



# Universitat d'Alacant Universidad de Alicante

**Esta tesis doctoral contiene un índice que enlaza a cada uno de los capítulos de la misma.**

**Existen asimismo botones de retorno al índice al principio y final de cada uno de los capítulos.**

**[Ir directamente al índice](#)**

**Para una correcta visualización del texto es necesaria la versión de [Adobe Acrobat Reader 7.0](#) o posteriores**

**Aquesta tesi doctoral conté un índex que enllaça a cadascun dels capítols. Existeixen així mateix botons de retorn a l'índex al principi i final de cadascun dels capítols .**

**[Anar directament a l'índex](#)**

**Per a una correcta visualització del text és necessària la versió d' [Adobe Acrobat Reader 7.0](#) o posteriors.**

**PROGRAMA DE DOCTORADO  
DESARROLLO SOSTENIBLE:  
MANEJO FORESTAL Y TURÍSTICO  
UNIVERSIDAD DE ALICANTE (ESPAÑA)  
UNIVERSIDAD DE PINAR DEL RIO (CUBA)**

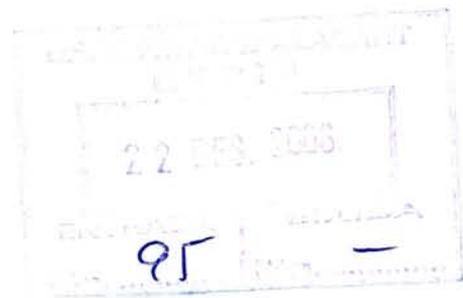
Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

**TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL GRADO CIENTÍFICO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS**

**TÍTULO**

**USO Y MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES EN EL CULTIVO DEL TABACO. UNA  
ALTERNATIVA ECOLÓGICA SOSTENIBLE.**

**ASPIRANTE: MSc. Fermín de la Caridad Machado González  
Profesor Auxiliar.  
Decano de la Facultad de Ciencias Técnicas  
Universidad Pedagógica.  
Pinar del Río, Cuba.**



**DIRECTORES DE TESIS:**

**Dr. C. Antonio Escarré Esteve  
Catedrático  
Universidad de Alicante  
España.**

**Dr. C. Juan José León Coro  
Profesor Titular  
Universidad Pedagógica  
P. del Río, Cuba.**



**UNIVERSIDAD DE ALICANTE, ESPAÑA  
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA**

**UNIVERSIDAD DE PINAR DEL RIO, CUBA  
CENTRO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**

Programa doctoral conjunto: "Desarrollo sostenible: manejo forestal y turístico"

Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

### **TÍTULO DE LA TESIS**

**Uso y manejo de los recursos naturales en el cultivo del tabaco. Una alternativa ecológica sostenible**

Memoria presentada por: MSc. Fermín de la Caridad Machado González  
Para optar por el grado de Doctor en Ciencias.

**Vº Bº del Director**

**Vº Bº del Director**

**Dr. C. Juan José León Coro**

**Dr. C. Antonio Escarré Esteve**

**Universidad Pedagógica  
Pinar del Río, Cuba.**

**Universidad de Alicante  
España.**

**Alicante, 2006**



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

**Un barco zarpa hacia el este  
Un barco zarpa hacia el oeste  
Sin tener en cuenta hacia donde sopla el viento  
Es la posición de las velas  
Y no el viento  
Lo que determina hacia donde vamos.  
Ella Wheeler Wilcox (1936)**

No puede el hombre de este tiempo tener un compromiso mayor  
que aquel que se origina en devolver,  
en un óptimo estado de conservación,  
los ecosistemas que le han prestado sus padres para vivir,  
a sus verdaderos dueños:  
sus hijos.

## AGRADECIMIENTOS

A los compañeros del Departamento de Suelos del Ministerio de la Agricultura, en especial al MSc. Eduardo Cabrera Calcedo, quien brindó sus acertadas opiniones y ofreció un conjunto de datos para complementar los estudios en esta compleja especialidad.

A la Universidad de Pinar del Río, que con su cooperación y ayuda posibilitó desarrollar las tareas que se derivan de este tipo de investigación en la que se conjugan acciones de terreno y gabinete que han requerido de tiempo y medios para alcanzar los propósitos planteados.

