sistema agrícola donde los árboles proveen funciones protectivas y productivas cuando crecen junto con cultivos anuales y/o animales lo que resulta en un aumento de las relaciones complementarias entre los componentes incrementando el uso múltiple del agroecosistema (Nair, 1982).

**Cultivos de cobertura.** El uso, en forma pura o en mezcla, de plantas leguminosas u otras especies anuales, generalmente debajo de especies frutales perennes, con el fin de mejorar la fertilidad del suelo, aumentar el control biológico de plagas y modificar el microclima del huerto (Finch y Sharp, 1976).

**Integración animal.** En el agroecosistema ayuda en alcanzar una alta producción de *biomasa*<sup>5</sup> y un reciclaje óptimo (Pearson e Ison, 1987).

Los sistemas de cultivos múltiples es una táctica no suficientemente explotada por los agricultores; sin embargo, está al alcance de todos, consiste en la siembra de dos o más cultivos en la misma superficie durante el año (Tabla 1). Es compatible con la tecnología de la mayoría de los cultivos y aumenta la productividad y diversidad de la producción. Desde luego, hay que tener mucho cuidado con la tendencia a policultivos sin un criterio técnico, porque se puede favorecer el desarrollo de ciertos organismos causales de plagas (Vázquez, 2004).

---

<sup>5</sup> Es cualquier materia orgánica disponible en forma permanente o recurrente (se excluye la madera de edad madura), incluyendo árboles y cultivos dedicados, residuos agrícolas y forraje, plantas acuáticas, pastos, fibras, desechos animales, desechos municipales y otros materiales de desecho (NAL, 2010).

**Tabla 1.** Clasificación de las asociaciones de cultivos en base a los factores de crecimiento.

Clasificación	Tipos	Características
<b>Secuenciales:</b> es la siembra de dos o más cultivos en secuencia en la misma superficie y durante el mismo año	Cultivos dobles	Dos cultivos por año de secuencia
	Cultivos triples	Tres cultivos por año de secuencia
	Cultivos cuádruples	Cuatro cultivos por año de secuencia
	Cultivo de soca	Siembra del cultivo en el retoño del cultivo anterior
<b>Asociados:</b> Es la siembra de dos o más cultivos simultáneamente o con un traslape en dos ciclos vegetativos.	Cultivos mixtos	Siembra por sitio sin arreglos en surcos
	Cultivos intercalados	Siembra por surco de por lo menos uno de los cultivos
	Cultivos en faja	Siembra en fajas de varios surcos
	Cultivo de relevo	Siembra del segundo cultivo antes de la cosecha, pero después de la floración del primero

**Fuente:** Hernández, 1995.

A todos estos aspectos de manejo se debe incluir las labores culturales, que son las tareas efectuadas para que el cultivo se desarrolle adecuadamente, a fin de: mejorar su presentación final, aprovechar las condiciones del medio en que crece el vegetal y lograr un desarrollo de la planta de acuerdo con las necesidades del cultivo o de comercialización (Torres *et al.*, 2002).

Las labores culturales conllevan a una regulación de especies de plagas a largo plazo, asumiendo que se dé un apropiado manejo cultural de los cultivos (descartando prácticas agrícolas destructivas e incrementando la diversificación de los sistemas de cultivo), garantizando así un ambiente apropiado para incrementar la abundancia y la eficiencia productiva (Flint y Roberts, 1998).

El campo cultivado de forma integral es la base para tener éxitos productivos, siempre que en esa integración estén consideradas las prácticas culturales básicas como son (Torres *et al.*, 2002):

**Manejo de arvenses:** Las arvenses son plantas a las cuales siempre se las ha considerado malezas o malas yerbas; sin embargo, estudios recientes han detectado que, algunas especies se usan como alimento humano, forraje y como cobertura del suelo y, otras como cultivo asociado. Por tanto, se puede hacer un buen manejo y permitir su desarrollo mientras no afecte considerablemente la productividad del cultivo.

**Aporque:** Durante el crecimiento de los cultivos se efectúa el aporque o labor en caballones, que consiste en colocar la tierra alrededor del cuello o corona de las plantas, para mantener en el surco una adecuada capacidad de absorción de agua y suficiente aireación del suelo durante el crecimiento del cultivo, facilitar la incorporación de fertilizantes y controladores de plagas o enfermedades, llevar a cabo el control de arvenses y proporcionar apoyo para el buen anclaje y desarrollo de las plantas; condición requerida en cultivos como: papa, maíz, remolacha, tabaco, algodón, caña de azúcar, entre otros.

**Riego:** Para el desarrollo y alimentación adecuado de las planta es esencial el agua. Su manejo es un aspecto central en la agricultura, aun más si se tiene en cuenta que hay zonas en donde de manera natural el recurso está limitado o, por los cambios climáticos sufridos en los últimos tiempos en el planeta, es un recurso escaso y costoso. Desde este punto de vista, se aconseja analizar la posibilidad de implementar sistemas de riego, con lo que se mejora el rendimiento y la calidad de las cosechas.

**Tutorado:** El tutorado es una práctica necesaria en algunas especies de plantas para mejorar la disposición física de éstas, con el objeto de facilitar su manejo, aumentar la productividad e incrementar la calidad de los productos cosechados.

**Fertilización:** En el momento de la preparación del suelo o inmediatamente después de ello, el agricultor empieza a fertilizar los campos según las recomendaciones que se originan del análisis de suelos y de la planta. Es importante que los fertilizantes se distribuyan tan uniformemente como sea posible, con el fin de que cada planta tenga a su disposición la misma cantidad de nutrientes para su desarrollo. La fertilización puede incluir material orgánico como estiércol, compost y abonos orgánicos de origen natural.

### **1.3.2.3. Manejo Integrado de plagas y enfermedades**

La lucha contra plagas y enfermedades en la agricultura se realiza mediante el manejo del sistema de producción, donde se unen, de forma armónica y balanceada, todos los elementos que inciden sobre las plantas: sustrato, plantas cultivadas, resto de la vegetación, tecnología de cultivo, clima, plagas y enemigos

naturales, entre otros. Una planta vigorosa, desarrollada en un sustrato con un adecuado balance de nutriente y humedad, cultivada en un ambiente ecológico favorable, con la aplicación de una esmerada atención cultural, resiste mejor el ataque de las plagas y enfermedades. Entre los medios y medidas que se deben utilizar en el manejo integrado de plagas, se hace énfasis en los no contaminantes del medio ambiente. Los plaguicidas químicos se utilizarán en casos extremos, autorizados por especialistas en sanidad vegetal (Martínez *et al.*, 2007).

Para mantener el equilibrio del entorno y controlar la incidencia de plagas y enfermedades en las áreas de cultivo, se ha desarrollado diferentes estrategias o métodos de control como:

**Control físico:** Mediante el uso de barreras físicas naturales y/o artificiales se elimina o disminuye la migración de plagas hacia el cultivo. En este método de control también se encuentran las trampas que usan algún tipo de atrayente: por ejemplo el uso de cintas de colores a las cuales se les impregna pegante o trampas que funcionan como atrayentes de olores. Otra manera de hacer control por medios físicos es la implementación de un plástico sobre el suelo, lo cual induce el aumento de la temperatura debajo de él; con ello, cualquier plaga adulta o en estadios intermedios de maduración se controla (Torres *et al.*, 2002).

**Control biológico:** La lucha biológica es un método de protección de las plantas que se basa, principalmente, en el empleo de predadores, parásitos, parasitoides, así como microorganismos entomopatógenos y antagonistas para el control de plagas y enfermedades en los diferentes agroecosistemas. El empleo de hongos entomopatógenos y antagonistas en la lucha contra plagas y enfermedades agrícolas, es otro de los medios de control biológico de mayor importancia y más ampliamente utilizados en Cuba y el mundo. Esos productos (compuestos por bacterias, hongos y toxinas), se dañan con la luz solar y las altas temperaturas, y pierden así su actividad. Por esto, sólo se deben aplicar en horas de la tarde, cuando la actividad solar es mínima (Martínez *et al.*, 2007).

**Control botánico:** El uso de las plantas en el control se practica desde la antigüedad y forma parte de las tradiciones agrícolas en muchos lugares del mundo, constituyendo una alternativa más para pasar la etapa de tránsito de

agricultura convencional a sistemas de producción orgánicos sostenibles, la que se caracteriza por la sustitución de insumos, entre los cuales se puede mencionar (Martínez *et al.*, 2007):

- ♣ Ajo (*Allium sativum*). Insecticida<sup>6</sup> y repelente.
- ♣ Cebolla (*Allium cepa*). Insecticidas y fungicidas.
- ♣ Cola de Caballo (*Equisetum bogotense*). Fungicida<sup>7</sup>.
- ♣ Manzanilla (*Anthemis novilis*). Bactericida<sup>8</sup>.
- ♣ Ortiga (*Urtica urens L.*). Repelente e insecticida.

**Control químico:** Los productos químicos serán utilizados sólo en casos extremos, cuando las poblaciones de plagas alcancen densidades para las cuales los *biopreparados*<sup>9</sup> no son efectivos, o en aquellos casos de plagas muy especiales y que no haya aún algún biopreparado para su control. Las aplicaciones de medios químicos con alta toxicidad serán únicamente autorizados y supervisados por un especialista en sanidad vegetal del territorio (Martínez *et al.*, 2007).

La integración de la biodiversidad de plantas y animales optimizan el funcionamiento del agroecosistema, por cuanto la actividad pecuaria juega un papel fundamental en los procesos productivos de la granja, que maneja una cosmovisión holística de la actividad agropecuaria, pues no se conciben el uno separado del otro, sino tan sólo en su interrelación múltiple.

### 1.3.3. Componente pecuario

Las especies de animales (vacas, borregos, cerdos, gallinas, conejos, abejas, etc.) producen estiércol, controlan plagas, malezas, polinizan y diversifican el agroecosistema productivo (SAGARPA, 2009). Además de las interacciones agroecológicas con los cultivos, los animales desempeñan otras funciones

---

<sup>6</sup> Son productos inorgánicos, orgánicos naturales u orgánicos sintéticos, utilizados para la eliminación de insectos (Faz y Fernández, 1991).

<sup>7</sup> Son productos químicos, de origen inorgánico u orgánico, que tienen como función destruir las esporas de los hongos originarios de enfermedades parasitarias en los cultivos (Faz y Fernández, 1991).

<sup>8</sup> Son productos inorgánicos u orgánicos que impiden el desarrollo o eliminan las bacterias que producen enfermedades en las plantas (Faz y Fernández, 1991).

<sup>9</sup> Son sustancias preparadas con partes de plantas, estiércoles, sales minerales y productos naturales para aplicarse en la prevención y en algunos casos curación de plagas y enfermedades (Torres *et al.*, 2002).

importantes en la economía agrícola. Ellos producen ingresos provenientes de la carne, leche y fibra. El valor del ganado aumenta a través de los años y se puede vender para obtener dinero en tiempos de necesidad, o bien, se puede comprar cuando hay dinero (Canales y Tapia, 1987), generando así recursos económicos favorables para reinvertir en los procesos productivos de la granja y en el mejoramiento de la calidad de vida de la familia en salud, educación, alimentación, vestido, etc. (Orquera y Tello, 2008).

La producción pecuaria (ganado mayor y menor) dentro del agroecosistema ecológico está orientada a entender el sistema como un todo, con énfasis en las metas múltiples de producción, ganancia, vulnerabilidad, equidad, protección de la salud de los trabajadores y consumidores, protección del medio ambiente y una flexibilidad de los sistemas a largo plazo (SAGARPA, 2009).

### 1.3.3.1. Ganado mayor

La incorporación del ganado en los sistemas agrícolas añaden otro *nivel trófico*<sup>10</sup> al sistema. Los animales pueden alimentarse de los residuos de las plantas, las malezas y del *barbecho*<sup>11</sup>, esto es útil para convertir la biomasa inútil en proteína animal, especialmente en el caso de los rumiantes (Edwards et al. 1993). Los bovinos son los animales mejor dotados para convertir la hierba en alimento, carne y leche. Por otra parte, el estiércol y la orina de los vacunos son excelentes fertilizantes. Lo ideal es lograr que tengan una cría cada año para obtener más días de producción de leche y más crías en su vida útil. Los animales se deben seleccionar por características genéticas de alta producción, tener buena configuración externa, buen estado de patas, que no estén flacas o descarnadas, ubres bien formadas: pezones iguales y bien repartidos, las venas mamarias gruesas, largas y enroscadas (Ospina, 1998).

Los cerdos generalmente se asignan a un corral especial, equipado con comederos y bebederos. Su alimentación considera desechos domésticos, residuos agroindustriales y alimentos balanceados, en combinación con granos y forrajes (SAGARPA, 2009).

<sup>10</sup> Posición de los organismos en la cadena o red alimenticia (Ñique, 2008).

<sup>11</sup> Campo de cultivo que se deja en descanso por uno o varios años para que el suelo recupere los nutrientes necesarios y recobre la productividad. (Ñique, 2008).

El ganado mayor manejado en forma racional tienen impactos positivos, desempeñan una función importante en la ordenación sostenible de la granja (Torres *et al.*, 2002), ya que, reciclan el contenido nutritivo de las plantas, convirtiéndolo en abono y permitiendo una gama más amplia de alternativas de fertilizantes para el manejo de nutrientes agrícolas (Edwards *et al.*, 1993).

Lo más recomendable, en la granja, es criar una extensa variedad de especies; esta es la mejor manera de aprovechar los recursos de la tierra y de los medios naturales por los que se ayudan mutuamente las diversas clases de ganado (Ospina, 1998).

### 1.3.3.2. Especies menores

Los animales menores, representan una opción valiosa de diversificación que satisfacen nichos de mercados locales ó regionales; se completan perfectamente a los sistemas de producción agropecuaria a gran y pequeña escala que integran los sistemas de alta productividad con múltiples especies de plantas y animales. Sin embargo, los conocimientos y la intervención directa del hombre son esenciales para el óptimo manejo de los varios componentes del sistema de producción de la granja (Torres *et al.*, 2002).

Las especies menores de animales domésticos y semidomésticos pueden jugar un papel destacado dentro de los sistemas de producción debido a sus características particulares entre las que se destacan las siguientes (Sánchez, 2000):

- ♣ Bajo nivel relativo de inversión inicial y de costos de producción
- ♣ Independencia de la escala de producción
- ♣ Flexibilidad de instalaciones y manejo
- ♣ Rápido crecimiento de número de animales
- ♣ Valor y demanda de los productos

Considerando los requerimientos nutricionales y alimenticios en relación al tamaño corporal, las especies menores exigen piensos de mayor valor nutritivo para obtener la máxima expresión del potencial genético. A medida que el tamaño del animal disminuye, la calidad del alimento debe aumentar y en muchos casos,

también el tipo de alimento y la presentación. Reconocer esta realidad es esencial para el éxito en la crianza y en la competitividad (SAGARPA, 2009).

Salvo en raras excepciones, las especies menores han sido menospreciadas por los programas de gobierno y solo aquellas con posibilidades de explotación tipo industrial han sido objetivo de las casas comerciales. Sin embargo, tanto en el pasado, como en el presente y el futuro, las especies menores tienen mucho que ofrecer a los pequeños productores para mejorar la alimentación e ingresos familiares por la amplia variedad de opciones, la flexibilidad en la crianza y la demanda, actual y potencial, de los productos (Sánchez, 2000).

La necesidad de alimentos para los animales también amplía la base del cultivo para incluir especies que son útiles para la conservación del suelo y del agua. Las leguminosas, por lo general, se siembran para que proporcionen forraje de calidad y para que mejoren el contenido de nitrógeno en los suelos (Edwards *et al.*, 1993).

Es importante destacar que el elemento arbóreo se acopla perfectamente al sistema de producción integral, actúa biológicamente mejor en un área con cultivos y animales que unilateralmente, y esta integralidad optimiza y diversifica el agroecosistema productivo de la granja.

#### **1.3.4. Componente agroforestal**

El reto de los productores hoy consiste en incrementar la producción de madera, cereales, carne y leche en forma acelerada y sostenible, de manera que pueda cubrir la demanda de la creciente población humana y que garantice la conservación de los recursos naturales y del medio ambiente. Una alternativa para lograrlo según Giraldo (1996) es diseñando sistemas de producción que combinen actividades agrícolas, ganaderas y forestales que sean productivas y compatibles con el uso racional de los recursos y estos son los sistemas agroforestales.

La agroforestería es una disciplina reciente que está orientada hacia la asociación de especies leñosas con cultivos agrícolas y manejo de animales, con el propósito de proteger y conservar los ecosistemas y su biodiversidad, aumentar los rendimientos del campo, proporcionar una gama de productos útiles, potenciar la

seguridad alimentaria y comercializar productos, mejorar la diversificación del paisaje, amortiguar el cambio climático, entre otros (Ospina, 2002). Se fundamenta en principios y formas de cultivar la tierra basado en mecanismos variables y flexibles en concordancia con objetivos y planificaciones propuestos, permitiendo al agricultor diversificar la producción en sus granjas o terrenos, obteniendo en forma asociativa madera, leña, frutos, plantas medicinales, forrajes y otros productos agrícolas (Ramírez, 2005).

Los modelos agroforestales se orientan a permitir actividades productivas en condiciones de alta fragilidad, con recursos naturales degradados, mediante una gestión económica eficiente, alterando al mínimo la estabilidad ecológica, lo cual contribuye a alcanzar la sostenibilidad de los sistemas de producción y, como consecuencia, mejorar el nivel de vida de la población rural (Renda *et al.*, 1997).

Lo anterior permite establecer que el objetivo de la agroforestería es el manejo integrado de especies forestales como forma de uso del suelo, donde existe la interacción ecológica y productiva con la combinación de especies agrícolas y/o animales de manera simultánea en una misma unidad de terreno, lo cual trae beneficios como (Torres *et al.*, 2002):

- ♣ Generar biodiversidad en las unidades productivas rurales.
- ♣ Diversificar la producción.
- ♣ Disminuir los riesgos de los monocultivos.
- ♣ Favorecer el desarrollo de las diferentes especies productivas mediante la utilidad de bienes y servicios de otras.
- ♣ Integrar el conocimiento tradicional con las técnicas agrícolas desarrolladas.
- ♣ Mitigar parte de los efectos perjudiciales de factores climáticos como la radiación solar, la lluvia, el viento.

Los tres principales componentes agroforestales, plantas leñosas perennes (árboles), cultivos agrícolas y animales (pastizales), definen las siguientes categorías, las cuales se basan en la naturaleza y la presencia de estos componentes (Palomeque, 2009):

- ♣ **Sistemas agrosilvícolas:** Consisten en alternar árboles y cultivos de temporadas (anuales o perennes).
- ♣ **Sistemas silvopastoriles:** Consisten en alternar árboles y pastizales para sostener la producción animal.
- ♣ **Sistemas agrosilvopastoriles:** Consisten en alternar árboles, cultivos de temporada y pastizales para sostener la producción animal.

Hart (1985) definió el sistema agropecuario como la entidad organizada con el propósito de usar recursos naturales para obtener productos y beneficios agrícolas, forestales o animales. Los sistemas agropecuarios pueden verse como una jerarquía de parcelas, granjas y regiones; de tal manera, que una parcela es un subsistema de una granja y la granja un subsistema de la región.

De acuerdo a lo anterior un sistema agroforestal puede definirse como un sistema agropecuario cuyos componentes son árboles, cultivos o animales que se integran e interactúan entre sí en un agroecosistema productivo, consolidando o aumentando la productividad de los sistemas agropecuarios y forestales.

#### **1.4. Importancia del uso de la geoestadística como una herramienta para la modelación**

La utilización de los sistemas de información geográfica (SIG) en diversos campos del quehacer humano, se ha incrementado en los últimos años demostrando ser una herramienta muy útil en la toma de decisiones (Burrough y McDonell 1998). En la agricultura se ha aplicado en áreas como el control de enfermedades, contaminación de suelos, entomología, nematología y fertilidad de suelos, entre otras (Petersen *et al.*, 1995).

Uno de los aspectos de mayor utilidad ha sido el estudio de la variabilidad espacial de suelos y la predicción de valores en puntos no muestreados a través del uso de las interpolaciones, herramienta SIG muy utilizada en conjunto con las metodologías de muestreo. En particular, la interpolación con análisis geoestadístico se basa en la teoría de las variables regionalizadas y en su dependencia y autocorrelación, bajo un marco de variabilidad espacial (Trangmar *et al.*, 1985).

La Geoestadística es una rama de la estadística que trata con fenómenos espaciales (Journel y Huijbregts, 1978). Su interés primordial es la estimación, predicción y simulación de dichos fenómenos (Myers, 1987).

La variación de las características del suelo a través del espacio físico o paisaje, es causada por muchos factores tanto propios del suelo como externos al mismo (Burrough y McDonnell, 1998). Los más estudiados han sido las variaciones internas del suelo causadas por el material parental, como es el caso de cambios litológicos a través de un área determinada. La otra fuente de variación es la provocada por cambios que ocurren en el tiempo y que son provocados en gran medida por el manejo debido al tipo de uso del suelo (Bertsch *et al.*, 2002). Lo anterior permite la implementación del concepto de manejo por sitio específico, apoyado en el uso de *mapas cloropléticos*<sup>12</sup>, los cuales modelan dicha variación en forma de un conjunto de cuerpos geográficos discretos que se separan entre sí por discontinuidades o límites (Jenkins *et al.*, 2000 y Schepers *et al.*, 2000).

En los últimos años y debido a la facilidad de muestreo y análisis, se intensifica el uso de diferentes tipos de interpolaciones, como una herramienta para la caracterización real de la variación espacial. A diferencia de los modelos de interpolación matemática como el IDW (inverse distance weighting) o el SPLINE, el Kriging (en mención a su creador) es un método geoestadístico, el cual se fundamenta en las variables regionalizadas y autocorrelacionadas (Mueller *et al.*, 2004 y Demmers, 1999). Por medio de los interpoladores es posible representar diversas propiedades del suelo en forma continua y cuantificar la importancia de esta variación sobre el consecuente manejo a aplicar (Cerri *et al.*, 2004).

La geoestadística es una herramienta esencial, en concordancia con otros instrumentos investigativos, debe aplicarse en el campo agronómico para evaluar algunas propiedades de fertilidad del suelo y la forma en que estas propiedades se distribuyen espacialmente, y así dar un manejo técnico-científico oportuno.

---

<sup>12</sup> Es un mapa de suelos tipo “clase área-polígono”, el área de estudio es dividida en polígonos, etiquetado con un nombre, descrita posteriormente en una leyenda, que usa tonos graduales o colores para representar una superficie estadística con límites exactos en los límites poligonales (Rossiter, 2004).

## CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo investigativo, se desarrolló en la finca “El Ganso” de la Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saiz Montes de Oca”, que posteriormente tomará el nombre de granja integral agroecológica “El Ganso”, la misma, es una unidad productiva y como tal debe ser estudiada en un contexto integral; por tanto, en el presente capítulo, se puntualiza las particularidades del área objeto de estudio, así como las herramientas y la metodología empleada en todo el proceso investigativo. A tal efecto, Torres *et al.*, (2002) plantea que recuperar los saberes locales y reentender cómo se logra producir sin atentar contra el medio, son los inicios del mejoramiento de la calidad de vida de los seres humanos y la granja integral puede ser un modelo para lograrlo, en equilibrio con el agroecosistema.

### 2.1. Zona de estudio

#### 2.1.1. Características generales de la finca “El Ganso”

La finca “El Ganso”, ha sido destinada por resolución 140 del 91 como autoconsumo estatal (Tenencia de la Tierra, 2005) y área experimental agropecuaria, se han realizado varios estudios de maestría y uno de doctorado en el campo forestal.

En cuanto a la distribución administrativa, prestan sus servicios al inmueble un administrador, una técnica veterinaria, un cocinero, un operador de maquinaria agrícola, seis obreros agrícolas y cinco custodios. La edad promedio de los quince trabajadores es de 36 años.

Entre los bienes que tiene la finca, se pueden citar: una cabaña destinada como cocina-comedor, una oficina, un tanque elevado de agua, un tractor (T-50), un carretón, un arado americano, tres trillas, una cochiguera, una yunta (2 bueyes) que facilitan las labores de labranza y traslado de materiales e insumos agrícolas, 29 cerdos para la reproducción, crianza y posterior consumo por la Universidad de Pinar del Río y un motor de riego en mal estado. Además, tiene un espejo de agua (represa) y pozos que permiten el riego de los cultivos y sacian la sed de los animales (ver anexo 1).