A la Universidad de Alicante, España, que en su plan de cooperación brindó su asistencia, experiencia, medios, materiales y compartió sus experiencias y tecnologías avanzadas para ampliar el universo de los conocimientos en cada temática tratada.

A los compañeros del CITMA que con su apoyo incondicional posibilitaron la realización del proyecto de investigación y facilitaron medios y posibilidades para su ejecución.

A los compañeros de la Estación Experimental del Tabaco de San Juan y Martínez, los que con su apoyo, confianza y ayuda contribuyeron al desarrollo y divulgación de la tarea emprendida.

A los compañeros del Instituto Politécnico de Agronomía "Tranquilino Sandalio de Noda", a los directivos de las cooperativas implicadas en la investigación y a todos los que participaron en la ejecución de las tareas propuestas.

Al colectivo de profesores del Departamento de Agronomía de la Universidad Hnos. Saíz de Pinar del Río, y en especial al Dr. Santos Israel Bustio Dios, principal inspirador y preceptor de los trabajos realizados en esta investigación.

A los directores y los tutores que dirigieron, revisaron, corrigieron y colaboraron en todo momento, desde el inicio hasta el final de todos los trabajos, en especial al Dr Antonio Escarré Esteve, de la Universidad de Alicante, quien con sus señalamientos oportunos y sus profundos conocimientos científicos contribuyó a la profundización en los temas abordados.

A quien animó con la visión futurista de que cada meta alcanzada es un punto de partida que abre nuevos caminos a la investigación y a los que es posible buscar una respuesta científica, el Dr. Juan José León Coro, amigo y compañero del Departamento Agropecuario de la Facultad de Ciencias Técnicas del Instituto Superior Pedagógico "Rafael María de Mendive", de Pinar del Río.

A mi familia por su extraordinaria resistencia y por la grandiosa comprensión, por el estímulo y por la confianza, por sus consejos y su apoyo incondicional.

A todos, sin excepciones, los que de alguna forma posibilitaron llegar hasta aquí:

MUCHAS GRACIAS.

## ÍNDICE:

### CAPÍTULO No 1 INTRODUCCIÓN:

1.1 El origen del tabaco y su cultivo actual .....	7
1.2 Características botánicas del tabaco.....	11
1.3 Requerimientos edafoclimáticos .....	12
1.4 Desarrollo económico y cultivo del tabaco .....	15
1.5 Aprovechamiento de los recursos naturales .....	19
1.6 La educación ambiental y el manejo de los recursos naturales ...	20
1.7 Ecología, Economía y cultivo del tabaco .....	22
1.8 Principales resultados esperados .....	23
1.9 Problema .....	23
1.10 Hipótesis .....	23
1.11 Objetivos .....	24

### CAPÍTULO No 2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Generalidades .....	25
2.2 Ubicación geográfica .....	27
2.3 Biogeoquímica de las áreas seleccionadas Climatología .....	28
2.4 Climatología .....	29
2.5 Selección de las especies a emplear como abonos verdes.....	33
2.6. Diseño y tratamientos. ....	35
2.7. Métodos utilizados. ....	35
2.8 Otras medidas para conservar y mejorar el agro ecosistema.....	38
2.9 Capacitación para desarrollar el extensionismo.....	45
2.10 Conclusiones .....	46

### CAPÍTULO No 3 FECHA DE SIEMBRA Y MOMENTO DE INCORPORACIÓN ÓPTIMO DE LOS ABONOS VERDES EN ÁREAS DESTINADAS AL CULTIVO DEL TABACO NEGRO DE SOL.

3.1. Introducción .....	48
3.2. Antecedentes.....	49.
3.3. Resultado y Discusión .....	52
3.3.1. Características del medio físico del área experimental.....	52

<b>3.4 Efectos de la fecha de siembra y el momento de incorporación de los abonos verdes sobre el rendimiento y la calidad del tabaco..</b>	<b>72</b>
<b>3.5. Conclusiones. ....</b>	<b>80</b>

## **CAPÍTULO No 4 LA HETEROGENEIDAD DE LOS SUELOS DESTINADOS A LAS INVESTIGACIONES Y LA PRODUCCIÓN EN EL CULTIVO DEL TABACO. APLICACIÓN DEL ENSAYO EN BLANCO. PRODUCCIÓN DE COMPOST PARA ESTE CULTIVO.**