Para establecer la reseña histórica, se realizó entrevistas al personal que trabaja en la finca, quienes en síntesis manifiestan, que el área en mención, antes del triunfo de la Revolución pertenecía a la familia Cuevas, era eminentemente tabacalera, puesto que, el 70% de la superficie se destinaba al cultivo del tabaco por razones económicas; varios años después esta práctica de monocultivo fue sustituida paulatinamente por un sistema agrícola diversificado de producción.

Según la Delegación Territorial del Ministerio de la Agricultura, por resolución 6-29, a partir del año 1990 pasó a ser dirigida por la Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saíz Montes de Oca” como polígono docente e investigativo, además de la producción de cultivos varios, con el fin de satisfacer la necesidad de alimento de los docentes, trabajadores y estudiantes de la entidad educativa.

### **2.1.2. Localización**

La finca está ubicada en el Km 5 de la carretera a San Juan y Martínez, en la zona llamada “Loma del Ganso”, perteneciente al municipio de Pinar del Río. Según obra en los archivos de este municipio (Tenencia de la Tierra, 2005), la finca tiene una superficie total de 58,70 hectáreas, distribuida de la siguiente manera:

- ♣ Infraestructura: 1 ha.
- ♣ Barbecho libre: 7,80 ha.
- ♣ Experimentos forestales: 0,5 ha.
- ♣ Marabú: 25,08 ha.
- ♣ Majagua: 14,6 ha.
- ♣ Área cultivada: 5,42 ha.
- ♣ Área frutícola: 3 ha.
- ♣ Presa, espejos de agua y caminos: 1,30 ha.

Limita al norte con la Empresa de Acopio y Beneficio del Tabaco (ABT) Pinar del Río, al sur con la UBPC Cuevas, al este con la UBPC Cuevas y Empresa de Acopio y Beneficio del Tabaco (ABT) Pinar del Río y al oeste con la UBPC Cuevas y línea férrea.



**Figura 1.** Área de estudio: Límites de la Finca “El Ganso”.

**Fuente:** Elaboración propia a partir del SIG.

### 2.1.3. Clima

El comportamiento anual en este sentido, se caracteriza por presentar una mayor temperatura media mensual ( $27,3^{\circ}\text{C}$ ) en el mes de julio y agosto, y la más baja en los meses de enero ( $22,2^{\circ}\text{C}$ ) y febrero ( $21,6^{\circ}\text{C}$ ), esto trae consigo que en Cuba hayan dos estaciones del año bien definidas desde el punto de vista térmico, una de verano que se extiende de mayo ( $26,3^{\circ}\text{C}$ ) a octubre ( $26,0^{\circ}\text{C}$ ) y otra de invierno que va de noviembre ( $23,6^{\circ}\text{C}$ ) a marzo ( $23,3^{\circ}\text{C}$ ) con excepción de las zonas montañosas; los meses restantes están catalogados como meses de transición (CITMA, 2009).

### 2.1.4. Régimen pluviométrico

El régimen pluviométrico presenta dos estaciones fundamentales, el periodo lluvioso que se extiende de mayo a octubre y el poco lluvioso de noviembre a abril. El promedio oscila entre los 1100 mm y 1300 mm al año para la mayor parte de Cuba. Las máximas precipitaciones se registran en los meses de verano

(mayo - octubre), las cuales oscilan entre los 33 mm y 76,6 mm. Mientras que las mínimas precipitaciones ocurren en los meses de noviembre - abril, con valores entre los 1,7 mm y 19,2 mm (CITMA, 2009).

### 2.1.5. Vegetación

La finca presenta una vegetación variada de árboles y arbustos como son: *Datura stramonium* (chamico), *Dichrostachys cinerea* (marabú), *Xanthium chinense* (guisazo de caballo), *Pharthenium hysterophorus* (escoba amarga), *Sida rhombifolia* (malva de cochino), *Caesalpinia seplaria* (ataja negro), *Mangifera indica* (mango), *Ceiba pentandra* (ceiba), *Roytonea regia* (palma real), *Taliparitis elatum* (majagua), *Psidium salutare* (guayabita del pinar), *Psidium guajaba* (guayaba enana), *Eucalyptus sp.* (eucalipto), entre otros.

## 2.2. Parámetros del suelo

Según el mapa de suelos del municipio Pinar del Río, elaborado por la Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes (DNSF), basado en la segunda clasificación genética cubana (1975), los suelos característicos de la finca “El Ganso” se adecuan a las siguientes fórmulas:

$$XA7_4 = \frac{p^2 h^3 e^4 l^4}{fx_4} 60 t5$$

De acuerdo con Cairo y Fundora, (2005) es un suelo pardo con carbonatos (tabla 2) de perfil A(B)C o ABC, de evolución sialítica en un medio rico en carbonato de calcio, donde existe un predominio de minerales arcillosos del tipo 2:1, principalmente montmorillonita, aunque puede haber también del tipo 1:1. Durante la meteorización, el hierro libre tiende a acumularse, pero por lo general es cuantitativamente menor que en los suelos sin carbonatos.

Además, es un suelo de textura loam arcilloso, caliza suave, carbonatado, de mediana profundidad efectiva (51-90 cm), medianamente humificado (2,0-4,0%), de poca erosión (pérdida del horizonte A < 25%), existe buena cohesión entre las partículas del suelo, presenta buena productividad y baja fertilidad, de pendiente

ondulado (4,1-8,0%) con ligeras aéreas llanas. Estos suelos se forman en las regiones más lluviosas del país.

**Tabla 2.** Correlación aproximada de los esquemas de clasificación de los suelos de Cuba con las series de suelos morfológicos, la clasificación Soil Taxonomy y la Lista de Unidades de la FAO-UNESCO.

Instituto de suelos, 1975	Instituto de suelos, 1980	Hernández, 1999	Bennet y Allison, 1928	Soil Taxonomy, 1975	FAO-UNESCO, 1968
<b>Tipo:</b> Pardo con diferenciación de carbonatos	<b>Tipo:</b> Pardos con carbonatos	<b>Tipo:</b> Pardo sialítico	<b>Series:</b> Chaparra Palmas Tacajó Falla Santa Clara Palmarito Capdevila Guayos	<b>Orden:</b> Inceptisols <b>Suborden:</b> Trovepts <b>Grande grupo:</b> Ustropepts	<i>Cambisols</i> <i>Eutric cambisols</i> <i>Vertic cambisols</i> <i>Gleyic cambisols</i>
<b>Subtipos:</b> Típico Plastogénico Gleysoso	<b>Subtipos:</b> Típico Plastogénico Gleysoso	<b>Subtipos:</b> Mullido Ocrico Cálcico Gléyico Gleyzoso Vértico Gleyzoso y Vértico <b>Géneros:</b> Carbonatado Medianamente lavado Lavado Sin carbonatos Ferromagnesial Paralítico Lítico			

Fuente: Cairo y Fundora, 2005.

$$VB17_1 = \frac{p^2 h^3 e^4}{hx_4} 60 t5$$

Al mismo tiempo, la finca presenta un suelo ferralítico cuarcítico amarillo lixiviado (tabla 3) de perfil ABC o ABL formados a partir de esquistos cuarcíticos micáceos (generalmente con venas de cuarzo), en los cuales ocurre el proceso de ferralitización que conlleva a la formación de minerales arcillosos del grupo de las caolinitas y también un poco de vermiculita y clorita, así como óxidos e hidróxidos de hierro y aluminio que le confieren el color amarillo característico según indican Cairo y Fundora, (2005).

Es un suelo de materiales transportados y corteza de meteorización, fuertemente desaturado (<40%), medianamente humificado, de poca erosión, de textura loam arenoso, muy concrecionario (21-50%), de mediana profundidad efectiva y de pendiente ondulado.

**Tabla 3.** Correlación aproximada de los esquemas de clasificación de los suelos de Cuba con las series de suelos morfológicos, la clasificación Soil Taxonomy y la Lista de Unidades de la FAO-UNESCO.

Instituto de suelos, 1975	Instituto de suelos, 1980	Hernández, 1999	Bennet y Allison, 1928	Soil Taxonomy, 1975	FAO-UNESCO, 1968
<b>Tipo:</b> Ferralítico cuarcítico amarillo lixiviado <b>Subtipos:</b> Típico Concrecionario Humificado Gleysoso	<b>Tipo:</b> Ferralítico cuarcítico amarillo <b>Subtipos:</b> Típico Concrecionario Humificado Gleysoso	<b>Tipo:</b> Ferralítico amarillento lixiviado <b>Subtipos:</b> Típico Petroférrico Gléyico Gléyico petroférrico Húmico Húmico-Petroférrico Húmico-Gléyico Arénico Arénico-Húmico <b>Géneros:</b> Eútrico Dístrico Depósitos binarios Cuarcítico	<b>Serie:</b> Sta. Bárbara Guane San Juan y Martínez Morón Herradura Pinar del Río Estrella	<b>Orden:</b> Oxisols y Ultisols <b>Suborden:</b> Orthox y Aquults <b>Grandes grupos:</b> Eutrothox Umbriorthox Haplorthox Fragaquults	Ferric Luvisols Gleyic Luvisols Orthix Luvisols

Fuente: Cairo y Fundora, 2005.

## 2.3. Caracterización químico-física del suelo

### 2.3.1. Características químicas del suelo

En la investigación se realizaron dos análisis químicos del suelo. El primero permitió establecer la caracterización específica por campo (13 campos), y en el segundo se analizó el área cultivable (campos 2, 3, 4 y 5) para plasmar un modelo de rotación y asociación de cultivos a partir del estudio geoestadístico de los datos. La caracterización química se efectuó en la Dirección Provincial de Suelos y Fertilizantes (DPSF) del Ministerio de la Agricultura de Pinar del Río, de acuerdo a las normas vigentes.

- ♣ Determinación del grado de acidez del suelo (pH) por razón del Método Potenciométrico (Norma Ramal 878 – 879, 1976).
- ♣ Determinación de las formas móviles de fósforo y potasio por razón del Método de Oniani DNSF (1976).
- ♣ Determinación del porcentaje de materia orgánica mediante Walkey - Black según la Norma Cubana 51 (1999).
- ♣ Determinación de los cationes intercambiables ( $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$ ), a través del Método de Schachtschabel por fotogrametría de llama (DNSF. 1976).
- ♣ Determinación de los cationes  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{Ca}^{2+}$  y capacidad de intercambio catiónico (valor T) a través del Método de Schachtschabel por valoración con EDTA en medio básico, según DNSF (1976).

### 2.3.2. Característica física del suelo

Las propiedades físicas del suelo junto con las químicas, biológicas, y mineralógicas determinan, entre otras, la productividad de estos. Según Cairo y Fundora, (2007) el conocimiento de estas propiedades permite evaluar mejor las distintas actividades agrícolas vitales, como el laboreo, la fertilización, el drenaje, la irrigación, la conservación de suelos y aguas, y el manejo de los residuos de las cosechas.

En este caso se estudió la densidad aparente o densidad de volumen del suelo, para ello se utilizó el método del Cilindro de volumen conocido, tomada en el campo por medio de un cilindro de bordes cortantes, conformada para secarla en la estufa y pesarla. Según Fernández y Luis, (1994) este valor representa la densidad aparente, el cual se calcula a través de la siguiente expresión:

$$D_a = \frac{M}{V} \quad (\text{g/cm}^3)$$

**Donde:**

- Da** = Densidad aparente (g/cm<sup>3</sup>)
- M** = masa de suelo absolutamente seco (g)
- V** = volumen del cilindro (cm<sup>3</sup>)

### 2.4. Caracterización climática

Para analizar las características climáticas del área, se elaboró el diagrama climático tomando en cuenta los diferentes factores y elementos climáticos, ante todo las temperaturas y precipitaciones, ya que son elementos primordiales durante el ciclo de vida para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

El diagrama climático se obtuvo con la serie de datos de la suma de precipitaciones y temperaturas medias mensuales, de un periodo de diez años, del 1999 al 2009, según datos del CITMA (2009), a través del método de Walter y Lietch (1960).

## **2.5. Componentes para el diseño de una granja integral agroecológica**

El diseño para la finca “El Ganso”, se realizó por medio del análisis químico-físico del suelo, interpretación del diagrama climático, manipulación del Sistema de Información Geográfico (SIG) para facilitar la obtención, gestión, análisis, representación y salida de datos espacialmente referenciados y la aplicación de la geoestadística en el área cultivable de forma particular para la modelación del sistema de rotación y asociación de cultivos, disciplina que trabaja con datos colectados en diferentes puntos espaciales.

En conjunto, todo este proceso contribuye al sistema integral de producción a través del trabajo operacional de cada uno de los componentes que conforman una granja agroecológica.

### **2.5.1. Componente social**

El ser humano es el elemento más importante de la granja, es decir la matriz social dota de una praxis intelectual a todas las actividades agroecológicas que se desarrollan en la esfera agrícola y pecuaria del entorno.

En este componente se consideró el alojamiento, así como la incorporación del hombre a las diversas actividades sociales que sirven para mantener y elevar la calidad de vida del campesino. Dentro de este componente están: la vivienda, el área recreativa, el jardín y la huerta.

En el contexto social se analizó el aspecto sociocultural de los trabajadores, así como la alimentación, la infraestructura, acceso al líquido vital, y su incorporación a un medio de trabajo más dinámico y participativo que involucra a todos los actores de la granja en el proyecto agroecológico de vida.

### **2.5.2. Componente agrícola**

En esta área se establecerán diversos cultivos conjuntamente con la producción de frutales y forraje para los animales, con el propósito de alimentar a la comunidad universitaria y generar ingresos económicos.

Los cultivos se precisarán de acuerdo a la fertilidad de los suelos. No obstante, se realizará el ordenamiento de la granja por campos para tomar las acciones respectivas. Además, se tendrá muy en cuenta el criterio de los trabajadores y docentes de la Universidad de Pinar del Río.

### **2.5.2.1. Manejo del suelo**

El suelo debe considerarse como un ecosistema y no como un sustrato inerte donde crecen las plantas, como lo considera la agricultura convencional, esto es, como un sistema vivo según plantean Torres *et al.*, (2002). Por tanto, esta práctica es de gran importancia, no solo para mejorar las propiedades físico-químicas del suelo que tributen al desarrollo de los cultivos, sino para su conservación.

#### **2.5.2.1.1. Conservación de suelos**

Para conservar el suelo y mantener su capacidad productiva, se realizó un estudio de las pendientes con la ayuda del nivel A. Además, se efectuó la caracterización de las propiedades químicas y físicas del suelo para incorporar prácticas y/o medidas de protección, conservación y mejoramiento como lo indican Torres *et al.*, (2002) al mencionar que la conservación de suelos implica aspectos diversos, como permitir que sobre el suelo se establezca una cobertura vegetal para protegerlo de la deshidratación y la erosión; o sembrar los cultivos en contorno en zonas con pendiente.

##### **2.5.2.1.1.1. Control de la erosión**

Para controlar la desintegración de los agregados del suelo, su transporte y/o disposición en otros sitios, se estudió la información expuesta por la Dirección Provincial de Suelos y Fertilizantes (DPSF) del Ministerio de la Agricultura de Pinar del Río sobre fertilidad, materia orgánica, cationes intercambiables, valor T y otros derivados del análisis químico del suelo y la pendiente respectiva.

Además, se consideró el conocimiento empírico que aportaron los trabajadores en cuanto al problema erosivo que presentan los suelos destinados a la producción agrícola.

### 2.5.2.1.2. Abonos verdes

Esta práctica agrícola se realizará con la finalidad de mejorar la fertilidad del suelo e incrementar la materia orgánica y consecuentemente aumentar el rendimiento de los cultivos.

La biomasa vegetal, se incorporará al suelo a continuación de las cosechas de los cultivos determinados, con el fin de mantener el suelo protegido de agentes erosivos la mayor parte del tiempo posible.

### 2.5.2.1.3. Compost y lombrihumus

El compost, rico en nutrientes y generalmente útil en los procesos vivos del suelo, se obtendrá de la descomposición aerobia de restos vegetales y animales generados en la granja.

El humus de lombriz, se producirá por medio de la *Eisenia foetida* (lombriz roja californiana), ya que reúne las características morfofisiológicas y comportamentales muy importantes para introducirla a la producción de este abono orgánico como bien lo indican Torres *et al.*, (2002).

Por otro lado, la obtención del compost y el humus de lombriz, se efectuarán de acuerdo a las especificaciones técnicas establecidas por Torres *et al.*, (2002) en el Manual Agropecuario.

### 2.5.2.2. Manejo del cultivo

Manejar el cultivo de forma integral, es esencial para tener éxitos en la producción, siempre que en esta integración se considere las prácticas agronómicas que eviten o minimicen los daños al suelo, las afectaciones por plagas y las tácticas fitosanitarias como parte del manejo como señala Vázquez, (2004). Al respecto, se trabajará en la diversidad productiva del entorno agrícola de la granja, para realizar un manejo integral y obtener un rendimiento eficiente del cultivo.

### 2.5.2.2.1. Rotación y asociación de cultivos

Las combinaciones de cultivos en espacio y tiempo, se establecerán de acuerdo a las características funcionales y nutricionales de cada campo, con la finalidad de incrementar la agrobiodiversidad de los suelos.

La disposición y siembra de los cultivos, se realizará tras el análisis de la fertilidad del suelo, duración del ciclo vegetativo, grado de competencia entre los cultivos y organismos asociados y otros arreglos que favorezcan la diversidad biológica del suelo y contribuyan a disminuir la afluencia de plagas y enfermedades.

### 2.5.2.2.2. Frutales

Según Torres *et al.*, (2002) los frutales son una alternativa valiosa o el centro mismo de la producción agraria en la granja, dependiendo del propósito que se tenga en mente. Por tanto, se definirá las pautas a seguir para el buen funcionamiento del frutal durante su ciclo de vida productivo.

Para incrementar la siembra y/o adicionar el cultivo de otros frutales se estudiará el grado de adaptación del frutal, las características nutricionales y la aceptación del consumidor final. Las posturas procederán de viveros certificados o de la biofábrica de Pinar del Río.

### 2.5.2.2.3. Riego

El riego de las plantas, independientemente del sistema que se emplee, es esencial para el desarrollo y alimentación adecuada de los cultivos, y gracias a la disposición topográfica de los campos, se dará el riego por gravedad con el auxilio de una bomba hidráulica, que por el momento está fuera de servicio por reparación, parte del patrimonio de la granja que funciona a base de diesel.

Otra de las posibilidades de garantizar el riego en el área cultivable lo constituye la existencia de una presa cercana a la misma, donde se utilizará un motor de riego para distribuir el agua homogéneamente en los cultivos, con el fin de mejorar el rendimiento y la calidad de las cosechas.

#### **2.5.2.2.4. Pastos y forrajes**

Para obtener altos rendimientos del forraje en la producción animal, se introducirán pastos de calidad, especialmente leguminosas y gramíneas que aporten un adecuado balance nutritivo al ganado. No obstante, los pastos y forrajes que se generan en la granja, son la fuente de alimentación más económica de los animales. Por cuanto, se aprovechará las especies forrajeras existentes y los subproductos de las cosechas.

#### **2.5.2.3. Manejo integrado de plagas y enfermedades**

Para el control y manejo de plagas y enfermedades, se trabajará con un sistema de producción integral, con el fin de obtener plantas vigorosas que resistan mejor el ataque de plagas.

Además, se diseñó un registro del cultivo que permite el control de los agentes causales, así como las medidas orientadas para combatirlos. No obstante, los productos agroquímicos se utilizarán solo en casos extremos, bajo el criterio de un especialista en sanidad vegetal.

#### **2.5.3. Componente pecuario**

La producción pecuaria, es una alternativa de gran importancia que no debe faltar en la granja, uno de los objetivos de este componente es proporcionar estiércol para la producción de compost y humus de lombriz, generando así recursos productivos para la fertilidad de los campos que activen el funcionamiento biológico de suelos, microorganismos y plantas.

Los productos que generen las especies animales que se establezcan en la granja (miel, huevos, carne, leche y otros) servirán para la alimentación de los empleados y de la comunidad universitaria.

#### **2.5.3.1. Ganado mayor**

Actualmente la finca “El Ganso” cuenta con dos bueyes que aportan en la labranza del campo y 29 cerdos para la reproducción y autoconsumo de los estudiantes y empleados de la universidad.

Para incrementar la materia prima en el compostaje y optimizar la dinámica integral de los animales, se precisó introducir ganado vacuno. Además este agregado tributaría en la nutrición de los estudiantes con la producción de leche.

### 2.5.3.2. Especies menores

Los animales menores son una opción valiosa de diversificación, puesto que se acoplan perfectamente al sistema agropecuario, pero lastimosamente la finca no maneja este criterio todavía, por cuanto se ha planteado incorporar especies como la gallina, el conejo, la abeja y la cría de peces como la trucha hasta posteriores estudios.

La selección de los animales se fundamentó esencialmente en la diversificación de las especies, la superficie que ocupan, la producción de abono, la facilidad de manejo y de acuerdo a los señalamientos que realizan Torres *et al*, (2002) en el Manual Agropecuario.

### 2.5.4. Componente agroforestal

La agroforestería por ser una disciplina que protege, conserva, desarrolla e integra la biodiversidad de los ecosistemas no puede faltar en el esquema de una granja integral agroecológica. Al estudiar este importante elemento, se consideró oportuno trabajar en el sistema de cercas vivas, el sistema forestal existente y establecer un sistema silvopastoril.

#### 2.5.4.1. Sistema de cercas vivas

Para definir los linderos o cercas vivas, se estudiaron las especies forestales y agrícolas de la zona. Las especies seleccionadas servirán como barreras vivas, recurso forestal, alimento de los animales y/o producción de fruto para el consumo. Además, las cercas vivas potencian otras relaciones positivas, como la atracción de insectos polinizadores.

#### 2.5.4.2. Sistema forestal

La finca tiene 14,6 hectáreas cubiertas de bosques, específicamente de *Taliparitis elatum* (majagua) en condiciones naturales. Los árboles, además de generar un

buen volumen de madera, evitan la erosión del suelo, mediante la fotosíntesis las hojas purifican el aire y aportan abono orgánico y cobertura vegetal a la superficie, lo que impide la degradación del suelo.

Para conservar esta área e incrementar otras especies forestales se está realizando varios experimentos e investigaciones de postgrado en una superficie de 0,5 hectáreas.

#### **2.5.4.3. Sistema silvopastoril**

Para sostener la producción de ganado de leche en la granja, se alternará las especies forestales y pastizales en los campos seleccionados. No obstante, la labor silvopastoril aumenta la fertilidad del suelo a través del reciclaje de nutrientes (algunas especies pueden fijar nitrógeno) y minimiza el estrés calórico en los animales a través de la producción de sombra como lo señala Navas, (2007). Por cuanto, estos beneficios contribuyen a mejorar la rentabilidad de la granja.

#### **2.6. Presupuestación del modelo de granja integral agroecológica**

La presupuestación implica el cálculo de los gastos por partidas y el costo total para la realización del proyecto tomando en cuenta los recursos materiales, financieros y humanos necesarios. Su objetivo es mostrar los costos de inversión para la realización del proyecto (Barzev, 2002).

Las partidas del costo a determinar tanto en moneda nacional como en pesos convertibles, fueron:

- ♣ Infraestructura.
- ♣ Gastos directos de materiales y mano de obra.
- ♣ Gastos indirectos.
- ♣ Otros gastos.

Los costos totales de cada partida se determinaron a través del producto de las unidades necesarias y los precios de cada una. El total de presupuesto se determinó a través de la sumatoria de los gastos.

## CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El diseño de un modelo de granja integral agroecológica para la finca “El Ganso”, que encamine la convivencia armónica del hombre con la naturaleza, en un proceso de mutuo beneficio, se exterioriza en el siguiente apartado, donde cada epígrafe es el resultado de investigaciones anteriores. Al respecto, Torres *et al.*, (2002) menciona que la granja puede entenderse como un pequeño microcosmos, encadenado e integrado a otros, cada vez mayores, de los que depende y de los que también necesita el Universo. Ello da una pequeña idea de la relevancia que el trabajo campesino tiene en esta interacción.

### 3.1. Análisis de la caracterización químico-física del suelo

#### 3.1.1. Estudio químico

El primer análisis químico de los suelos, realizado en la Dirección Provincial de Suelos y Fertilizantes (DPSF) del Ministerio de la Agricultura (MINAG) de Pinar del Río, permitió establecer la caracterización y correspondiente campificación de trece campos por medio del Sistema de Información Geográfico (SIG) para un manejo integral de la granja.



Figura 2. Área de estudio: Campificación de la granja integral agroecológica “El Ganso”.  
Fuente: Elaboración propia a partir del SIG, 2010.