<b>4.1 Introducción.....</b>	<b>81</b>
<b>4.2 Antecedente.....</b>	<b>81</b>
<b>4.3 Resultados y discusión sobre el empleo del ensayo en blanco.....</b>	<b>83</b>
<b>4.3.1 Selección del área para el montaje del experimento.....</b>	<b>83</b>
<b>4.3.2 Estudio biogeoquímico del área seleccionada .....</b>	<b>83</b>
<b>4.3.3 Ejecución del ensayo en blanco.....</b>	<b>84</b>
<b>4.4 Conclusiones sobre el empleo de los ensayos en blanco.....</b>	<b>91</b>
<b>4.5 Generalidades sobre la producción de compost.....</b>	<b>91</b>
<b>4.6 Resultados y discusión sobre el empleo del compost.....</b>	<b>101</b>
<b>4.7 Conclusiones sobre la utilización de compost.....</b>	<b>110</b>

## **CAPÍTULO No 5 ECONOMÍA, EXTENSIONISMO Y CULTIVO DEL TABACO.**

<b>5.1 Introducción.....</b>	<b>111</b>
<b>5.2 Consideraciones sobre la estrategia .....</b>	<b>113</b>
<b>5.3 Resultado y discusión.....</b>	<b>114</b>
<b>5.3.1 Evaluación multifuncional del medio físico para el aprovechamiento de los recursos naturales en la gestión del logro de la sostenibilidad en ecosistemas dedicados al cultivo del tabaco...</b>	<b>116</b>
<b>5.3.2 Definición de medidas agro ecológicas para una tecnología sostenible en el cultivo del tabaco.....</b>	<b>120</b>
<b>5.3.3 Aplicación del proyecto de aprovechamiento de los recursos naturales para la producción sostenible de tabaco.....</b>	<b>130</b>
<b>5.3.4 Educación ecológica.....</b>	<b>132</b>
<b>5.4 Conclusiones.....</b>	<b>135</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>136</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>151</b>

## **CAPÍTULO No 1 INTRODUCCIÓN:**

### **1.1 El origen del tabaco y su cultivo actual**

El tabaco es una planta que se cultiva con fines comerciales, se ha extendido por el mundo y ya en este momento alcanza cerca de 90 países, para muchos de los cuales representa uno de los principales renglones de la economía. Esta planta ocupa una posición de privilegio entre todas las cultivadas, Santiesteban (1994) señala que esta afirmación es acertada a partir de los siguientes aspectos que caracterizan el cultivo:

- a) Es la planta comercial no comestible más cultivada en el mundo.
- b) En muchos países constituye un importante renglón de la economía tanto como fuente para el ingreso de divisas, como para el mercado interno.
- c) Es una de las pocas cosechas cuyo producto comercial lo constituye la hoja de la planta.

Consumido desde hace varios siglos en distintas formas (inhalando su polvo, masticando su hoja, aspirando su humo, bebiendo su zumo), el tabaco tiene su centro de origen en las altas regiones montañosas de los Andes Peruano-Ecuatoriano-Bolivianos, en América del Sur, aún cuando durante muchos años se afirmó que su lugar de origen era Cuba, debido a que las primeras referencias a esta planta se encuentran en los manuscritos de Cristóbal Colón en el año 1492. Se estima que desde la región andina llegó a Cuba siguiendo la ruta migratoria de los indios Araucos, así se muestra en varias historias recopiladas de diferentes fuentes, (Anónimo 2005), de las que se tomaron aquellas que coinciden en hechos y afirmaciones, cada una de las cuales aporta un granito de arena sobre la legendaria hoja a partir de su descubrimiento por los conquistadores. Los españoles fueron los primeros europeos que conocieron el tabaco, el hecho ocurrió en el primer viaje de Cristóbal Colón a América; durante el siglo XVI es que se introdujeron las primeras muestras de tabaco en España por Hernández De Oviedo y se comenzó a cultivar como planta ornamental y medicinal. No obstante fue Juan de Toledo quien la introdujo para la producción en España y Portugal; en 1559 Jean Nicot lo hizo viajar desde Portugal a Francia y en la tercera década del siglo XVI pasó de tierras portuguesas a Italia y Francis Draque lo condujo hasta Inglaterra. En 1539 los misioneros católicos españoles difundieron el hábito de fumar entre los japoneses y en 1595 los portugueses le entregaron a este pueblo asiático las semillas de la solanácea para su producción. Hoy se siembra en todos los continentes, no sólo en la zona tropical sino también en climas templados alcanzando latitudes tan altas como Suecia y Siberia, su fama rebasa las fronteras del consumo como droga para emplearla también en usos rituales y