De acuerdo con Cairo y Fundora (2005), en el suelo pardo con carbonatos, la carbonatación y su lavado influyen en la formación y distribución de la materia orgánica, alcanzando generalmente entre 3-6 % (en suelos erosionados puede ser menor que 3 %), su distribución es uniforme, pues llega a alcanzar de 2 a 2,5 % a profundidades de 35 a 40 cm. La capacidad catiónica cambiante oscila entre 3-50 cmol (+) . kg<sup>-1</sup>, con predominio del calcio entre los cationes intercambiables. Son suelos débilmente desaturados a saturados con pH entre 6-8, que aumenta con la profundidad. Estas características se pueden apreciar claramente en el resultado del análisis químico del suelo efectuado en el campo trece (tabla 4).

**Tabla 4.** Caracterización de las propiedades químicas del suelo pardo con carbonatos.

Muestra	pH KCl	mg/100g		M.O. %	meq/100g de suelo				S	T	T - S
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>			
Campo 13	6,2	13,81	22,22	6,34	6,64	3,27	0,32	0,48	10,71	11,52	0,81

Fuente: Laboratorio de suelos de la DPSF del MINAG, Pinar del Río-Cuba, 2010.

De igual manera, Cairo y Fundora (2005) manifiestan que el suelo ferralítico cuarcítico amarillo lixiviado presenta un pH ácido (alrededor de cinco) debido fundamentalmente al Al<sup>3+</sup>, la capacidad catiónica cambiante es baja de 8 a 13 cmol (+) . kg<sup>-1</sup>, y la materia orgánica de 2 a 4 %, son de mediano a fuertemente desaturados; particularidades que corroboran la deducción alcanzada en el análisis químico de los campos (tabla 5). Además estos suelos presentan siempre manchas rojas, azuladas o grises debido al estancamiento temporal y superficial de las aguas, condicionado por una capa impermeable en los horizontes inferiores; el contenido de concreciones varía entre 5-50 %, debido a un enriquecimiento de arcilla en la parte media del perfil del suelo.

**Tabla 5.** Caracterización de las propiedades químicas del suelo ferralítico cuarcítico amarillo lixiviado.

Muestras	pH KCl	mg/100g		M.O. %	meq/100g de suelo				S	T	T - S
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>			
Campo 1	5,8	12,70	10,00	1,38	6,24	1,94	0,09	0,21	8,48	9,73	1,25
Campo 2	5,0	7,23	14,00	1,71	5,52	2,01	0,09	0,30	7,92	10,13	2,21
Campo 3	4,7	7,36	12,00	1,20	5,16	2,58	0,09	0,26	8,09	10,49	2,40
Campo 4	5,8	15,87	8,35	2,02	6,74	2,69	0,09	0,18	9,70	11,00	1,30
Campo 5	5,6	9,27	9,19	1,71	6,68	2,37	0,14	0,18	9,37	10,88	1,51
Campo 6	5,3	9,39	10,00	2,07	6,14	1,82	0,14	0,21	8,31	10,06	1,75
Campo 7	4,5	8,76	8,35	1,62	5,04	2,48	0,04	0,30	7,86	10,35	2,49
Campo 8	5,2	5,71	10,00	1,38	5,63	2,79	0,09	0,21	8,77	10,71	1,94
Campo 9	5,3	4,06	14,00	1,83	5,84	2,84	0,24	0,28	9,20	11,01	1,81
Campo 10	4,4	4,19	7,51	2,43	4,88	2,36	0,14	0,15	7,53	10,35	2,82
Campo 11	6,4	5,20	9,19	3,00	6,88	3,40	0,19	0,18	10,65	11,29	0,64
Campo 12	5,2	12,41	15,00	3,21	5,68	2,79	0,19	0,32	8,98	10,93	1,95

Fuente: Laboratorio de suelos de la DPSF del MINAG, Pinar del Río-Cuba, 2010.

Una vez establecidos los campos, se realizó el segundo análisis químico de los suelos a los campos 2, 3, 4 y 5 (ver anexo 2) para la modelación del sistema de rotación y asociación de cultivos a través del estudio geoestadístico. El resultado reportó un bajo contenido de materia orgánica con un valor promedio de 1,7 %, siendo lo óptimo > 3 %, bajos niveles de  $P_2O_5$  y  $K_2O$ ; así como, deficiencia de  $K^+$ . También, se observa una fuerte desaturación por bases intercambiables que expresa la baja calidad química del suelo, siendo necesaria la aplicación de tecnologías de mejoramiento de suelos como indican Cairo y Fundora (2005).

Además, es de apreciar en el área cultivable (campos 2, 3, 4 y 5) la presencia de una notable acidez del suelo, con valores de pH que oscilan entre 4,50 y 5,20 siendo necesario efectuar la corrección de la misma mediante la aplicación de enmiendas cálcicas como el carbonato de calcio ( $CaCO_3$ ) a razón de 0,8 t/ha para el campo 2 y 1,62 t/ha para el campo 3. No obstante, los campos 4 y 5 no requieren de la aplicación de carbonato de calcio (ver anexo 3).

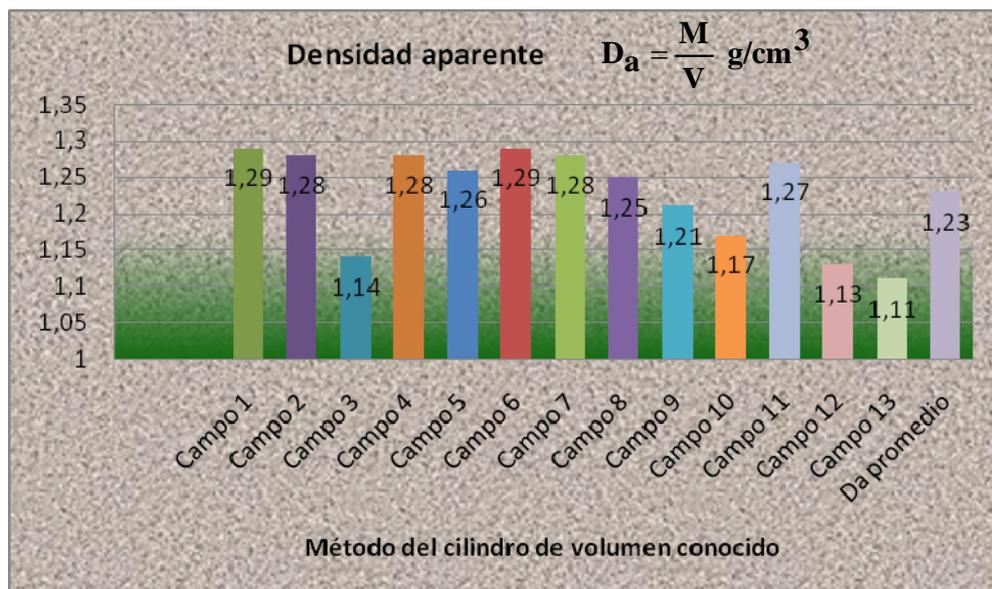
A pesar de ello, de acuerdo con Funes *et al.*, (2009) los suelos de Pinar del Río y del país en general conservan un ambiente natural excepcional para la producción agropecuaria. Debido a sus condiciones y a la diversidad de plantas y animales empleados para propósitos agrícolas, es posible desarrollar una actividad agrícola y ganadera durante todo el año. El manejo de los suelos en sistemas integrados permite el incremento de materia orgánica y cambios en el pH, de moderado a ligeramente ácido, lo cual favorece el cultivo dentro de un sistema de gestión agrosostenible.

### 3.1.2. Estudio físico

El estudio físico del suelo ha recibido atención por su importancia para la producción agrícola en forma sustentable. Según Ingaramo (2003), los valores que puede tomar la densidad aparente depende de muchos factores, que van desde la textura, contenido de materia orgánica, hasta el manejo que se le da al suelo; debido a ello, la densidad aparente es altamente variable. Esta es afectada por la estructura del suelo, que es, su flojedad o grado de compactación, así como también por sus características de contracción y expansión.

De acuerdo con Sánchez *et al.*, (2003) la densidad aparente (DAP) de los suelos es función del espacio poroso del suelo. A menor espacio poroso, la densidad aparente aumenta. Es por esta razón, que generalmente la densidad aparente es una de las propiedades físicas más utilizadas en la determinación de compactación de los suelos, ya que afecta al crecimiento de las plantas debido al efecto que tienen la resistencia y la porosidad del suelo sobre las raíces.

Con el incremento de la densidad aparente, la resistencia mecánica tiende a aumentar y la porosidad del suelo tiende a disminuir, estos cambios limitan el crecimiento de las raíces a valores críticos de 1,60 g/cm<sup>3</sup>; no obstante, en la mayoría de los suelos agrícolas se pueden considerar valores de densidad aparente de 1,25 g/cm<sup>3</sup> como menciona Gil (2007), por cuanto es relativamente bueno la DAP de 1,23 g/cm<sup>3</sup> (figura 3), que presenta el agroecosistema de la granja.



**Figura 3.** Comportamiento de la densidad aparente en los diferentes campos.  
**Fuente:** Laboratorio de suelos de la Universidad Pinar del Río, 2010.

Sommer (1979), fundamenta estos resultados al mencionar que la DAP es más importante que la densidad de partículas para comprender el comportamiento físico, ya que los suelos con baja DAP tienen condiciones favorables, mientras que aquellos con DAP elevada poseen malas condiciones físicas, es decir mayor compactación, la misma que puede darse por una consolidación antropogénica producida por el tráfico, el pisoteo y el laboreo inoportuno del suelo.

### 3.2. Condiciones climáticas

El impacto multivariado del clima sobre los organismos vivos en general, suscitados en los últimos diez años en Pinar del Río (1999-2009), se ejemplifica en la siguiente figura.

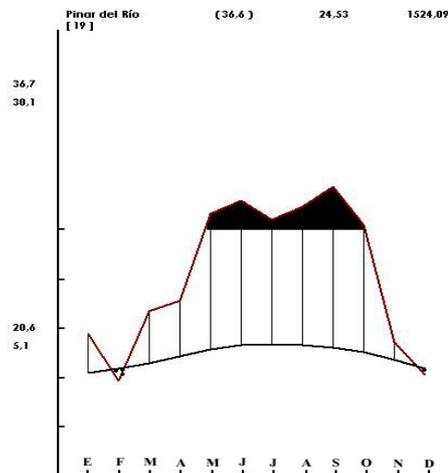


Figura 4. Diagrama climático de Pinar del Río (1999-2009).  
Fuente: CITMA, 2009.

Al analizar la figura 4, se puede establecer dos periodos al año: lluvioso (mayo-octubre) y poco lluvioso (noviembre-abril). En el primer período, se aprecia una temperatura máxima media absoluta de 36,7 °C; mientras que, el segundo periodo presenta una temperatura mínima media absoluta de 5,1 °C; sin embargo, los valores medios extremos fluctúan entre 20,6 °C y 30,1 °C.

Las temperaturas más elevadas que registra la provincia de Pinar del Río, se dan en un intervalo de junio-agosto, llegando alcanzar en el último mes hasta 36,7 °C aproximadamente; no obstante, en los meses de octubre-diciembre disminuye gradualmente hasta alcanzar valores mínimos de 20,6 °C en el mes de febrero.

El régimen pluviométrico correspondiente a los diez años es bastante aceptable, pese a que la distribución de la lluvia no fue uniforme, se ha acumulado una media anual de 1524,09 mm. Las precipitaciones máximas del 70 al 82 % total anual corresponden a los meses de verano (mayo-octubre), lo cual concuerda con lo expuesto por Funes *et al.*, (2009), al mencionar que las precipitaciones de mayor intensidad se dan en el periodo lluvioso.

Además Funes *et al.*, (2009) señala que toda la isla recibe los efectos destructivos de las tormentas tropicales y de los huracanes (con vientos de 150 a 200 km/h y

más), así como severas sequías que afectan directamente la actividad agrícola por estar cerca del Trópico de Cáncer y de la Corriente del Golfo. Por tanto, el clima es un recurso natural relevante en la producción agraria como bien lo plantea InfoAgro (2010). Su influencia en un cultivo determinado depende de las características de la localidad geográfica y de las condiciones de producción.

### **3.3. Componentes del modelo de una granja integral agroecológica**

#### **3.3.1. Componente social**

Desde el inicio de la investigación, se ha trabajado con los criterios, sugerencias y propuestas del personal de la granja, formando parte del presente estudio, que no tendría razón de ser sin la participación del ser humano, como lo señalan Dávalos y Basail (1997), al manifestar que la participación es un fenómeno social afín al desarrollo económico, cultural, político y científico-técnico de todo proceso, que está vinculado a las necesidades y motivaciones, así como a la dinámica de las relaciones establecidas entre ellos en distintos momentos, condiciones y espacios. Por tanto, la participación es de vital importancia, un fenómeno de contenido y orientación eminentemente humano que implica en su comprensión más general y global: capacidades, condiciones, posibilidades y motivaciones.

Lo anterior concuerda con lo señalado por Funes *et al.*, (2009), quienes aluden que las estrategias de conversión agroecológica deben diseñarse con todos los actores relevantes, entre los cuales, el hombre juega un papel muy importante, por ser el elemento que motiva la solución de puntos críticos locales que limitan la sostenibilidad.

Ramos (2000) afirma que la actividad generadora del hombre con sus objetivos, fines, intereses, aspiraciones, conocimientos y apreciaciones influyen y transforman la sociedad, por ello, el hombre debe ser el principal fundamento de todo proyecto que se ejecute. Por otro lado, EuroSur (2010) informa que el hombre no es un elemento extraño a la naturaleza, en oposición o en posición superior a ella, sino que forma parte integral de la misma y de todo el proceso productivo, por lo que se debe considerar tres aspectos importantes en la relación sociedad y medio ambiente natural: a) que el hombre es parte integral de la

naturaleza; b) que tiene capacidad de conocer las leyes que gobiernan los fenómenos naturales, y c) que esa capacidad debe ser utilizada juiciosamente.

En base a los fundamentos anteriores se diseñó la red de infraestructura, áreas verdes y recreativas en una superficie de 10000 m<sup>2</sup> (ver anexo 4). Según Torres *et al.*, (2002) las instalaciones que se realizan en la granja no siguen un estándar o parámetro fijo, por cuanto presentan diferencias en la forma de construcción, en la distribución de espacios y se adapta a la comodidad del propietario. En tal sentido, el modelo siguiente no es una camisa de fuerza, sino un bosquejo integral de la granja que consta de una vivienda-administración, cocina-comedor, casa de cultivo, huerto, área recreativa, jardines, garaje, cochiguera, establo, apiario, conejera, gallinero, y demás elementos que dinamizan la sostenibilidad del agroecosistema productivo.



Figura 5. Modelo de granja integral agroecológica "El Ganso".  
Fuente: Fernández y Musa, 2010.

### 3.3.2. Componente agrícola

Al efectuar el diagnóstico, análisis/síntesis del material consultado y campificación del espacio disponible con la ayuda del SIG, se ordenó el espacio físico de la

granja en trece campos; no obstante, en la siguiente tabla se adjunta otras directrices de importancia.

**Tabla 6.** Dinámica territorial de la granja integral agroecológica “El Ganso”.

<b>Campos</b>	<b>Superficie (ha)</b>
1 (guayabita del pinar)	1,50
2 (cultivos varios)	1,17
3 (cultivos varios)	1,04
4 (cultivos varios)	0,91
5 (cultivos varios)	2,30
6 (barbecho libre)	3,10
7 (experimentos forestales)	0,50
8 (barbecho libre)	0,70
9 (guayaba enana)	0,50
10 (barbecho libre)	4,00
11 (naranja)	1,00
12 (marabú)	25,08
13 (majagua)	14,60
<b>Otros:</b>	
✓ Infraestructura	1,00
✓ Presa	0,40
✓ Espejos de agua	0,50
✓ Caminos	0,40
<b>Área total</b>	<b>58,70</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de la campificación, 2010.

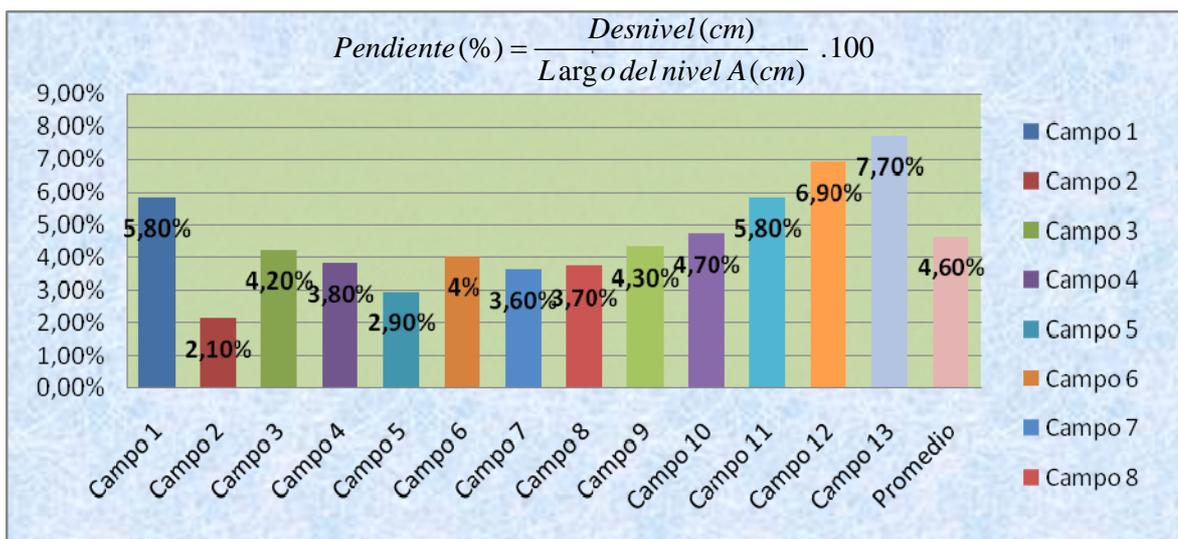
Los campos asignados a la producción de cultivos varios (2, 3, 4, y 5) corresponden a 5,42 ha. Esta superficie ha sido analizada a través de la geoestadística, para establecer un modelo de sistema de rotación y asociación de cultivos. En tal sentido, Petersen *et al.*, (1995), reportan que en la agricultura se ha aplicado en áreas como el control de enfermedades, contaminación de suelos, entomología, nematología y fertilidad de suelos. Por su parte, Henríquez y Cabalceta (1999), aseveran que la aplicación de la geoestadística en el campo de la agronomía ha generado resultados eficientes.

Los trece campos han sido distribuidos de acuerdo a las condiciones naturales y topográficas, desplazamiento del agua, estado nutritivo de los suelos y criterio de los trabajadores. Cabe recalcar que del total de la superficie 25,08 hectáreas están invadidas de marabú, debido a estas condiciones, se le ha considerado como un solo campo.

### 3.3.2.1. Manejo del suelo

#### 3.3.2.1.1. Conservación de suelos

Al evaluar cada uno de los campos, la granja presenta una pendiente promedio de 4,6 % (figura 6), permeabilidad y fertilidad media, poca cohesión y un bajo contenido de humus, escorrentía de las aguas de lluvia a velocidad moderada y surcos leves. El énfasis de la conservación en controlar las tasas de pérdida de suelo es más que un reto para la granja que combinen medidas agronómicas, biológicas y mecánicas que mejoren la calidad de los suelos. Al respecto, de acuerdo con Hernández *et al.*, (2008), se establecen tres principios técnicos: no alterar el suelo de forma mecánica (se planta o siembra directamente); cobertura permanente del suelo; especialmente con uso de rastrojos y cultivos de cobertura, selección juiciosa para la rotación de los cultivos, agroforestería e integración pecuaria.



**Figura 6.** Comportamiento de la pendiente en los diferentes campos.

**Fuente:** Elaboración propia a partir del Nivel A, 2010.

Según la FAO (2009) las prácticas y medidas de conservación de suelos son importantes para evitar la degradación de los mismos. Por consiguiente, en concordancia con Fuentes (1995), se plantean las principales prácticas agronómicas que el agricultor puede emplear, prácticas como:

- ♣ Roturar y sembrar en contorno
- ♣ Siembra transversal al sentido de la mayor pendiente
- ♣ Construcción de terrazas continuas o individuales

- ♣ Construcción de canales colectores y desagües
- ♣ Utilización de cobertura viva
- ♣ Arrojar las plantas cultivadas con residuos vegetales
- ♣ Combinar varios cultivos en un mismo campo
- ♣ Uso de abonos orgánicos y abonos verdes
- ♣ Utilización de franjas buffer, barreras vivas y barreras muertas
- ♣ Construir tranques o presas de control de azolves
- ♣ Proteger las vías de comunicación.

Otras medidas de conservación según López (2009) y Sotto *et al.*, (2009), son las prácticas mecánicas inofensivas, como labranza reducida y cero labranza y la utilización adecuada de la fuerza de trabajo de los bueyes, mediante la técnica de tracción animal; así como, las principales actividades a aplicar para la conservación de los suelos descritas anteriormente, los cuales manifiesta Muñoz (1996) debe realizarse, al igual que el control de malezas y hierbas adventicias.

Por otro lado, la FAO (1990) menciona que las medidas de conservación agronómicas son, en lo esencial, técnicas mejoradas de manejo de suelos, los cultivos y el ganado, que guardan estrecha relación con las prácticas agrícolas normales, pero que están diseñadas o elegidas especialmente para facilitar la conservación. Sin embargo, antes de aplicarlas en una nueva localidad, se debe examinar meticulosamente su compatibilidad con los métodos agrícolas y los sistemas de cultivos existentes. También se debe establecer especies de plantas para las obras de conservación de suelos (ver anexo 5) acorde a las condiciones de cada sitio como bien lo mencionan Fuentes *et al.*, (2004).

Lo antes mencionado ratifica la importancia del recurso suelo, de ahí la necesidad de mantener su productividad, para que a través de él y las prácticas agrícolas adecuadas se establezca un equilibrio entre la producción de alimentos y el acelerado incremento del índice demográfico.

#### **3.3.2.1.1.1. Control de la erosión**

Una vez valorado el análisis químico-físico, la pendiente y demás parámetros, se llega a apreciar que los campos 2, 3, 4 y 5 presentan una erosión superficial de tipo

laminar y en algunos se aprecia además una erosión por surcos provocada por la escorrentía (agente de la erosión hídrica), lo cual provoca el desplazamiento de partículas individuales del suelo; no obstante, Duarte (1994) manifiesta que la erosión superficial, es originada por la acción del viento, las gotas de lluvias, y el desmoronamiento de las estructuras del suelo producto del encharcamiento o de la desecación. Linares y García (2004) mencionan además que la erosión superficial, no son sólo pérdida de profundidad del suelo, sino pérdida de nutrientes y de materia orgánica, y el deterioro de las propiedades físicas.

Por las razones antes discutidas, es preciso que en las prácticas de manejo de suelos esté inmersa una adecuada cobertura de plantas que no sólo es la más barata y efectiva medida, sino la que conduce a un mejor trabajo para el control de la erosión según reporta la FAO (1996). En este sentido, las prácticas agronómicas de manejo de suelos y cultivos son generalmente más efectivas que las prácticas mecánicas u obras de ingeniería para el manejo del agua como lo indican Linares y García (2004).

De acuerdo con Jordán *et al.*, (2001) se plantean las medidas dirigidas a evitar y reducir la erosión de los campos, medidas como:

- ♣ Hacer uso del drenaje mayor, el drenaje parcelario y drenaje sencillo, como base para la organización antierosiva del territorio, y como forma de evitar el empantanamiento y la salinización secundaria.
- ♣ Desarrollar planes de capacitación para la formación del personal responsable de la actividad de suelos.
- ♣ Trabajar en opción a las curvas de nivel e incluir los tramos más cortos en zonas inclinadas.
- ♣ Elaborar esquemas integrales para contrarrestar los efectos de la degradación.
- ♣ Ejecutar medidas sencillas de acondicionamiento de suelos en las unidades productivas.
- ♣ Laboreo mínimo de los suelos y ubicar cunetas que desagüen a colectores seguros.
- ♣ Utilizar abono verde como vía para la protección y el mejoramiento del suelo.
- ♣ Uso de características naturales del terreno como son terrazas.
- ♣ Ubicar los caminos por encima de los cursos de agua.

- ♣ Elaborar proyectos para las áreas de producción.
- ♣ Actualización de estudios de los factores limitantes.

El criterio anterior debe aplicarse en todos los campos, especialmente en las zonas de talud, donde ocurren mayores problemas erosivos. Según Linares y García (2004) la aplicación de coberturas vivas o muertas, esparcimiento de semillas, césped, barreras vivas y otras son medidas muy efectivas. De igual forma, Fuentes *et al.*, (2004) afirman que el agua de escurrimiento no debe bajar de golpe al cauce, por tanto se recomienda hacer canales de piedras u otros materiales con el objetivo de tratar que el agua baje de forma escalonada y lentamente, sin causar erosión.

#### 3.3.2.1.2. Abonos verdes

El uso y manejo de abonos verdes es una actividad que siempre debe estar presente en una granja agroecológica para mantener la fertilidad de los campos con la incorporación al suelo de la biomasa o para dejarla en cobertura permanente. Según Torres *et al.*, (2002) el manejo y la utilización de los abonos verdes, tanto por su carácter mejorador y cobertor de los suelos, como por las manifiestas bondades que se le atribuye para los cultivos que les suceden en las rotaciones o alternancias son esenciales en el sistema de producción de la granja.

Por su parte, la ACTAF (2008) afirma que en la agricultura contemporánea el abonado en verde se ha convertido en una práctica sostenible y agroecológicamente sana de mejorar y proteger los suelos, a la vez que se aplica como un recurso de fertilización alternativa. Esto permite reducir la dependencia externa del agricultor, al no tener que adquirir el costoso fertilizante mineral, evitar su efecto residual degradante del suelo y poder comercializar producciones más sanas y mejor cotizadas en el mercado agrícola.

Por las condiciones mejoradoras que presentan los cultivos de cobertura como: enriquecimiento en humus de los suelos, protección de suelo, activación de la vida microbiana, reducción de malezas y los costos de limpieza, reducción de enfermedades y plagas, acción sobre la dinámica de los elementos fertilizantes y conservación de la humedad si se deja enterrado o en cobertura, deben aplicarse

en el campo agropecuario como bien lo señalan Linares y García (2004). En tal sentido, se plantea las combinaciones entre leguminosas y gramíneas (tabla 7) de vital importancia para la granja según afirma Suárez (1965).

**Tabla 7.** Plantas propuestas como abonos verdes para la granja integral agroecológica “El Ganso”.

<b>Leguminosas</b>	<b>Nombre científico</b>
Frijol terciopelo	<i>Mucuna pruriens</i>
Dolichos	<i>Lablab purpureus</i>
Canavalia	<i>Canavalia ensiformis</i>
Soya	<i>Glycine max</i>
Sesbania	<i>Sesbania rostrata</i>
Conchita	<i>Clitoria ternatea</i>
Glycine	<i>Neonotonia wightii</i>
Crotalaria	<i>Crotalaria juncea</i>
Teramnus	<i>Teramnus uncinatus</i>
<b>Gramíneas</b>	<b>Nombre científico</b>
Sorgo forrajero	<i>Sorghum vulgare</i>
Sorgo grano	<i>Sorghum vulgare</i>
Maíz	<i>Zea mays</i>

Fuente: ACTAF, 2008.

La utilización adecuada de las plantas señaladas anteriormente para la granja, incorporados al suelo o dejados en la superficie, ofrecen protección de mantenimiento y/o recuperación de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Eventualmente, parte de estos abonos verdes pueden ser utilizados para la alimentación animal y/o humana como indica la FAO (2010).

### 3.3.2.1.3. Compost y lombríhumus

En la actualidad, ante el rápido agotamiento de los recursos naturales, se comprende adoptar tecnologías para el tratamiento y reciclaje de los desechos, más aún al tratarse de un sistema integral. Por tanto, se plantea trabajar con el compost y lombríhumus, debido que al aplicarlo, los microorganismos que se encuentran en el suelo continúan los procesos de degradación de la materia mejorando el prisma y el crecimiento de los cultivos según lo indican Van Horn (1995) y Ramón *et al.*, (1996).

Los abonos orgánicos se obtendrán de la descomposición controlada de todos los residuos vegetales y animales generados en la granja, tales como: pastos, árboles forrajeros, yuca, boniato, tomate, frijol, col, pepino, maíz, entre otros,

como lo indican Guillou y Scharpé (2001); no obstante, se añadirá pequeñas cantidades de tierra o rocas naturales trituradas, manipulando de manera adecuada las deyecciones de los animales que compondrán la granja, como son: conejos, gallinas, porcinos y bovinos, de acuerdo a las especificaciones técnicas establecidas en el Manual Agropecuario de Torres *et al.*, (2002).

Para este efecto, se ha establecido un área aproximada de 250 m<sup>2</sup>, con tres canteros de 1,30 x 1 m con una distancia entre canteros de 1 m. Al respecto, Chamú (2009), informa que el compost obtenido a base de la lombricultura ayuda a la restauración y desintoxicación de suelos contaminados con agroquímicos, por su alto porcentaje de proteína, sirven como complemento nutricional del suelo y alimentación de las aves de corral. Muñoz (1996) corrobora lo planteado al mencionar que el compost y lombrihumus son elementos importantes que no deben faltar en una granja integral.

Los abonos orgánicos constituyen una alternativa eficiente para la agricultura. La posibilidad de convertir grandes volúmenes de residuos sólidos orgánicos en abono y alimento para las plantas, abre nuevas esferas para los agricultores. Además, estos sustratos producen efectos eficientes en las plantas y el suelo que según la ACTAF (2008) son:

- ♣ Mejora la estructura del suelo; la estabilidad de los agregados se incrementa, se mejora la porosidad total, la penetración del agua, el movimiento a través del suelo y el crecimiento de las raíces.
- ♣ La actividad de los microbios presentes en el compost y lombrihumus reduce la de los microbios patógenos de las plantas.
- ♣ Contiene muchos macro y micronutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas.
- ♣ Estimula la diversidad y actividad microbial en el suelo.

Lo anterior ratifica la importancia de trabajar en la obtención del compost y lombrihumus. Linares y García (2004) corroboran este hecho al afirmar que las poblaciones microbianas del suelo se multiplican o desaparecen de acuerdo a la presencia o ausencia de materia orgánica, por tanto, el desarrollo y la vida de la planta dependen de la biodiversidad que despliegan los suelos de la granja.

### 3.3.2.2. Manejo del cultivo

#### 3.3.2.2.1. Rotación y asociación de cultivos

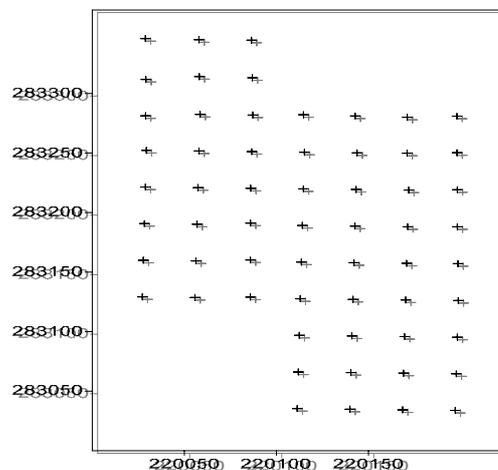
La estadística preliminar de los resultados de las variables de fertilidad de suelo, en las 5,42 ha del ensayo, se presenta en la tabla 8. Como se puede observar en el estadígrafo y en los histogramas a continuación, en todas las variables: los valores de la media y la mediana son cercanos, y no se observan valores anómalos que impidan una adecuado análisis de variabilidad espacial, además el coeficiente de variación es menor que uno (ver anexo 6).

**Tabla 8.** Estadística básica de las variables de fertilidad de suelo estudiadas.

Estadígrafo	pH	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	M.O %	S	T	T-S
Mínimo	4.2	6.35	2.51	1.02	7.51	9.77	0.92
Mediana	5.10	10.47	11.00	1.68	8.56	10.39	1.73
Máximo	5.2	23.11	17	2.28	10.02	11.1	2.28
Rango	1	16.76	14.49	1.26	2.51	1.33	1.36
Media	5.01	11.43	11.27	1.69	8.64	10.37	1.73
Des. estándar	0.17	3.30	2.26	0.32	0.56	0.35	0.33
Varianza	0.03	10.88	5.11	0.10	0.31	0.12	0.11
Coef. de Variación	0.03	0.29	0.20	0.19	0.06	0.03	0.19
Curtosis	7.42	1.34	3.20	-0.86	-0.57	-1.05	-0.69
Coef. de asimetría	-2.31	1.09	-0.50	0.04	0.06	-0.07	-0.26

Fuente: Cuador, 2010.

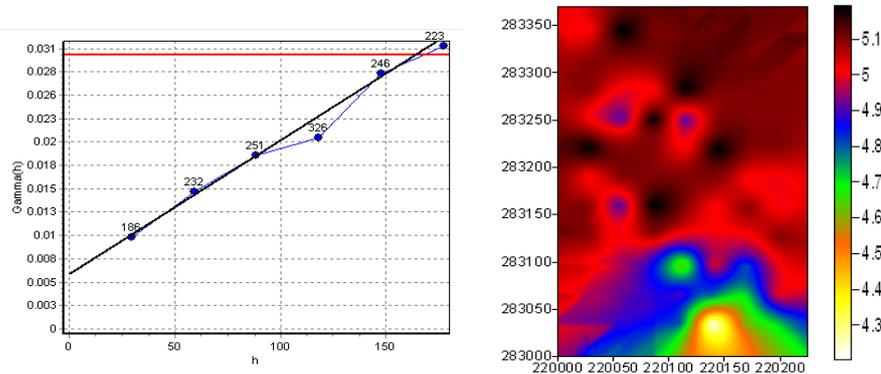
El mapa de ubicación de datos reales se muestra a continuación. De éste se puede extraer los parámetros para el cálculo de los semivariogramas, es decir, es la herramienta que permite hacer el análisis de variabilidad espacial.



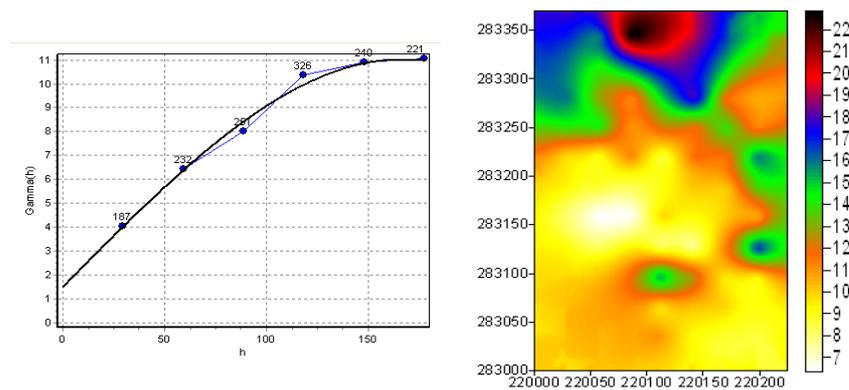
**Figura 7.** Mapa de ubicación de datos reales.

Fuente: Cuador, 2010.

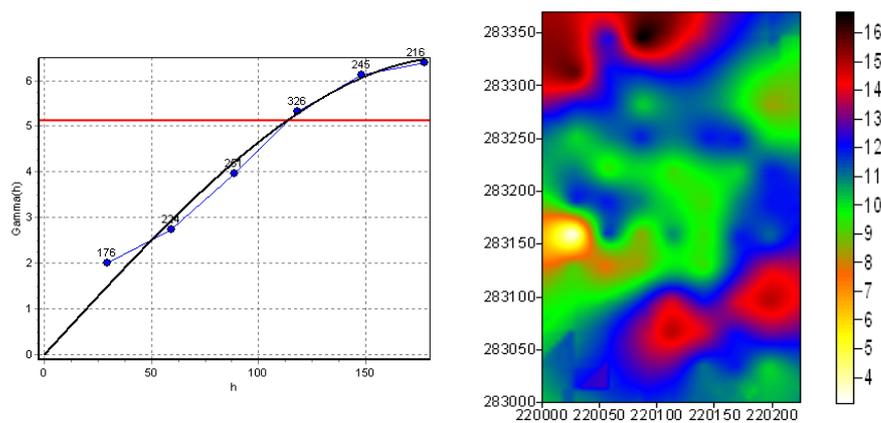
Se calcularon los semivariogramas medios para todas las variables y a partir de estos se utilizó el método de interpolación Krigeaje (Kriging en inglés) para obtener los mapas de estimados que reflejan el comportamiento o distribución espacial de cada variable que a continuación se detalla



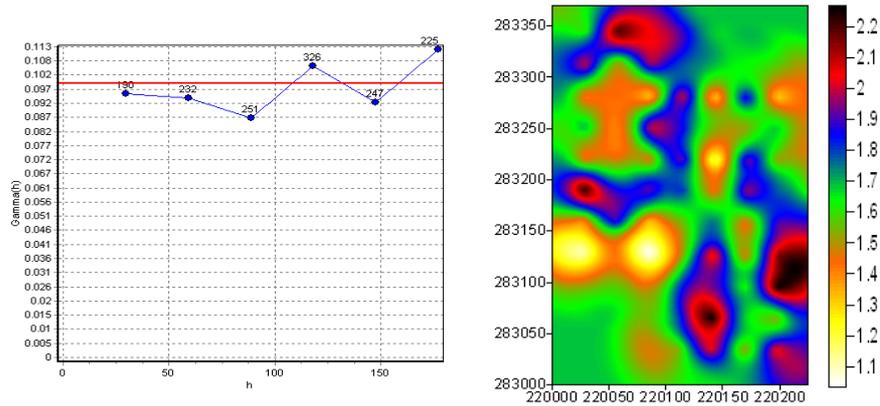
**Figura 8.** Modelo de semivariograma del PH  
 $G(h) = 0.006 + 0.02 \text{ Lineal}(150)$   
**Fuente:** Cuador, 2010.



**Figura 9.** Modelo de semivariograma de  $P_2O_5$   
 $G(h) = 1.50 + 9.50 \text{ Sph}(165)$       Sph = Modelo esférico  
**Fuente:** Cuador, 2010.

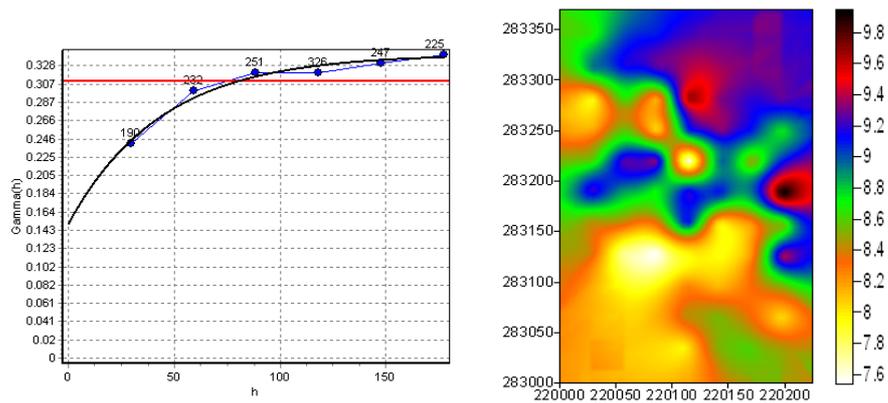


**Figura 10.** Modelo de semivariograma de  $K_2O$   
 $G(h) = 0.0 + 6.5 \text{ Sph}(190)$   
**Fuente:** Cuador, 2010.



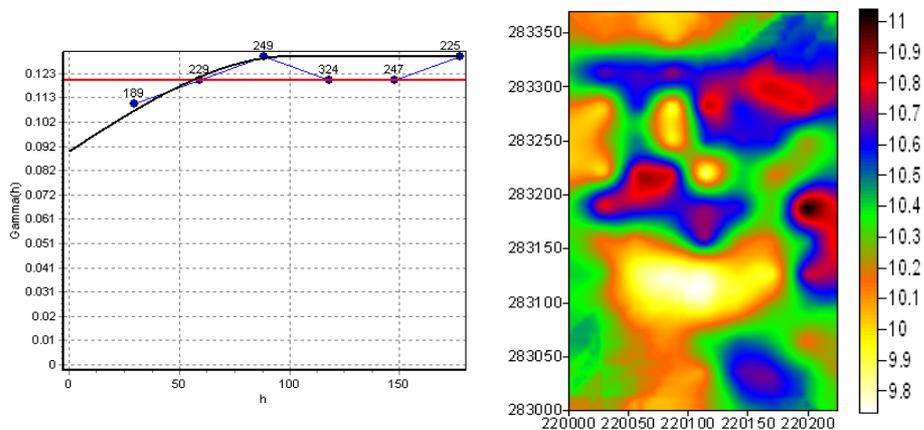
**Figura 11.** Semivariograma de MO %  
Fuente: Cuador, 2010.

La MO% es extremadamente variable espacialmente, en su caso se considera oportuno no utilizar el Krigeaje sino aplicar el método de estimación del inverso de la distancia con una vecindad reducida.



**Figura 12.** Modelo de semivariograma de S  
 $G(h) = 0.15 + 0.19 \text{ Exp } (130)$   
Fuente: Cuador, 2010.

Exp = Modelo Exponencial



**Figura 13.** Modelo de semivariograma de T  
 $G(h) = 0.09 + 0.04 \text{ Sph}(100)$   
Fuente: Cuador, 2010.

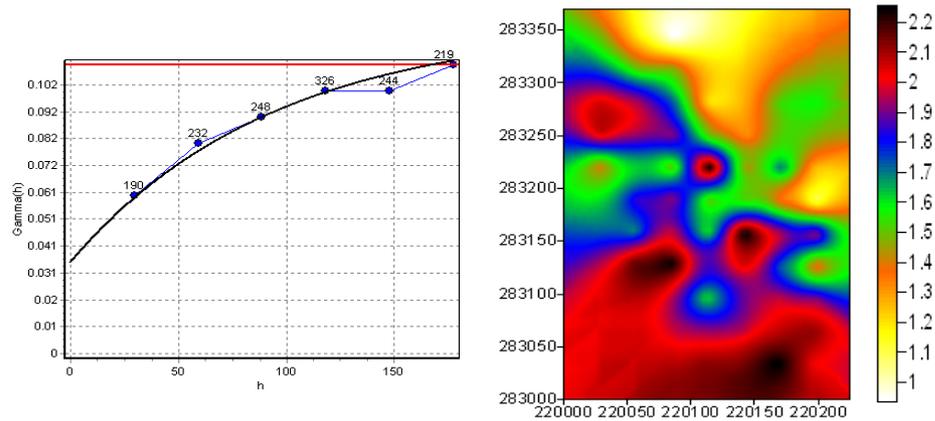


Figura 14. Modelo de semivariograma de T-S

$$G(h) = 0.035 + 0.090 \text{Exp}(280)$$

Fuente: Cuador, 2010.

Al analizar las variables de fertilidad de suelo de las muestras del área total, se encontró un alto porcentaje de variación con diferencias significativas entre los 4 diferentes lotes para las variables analizadas (baja fertilidad). Dichos resultados demostraron que partiendo de la premisa que la génesis del suelo del área de estudio es la misma, las diferencias encontradas entre las áreas fueron principalmente debidas al manejo agronómico que se ha dado en forma diferenciada en cada uno de los lotes, lo cual concuerda con lo expuesto por Trangmar *et al.* (1985) y Van Groenigen (2000).

Las prácticas referidas a la fertilización y encalado, no solo en su cantidad sino en su frecuencia, modificarán en forma selectiva las áreas de cultivo estudiadas. Por otro lado, Cairo y Fundora (2005) señalan que los suelos ferralítico cuarcítico amarillo lixiviado son generalmente de baja fertilidad natural, lo cual corrobora lo anterior.

A partir de la condición de distribución espacial de las características químicas asociadas a la fertilidad del suelo, que está fuertemente ligada al manejo agronómico que se le ha dado a los suelos de la granja, se establece en los campos 2, 3, 4, y 5 un sistema de rotación y asociación de cultivos (tabla 9) para un periodo de dos años que evite la saturación y mantenga la fertilidad de los campos en concordancia con lo que plantean López (2009) y CERES (2009).



TABLA 9.



Con el propósito de alcanzar un balance de nutrientes en los suelos, se ha planteado la siembra de leguminosas y gramíneas que actúan como abono según indican Kliewer *et al.*, (2000) y Gear (2009); así como la introducción de especies de diferentes familias y con diferentes necesidades nutricionales que interrumpen el ciclo de plagas y enfermedades.

Según Hernández *et al.*, (2008) el nitrógeno es usualmente más consumido por los vegetales verdes; mientras que las raíces, tubérculos, bulbos y rizomas necesitan más potasio y las legumbres extraen más fósforo del suelo. Por tales razones, se precisó una práctica rotativa acorde a las características físico-químicas del suelo que se realizarán de manera transversal a la pendiente, de contorno o en curvas de nivel, de acuerdo a los planteamientos hechos por Gourou y Papy (2009).

Una vez efectuado la cosecha, los restos de cultivos serán adicionados inmediatamente al suelo. La aplicación de éstas alternativas efectuadas por los campesinos, han demostrado altos niveles de producción, lo cual coincide con lo expuesto por Rouanet *et al.*, (2005), quienes reportan además, que resultados de investigaciones realizadas y datos reales de producción demuestran que los policultivos y la rotación, aumentan los rendimientos de la mayoría de los cultivos.

La propuesta de rotación y asociación de cultivos planteada no constituye un esquema único y como todo planteamiento son flexibles a cambios, no obstante, se debe cumplir con los principios establecidos para las mismas.

### 3.3.2.2. Frutales

La concepción de la comida sana ha vuelto la mirada hacia las frutas. Por lo tanto, se fortalecerá los campos de guayabita del pinar (1) y naranja (11), con la resiembra de estas especies frutales, debido al distanciamiento exagerado que existe entre planta y planta. En cuanto a la guayaba enana (9), se adicionará este cultivo al campo 8 por considerarse la fruta más rica en vitamina C, característica que le da un enorme valor nutritivo.

Las posturas procederán de la biofábrica de Pinar del Río en correlación a lo que plantean Torres *et al.*, (2002) al mencionar que las replicas deben proceder de un banco de genoplasma o del Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (INIFAT).

En cuanto a la siembra se debe considerar una serie de factores para alcanzar un establecimiento rápido y seguro. De acuerdo con Torres *et al.*, (2002) al plantar varios árboles frutales, hay que tener presente el espacio necesario entre ellos con el fin de que su desarrollo sea óptimo. En este sentido, Domínguez y Avalos (2009) plantean que este espacio debe ser de al menos 1,5 metros entre posturas. No obstante, cuando se hace un cultivo intercalado, de distintos tipos de frutales, se considera oportuno aumentar la distancia entre ellos.

Según Torres *et al.*, (2002) para completar un correcto crecimiento, es preciso realizar las podas necesarias. Así es beneficioso podar las ramas que se encuentran muy cercanas entre ellas y entorpecen el crecimiento, el paso de la luz solar y el agua necesaria para la fructificación. Por otro lado, es importante la fertilización, sobre todo en las primeras fases de crecimiento, conviniendo aplicar abonos o materia orgánica debajo del árbol. En función del riego, los frutales jóvenes son más sensibles a la sequía y deben ser regados diariamente, en especial, en las épocas más secas del año (noviembre-abril).

Para el control de plagas y enfermedades es necesario practicar una correcta fitotecnia e higiene agrícola plantando árboles que se encuentren sanos, es muy útil también eliminar las ramas muertas del frutal como lo indican Domínguez y Avalos (2009). Además los árboles frutales son unos agradecidos habitantes de los campos. Su colorido y su aroma hacen de la granja un lugar mucho más agradable, por ende no deben faltar en el sistema integral de producción.

### 3.3.2.2.3. Riego

El riego condiciona el desarrollo y alimentación adecuada de las plantas, su manejo es un aspecto central en el campo agrícola y pecuario. En este sentido, Hernández *et al.*, (2008) señala que el riego correcto de los cultivos, conlleva aplicar agua en la cantidad necesaria, teniendo en cuenta las condiciones

climáticas y del suelo, dejando este con la humedad suficiente y garantizando una distribución homogénea. Al respecto, se plantea realizar un sistema de riego por gravedad con la ayuda de una bomba hidráulica para la extracción del agua. Esto permitirá un manejo adecuado, racional y técnico del mismo, aprovechando la diferencia topográfica para el funcionamiento del sistema en una amplia gama de tipos de cultivos, suelos y pendientes como lo indica el INIA (2009).

Pacheco *et al.*, (1995) menciona que el riego está estrechamente relacionado con la organización productiva de los cultivos, el clima, la extensión de los campos y la tecnología, lo cual contribuye a establecer como mínimo dos sistemas de riego. Por lo tanto, se plantea como segunda opción de riego, trabajar con un sistema de aspersión que conduce y distribuye el agua a través de tuberías y, mediante dispositivos especiales llamados aspersores, se entrega al área de cultivo.