como cicatrizante, antídoto del veneno de serpientes, contra la sarna, dolores de muela y jaquecas entre otras.

El tabaco pertenece al género *Nicotiana* de la familia Solanáceae, a las que pertenecen también otras especies tóxicas como la belladona (*Atropa belladonna*, Lin.) y el beleño (*Hyoscyamus albus*, Lin.), de la misma forma en esta familia se encuentran vegetales comestibles de extraordinaria importancia en la alimentación humana como la papa (*Solanum tuberosum*, Lin.), el tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill.), la berenjena (*Solanum melongena*, Lin.) y el pimiento (*Capsicum annuum*, Lin.), en la familia *Solanaceae* están comprendidos 85 géneros y más de 7000 especies. El género *Nicotiana* cuenta con tres subgéneros y más de 60 especies, (Akehurst 1973), siendo la *Nicotiana tabacum* a la que pertenecen todas las variedades de tabaco cultivadas en Cuba y la gran mayoría de las cultivadas en otras partes del mundo.

El extenso cultivo de la especie *Nicotiana tabacum*, en un área amplia con distintas condiciones climáticas y los diversos métodos empleados en su agrotecnia han dado lugar a la formación de distintos macro grupos en la especie, de los que en Cuba se reconocen los tipos siguientes:

- a) Negro
- b) Virginia
- c) Burley
- d) Maryland
- e) Oriental

**Negro:** Comprende las variedades que más se cultivan en Cuba. En general son tabacos curados al aire, o por el sistema de cura controlada en casas especialmente diseñadas para este fin y se utilizan en la confección de “puros”, cigarrillos “fuertes”, para pipa y como tabaco de “mascar”, en menos escala.

**Virginia:** Es el tipo de tabaco llamado en Cuba “rubio”, cuyo proceso de curación se hace de forma artificial, en casas para curar tabaco con condiciones de temperatura y humedad controladas. Se utiliza en la industria de cigarrillo “suave”, como principal componente.

**Burley:** Este tipo de tabaco se caracteriza fenotípicamente por presentar un color amarillo claro en el tallo y en los nervios de las hojas (venas), así como un color verde amarillento en el paño de la hoja. Las hojas secas poseen un alto factor de relleno y gran capacidad de absorción de aromas sintéticos, cualidades éstas que hacen del mismo un material de

extraordinaria importancia en la mezcla de los cigarrillos “suaves”. También se usa en mezcla para pipas y como tabaco para “mascar”.

**Maryland:** Este tabaco se caracteriza por presentar una hoja delgada, de gran tamaño, excelente combustibilidad, esponjosidad, aroma neutro y contenido nicotínico relativamente bajo, se utiliza como relleno en las mezclas de los cigarrillos “suaves”.

**Oriental:** Las plantas poseen poca altura y una gran cantidad de hojas pequeñas, con venas muy finas; las hojas secas son muy aromáticas y su uso industrial es como componente de la mezcla del cigarrillo “suave” o como materia prima del llamado cigarrillo “turco”.

El tabaco es una planta que crece en diversos tipos de suelo, pero para obtener los mejores resultados en cuanto a rendimiento y calidad en Cuba se ha concentrado su explotación en cinco grandes zonas, donde además están regionalizadas las variedades atendiendo a las características individuales y a su adaptabilidad. Las zonas tabacaleras de Cuba son:

- a) Vuelta abajo
- b) Semi-vuelta
- c) Partido
- d) Remedios
- e) Oriente

En la figura No. 1.1 se puede observar la distribución de las zonas tabacaleras en la isla de Cuba. No obstante por la importancia económica que ha adquirido este cultivo algunas vegas no comprendidas en las zonas tabacaleras actualmente se dedican a la cosecha de la aromática hoja.