Para adicionar la cantidad de agua que requieren los cultivos para su óptimo desarrollo, se hará el cálculo respectivo, de acuerdo al planteamiento expuesto por Torres *et al.*, (2002), quienes señalan de manera general que son necesarios 50.000 litros para aplicar una lámina de 1 cm de agua a media (1/2) hectárea y, en condiciones de alta necesidad, un cultivo puede necesitar en promedio una lámina de 2,5 cm de agua por semana.

Los sistemas de riego a aplicarse están dirigidos al área de pastos y forrajes, cultivos y frutales. Para esta labor se utilizará el agua de la represa y pozos; no obstante, se distribuirá a través de canales y tuberías a los distintos campos, de acuerdo a las indicaciones planteadas en el Manual de Diseño de Riego Tecnificado de Espinoza (2001) y Lop *et al.*, (2005), lo cual concuerda con lo expuesto por Zapata (1999), FAO (2002) y lo planteado por Orozco (2006) referente al uso adecuado del riego en los cultivos agrícolas, como fomento de la agricultura sostenible.

#### **3.3.2.2.4. Pastos y forrajes**

La producción de pastos y forrajes para el consumo animal está a disposición de los productores según Peña (2004). En este sentido, se designa los campos 6 y

10 para el cultivo de pastizales de acuerdo a las condiciones de suelo y propósito de intensidad de uso.

Pozo y Peña (2004) afirman que el valor nutritivo de un pasto está determinado por la capacidad que tiene para que el animal que lo consuma cubra sus requerimientos nutricionales y produzca carne o leche; por consiguiente, en la tabla 10 se plantean algunas especies forrajeras tanto gramíneas como leguminosas para completar el balance nutritivo de los animales.

**Tabla 10.** Pastos y forrajes para la granja integral agroecológica “El Ganso”.

Grupo	Nombre común	Nombre científico
Gramíneas de pastoreo	Braquiaria humidícola	<i>Brachiaria humidicola</i>
	Braquiaria	<i>Brachiaria decumbens</i>
	Buffel	<i>Cenchrus ciliaris</i>
	Estrella	<i>Cynodon nlemfluensis</i>
	Guinea	<i>Panicum máximum</i>
	Pangola	<i>Digitaria decumbens</i>
	La libertad	<i>Brachiaria brizantha</i>
Gramíneas de corte	King grass	<i>Pennisetum hybridum</i>
	Elefante	<i>Pennisetum purpureum</i>
	Sorgo forrajero	<i>Sorghum vulgare</i>
Leguminosas	Amor seco	<i>Desmodium spp.</i>
	Campanita	<i>Clitoria ternatea</i>
	Capica	<i>Stylosanthes capitata</i>
	Centrosema	<i>Centrosema pubescens</i>
	Kudzú tropical	<i>Pueraria phaseoloides</i>

Fuente: Ruiz, 2010.

Díaz (2010) informa que las gramíneas y leguminosas planteadas en la tabla anterior son de excelente valor nutritivo y ayudan en la producción de leche y carne. Al criterio anterior, corroboran García *et al.*, (1979) citado por Peña (2004) al indicar que las especies forrajeras más utilizadas como pasto y forraje en Cuba son: *Brachiaria humidicola*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha*, *Cenchrus ciliaris*, *Cynodon nlemfluensis*, *Panicum máximum*, *Digitaria decumbens*, *Pennisetum hybridum*, *Sorghum vulgare*, *Desmodium spp*, *Centrosema pubescens* y *Pueraria phaseoloides*.

Según Torres *et al.*, (2002) del conocimiento de las prácticas de cultivo de los pastos y de las apropiadas prácticas de manejo del suelo, dependen la producción y calidad nutritiva del forraje en las praderas y la producción de los animales. Por ende, se propone realizar un manejo integral del suelo que permita conservar sus propiedades con producciones forrajeras estables a lo largo del

tiempo y un manejo adecuado de las praderas que oriente a la aplicación de prácticas agronómicas y zootécnicas que potencien el uso eficiente de los recursos productivos de la granja como bien señalan Corzo *et al.*, (2004).

### 3.3.2.3. Manejo integrado de plagas y enfermedades

La lucha contra plagas y enfermedades se ha desarrollado acorde al crecimiento de la población agraria y el surgimiento de las tecnologías que sustentan las producciones intensivas, generalmente influidas por factores económicos y sociales como menciona Ospina (1998). Ante este hecho, el manejo integrado de plagas y enfermedades contribuye a introducir la lucha biológica y las prácticas agronómicas sostenibles y por ello es una etapa transitoria hacia el manejo agroecológico o ecológico de plagas y enfermedades con el que se plantea trabajar en la granja por una agricultura sostenible, para contribuir a minimizar los impactos medioambientales del uso de agroquímicos y lograr producciones de menos costos como bien lo señalan Torres *et al.*, (2002).

Vázquez (2004) coincide con los planteamientos anteriores, al mencionar que el manejo agroecológico de plagas viabiliza la producción agraria sostenible, porque implica aprovechar al máximo todas las prácticas agronómicas que se realizan al cultivo, todo lo cual presupone un manejo de las plagas con el mínimo o sin insumos externos y con gran aporte del agricultor que potencian la producción del sistema.

Un principio importante que debe tener presente el agricultor es que todo en la granja tiene relación. Independientemente del cultivo o la planta donde se haga alguna inversión, las plagas y sus enemigos naturales quizás serán beneficiados o perjudicados. Por ello hay que ser muy observador, para que todas las actividades de la granja beneficien a los cultivos y los biorreguladores y eviten o minimicen las afectaciones por plagas como lo indican Torres *et al.*, (2002) en el Manual Agropecuario. No obstante, la rotación y asociación de cultivos es la principal herramienta para reducir o mitigar el efecto de aquellos organismos causantes de enfermedades. Al respecto, Pérez y Vázquez (2001) y Veitía *et al.*, (2004) proponen algunas experiencias en cultivos anuales para el control sobre plagas de importancia (tabla 11).

**Tabla 11.** Efecto de la rotación y asociación de cultivos practicadas por los agricultores.

ROTACIÓN Y ASOCIACIÓN DE CULTIVOS		PLAGAS QUE SE REDUCEN	
		Nombre común	Nombre científico
Boniato-maíz		Tetuán del boniato	<i>Cylas formicarius</i>
Col-ajonjolí		Mosca blanca	<i>Bemisia tabaci</i>
		Polilla de la col	<i>Plutella xylostella</i>
		Pulgón de la col	<i>Brevicoryne brassica</i>
Maíz-yuca-frijol		Minador de la hoja	<i>Liriomyza trifolii</i>
		Mosca blanca	<i>Bemisia tabaci</i>
		Palomilla del maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>
		Primavera de la yuca	<i>Erinnyis ello</i>
		Pulgón del maíz	<i>Ropalosiphum maidis</i>
		Saltahojas de los frijoles	<i>Empoasca kraemeri</i>
		Trips de la yuca	<i>Frankliniella spp.</i>
		Trips de la papa	<i>Thrips palmi</i>
Maíz-tomate		Minador de la hoja	<i>Liriomyza trifolii</i>
		Mosca blanca	<i>Bemisia tabaci</i>
Papa	Maíz o sorgo	Malezas	Dicotiledóneas anuales
		Trips de la papa	<i>Thrips palmi</i>
Tomate	Ajonjolí	Maleza Don Carlos	<i>Sorghum halepense</i>
		Nematodo agallero	<i>Meloidogyne incognita</i>
Maíz	Maní	Nematodo agallero	<i>Meloidogyne incognita</i>

**Fuente:** Pérez y Vázquez, 2001 y Veitía *et al.*, 2004.

Por otro lado, se considera oportuno utilizar plantas medicinales (ver anexo 7), como una alternativa para el control fitosanitario y proveer de las mismas para el uso culinario y medicinal como lo indican Torres *et al.*, (2002). Además, con el fin de obtener resultados satisfactorios en la producción, se plantea llevar un registro del cultivo (ver anexo 8) que permita ejecutar un programa de control y monitoreo para identificar la especie, la planta hospedera y establecer las medidas correctivas necesarias como lo plantean Rivera (1997), Solórzano (2000) y Pérez *et al.*, (2001) al mencionar que un eficiente manejo agroecológico de plagas y enfermedades en cultivos, exige conocer el agente del daño para la aplicación de métodos no agresivos al medio ambiente.

### 3.3.3. Componente pecuario

Según Ospina (1998), tener una gran variedad de especies animales en la granja, es la mejor opción para lograr el aprovechamiento de los residuos dejados durante el proceso productivo diario. En tal sentido, se plantea trabajar con ganado mayor (bovinos y cerdos) y especies menores como: la gallina, el conejo, la abeja y la cría de peces (trucha), con el fin de diversificar las fuentes de ingreso y mantener el equilibrio entre plantas, animales y hombre.

Por otro lado, los bueyes además de suministrar fuerza de trabajo (tracción animal), proporcionarán estiércol para la elaboración de compost y lombrihumus, al igual que las demás especies inmersas en la granja. También proveerán de carne y otros derivados útiles para el hombre según mencionan López (2009), Zumbado (2009) y Azofeifa y Chávez (2005).

A lo anterior corroboran González y Olavarría (1990) al informar que la producción pecuaria suministra el 25% de las necesidades humanas de proteína y que además de ofrecer carne, leche, piel y miel, producen estiércol y controlan plagas y malezas. Por tanto, la producción pecuaria a más de ser un componente primordial dentro de la granja integral, es una alternativa de gran importancia en un sistema compuesto por una variedad de subsistemas en los que cada uno beneficia al otro, como lo enuncian Sanginés y Peraza (2009).

### 3.3.3.1. Ganado mayor

El ganado bovino desempeña un papel fundamental en la vida del ser humano, ya que además de generar alimento para el consumo del hombre, se utilizan como animales de tracción, en distintas labores agrícolas como lo indica Ospina (1998). Por ende, una vez establecido los pastos, aparte de los dos bueyes existentes, se propone introducir dos rumiantes más para la tracción animal y 20 vacas para la producción de leche.

Para el ordeño y las labores que sean necesarias para mantener la calidad productiva del ganado, se presenta el diseño de un establo (ver anexo 4) con 10 cubículos, comederos y corrales de entrada y salida del animal. Por otro lado, de acuerdo con Torres *et al.*, (2002), teniendo en cuenta que un bovino consume 2,5 % a 3 % de su peso corporal como forraje con base en materia seca, se recomienda hacer el respectivo cálculo para brindarle la alimentación requerida, como por ejemplo:

- ♣ 600 kg de peso x 2,5 % = 15 kg de materia seca ó
- ♣ 600 kg de peso x 3,0 % = 18 kg de materia seca.

Considerando que el cerdo es la única especie animal destinada a la producción exclusiva de carne como manifiesta Ospina (1998), se presenta el diseño de una cochiguera (ver anexo 4), con un almacén, corrales, comederos y bebederos, donde se ubicarán los 29 cerdos, que por el momento se alojan en las cochigueras que posee la granja. Para su alimentación se propone la utilización de desechos domésticos, residuos agrícolas en combinación con granos y forrajes según indican Corzo *et al.*, (2004).

No obstante, al igual que otras producciones, la sanidad de los cerdos es el eje del manejo general de los animales, teniendo siempre presente que la prevención y bioseguridad son las mejores maneras de controlar enfermedades y disminuir costos de producción. Por otro lado, el estiércol de los animales será aprovechado en el proceso de compostaje y obtención de humus de lombriz como abonos orgánicos para los cultivos en correspondencia con lo que plantea Val (2004).

En concordancia con Olguín (1985), se propone como una alternativa adicional, alimentar al ganado con algunas materias primas disponibles en la zona por su alto contenido en proteína bruta y fibra cruda (Tabla 12).

**Tabla 12.** Composición química de las materias primas propuestas para la alimentación del ganado mayor de la granja integral agroecológica “El Ganso”.

Materia prima	Proteína cruda %	Fibra cruda %
Maní	25,87	13, 19
Calabaza entera	14, 99	34, 66
Cáscara de calabaza	18, 07	16, 03
Pulpa de calabaza	37,93	19, 35
Semillas de calabaza	25, 00	17, 00
Pulpa y semillas de calabaza	2, 57	3, 41
Camote	31, 29	13, 23
Maíz	6, 58	4, 57
Ñame	12, 92	2, 96
Plátano verde sin cáscara	11, 26	33, 45
Yerba mora de monte	2, 07	4, 28
Yuca	21, 91	19, 47
Hoja de yuca	8, 70	33, 15

Fuente: Olguín, 1985.

Cabe recalcar que la planificación efectiva es de suma importancia para el buen desarrollo y logro de óptimos resultados, ya que errores iniciales no se resuelven después fácilmente y van en detrimento de la funcionalidad y rentabilidad de la granja.

### 3.3.3.2. Especies menores

La presencia de animales menores de diversas especies, contribuyen a la productividad total del sistema, complementándose entre sí en relación al aprovechamiento de los recursos según indican Torres, *et al.*, (2002). Al respecto, se propone trabajar conscientemente con gallinas, conejos, peces (truchas) y abejas

Sustenta lo planteado Sánchez (2000) al mencionar que las especies menores tienen mucho que ofrecer a los productores en cuanto a la alimentación e ingresos familiares (tabla 13) por la amplia variedad de opciones, la flexibilidad en la crianza y la demanda, actual y potencial de los productos.

**Tabla 13.** Características generales de las especies menores propuestas para la granja integral agroecológica “El Ganso”.

Especie	Producto	Características
Gallina ( <i>Gallus domesticus</i> )	Carne, huevo	Rusticidad, aceptación, valor de los productos
Conejo ( <i>Oryctolagus cuniculus</i> )	Carne, pelo, piel	Prolificidad, aceptación generalizada
Abeja ( <i>Apis mellifera</i> )	Miel, cera, polen, jalea real	Beneficios a la agricultura, alto valor de los productos, complementariedad con la agricultura
Trucha ( <i>Salmo trutta</i> )	Carne	Gran aceptación por el mercado.

**Fuente:** Sánchez, 2000.

Las gallinas se ubicarán en un galpón de 200 m<sup>2</sup> y tendrán libre pastoreo, ello les permitirá alimentarse de leguminosas, insectos y desechos de cultivos que proporcionarán una dieta más balanceada al ave, lo que disminuirá la necesidad de suplementar su alimentación. No obstante, los comederos y bebederos serán construidos con material de la zona según señalan Torres *et al.*, (2002). Por otro lado, las gallinas controlarán insectos y plagas cuando se les deje sueltas y sus excretas agilizarán la obtención de compostas.

Los conejos serán ubicados en dos conejeras, a razón de un macho por cada 12 hembras como lo indican Torres *et al.*, (2002). Si bien el conejo es un animal que consume casi todos los vegetales, incluidos los residuos de cocina, es importante ofrecerle una ración rica de proteínas y carbohidratos que le permitan tener un adecuado desarrollo según menciona Ospina (1998). Por su riqueza en nitrógeno, fósforo y potasio el estiércol del conejo será utilizado en el proceso de elaboración de humus de lombriz.

Ospina (1998) manifiesta que las abejas mejoran la productividad de los cultivos con el aumento de la polinización. En tal sentido, se plantea introducir dos colmenas móviles de fácil manejo y limpieza. Cada apiario tendrá un núcleo de aproximadamente 1000 abejas adultas como bien lo indican Torres *et al.*, (2002). Al igual que cualquier otra labor en la granja, el apiario requiere el uso de registros, para que el apicultor pueda medir y evaluar los rendimientos de la colmena y el efecto que el manejo implementado tiene sobre éstos.

La cría de peces puede realizarse en estanque de represa o en estanque de derivación según Ospina (1998). Por ende, las truchas se ubicarán en la represa de la granja a razón de 1000 alevines por  $\frac{1}{2}$  hectárea como lo especifican Torres *et al.*, (2002). Además indican que una condición básica para el cultivo de peces bien manejado es la capacidad de drenaje del agua. En tal sentido, se trabajará con buenas prácticas de cultivo de trucha, para asegurar una producción sostenible que manifiestan García y Calvario (2003) en el Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Trucha para la Inocuidad Alimentaria.

Los sistemas integrados maximizan la eficiencia en el uso de los recursos, debido a que se facilitan las interrelaciones de los ciclos internos de nutrientes, energía, materiales y fuerza de trabajo, que son factores clave para la implementación exitosa del modelo integrado de producción que contribuye a la sostenibilidad de la granja como lo especifican Funes *et al.*, (2009).

#### **3.3.4. Componente agroforestal**

La combinación de cultivos, árboles y animales da paso a una serie de interrelaciones que incluye el aprovechamiento del suelo de manera integral a

través de unidades forestales que permiten responder a situaciones problema de la cotidianidad rural como la necesidad de leña, proteína animal, fuertes vientos, ausencia de sombrío para animales y cultivos e insostenibilidad de la agricultura, como expresa Ospina (2003). Ante este contexto, se plantea trabajar el campo 12 y 13 con un sistema de cercas vivas, sistema forestal y un sistema silvopastoril para la producción animal.

No obstante, todo el agroecosistema productivo de la granja debe interrelacionarse entre sí, es de vital importancia, debido a que condicionan el éxito del sistema y proveen los principales puntos de intervención del hombre con la naturaleza de acuerdo a lo que expone Borel (1987) citado por Giraldo (1996).

El enfoque anterior coincide con lo expuesto por Funes *et al.*, (2009), quien menciona que la diversificación de cultivos, animales y árboles, favorecen el desarrollo de la biota del suelo, asociada a la descomposición de materia orgánica, la aparición de mayores poblaciones de insectos, la microfauna y mesofauna, relacionada con el control biológico, brindando oportunidades para la multifuncionalidad mediante la aplicación de sistemas agroecológicos.

#### **3.3.4.1. Sistema de Cercas vivas**

Las cercas vivas además de impedir el paso de las personas y animales, al separar un lote de otro, provee otros servicios (refresco de animales, control de la erosión, potenciación de la vida del suelo, regulación natural de poblaciones de insectos, diversidad paisajística, refugio y alimento para avifauna, conservación de la biodiversidad, etc.) y productos (forraje de corte, frutas, abonos verdes, madera, leña, etc.) como menciona Ospina (1996). En tal sentido, se sugiere utilizar el piñón florido (*Gliricidia sepium*), piñón de pito (*Erythrina berteroana*) y Leucaena (*Leucaena leucocephala*) como cercas vivas en todo el agroecosistema de la granja, sin que ello dificulte la introducción de otras especies previamente evaluadas.

Al planteamiento anterior corrobora Clavero (1997), al mencionar que la leucaena y el piñón florido son leguminosas arbóreas que además de aportar nitrógeno al

suelo, logran un buen balance de energía-proteína en el crecimiento, lactancia y reproducción del animal.

Por otro lado, se debe trabajar en el manejo agroforestal de las especies para fortalecer el crecimiento y desarrollo de las barreras vivas, ya que, al transcurrir el tiempo servirán como cortinas rompevientos y permitirán reducir la velocidad y energía del agua de escorrentía, retener el suelo arrastrado y regular el escurrimiento superficial de los cultivos como lo indican Tuero *et al.*, (2007).

Según Ospina (1996) la biodiversidad del agroecosistema se incrementa a medida que la creatividad y experimentación del hombre se agudizan, entonces, con la incorporación de cercas vivas es posible mejorar los resultados del sistema integrado de la granja como lo fundamenta Zumbado (2009) al mencionar que el principal objetivo del desarrollo sostenible es la protección del medio ambiente, enfatizando la responsabilidad del hombre de vivir armoniosamente con el ecosistema.

#### 3.3.4.2. Sistema forestal

Dada la caracterización única y la increíble variedad de vida de los bosques, su importancia es indiscutible en la granja. Además, los bosques están entre los ecosistemas más ricos del mundo en términos ecológicos, biológicos, económicos y sociales como bien lo enuncia McGinley (2009). Precisamente por el valor que poseen, se indica manejar adecuadamente el bosque de majagua (*Taliparitis elatum*) ubicado en el campo 13 de la granja que revierta en parte las tendencias de deforestación mediante la conservación, preservación y manejo sostenible.

En el manejo del bosque debe considerarse un componente vital. Las estrategias de conservación basadas en la protección estricta de áreas claves, combinadas con la conservación a través del uso y manejo sostenible con técnicas de aprovechamiento de bajo impacto que reduzcan el daño a la estructura y composición del bosque como lo señalan Dickinson *et al.*, (1996). Por otro lado, en analogía con el criterio de Martínez (2001) la conservación de la diversidad biológica se debe realizar de acuerdo a estándares y normas, a través de los

criterios e indicadores para el manejo forestal sostenible del Servicio Estatal Forestal (2004).

De acuerdo con Prabhu *et al.*, (1999), entre las medidas de sostenibilidad debe existir especificaciones con la fauna, estudio de especies forestales, que bien se está desarrollando en el campo 7 y mecanismos para la valoración y monitoreo del bosque. Afianza este criterio McGinley (2009) al señalar que es necesario el desarrollo de técnicas asequibles de evaluación y monitoreo de los impactos y resultados de las operaciones forestales así como medidas para la retroalimentación de esta información y la adaptabilidad de las mismas prácticas para poder contribuir a la conservación de la biodiversidad de la granja.

Al manejar el bosque adecuadamente, se promueve la regeneración de especies arbóreas y de sotobosque que permiten la recuperación del ecosistema de manera que el proceso pueda repetirse sobre una base sostenible. Delgado y Finegan (1999) corroboran lo mencionado al señalar que el bosque es fuente de riqueza al ser el hábitat de multitud de seres vivos que regulan, conservan y logran un equilibrio en la naturaleza, por ende es imprescindible incluirlos en proyectos de granjas integrales como bien lo plantea Lamprecht (1989).

#### **3.3.4.3. Sistema silvopastoril**

La actividad silvopastoril se enfoca a optimizar la producción pecuaria, las oportunidades para la granja, a mejorar la calidad del alimento y a la vez, generar un ingreso adicional por la venta de la madera según reporta Trujillo (2008). En tal sentido, es preciso diseñar un proyecto silvopastoril que integre suelo, pastura, árbol y animal como manifiesta Navas (2007), y para ello, se debe elegir especies arbóreas que acondicionen los sistemas de producción de carne y leche propuesto anteriormente, no sólo para mejorar la cantidad y calidad de los productos, sino para acceder a mercados especiales donde la conservación de los recursos naturales y el bienestar animal y social son pilares fundamentales.

Al analizar los criterios silvopastoriles de varios autores, se plantea acondicionar en el campo 13 los pastizales preestablecidos con árboles leguminosos como el piñón florido (*Gliricidia sepium*) y la leucaena (*Leucaena leucocephala*), éstos

proporcionaran nitrógeno al suelo, sombra al ganado, forraje y reciclaran nutrientes de los horizontes profundos del suelo. Al respecto Giraldo (1996) reporta producciones en piñón florido de hasta 2kg. de materia seca (MS) de alto valor nutritivo (18% de proteína) por árbol. Por otro lado Tuero *et al.*, (2007) menciona que en las Islas Mauricio se ha probado una dieta compuesta por 50% de pellets y 50% de hojas frescas de *Leucaena*, obteniéndose una ganancia de 23 g/día comparado con 20 g/día cuando se suministró solo pellets.

De acuerdo con Dart (1994) los arreglos de bancos forrajeros con *Gliricidia sepium* y *Leucaena leucocephala* presentan altas producciones de biomasa y una fijación de nitrógeno atmosférico por leguminosas arbóreas de hasta 300 Kg de N<sub>2</sub>/ha/año, efecto positivo en la reducción de costos por fertilización nitrogenada en la granja, además de la protección de la erosión hídrica y eólica que mejoran la calidad física y química del suelo, lo que permite una recuperación de las áreas de pasturas degradadas.

No obstante, la producción de biomasa a partir de especies arbóreas y arbustivas permite, en épocas de buena producción de las pasturas, suplementar a los animales de manera que se llenen los requerimientos nutricionales y se mejore la producción de carne y leche como lo indica la CONAFOR (2007). Del mismo modo, en las épocas en que se reduce la producción de pastura, los sistemas con especies leñosas (silvopastoril) pasan a ser la base de la alimentación, lo que permite conservar la carga animal en la granja y mantener o evitar la reducción drástica de la producción de leche y la pérdida de peso de los animales.

#### **3.4. Presupuesto requerido para la granja integral agroecológica**

A continuación se presenta el presupuesto del proyecto agroecológico, mediante el cual se estiman los gastos que se incurrirán en los costos para invertir en el desarrollo del mismo como lo indica Torres *et al.*, (2002). El análisis se desarrolló considerando cada indicador en valores para moneda nacional (MN) y para pesos convertibles (CUC), los mismos son contemplados en todo el proceso investigativo hasta su ejecución con las etapas de ingeniería.