**Zona de Vuelta abajo.** Se encuentra limitada al norte y al sur por el mar, al este por el pueblo de Consolación del Sur y al oeste por los Remates de Guane, en un punto conocido con el nombre de Pueblo Nuevo. Esta zona se encuentra subdividida en: Remates, Mantua (Montezuelo), Guane, Costa Norte, San Juan y Martínez, San Luís y Pinar del Río. Las Subzonas de San Juan y Martínez y San Luís, son las que históricamente han producido el mejor tabaco del país.

**Zona de Semi-vuelta.** Esta zona se halla comprendida entre Consolación del Sur y Las Mangas, se estima que tanto las características de los suelos como las condiciones del clima inciden para que el tabaco cosechado en esta zona presente una calidad inferior al de la zona de Vuelta abajo.

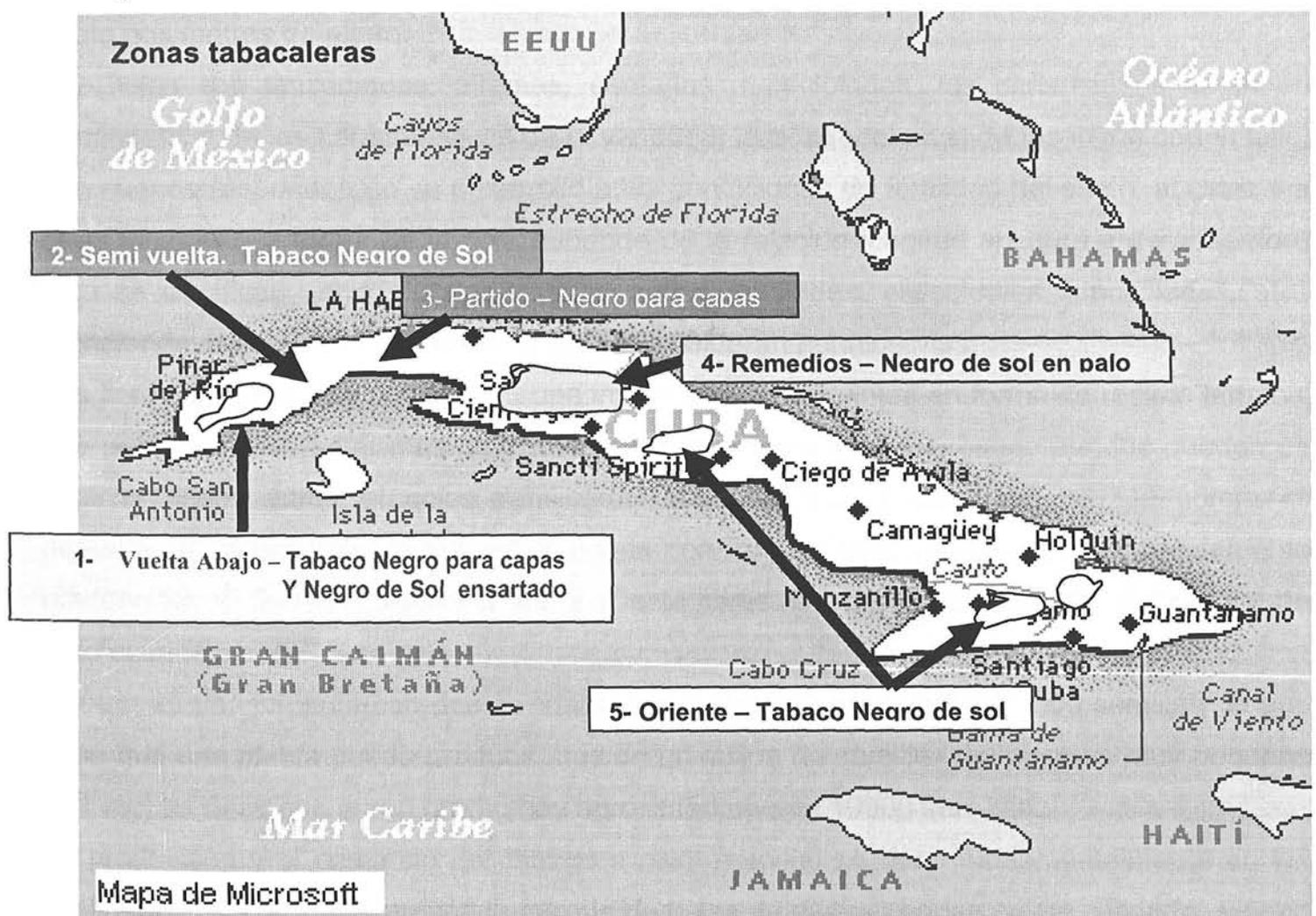
**Zona de Partido.** Esta otra zona se encuentra comprendida entre Artemisa y Bejucal, y el tabaco que se cosecha en ella se utiliza fundamentalmente para capas; el incremento del

cultivo de capas naturales en esta zona ha ido aumentando considerablemente en los últimos años, respondiendo a las exigencias del mercado externo y a la necesidad de elevar las producciones a partir del creciente mercado para los puros producidos en el país.

**Zona de Remedios.** Esta zona es muy importante en el cultivo del tabaco en Cuba; en ella se cosecha el tipo de tabaco de sol en palo, que se utiliza fundamentalmente para rellenos de puros y en la producción de cigarrillos. El área cultivable comprende varios municipios de las provincias de Villa Clara y Santi Espíritus, entre ellos se puede citar a Manicaragua, Cabaiguán, Placetas, Vueltas y Camajuaní, entre otros.

**Zona de Oriente.** Esta zona es donde se cultiva el tabaco desde hace menos tiempo en Cuba, sus principales áreas han sido fomentadas después del año 1960 y comprende el noroeste de la provincia de Ciego de Ávila, fundamentalmente en los municipios de Florencia y Chambas; también algunas áreas de las provincias de Holguín y Granma fundamentalmente en los municipios de Mayarí, Bayamo y Manzanillo.

**Figura 1.1 Zonas tabacaleras de Cuba**



## 1.2 Características botánicas del tabaco

Entre las características botánicas más relevantes puede señalarse que el tabaco es una planta dicotiledónea y vivaz, que rebrota al cortarse. Suele cultivarse como planta anual, aunque en los climas de donde es originaria puede durar varios años.

El sistema de raíces es poco profundo, el mayor volumen de raíces se localiza en los primeros 30 cm. de profundidad, las raíces del tipo típica o pivotante que se ramifica muy temprano durante el crecimiento de la planta y que tiene como característica fundamental originar abundantes raíces secundarias las que a su vez se ramifican grandemente, la distribución de las raíces está fuertemente influenciada por la textura y estructura del suelo, a pesar de ello la mayoría de las raíces finas se encuentran en el horizonte más fértil.

El tallo es de forma cilíndrica y ligeramente cónico, de color verde, con numerosos estomas en su epidermis, presenta en forma helicoidal los nudos, desarrollándose en cada uno de ellos una hoja, la yema terminal en la parte superior del tallo una vez que ha alcanzado su máximo crecimiento da lugar al botón floral y normalmente la planta puede llegar a alcanzar hasta dos metros de altura.

Las hojas son lanceoladas, alternas, sentadas o pecioladas, las dimensiones están en dependencia de las características de la variedad, la edad y el nivel de inserción con el tallo, aún cuando responden en su desarrollo a las condiciones de fertilidad del suelo, al clima y a otros factores. La forma de la hoja depende de la relación longitud anchura y de acuerdo a esto se clasifican en redondas, acorazonadas, ovaladas, elipsoidales, lanceoladas, etc.; atendiendo al desarrollo de la nerviación se consideran penninervias.

Las flores de tabaco se agrupan en una inflorescencia indefinida en forma de racimo terminal que puede llegar a tener más de 150 flores, con pétalos de color rosado aunque pueden en algunos casos variar el color transitando desde el blanco hasta el rojo; la corola es pentámera, gamopétala, la flor es completa con sus órganos reproductores perfectamente diferenciados, dada la posición de los estambres se garantiza un alto porcentaje de autofecundación (96 % o más).