La tabla 14, resume el presupuesto calculado para la inversión total del proyecto agroecológico descrito anteriormente.

**Tabla 14.** Presupuesto del proyecto.

Partidas del gasto	U/M	Cantidad	Precio Unitario		Costo Total	
			MN	CUC	MN	CUC
<b>Infraestructura</b>					<b>157.200,00</b>	
Vivienda	72 m <sup>2</sup>	1	25.000,00		25.000,00	
Administración	40 m <sup>2</sup>	1	12.000,00		12.000,00	
Cocina-comedor	63 m <sup>2</sup>	1	14.500,00		14.500,00	
Casa de cultivo	120 m <sup>2</sup>	1	18.000,00		18.000,00	
Garaje	58 m <sup>2</sup>	1	13.000,00		13.000,00	
Cochiguera	188 m <sup>2</sup>	1	52.000,00		52.000,00	
Establo	60 m <sup>2</sup>	1	12.000,00		12.000,00	
Apiario	Unid.	2	125,00		250,00	
Gallinero	200 m <sup>2</sup>	1	200,00		200,00	
Conejera	Unid.	2	125,00		250,00	
Otros gastos			10.000,00		10.000,00	
<b>Total gastos directos de materiales y mano de obra.</b>					<b>5.136,00</b>	
Análisis químico-físico de suelos	Unid.	60	28,94		1.736,00	
Especialistas	Unid.	3	800,00		2.400,00	
Otros gastos			1.000,00		1.000,00	
<b>Total gastos indirectos</b>						<b>886,50</b>
Hojas de papel bon	Millar	2		4,00		8,00
Lápiz	Unid.	5		0,50		2,50
Libretas	Unid.	4		2,00		8,00
Cinta de impresión	Unid.	2		4,00		8,00
Laptop	Unid.	1		800,00		800,00
Impresora	Unid.	1		60,00		60,00
<b>Total de gastos</b>					<b>162.336,00</b>	<b>886,50</b>
Imprevistos (10%)					16.233,60	88,65
<b>Total de presupuesto</b>					<b>178.569,60</b>	<b>975,15</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos estimados.

Analizando el presupuesto anterior, se observa que los mayores gastos se realizan en la creación de la infraestructura, aspecto que se justifica por la necesidad de construir un ambiente lo suficientemente acondicionado para lograr la satisfacción del granjero y sus empleados, y facilitar los procesos productivos, lo que generará las condiciones para el futuro desarrollo del encargo social que tendrá la entidad, con énfasis en el apoyo al proceso docente educativo y profesional de los estudiantes de carreras agropecuarias de la Universidad de Pinar del Río.

**Tabla 9.** Modelo de sistema de rotación y asociación de cultivos para la granja integral agroecológica “El Ganso”

PRIMER AÑO (2010)												
Campo	Primavera						Frío					
	May.	Jun.	Jul.	Agost.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.
2	So+Fjt	So+Fjt	So+Fjt	So+Fjt	//	To+Aj	To+Aj	To+Aj	To+Aj	Fjt	Fjt	Fjt
3	Fjt	Fjt	Fjt	//	Yc+Mz+Ca							
4	B	B	B	//	Mz+Fjt	Mz+Fjt	Mz+Fjt	Mz+Fjt	//	Yc+ca	Yc+ca	Yc+ca
5	Yc+ca	Yc+ca	Yc+ca	Yc+ca	Yc+ca	Yc+ca	Yc+ca	Yc+ca	B	B	B	//
SEGUNDO AÑO (2011)												
Campo	Primavera						Frío					
	May.	Jun.	Jul.	Agost.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.
2	//	Yc+Ca	Yc+Ca	Yc+Ca	Yc+Ca	Yc+Ca	Yc+Ca	Yc+Ca	Yc+Ca	B	B	B
3	B	B	B	//	Mz+Fjt	Mz+Fjt	Mz+Fjt	Mz+Fjt	//	Bo+ca	Bo+ca	Bo+ca
4	Yc+ca	Yc+ca	Yc+ca	Yc+ca	Yc+ca	Fjt	Fjt	Fjt	//	Pe+Mz	Pe+Mz	Pe+Mz
5	Mz+Fjt	Mz+Fjt	Mz+Fjt	Mz+Fjt	//	Bo+Ca	Bo+Ca	Bo+Ca	Bo+Ca	Fjt	Fjt	Fjt

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los análisis geoestadístico, 2010.

**Leyenda:**

- ♣ B = Barbecho
- ♣ // = Preparación del suelo
- ♣ Fjt = Frijol de terciopelo
- ♣ Pe = Pepino
- ♣ Ca = Calabaza
- ♣ Bo = Boniato
- ♣ To = Tomate
- ♣ Mz = Maíz
- ♣ Yc = Yuca
- ♣ So = Sorgo
- ♣ Aj = Ajonjolí

**Asociaciones:**

- ♣ So+Fjt = 2:1
- ♣ To+Aj = 3:1
- ♣ Yc+Mz+Ca = 3:2
- ♣ Mz+Fjt = 1:2
- ♣ Yc+ca = 3:2
- ♣ Bo+ca = 5:1
- ♣ Pe+Mz = 3:1

## CONCLUSIONES

- ⌚ Los principios teóricos permitieron establecer la estructura del diseño de una granja integral agroecológica para la finca “El Ganso”, que comprende los componentes: social, agrícola, pecuario y forestal; todos interrelacionados entre sí por la convivencia armónica del ser humano con la naturaleza en un medio agroecológico.
- ⌚ Los estudios demuestran que la granja integral agroecológica es sostenible y sustentable, debido a que proporciona seguridad alimentaria, un sistema de reciclaje, completa independencia de insumos químicos, recuperación del suelo en un ambiente adecuado y acogedor para el personal de campo que trabaja en la granja.
- ⌚ El diseño propone una alternativa de granja integral agroecológica, con un esquema de funcionamiento sostenible, un sistema de mutuo beneficio, donde cada subsistema se relaciona entre sí, a través del reciclaje de sus elementos con participación activa de todos los miembros que conforman el proyecto.

## RECOMENDACIONES

- ① Viabilizar la ejecución del proyecto para llevar a la práctica los conocimientos agroecológicos, con el fin de promover el desarrollo social, agrícola, pecuario y forestal de la granja integral agroecológica “El Ganso”.
- ① Capacitar al personal que trabaja en la granja en el componente social, agrícola, pecuario y forestal para generar eficiencia en la toma de decisiones que tributen a una mayor producción.
- ① Vincular a los estudiantes de las carreras de ingeniería agronómica y forestal en la ejecución del proyecto agroecológico que se propone como parte de su proceso de formación profesional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACTAF (Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales). 2008. Abonos orgánicos: Compost, lombricultura y abonos verdes. Instituto de Investigaciones de pastos y Forrajes del Ministerio de la Agricultura. La Habana. 57 p.
- Algunas cosas que debemos saber sobre los pastos y forrajes para alcanzar buenos resultados en su explotación en la producción ganadera [diapositiva]. 2010. Ruiz. La Habana, Cuba. Instituto de Ciencia Animal (ICA). 28 diapositivas, color.
- Altieri, M. 1994. Biodiversity and pest management in agroecosystems. New York. Hayworth Press. 185 p.
- Altieri, M. 1995. Agroecology: The science of sustainable agriculture. Boulder. Westview Press.
- Altieri, M. 2001. Agroecología: Principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables [en línea]. Disponible en:  
<http://infoagro.net/shared/docs/a2/AgroecAltieri.pdf>  
[Consulta: 20 de diciembre 2009].
- Altieri, M. 2009. La agroecología frente a la crisis alimentaria global [en línea]. Disponible en:  
<http://www.flacsoandes.org/dspace/bitstream/10469/876/1/02.%20Dossier.%20Crisis%20alimentaria.%20La%20agroecolog%c3%ada%20frente%20a%20la%20crisis%20alimentaria%20global.%20Miguel%20A.%20Altieri.pdf>  
[Consulta: 20 de diciembre 2009].
- Altieri, M. y Anderson, M. 1986. An ecological basis for the development of alternative agricultural systems for small farmers in the Third World . American Journal of Alternative Agriculture 1:30-38.
- Altieri, M. y Letourneau, K. 1982. Vegetation management and biological control in Agroecosystem. Crop Protection. p. 405-430.
- Altieri, M. y Nicholls, C. 2000. Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable [en línea]. Disponible en:

<http://www.ambiente.gov.ar/infoteca/aea/descargas/altieri01.pdf>

[Consulta: 20 de diciembre 2009].

Azofeifa, R. y Chaves, M. 2005. La finca integral como opción para aprovechar mejor los recursos de la finca y proteger la naturaleza. San José. CR. INTA. 6p.

Barg, R. y Armand, F. 2007. Agricultura agroecológica-orgánica en el Uruguay. Principales conceptos, situación actual y desafíos [en línea]. Disponible en:

[http://www.rap-al.org/articulos\\_files/AGRICULTURA\\_AGROECOLOGICA.pdf](http://www.rap-al.org/articulos_files/AGRICULTURA_AGROECOLOGICA.pdf)

[Consulta: 24 de noviembre 2009].

Barzev, R. 2002. Valoración económica integral de los bienes y servicios ambientales de la reserva del hombre y la biosfera de Río Plátano [en línea].

Disponible en:

<http://www.rlc.fao.org/foro/psa/pdf/valoreco.pdf>

[Consulta: 09 de mayo 2010].

Bertsch, F. *et al.* 2002. Site-specific nutrient management in the highlands of Cartago province. Better Crops International 16(1): 16-19.

Burrough, P. y McDonnell R. 1998. Principles of geographical information systems. Oxford University. 333 p.

Cairo, P. y Fundora, O. 2005. Edafología. Segunda parte. La Habana. Editorial Félix Varela. 476 p.

Cairo, P. y Fundora, O. 2007. Edafología. Primera parte. La Habana. Editorial Félix Varela. p. 153-177.

Canales, C. y Tapia, M. 1987. Producción y manejo de forrajes en los Andes del Perú. Ayacucho. Universidad Nacional de San Cristóbal de Humanga. PISA.

CERES. 2009. Rotación de cultivos y leguminosas. Exigencias mínimas para la rotación de cultivos, cultivos de cobertura y leguminosas. Política de CERES.

Cerri, C. *et al.* 2004. Assessment of soil property spatial variation in an Amazon pasture: basis for selecting an agronomic experimental area. Geoderma 123(1/2): 51-68.

- Clavero, T. 1997. Uso de los árboles forrajeros en la ganadería tropical. En: Estrategias de alimentación para la ganadería tropical. Centro de transferencia de tecnología en pastos y forrajes. Maracaibo, Venezuela. p 101-109.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2007. Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas. Tercera Edición. Zapopan, Jalisco, México. 298 p.
- Corzo, J. *et al.* 2004. Zootecnia general, un enfoque ecológico. Editorial Félix Varela. La Habana, Cuba. 155 p.
- Chamú, J. 2009. Los beneficios de enseñar la lombricultura [en línea]. Disponible en:  
[http://www.mexicoforestal.gob.mx/index.php/formacion\\_forestal/detalle/los\\_beneficios\\_de\\_ensajar\\_la\\_lombricultura](http://www.mexicoforestal.gob.mx/index.php/formacion_forestal/detalle/los_beneficios_de_ensajar_la_lombricultura)  
[Consulta: 02 de mayo 2010].
- Dart, P. 1994. Microbial symbioses of tree and shrub legumes. En: Gutteridge, R. C. y H. M. Shelton (edt). Forage tree legumes in tropical agriculture. Wallingford, UK. Cab Internacional. p. 143-157.
- Dávalos, R. y Basail, A. 1997. Desarrollo urbano: proyectos y experiencias de trabajo, La Habana, Universidad de La Habana, pp. 13-17.
- Delgado, D. y Finegan, B. 1999. Biodiversidad vegetal en bosques manejados. Revista Forestal Centroamericana. 25:14-20.
- Demmers, M. 1999. Fundamentals of geographic information systems. 2 ed. Wiley. 498 p.
- Dickinson, M. *et al.* 1996. Natural forest management as a conservation tool in the tropics: divergent views on possibilities y alternatives. Commonwealth Forestry Review. p 309-315.
- Domínguez, S. y Avalos, M. 2009. Árboles frutales: cuidado de ellos para su crecimiento. Edición Floral. San Juan de Río. 4 p.
- Duarte, E. 1994. Manual práctico para la conservación de los suelos. La Habana, Cuba. 131 p.

- Edwards, C. *et al.* 1993. The role of agroecology and integrated farming systems in agricultural sustainability. *Agricultural Ecosystems Environment*. p. 99-121.
- Espinoza, F. 2001. Manual de Diseño de Sistemas de Riego Tecnificado [en línea]. Disponible en:  
[http://ing.usalca.cl/~fespinos/leonardo\\_gaete\\_vergara.pdf](http://ing.usalca.cl/~fespinos/leonardo_gaete_vergara.pdf)  
[Consulta: 02 de mayo 2010].
- EuroSur. 2010. Medio Ambiente, Subdesarrollo y Dependencia [en línea]. Disponible en:  
[http://www.eurosur.org/medio\\_ambiente](http://www.eurosur.org/medio_ambiente)  
[Consulta: 23 de abril 2010].
- FAO. 1990. Conservación de suelos para los pequeños agricultores en las zonas tropicales húmedas. Boletín de suelos de la FAO No. 60. Roma. 122p.
- FAO. 1996. Planificación y manejo integrado de cuencas hidrográficas en zona árida y semiárida de América Latina. Serie: Zonas áridas y semiáridas N° 7. Editor FAO Santiago de Chile. 321 p.
- FAO. 2002. Agua y Cultivos. Logrando el uso óptimo del agua en la agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación. Roma.
- FAO. 2009 Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas en un contexto de Prevención, Mitigación y Adaptación a los efectos del Cambio Climático [en línea]. Disponible en:  
<http://www.rlc.fao.org/es/tecnica/redlach/boletines/revredlach.pdf>  
[Consulta: 26 de abril 2010].
- FAO. 2010. Agriculture strategically important for Latin America and the Caribbean [en línea]. Disponible en:  
<http://www.fao.org/news/story/en/item/41867/icode/>  
[Consulta: 26 de abril 2010].
- Faz, B. y Fernández, C. 1991. Principios de protección de plantas. La Habana. Editorial Pueblo y Educación. 601 p.

- Fernández, L. y Luis, J. 1994. Barrena de Extracción de Muestras de Suelo para la Determinación del Peso Volumétrico. Patente Certificado Número 22 316, Oficina Nacional de Invenciones, Información Técnica y Marcas, Cuba.
- Finch, C. y Sharp, C. 1976. Cover crops in California orchards and vineyards. Washington D.C. USDA Soil Conservation Service.
- Flint, M. Roberts, P. 1998. Using crop diversity to manage pest problems: some California examples. American Journal of Alternative Agriculture. p. 164-167.
- Forján, H. 2002. Hacia una agricultura sustentable. Chacra experimental integrada Barrow. Convenio INTA-Ministerio de Asuntos Agrarios de la provincia de Buenos Aires.
- Fuentes, A. 1995. Suelo, uso, conservación y mejoramiento. Ediciones Agrinfor. La Habana. 49 p.
- Fuentes, A. *et al.* 2004. Indicaciones prácticas de conservación de suelos para los agricultores. Ediciones Agrinfor, Instituto de suelos del Ministerio de la Agricultura. La Habana. 76p.
- Funes, F. 2000. Integración ganadería-agricultura con bases agroecológicas. Plantas y animales en armonía con la naturaleza y el hombre.
- Funes, F. 2008. Evidencias científicas sobre intensificación ecológica para la producción de alimentos en Cuba. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Universidad de Matanzas. Ministerio de Educación Superior. 23p.
- Funes, F. *et al.* 2009. Diversidad y eficiencia: Elementos clave de una agricultura ecológicamente intensiva. Agroecología. Volumen 25. Número 1.
- García, A. y Calvario, O. 2003. Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Trucha para la Inocuidad Alimentaria. ISBN: 968-5384-05-3. México. 86 p.
- García, R. 1995. La conversión hacia una agricultura orgánica. Agricultura Orgánica No 1. p. 8-11.

- Gear, A. 2009. Abonos verdes. La era agrícola # 16. Venezuela.
- Giaccio, G. 2002. La agroecología y su aporte a la conservación de los recursos naturales [en línea]. Disponible en:  
<http://www.inta.gov.ar/barrow/info/documentos/Agroecolog%C3%ADa/agroecología.pdf>  
[Consulta: 8 de noviembre 2009].
- Gil, R. 2007. El Comportamiento Físico-Funcional de los Suelos. Instituto de Suelos. INTA Castelar.
- Giraldo, L. 1996. El potencial de los sistemas silvopastoriles para la ganadería sostenible. Pasturas Tropicales. Medellín. CORPOICA. 194 p.
- Giraldo, L. 1996. El Potencial de los sistemas silvopastoriles para la ganadería sostenible. Pasturas Tropicales. Medellín, Colombia. Ediciones CORPOICA, 194p.
- Gliessman, S. 2001. Agroecología: Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible. Costa Rica. CATIE, Turrialba.
- González, M. 1992. Agroecología: Bases teoricas para una historia agraria alternativa. Universidad de Granada. Chile, CLADES Agroecología y Desarrollo. Número 4.
- González, J. y Olavarría, J. 1990. Producción pecuaria. Editorial Jus. México. 27p.
- González, M. 1992. Agroecología: Bases teóricas para una historia agraria alternativa [en línea]. Disponible en:  
<http://www.pronaf.gov.br/dater/arquivos/0730619716.pdf>  
[Consulta: 20 de diciembre 2009].
- Gourou, P. y Papy, P. 2009. Compendio de Geografía General Editorial RIALP ISBN 84-321-0249-0. 20 p.
- Guillou, G. y Scharpé, A. 2001. La agricultura ecológica [en línea]. Disponible en:  
<http://www.infoagro.net/shared/docs/a5/Gcomer17.pdf>  
[Consulta: 02 de mayo 2010].
- Guzmán, G. *et al.* 2000. Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. Madrid. Edicipones MUNDI Prensa.

- Hart, R. 1985. Agroecosistemas. Principios básicos y aplicaciones. Costa Rica. CATIE. 138 p.
- Henríquez, C. y Cabalceta, G. 1999. Guía práctica para el estudio introductorio de los suelos con un enfoque agrícola. San José, Costa Rica. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo, UCR/CIAACCS. 60 p.
- Hernández, A. 1995. Los sistemas de cultivos múltiples o policultivos. Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova. La Habana. p. 6.
- Hernández, O. *et al.* 2008. Manual de agricultura de conservación, Guía de trabajo. Guantánamo. Ediciones Agustín García Marrero. 48 p.
- InfoAgro. 2010. Diccionario Agrícola [en línea]. Disponible en:  
[http://www.infoagro.com/diccionario\\_agricola/traducir.asp?i=1&id=154](http://www.infoagro.com/diccionario_agricola/traducir.asp?i=1&id=154)  
[Consulta: 28 de febrero 2010].
- InfoAgro. 2010. Relación entre el clima y la productividad agraria: Diferencias regionales y entre cultivos [en línea]. Disponible en:  
[http://www.infoagro.com/hortalizas/relacion\\_clima\\_cultivo.htm](http://www.infoagro.com/hortalizas/relacion_clima_cultivo.htm)  
[Consulta: 23 de abril 2010].
- Ingaramo, O. 2003. Evaluación de la densidad aparente en diferentes sistemas de laboreos de suelo, en el NO de la Península Ibérica [en línea]. Disponible en:  
<http://www1.unne.edu.ar/cyt/2003/comunicaciones/05-Agrarias/A-032.pdf>  
[Consulta: 22 de abril 2010].
- INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias). 2009. Métodos de Riego. Santa Cruz. Ediciones PROMM. 23 p.
- Jenkins, J. *et al.* 2000. Spatial variability of phosphorus retention capacities for various fields. *In*: Proceedings of the fifth international conference on precision agriculture. P.C. Robert, R.H. Rust and W.E. Larson (eds). ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI.
- Jordán, A. *et al.* 2001. Programa nacional de mejoramiento y conservación de suelos. Ediciones Agrinfor, Instituto de suelos del Ministerio de la Agricultura. La Habana. 39 p.

- Journel, A. y Huijbregts, C. 1978. Mining geostatistics. New York. Academic Press.
- Kliwer, I. *et al.* 2000: Cost and herbicide reduction in the no-tillage system by using green manure cover crops in Paraguay. Conference, Fort Worth. Texas, USA.
- Lamprecht, H. 1989. Silviculture in the Tropics: Tropical Forestry Ecosystems and their Tree Species and Methods for Their Long Term Utilization. Eschborn. Alemania Occidental.
- Linares, C. y García, M. 2004. Uso, manejo y conservación de suelos. La Habana, Cuba. 68 p.
- Lop, A. *et al.* 2005. Curso de riego para agricultores [en línea]. Disponible en: [http://assets.wwfspain.panda.org/downloads/curso\\_de\\_riego\\_definitivo.pdf](http://assets.wwfspain.panda.org/downloads/curso_de_riego_definitivo.pdf) [Consulta: 02 de mayo 2010].
- López, G. 2009. Modulo de conservación del suelo. La erosión. Ecuador. Ciclo II.
- Lozano, J. 2005. Agricultura y producción animal sostenible. Pinar del Río. Sede Universitaria Municipal.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2008. Fincas integrales didácticas: Manual técnico y operativo [en línea]. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/circulares/pfpas-manual-operativo-fid-6.pdf> [Consulta: 29 de diciembre 2009].
- Martínez, E. *et al.* 2007. Manual técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida. La Habana. Sexta Edición. ACTAF e INIFAT. 184p.
- Martínez, H. 2001. La certificación forestal y cadena de custodia. Aspectos técnicos y retos para su puesta en práctica. San José, Costa Rica. 41 p.
- McGinley, K. 2009. El manejo del bosque natural tropical y su impacto en la diversidad de la fauna. Una visión general integrada. Turrialba, Costa Rica. 30p.

- Monzote, M. *et al.* 2001. Fincas integradas ganadería-agricultura con bases agroecológicas. Para cultivar biodiversidad [en línea]. Disponible en:  
[http://74.125.93.132/search?q=cache:Fw4KHc37qdwJ:www.semillas.org.co/publicaciones/experiencia\\_cuba.pdf+documentos+en+pdf+acerca+de+una+granja+integral+agroecol%C3%B3gica&cd=26&hl=es&ct=clnk&gl=cu&client=firefox-a](http://74.125.93.132/search?q=cache:Fw4KHc37qdwJ:www.semillas.org.co/publicaciones/experiencia_cuba.pdf+documentos+en+pdf+acerca+de+una+granja+integral+agroecol%C3%B3gica&cd=26&hl=es&ct=clnk&gl=cu&client=firefox-a)  
[Consulta: 2 de enero 2010].
- Mueller, T. *et al.* 2004. Map quality for ordinary kriging and inverse distance weighted interpolation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68:2042-2047.
- Muñoz, J. 1996. Granjas integrales autosuficientes en Ecuador [en línea]. Disponible en:  
<http://base.d-p-h.info/es/fiches/premierdph/fiche-premierdph-2913.html>  
[Consulta: 26 de abril 2010].
- Myers, D. 1987. Optimization of sampling locations for variogram calculations. *Water Resources Research* 23(3): 283-293.
- Nair, P. 1982. Soil productivity aspects of agroforestry. Nairobi. ICRAF.
- NAL (Biblioteca Nacional de Agricultura). 2010. Glosario de términos agrícolas [en línea]. Disponible en:  
[http://agclass.canr.msu.edu/glossary\\_az\\_sz\\_es.shtml](http://agclass.canr.msu.edu/glossary_az_sz_es.shtml)  
[Consulta: 28 de febrero 2010].
- Navas, A. 2007. Sistemas silvopastoriles para el diseño de fincas ganaderas sostenibles [en línea]. Disponible en:  
[http://www.produccionbovina.com/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/manejo%20silvopastoril/85-sistemas.pdf](http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/manejo%20silvopastoril/85-sistemas.pdf)  
[Consulta: 31 de enero 2010].
- Ñique, M. 2008. Glosario ambiental multidisciplinario. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú. Tingo María. 99 p.
- Olgúin, P. 1985. Producción de alimentos no convencionales para consumo animal. Perspectivas de la biotecnología en México. Fundación Barros Sierra.
- Orozco, M. 2006, Fomento de la agricultura sostenible mediante el establecimiento de un sistema de garantías de calidad en los procesos productivos y de comunicación a los consumidores. Barcelona, España. 370 p.

- Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ingeniería de Proyectos: Medioambiente, Seguridad, Calidad y Comunicación). Universidad de Catalunya.
- Orquera, A. y Tello, C. 2008. Diseño de una granja integral modelo para su implementación en el C.A.D.E.T. Tumbaco-Pichincha [en línea]. Disponible en: <http://www.uce.edu.ec/upload/20090617125033.pdf>  
[Consulta: 6 de noviembre 2009].
- Ospina, A. 1996. Generalidades agroforestales de cercas vivas y barreras rompevientos. Cali, Colombia. Fundación Ecovivero. 40 p.
- Ospina, A. 2002. La agroforestería: un saber popular [en línea]. Disponible en: <http://www.ecovivero.org/Ecoarticuloabril.pdf>  
[Consulta: 24 de enero 2010].
- Ospina, A. 2003. Agroforestería: aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal. Cali, Colombia. Ediciones ACASOC, 205 p.
- Ospina, J. 1998. Granja integral moderna. En su: Enciclopedia Agropecuaria. Colombia. Editorial TERRANOVA. p. 169-194.
- Pacheco, J. *et al.* 1995. Riego y Drenaje. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. 414 p.
- Palomeque, E. 2009. Sistemas agroforestales. México. 29 p.
- Pearson, C. e Ison, R. 1987. Agronomy of grassland systems. Cambridge. Cambridge University Press.
- Peña, M. 2004. Explotación de pastos y forrajes. La Habana. Editorial Félix Varela. Tomo I. 336 p.
- Pérez *et al.*, 2001. Manejo ecológico de Plagas, Transformando el campo cubano: Avances de Agricultura sostenible. Ediciones ACTAF. La Habana, Cuba. p 191-224.
- Pérez, N. y Vázquez, L. 2001. Manejo ecológico de plagas. En: Transformando el campo cubano. Avances de la agricultura sostenible. Ediciones AFTAF. La Habana. p 191-223.

- Petersen, G. *et al.* 1995. Geographic information systems in agronomy. *Advances in Agronomy* 55: 67-105.
- Pozo, P. y Peña, M. 2004. *Explotación de pastos y forrajes*. Tomo II. Editorial Félix Varela. La Habana, Cuba. 327 p.
- Prabhu, R. *et al.* 1999. Guidelines for developing, testing and selecting criteria and indicators for sustainable forest management: A C&I Developer's Reference. Jakarta, Indonesia. CIFOR. 186 p.
- Producción de carne en pastoreo con gramíneas tropicales [diapositiva]. 2010. Díaz. La Habana, Cuba. Instituto de Ciencia Animal (ICA). 29 diapositivas, color.
- Ramírez, R. 2005. Manejo de sistemas agroforestales. 11 p.
- Ramón, J. *et al.* 1996. La lombricultura 1. Una opción ecológica. *Agricultura orgánica* 2. p 13-15.
- Ramos, G. 2000. Filosofía y actividad humana: Significación para la formación humanística del profesional universitario en las carreras técnicas [en línea]. Disponible en:  
<http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/tesis/index/assoc/HASH75e3.dir/doc.pdf>  
[Consulta: 23 de abril 2010].
- Renda, A. *et al.* 1997. *La agroforestería en Cuba*. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.
- Rivera, N. 1997. Normas Técnicas del programa de Productores Orgánicos, MAYACERT (Certificadora Maya). Guatemala C. A. Segunda impresión.
- Rossiter, D. 2004. Metodologías para el levantamiento del recurso suelo? [en línea]. Disponible en:  
[http://www.itc.nl/~rossiter/teach/ssm/SSM\\_LectureNotes2\\_E.pdf](http://www.itc.nl/~rossiter/teach/ssm/SSM_LectureNotes2_E.pdf)  
[Consulta: 3 de abril 2010].
- Rouanet, J. *et al.* 2005. *Rotaciones de Cultivos y sus Beneficios para la Agricultura del Sur*. Ediciones Rouanet. Santiago, Chile. 91 p.
- Sabino, C. 1991. *Diccionario de Economía y Finanzas* [en línea]. Disponible en:

<http://www.eumed.net/cursecon/dic/M.htm>

[Consulta: 28 de febrero 2010].

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2009. La granja ecológica integral [en línea]. México. Disponible en:

<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/La%20granja%20ecol%C3%B3gica%20integral.pdf>

[Consulta: 3 de enero 2010].

Sánchez, G. *et al.* 2003. Densidad aparente en un vertisol con diferentes agrosistemas [en línea]. Disponible en:

[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-18442003000600007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-18442003000600007&script=sci_arttext)

[Consulta: 22 de abril 2010].

Sánchez, M. 2000. Potencial de las especies menores para los pequeños productores [en línea]. Disponible en:

[http://www.fao.org/fileadmin/templates/lead/pdf/02\\_article03\\_es.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/lead/pdf/02_article03_es.pdf)

[Consulta: 31 de enero 2010].

Sanginés, L. y Peraza, A. 2009. Granjas integrales: experiencia productiva en la selva Lacandona de México [en línea]. Disponible en:

<http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/rccpn/rev72/72leonorChiapas.htm>

[Consulta: 24 de enero 2010].

Schepers, J. *et al.* 2000. Site specific considerations for managing phosphorus. *J. Environ. Qual.* 29: 125-130.

Solórzano, R. 2000. Métodos no tóxicos para el control sostenible. Cuba. 270 p. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias de la Educación).

Sommer, C. 1979. Bodenverdichtung und ihre Beurteilung. *Zeitschr. Kulturtechnik Flurbereinigung* 20: 257-268.

Sotto, P. *et al.* 2009. El uso de los équidos en el trabajo agrícola en Cuba. Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria (IIMA), La Habana, Cuba.

Suárez, F. 1965. Conservación de suelos. Ediciones Rev. La Habana. p 149-163.

- Sumner, D. 1982. Crop rotation and plant productivity. In: Handbook of Agricultural Productivity. Florida. Vol I. CRC Press.
- Torres, C. *et al.* 2002. Granja Integral Autosuficiente. En su: Manual Agropecuario. Colombia. Editorial UMERIN S.A. 1093 p.
- Trangmar, B. *et al.* 1985. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. *Advances in Agronomy* 38:45-94.
- Trujillo, N. 2008. Silvopastoreo: árboles y ganado, una alternativa productiva. *Forestal. Revista-MM.* p. 22-29.
- Tuero, *et al.* 2007. Propuesta sobre la creación de una finca integral agroecológica. Pinar del Río, Cuba. 30 p.
- Urrutia, L. 2003. Sociología y trabajo social aplicado. La Habana. Editorial Felix Valera. p. 38.
- Val, A. 2004. Glosario de términos sobre reciclaje. Edita: Instituto Juan de Herrera. Madrid, España. 25 p.
- Van Groenigen. 2000. Soil sampling strategies for precision agricultura research under Sahelian conditions. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64: 1674-1680.
- Van Horn, M. 1995. Compost production and utilization: A growers guide. Workshop proceedengs "Agricultural use of compost". Salinas. p 13-14.
- Vandermeer, J. 1989. The ecological basis of alternative agriculture. *Annual Review of Ecological Systems.* p. 201-224.
- Vázquez, L. 2004. El manejo agroecológico de la finca. Una estrategia para la prevención y disminución de afectaciones por plagas agrarias. Ed. ACTAF Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal- Entre Pueblos. Ciudad de La Habana, Cuba. 121 p.
- Veitía, M. *et al.* 2004. Diagnóstico de la usanza de los policultivos por los agricultores del municipio de Alquizar, La Habana y su percepción sobre los efectos fitosanitarios. En: V Seminario científico internacional de sanidad vegetal. Ciudad de la Habana.

Zapata, N. 1999. Mejora del riego por inundación mediante el uso de modelos de simulación y su verificación en el campo. Zaragoza, España. 270 p. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ingeniería de Proyectos: Medioambiente, Seguridad, Calidad y Comunicación). Universidad de Lleida. Escuela Técnica Superior Déngeinyeria Agrária.

Zumbado, F. 2009. La finca integral. Una gran oportunidad para los productores agropecuarios [en línea]. Disponible en:

<http://www.ecag.ac.cr/revista/ecag46/nota11.htm>

[Consulta: 02 de mayo 2010].

## ANEXOS

### Anexo 1. Bienes de la granja “El Ganso”



**Figura 1.** Cocina-comedor



**Figura 2.** Oficina



**Figura 3.** Yunta



**Figura 4.** Grada



**Figura 5.** Cochiguera



**Figura 6.** Porcino (Cerda)

**Anexo 2.** Caracterización de las propiedades químicas del suelo para establecer el sistema de rotación y asociación de cultivos a través de la modelación geostatística.

# de Muestras	Coordenadas Lambert		Propiedades Agroquímicas										
	X	Y	pH KCl	mg/100g		M.O %	meq/100g de suelo				S	T	T-S
				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>			
m 1	220197,14	283033,81	4,70	8,50	10,00	2,07	5,52	2,58	0,14	0,24	8,48	10,49	2,01
m 2	220168,53	283034,33	4,60	8,63	12,00	1,50	5,60	2,68	0,09	0,24	8,61	10,68	2,27
m 3	220139,93	283034,84	4,50	9,14	11,00	2,04	5,52	2,64	0,14	0,21	8,51	10,64	2,13
m 4	220111,32	283035,36	4,80	11,04	13,00	1,53	5,44	2,12	0,14	0,24	7,94	10,06	2,12
m 5	220197,70	283064,56	5,00	9,01	13,00	1,52	5,44	2,12	0,19	0,26	8,01	10,13	2,12
m 6	220169,09	283065,08	4,70	9,90	12,00	1,68	5,68	2,34	0,09	0,24	8,35	10,42	2,07
m 7	220140,48	283065,59	4,80	10,16	14,00	2,28	5,76	2,24	0,28	0,26	8,54	10,49	1,95
m 8	220111,88	283066,11	4,90	9,45	15,00	1,80	5,68	2,26	0,14	0,35	8,43	10,35	1,92
m 9	220198,25	283095,31	5,00	9,01	15,00	2,28	5,76	2,30	0,09	0,35	8,50	10,42	1,92
m 10	220169,64	283095,83	4,80	9,39	14,00	1,62	5,68	2,18	0,19	0,26	8,31	10,28	1,97
m 11	220141,04	283096,35	5,00	12,70	12,00	1,92	5,52	2,20	0,14	0,24	8,10	9,99	1,89
m 12	220112,43	283096,86	4,60	15,74	14,00	1,80	5,92	1,98	0,09	0,26	8,25	9,84	1,59
m 13	220198,80	283126,06	5,10	17,01	14,00	2,16	6,16	2,82	0,09	0,37	9,44	10,78	1,34
m 14	220170,20	283126,58	5,00	11,30	12,00	1,44	5,64	2,16	0,14	0,24	8,18	9,91	1,73
m 15	220141,59	283127,10	5,00	7,36	9,19	2,10	5,60	1,98	0,14	0,21	7,93	9,99	2,06
m 16	220112,98	283127,61	5,00	8,00	10,00	1,47	5,52	2,10	0,09	0,21	7,92	9,77	1,85
m 17	220198,60	283157,03	5,00	10,40	11,00	1,92	5,68	2,46	0,09	0,24	8,47	10,42	1,95
m 18	220170,75	283157,33	5,10	10,03	12,00	1,41	5,76	2,14	0,04	0,24	8,18	10,13	1,95
m 19	220142,15	283157,85	5,00	9,14	9,19	1,77	5,36	2,26	0,09	0,21	7,92	10,20	2,28
m 20	220113,54	283158,36	5,10	9,90	11,00	1,53	5,92	2,94	0,09	0,21	9,16	10,74	1,58
m 21	220198,30	283188,01	5,00	13,71	12,00	1,77	6,48	3,14	0,14	0,26	10,02	11,10	1,08
m 22	220171,31	283188,08	5,00	10,03	11,00	1,98	6,16	2,48	0,09	0,21	8,94	10,28	1,34
m 23	220142,70	283188,60	5,10	10,16	9,19	1,41	6,00	2,86	0,09	0,18	9,13	10,65	1,52
m 24	220114,09	283189,12	5,10	9,01	10,00	1,83	6,08	2,78	0,14	0,21	9,21	10,71	1,50
m 25	220198,25	283219,13	5,10	16,00	12,00	1,50	6,12	2,66	0,09	0,24	9,11	10,35	1,24
m 26	220171,86	283218,83	5,10	11,43	10,00	1,95	5,92	2,18	0,09	0,24	8,43	10,15	1,72
m 27	220143,26	283219,35	5,20	11,81	10,00	1,14	6,24	2,48	0,09	0,18	8,99	10,42	1,43
m 28	220114,65	283219,87	5,00	8,38	9,19	1,92	5,44	1,72	0,14	0,21	7,51	9,77	2,26
m 29	220198,10	283250,19	5,10	11,04	10,00	1,68	6,08	2,42	0,04	0,18	8,72	10,20	1,48
m 30	220171,01	283249,78	5,10	14,09	12,00	1,52	6,08	2,72	0,09	0,21	9,10	10,62	1,52
m 31	220143,81	283250,10	5,10	11,68	12,00	1,53	6,24	2,80	0,09	0,21	9,34	10,64	1,30
m 32	220115,20	283250,62	4,90	12,31	11,00	1,86	6,16	2,68	0,04	0,24	9,12	10,60	1,48

m 33	220198,05	283280,91	5,10	10,54	8,35	1,29	6,08	2,96	0,09	0,15	9,28	10,86	1,58
m 34	220171,10	283279,97	5,10	11,43	10,00	1,89	6,08	2,82	0,09	0,18	9,17	10,71	1,54
m 35	220142,80	283281,01	5,10	18,16	11,00	1,29	6,32	2,68	0,09	0,21	9,30	10,57	1,27
m 36	220114,70	283282,10	5,20	15,11	11,00	2,01	6,40	3,00	0,09	0,24	9,73	10,91	1,18
m 37	220085,86	283128,98	5,10	9,14	8,35	1,02	5,36	1,94	0,04	0,18	7,52	9,78	2,26
m 38	220055,77	283128,64	5,00	8,00	7,51	1,44	5,44	2,08	0,04	0,15	7,71	9,88	2,17
m 39	220027,17	283129,16	5,10	9,14	9,19	1,08	5,68	2,42	0,14	0,18	8,42	10,36	1,94
m 40	220085,90	283160,12	5,20	6,35	8,35	1,32	5,68	2,40	0,09	0,18	8,35	10,31	1,96
m 41	220056,33	283159,40	4,90	6,35	12,00	1,89	5,92	2,08	0,14	0,28	8,42	10,10	1,68
m 42	220027,72	283159,91	5,10	8,00	2,51	1,38	5,84	2,38	0,14	0,06	8,42	10,14	1,72
m 43	220085,95	283191,11	5,10	8,38	11,00	1,92	5,70	2,62	0,14	0,24	8,70	10,62	1,92
m 44	220056,88	283190,15	5,10	8,89	12,00	1,86	5,82	2,72	0,09	0,24	8,87	10,72	1,85
m 45	220028,28	283190,66	5,00	9,39	12,00	2,25	5,98	2,86	0,14	0,26	9,24	10,84	1,60
m 46	220086,04	283220,38	5,10	11,30	10,00	1,44	6,10	2,96	0,09	0,21	9,36	10,84	1,48
m 47	220057,44	283220,90	5,10	8,89	9,19	1,45	6,02	2,98	0,09	0,18	9,27	10,89	1,62
m 48	220028,83	283221,41	5,20	9,77	11,00	1,41	5,92	2,30	0,09	0,24	8,55	9,94	1,39
m 49	220086,60	283251,13	5,20	10,92	12,00	2,01	5,69	1,94	0,09	0,26	7,98	9,90	1,92
m 50	220057,99	283251,65	4,90	14,47	11,00	1,41	5,70	2,58	0,04	0,24	8,56	10,50	1,94
m 51	220029,39	283252,17	5,00	14,25	10,00	1,71	5,68	2,10	0,14	0,21	8,13	10,21	2,08
m 52	220087,15	283281,89	5,00	11,10	10,00	1,29	5,71	2,08	0,09	0,21	8,09	9,81	1,72
m 53	220058,55	283282,40	5,00	12,70	12,00	1,44	5,70	2,64	0,09	0,26	8,69	10,63	1,94
m 54	220028,91	283281,25	5,10	16,00	12,00	1,40	5,50	2,08	0,09	0,24	7,91	9,97	2,06
m 55	220086,90	283313,16	5,10	16,25	12,00	1,98	6,10	2,88	0,04	0,26	9,28	10,76	1,48
m 56	220058,15	283314,13	5,10	14,22	12,00	1,50	6,08	2,66	0,19	0,24	9,17	10,65	1,48
m 57	220029,10	283311,79	5,10	15,87	16,00	2,01	5,82	2,64	0,14	0,35	8,95	10,69	1,74
m 58	220086,49	283344,69	5,10	23,11	17,00	2,04	6,57	1,98	0,19	0,35	9,09	10,01	0,92
m 59	220057,98	283345,10	5,20	15,74	12,00	2,22	6,58	2,04	0,14	0,26	9,02	10,20	1,18
m 60	220028,88	283346,10	5,00	17,14	15,00	1,59	6,10	1,98	0,24	0,32	8,64	10,12	1,48

Fuente: Laboratorio de suelos de la DPSF del MINAG, Pinar del Río-Cuba, 2010.

### Anexo 3. Método de Saturación al 60% con calcio para corregir la acidez del suelo

#### Campo 2

$$T = 10,13$$

$$Ca^{2+} = 5,52$$

$$10,13 \quad 100\%$$

$$5,52 \quad X$$

$$X = 54,5\% \text{ (encalar)}$$

$$t / haCaCO_3 = \frac{T \cdot x - Ca^{2+}}{0,7}$$

$$t / haCaCO_3 = \frac{10,13 \cdot 0,60 - 5,52}{0,7}$$

$$t / haCaCO_3 = 0,8$$

#### Campo 3

$$T = 10,49$$

$$Ca^{2+} = 5,16$$

$$10,49 \quad 100\%$$

$$5,16 \quad X$$

$$X = 49,2\% \text{ (encalar)}$$

$$t / haCaCO_3 = \frac{T \cdot x - Ca^{2+}}{0,7}$$

$$t / haCaCO_3 = \frac{10,49 \cdot 0,60 - 5,16}{0,7}$$

$$t / haCaCO_3 = 1,6$$

#### Campo 4

$$T = 11$$

$$Ca^{2+} = 6,74$$

$$11 \quad 100\%$$

$$6,74 \quad X$$

$$X = 61,2\% \text{ (no encalar)}$$

#### Campo 5

$$T = 10,88$$

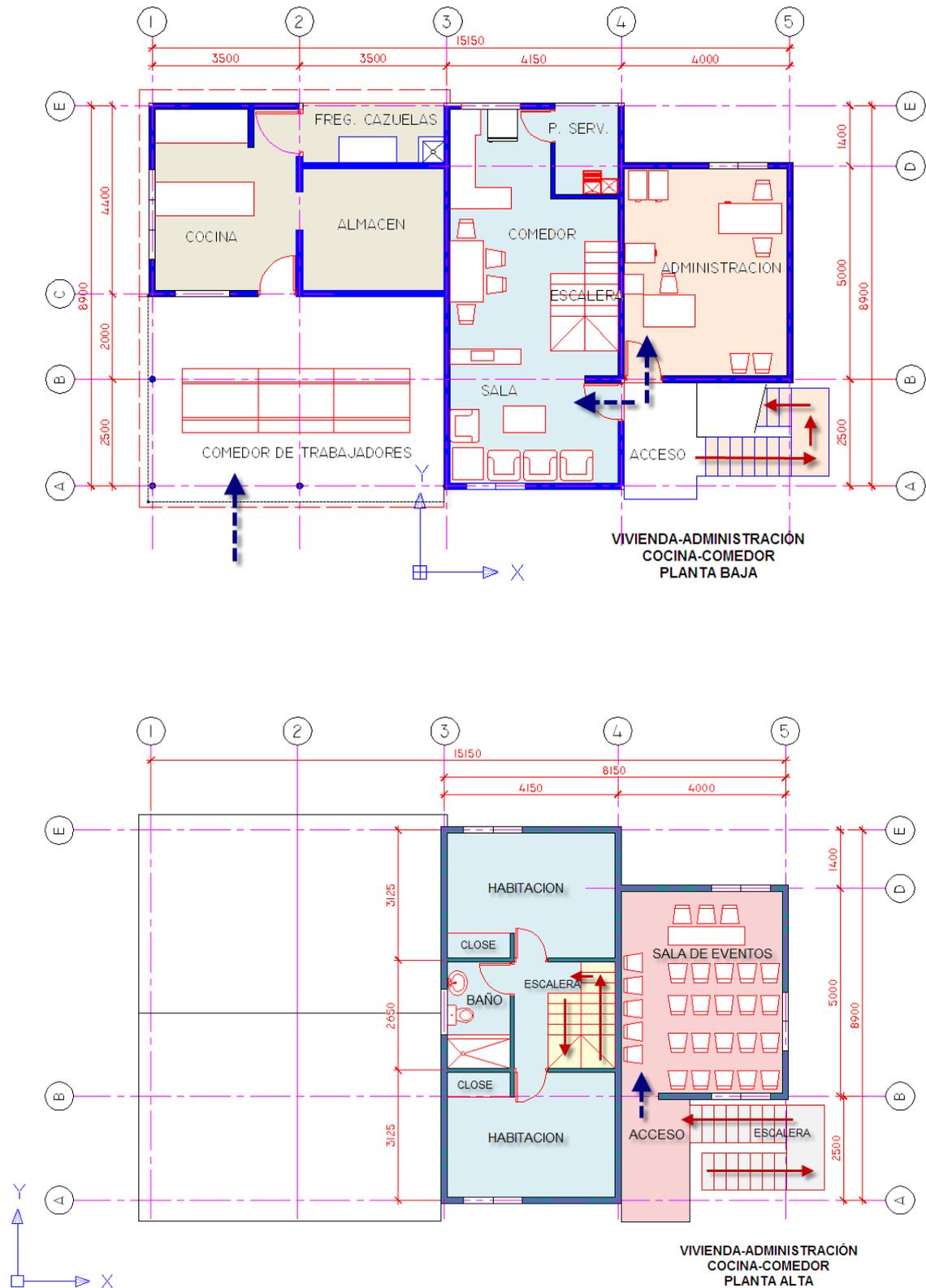
$$Ca^{2+} = 6,68$$

$$10,88 \quad 100\%$$

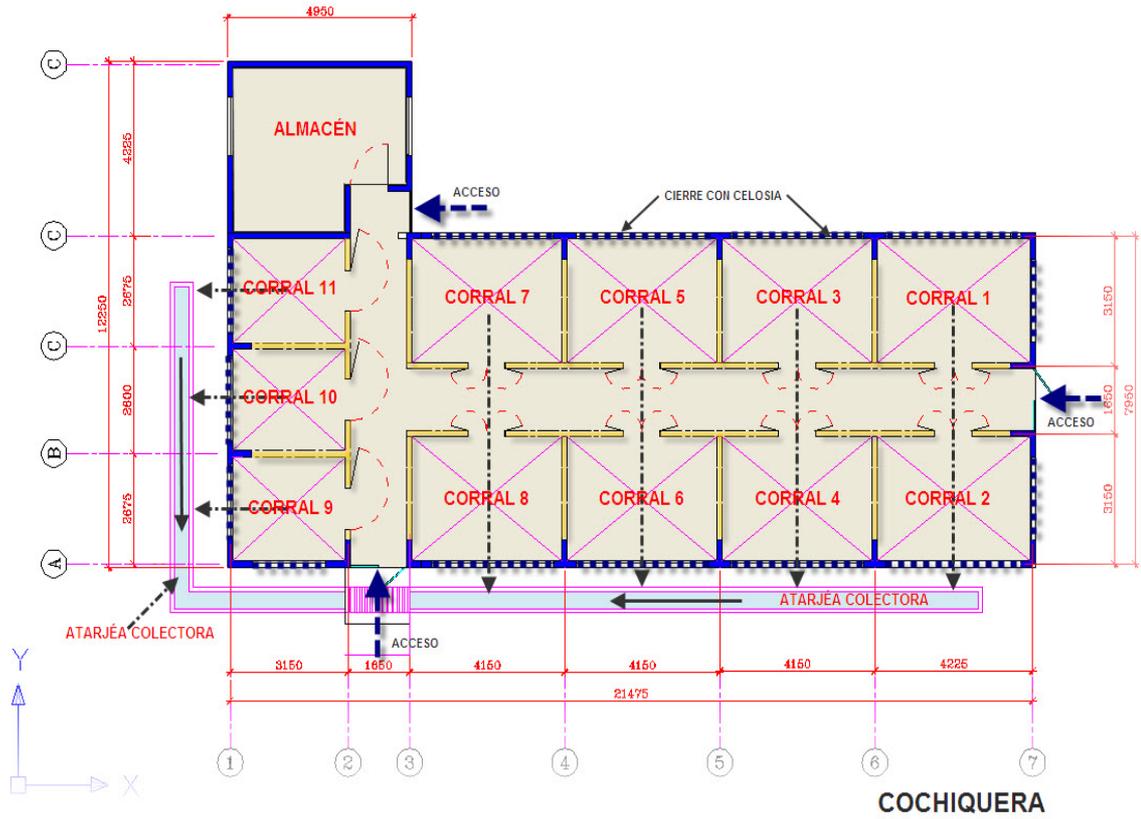
$$6,68 \quad X$$

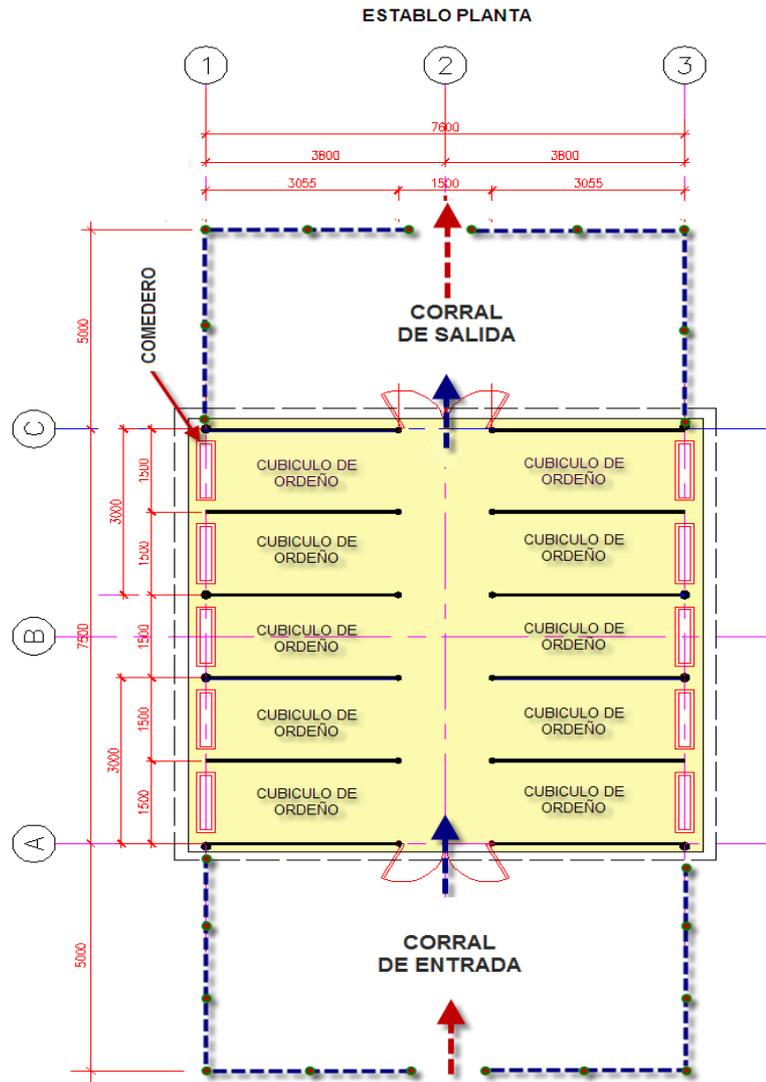
$$X = 61,4\% \text{ (no encalar)}$$

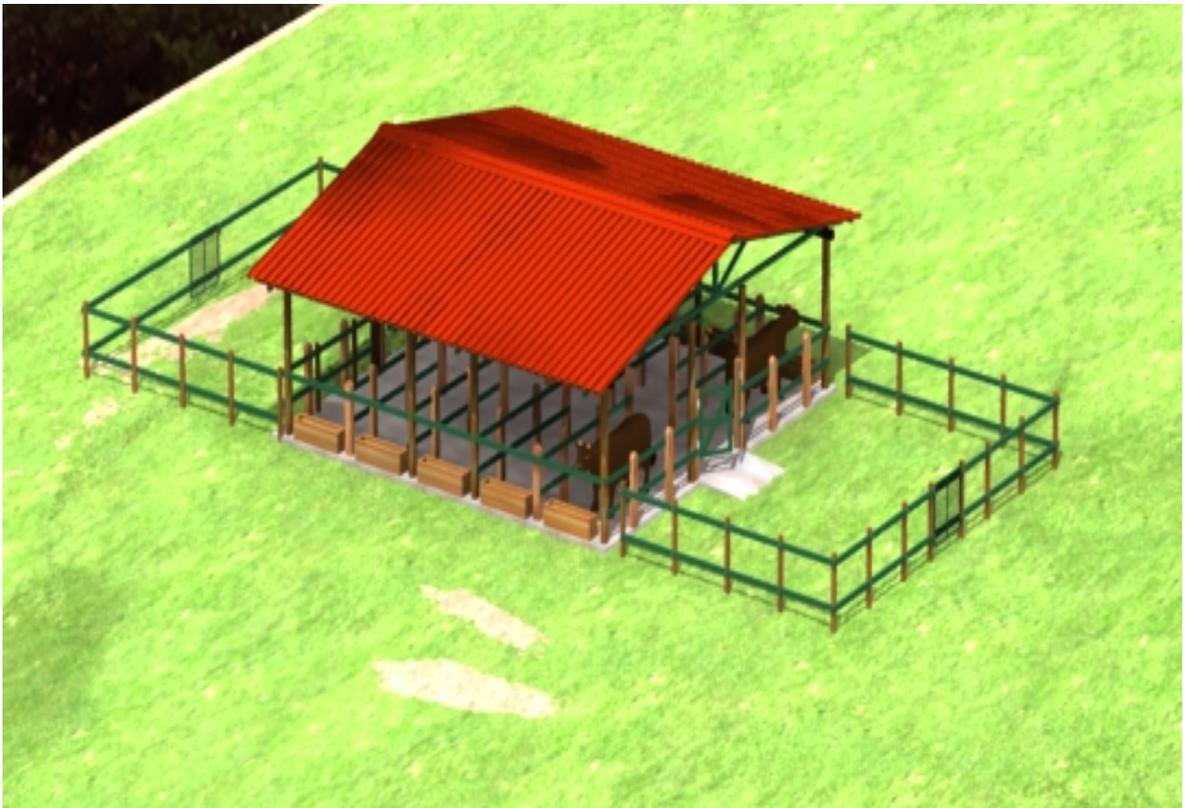
**Anexo 4.** Planos y vistas que conforman la granja integral agroecológica “El Ganso”

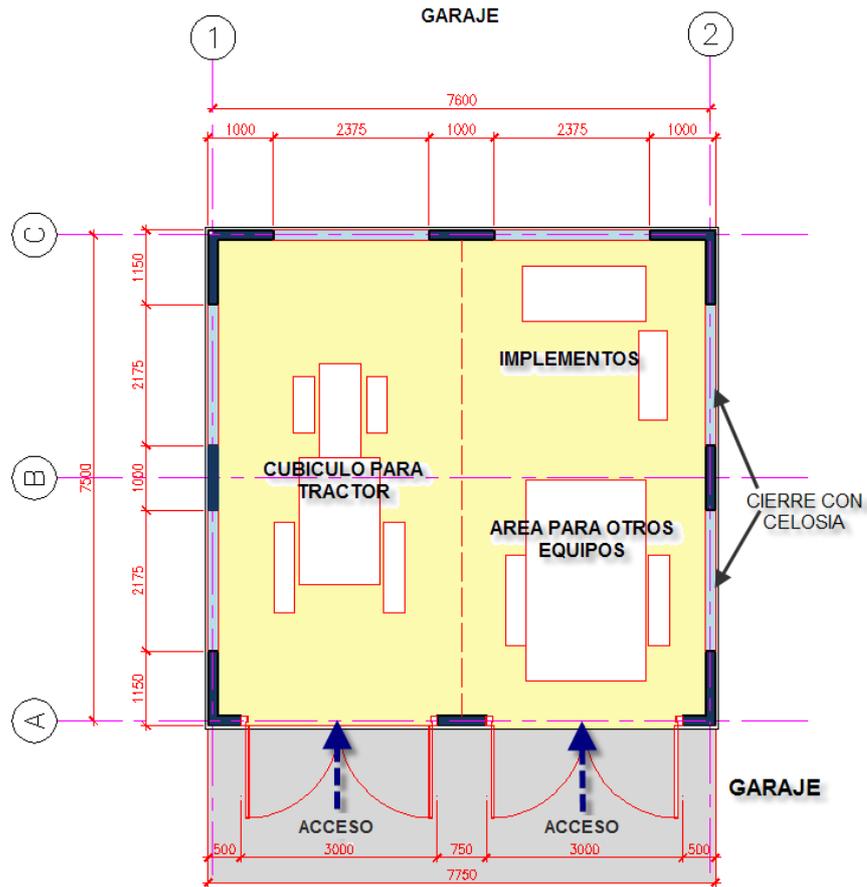














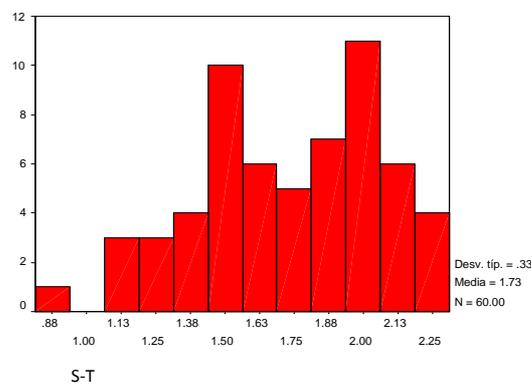
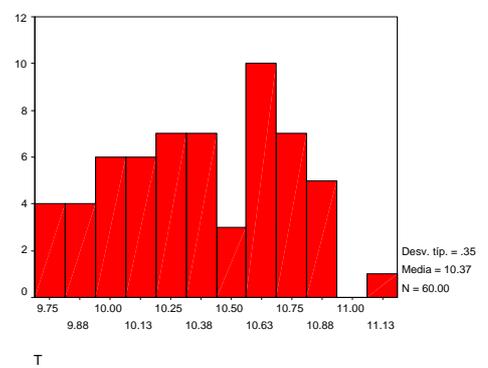
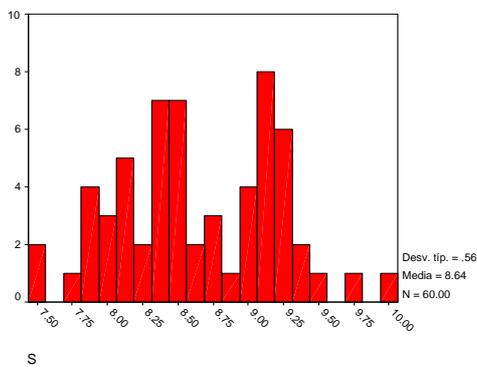
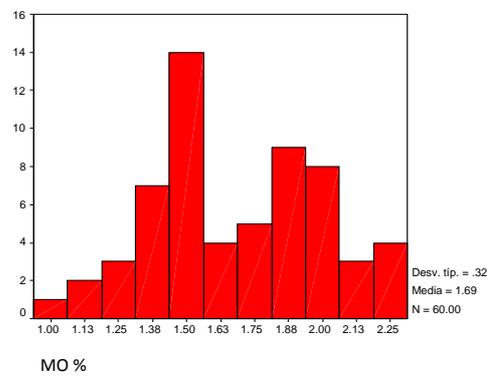
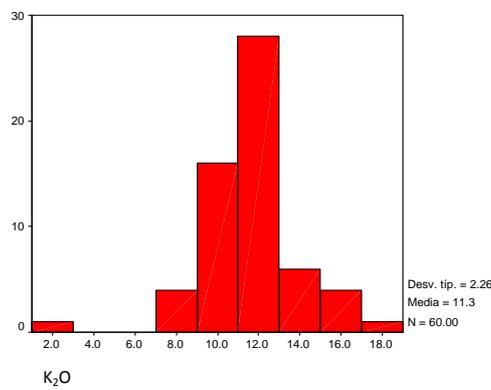
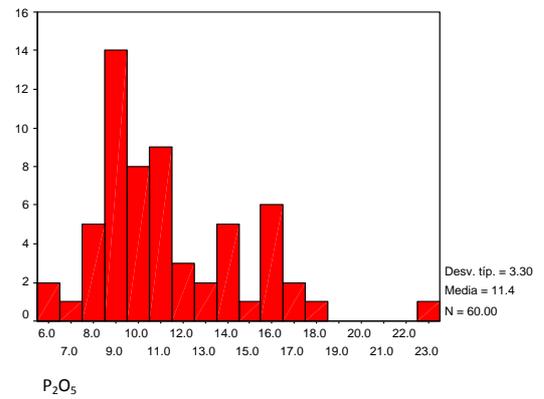
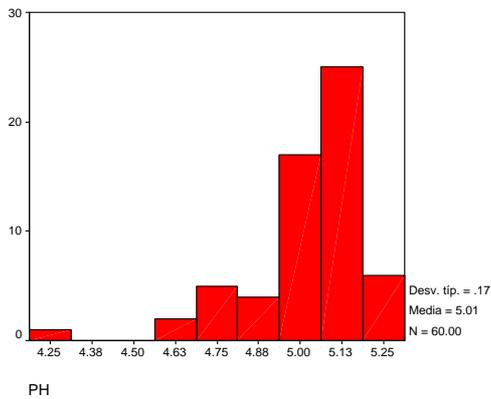
## Anexo 5. Especies de plantas útiles para obras de conservación de suelos

Especies	Algunas características generales	Usos directos
Aralia ( <i>Leea sambucina</i> )	Arbusto, forma macizos densos	Barreras vivas permanentes
Acalifa ( <i>Acalypha wilkesiana</i> )	Arbusto, se propaga de estacas, magullo	Barreras vivas, tranques en cárcavas
Anacahuita ( <i>Cordia boissieri</i> )	Árbol medicinal	Fajas hidrorreguladoras de ríos
Boniato ( <i>Ipomoea batata</i> )	Propagación tubérculo y esqueje	Coberturas vivas y fajas buffer
Búcare ( <i>Erythrina umbrosa</i> )	Árbol, reproduce por estacas	Muros contención y control de cárcavas
Canavalia ( <i>Canavalia ensiformis</i> )	Planta rastrera (frijol)	Coberturas y abonos verdes
Colonia ( <i>Alpinia speciosa</i> )	Propagación por macolla, ornamental	Barreras vivas, muros contención
Calabaza ( <i>Cucúrbita pepo</i> )	Plantas robustas, rastreras	Coberturas vivas y fajas buffer
Cucaracha ( <i>Zebrina péndula</i> )	Propagación esquejes, ornamental	Coberturas vivas
Copey ( <i>Clusia rosea</i> )	Árbol de bosques	Control de erosión en laderas abruptas
Cerezo ( <i>Malpighia puniceifolia</i> )	Cereza del país, arbusto de baja talla	Barreras vivas permanentes
Ciruelo ( <i>Spondias purpúrea</i> )	Árbol frutal, se reproduce por estacas	Control de cárcavas y tranques vivos
Espartillo común ( <i>Sporobolus indicus</i> )	Pasto de extensos macizos	Césped, control de cárcavas, fajas buffer
Frijol terciopelo ( <i>Stizolobium deeringianum</i> )	Leguminosa, abono verde	Coberturas vivas y fajas buffer
Granada ( <i>Púnica granatum</i> )	Arbusto frutal denso	Construcción de barreras vivas
Gusano blanco ( <i>Copernicia glabrescens</i> )	Palma robusta	Fajas hidrorreguladoras de ríos, control de recodos

Inga dulce ( <i>Pithecellobium dulce</i> )	Propagación por semilla, árbol de todo tipo de suelos	Control y reforestación de cárcavas y fajas
Lengua de vaca ( <i>Sanseveria guineensis</i> )	Hierba silvestre, forma macizos, reproducción por hojas y macolla	Construcción de barreras vivas permanentes
Lichi ( <i>Litchi chinensis</i> )	Arbusto frutal	Cortinas rompevientos contra erosión
Lirio ( <i>Crinum americanum</i> )	Arbusto ornamental, exótico	Construcción de barreras vivas permanentes
Mariposa ( <i>Hedychium coronarium</i> )	Reproducción por rizoma, ornamental silvestre	Control cause y cárcavas, fajas hidrorreguladoras
Millo ( <i>Sorghum vulgare</i> )	Gramínea de corte y semilla	Barreras vivas permanentes, abonos verdes
Malanga ( <i>Xanthosoma colocasia</i> )	Tubérculo alimenticio	Barreras vivas, fajas buffer, falas de ríos
Mar pacífico ( <i>Hibiscus rosa</i> )	Reproducción por estacas, ornamental	Barreras vivas permanentes, control de cárcavas
Majagua ( <i>Hibiscus elatus</i> )	Árbol maderable de varios suelos	Control cárcavas, fajas de ríos
Maíz ( <i>Zea Mays</i> )	Gramínea de verano y frío	Barreras vivas permite, abono verde
Piña ( <i>Ananás comonus</i> )	Forma macizos, planta cultivada	Barreras vivas permanentes
Plátanos ( <i>Musa paradisiaca</i> )	Planta cultivada	Construcción de barreras vivas
Piñón de pito ( <i>Erhytrina berteroana</i> )	Reproducción por estacas	Tranques vivos, control de cárcavas, barreras vivas
Piñón real ( <i>Erhytrina velutina</i> )	Reproducción por estacas, árbol florido, arbustivo	Tranques vivos, control de cárcavas, barreras vivas
Tamarindo ( <i>Tamarindus indica</i> )	Árbol cultivado frutal	Cortina rompevientos, barreras en fajas de ríos
Yerba guinea ( <i>Panicum mágramximun</i> )	Gramínea	Construcción de barreras vivas
Yerba tejana ( <i>Paspalum notatum</i> )	Gramínea	Césped en control de cárcavas

**Fuente:** Fuentes, 2004.

**Anexo 6.** Comportamiento de los valores de la media, mediana y el coeficiente de variación de las variables de fertilidad de suelo estudiadas.



**Anexo 7.** Listado y uso de plantas medicinales para uso con fines de insecticidas naturales

**Albahaca (*Ocimum basilicum*).** Principios activos: linalol, estregol, leneol. Se asocia al cultivo de tomates para repeler a la mosca blanca. Es repelente, insecticida, acaricida, controla polillas, áfidos, moscas, etc.

**Ajenjo (*Artemisia absinthium*):** Principio activo: cineol, tuyona, etc. El té de hojas de esta planta controla babosas en los cultivos y pulgas en los animales.

**Caléndula (*Caléndula officinalis*):** Principio activo: caléndulina. Comúnmente se le denomina botón de oro de madera y se caracteriza por ser excelente para controlar nematodos y moscas blancas si se la siembra intercalada con yerbabuena.

**Falsa acacia (*Robinia pseudoacacia*):** Árbol de flores tremendamente melíferas. Las hojas machacadas, mezcladas con azúcar atraen y matan a las moscas.

**Frijol (*Canavalia ensiformis*):** Principio activo: canavalina. Controla hormigas y actúa como fungicida.

**Hisopo (*Hisopus officinalis*):** Al igual que otras plantas aromáticas, el hisopo actúa eficazmente ahuyentando, orugas, pulgones y caracoles.

**Lavanda (*Lavandula officinalis*):** Sus flores ahuyentan la polilla del armario y es una planta melífera y que atrae insectos beneficiosos como la crisopa.

**Menta (*Mentha spicata*):** Principios activos: mentol, felandreno, menteno. Se le utiliza para controlar hormigas.

**Muña o Peperina (*Minthostachys mollis*):** Principios activos: Mentol, mentola. Tiene propiedades repelentes de insectos cuando la papa está en almacenamiento. Dentro de las plagas que repele, se encuentran el gusano blanco de la papa, el gusano cortador (*Copitarsia curvata*), el gorgojo de la papa (*Premnotrypes suni*) y el gusano alambre (*Ladius sp*). Los sahumeros con muña también controlan polillas. Durante el cultivo, se suele colocar plantas

frescas de muña para prevenir el ataque de insectos o espolvorear cenizas de la planta en los campos atacados por pulgones.

**Ortiga (*Urtica sp.*):** Principios activos: serotonina, histamina, filosterina. Acelera la descomposición de la materia orgánica para la formación del compost con el cual se estimula el crecimiento de las plantas y controla orugas y pulgones.

**Poleo (*Mentha pulegium*):** Las hojas trituradas y secas son uno de los remedios más efectivos que existen contra las garrapatas de los animales domésticos. Se aplica espolvoreando la piel del animal y las zonas donde descansa, también es efectivo lavar al animal con una infusión bien concentrada de la planta. Ahuyenta también a las hormigas.

**Romero (*Rosmarinus officinalis*):** Planta melífera y que atrae insectos beneficiosos. Las hojas trituradas se usan como repelentes de pulgas y garrapatas.

**Ruda (*Ruta graveolens*, Fam. Rutaceae):** Principios activos: Rutina, inulina. Su fuerte olor atrae moscas y polillas negras disminuyendo daños sobre los cultivos cercanos

**Salvia (*Salvia officinalis*):** Planta melífera. Principios activos: boreol, cineol, tuyona. Rechaza la mosca blanca en diferentes cultivos y pulgas y otros insectos voladores.

**Tagetes (*Tagetes patula*):** Planta tóxica para las larvas de diferentes mosquitos. Sus secreciones radiculares son una barrera eficaz contra los nematodos, por lo que se cultivan en proximidad plantas susceptibles como tomates, patatas, perejil.

**Toronjil (*Melissa officinalis*):** Principio activo: linalol. Repele pulgas, polillas y áfidos.

**Yerbabuena (*Mentha piperita*):** Principio activo: mentol, cíñelo. Es una planta excelente para el control de insectos chupadores como piojos, pulgones, áfidos en frutales.



## CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN RECTORAL No. 17/98

Los resultados que se exponen en la presente investigación, se han alcanzado como consecuencia del trabajo realizado por el autor, respaldado por la Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saíz Montes De Oca”, Cuba. Por tanto, los resultados en cuestión, son propiedad del autor y de la Universidad respectivamente, y solo ellos podrán hacer uso de los mismos de forma conjunta y recibir los beneficios que se deriven de su utilización.

---

**Autor:** Ing. Luis Benigno Palomino Siza

## OPINIÓN DE LOS TUTORES

El aspirante al título de Máster en Agroecología y Agricultura Sostenible Ing. Luis Benigno Palomino Siza, ha desarrollado una destacada labor durante la ejecución de la presente tesis en opción al título de máster, cumplimentándose los adjetivos propuestos con elevada independencia, creatividad, responsabilidad, rigor científico y profesionalidad, además desarrolló un conjunto de habilidades que contribuyeron al incremento de su capacidad y poder analítico que demostró durante la preparación y realización del trabajo, todo esto se puso de manifiesto en la relación directa con los directivos y trabajadores de la Finca “El Ganso”, perteneciente a la Universidad de Pinar del Río, en la cual realizó el trabajo .

El tema abordado por el aspirante posee vigencia y originalidad debido a la necesidad de alcanzar el equilibrio entre producción de alimentos, crecimiento socioeconómico y protección del medio ambiente y que constituye uno de los retos más importantes a los que se enfrenta la sociedad actual. La utilización de la informatización en el proceso de toma de decisiones es de vital importancia en la actualidad ya que se agiliza el mismo y contribuye a economizar tiempo y recursos, además de que las acciones se hacen más concretas y precisas.

Por otro lado es de destacar que el aspirante adquirió y aplicó los conocimientos de agroecología, nuevos para él lo que demuestra su avidez por aprender una temática de gran importancia en el contexto actual de nuestra agricultura.

Los resultados del trabajo de maestría dan la posibilidad de que sean aplicables para la solución de las problemáticas existentes en la producción de alimentos en las demás zonas de la provincia y el país.

Por lo antes expuesto, se propone al tribunal otorgársele la máxima calificación (5 puntos) al aspirante al título Máster en Agroecología y Agricultura Sostenible Ing. Luis Benigno Palomino Siza.

---

Dr.C. Bárbaro Zulueta Menéndez

---

MSc. Pedro Luis Páez Fernández