El fruto es una cápsula con dos cavidades que contiene entre 2000 y 3000 semillas lo que hace que una planta pueda producir más de un millón de semillas, su peso es muy pequeño (0,1 mg) es decir que en un gramo hay aproximadamente 10000 semillas.

La producción y el comercio del tabaco a nivel mundial se basa fundamentalmente en las cualidades que se alcanzan con la mezcla de hojas de diverso origen cuyas cualidades vienen determinadas por numerosos factores naturales o tecnológicos, entre los que se destacan:



- La variedad.
- El clima.
- El suelo.
- Las técnicas de cultivo.
- La manipulación y beneficio de la cosecha.

El tabaco es un cultivo exigente en mano de obra, ya que requiere por término medio unas 2200 horas de trabajo por hectárea, durante el ciclo, más que cualquier otro tipo de cultivo. Desde el punto de vista social genera numerosos empleos por lo que reviste una importancia capital para los pobladores de las comunidades donde se establece como cultivo fundamental.

En las últimas décadas se ha incrementado la producción de tabaco en el mundo (60% entre 1975 y 1997), de acuerdo a lo reportado por la FAO (2002), sobre todo en los países en desarrollo, con un crecimiento del 128% de 1975 a 1998, mientras en los países desarrollados disminuyó un 31% durante el mismo período. La producción sigue creciendo en más de 100 países, de los cuales más de 80 son países en desarrollo. Aunque Cuba no figura entre los países que producen los mayores volúmenes en toneladas por cosecha, el tabaco cubano es famoso en el mundo entero por su excelente calidad; el país exporta la hoja propiamente dicha o como producto elaborado el tabaco torcido (puros) y en menor cuantía como cigarrillos.

### 1.3 Requerimientos edafoclimáticos

Los principales requerimientos edafoclimáticos del cultivo del tabaco se resumen de la siguiente forma:

**Clima:** influye en la duración del ciclo vegetativo de las plantas, en el rendimiento de la cosecha y en la calidad del producto. Los factores que más afectan a este cultivo son la temperatura, luz, precipitaciones, humedad relativa y viento.

**Temperatura:** La temperatura óptima del cultivo varía entre 20°C y 27°C, cuando es inferior a 14°C el desarrollo es muy lento y por encima de 40°C pueden producirse quemaduras fundamentalmente en los brotes tiernos.

**Luz:** De la cantidad de radiación solar recibida por el tabaco depende en buena medida la textura, el grosor y el contenido de nicotina de la hoja, la luz favorece la formación de la nicotina, este efecto de la luz sobre la producción de la nicotina se pone de manifiesto por el hecho de que las hojas, según su posición en la planta, contienen distintas proporciones de este alcaloide, las hojas más cercana al suelo, que reciben menos luz son las que presentan

el menor de contenido de nicotina y las de mayor contenido son las que ocupan la posición más alta en el tallo.

**Precipitaciones:** El tabaco es una planta que se desarrolla adecuadamente en un suelo donde el contenido de humedad oscile entre el 60 y el 85 % de su capacidad de campo, durante el ciclo de cultivo la mayor afectación la sufre cuando el agua es excesiva pues la saturación del suelo dificulta el acceso de oxígeno a las raíces, en Cuba las precipitaciones no se distribuyen uniformemente por mes y en aquellos en que se cultiva el tabaco (diciembre, enero, febrero y marzo) los promedios de lluvias caídas son generalmente bajos, lo que se contrapone a meses como septiembre y octubre donde los promedios pueden llegar a duplicar los alcanzados en la etapa del cultivo. De acuerdo a ello como que las precipitaciones caídas en los meses en que el cultivo está establecido resultan insuficientes para la demanda de agua que este presenta, se hace necesario la aplicación del riego para mantener el suelo con un contenido de humedad próximo al 80% de su capacidad de campo durante su ciclo, que de acuerdo a los resultados en diversos experimentos desarrollados sobre este aspecto, parece ser el volumen más recomendable de agua disponible en el suelo para obtener una buena cosecha ( De Juan R 1996).

**Humedad:** El tabaco es muy sensible a la falta o exceso de humedad ambiental. Una humedad elevada durante el ciclo del cultivo produce un desarrollo pobre, en general en regiones secas la planta produce hojas poco elásticas y más ricas en nicotina que en las regiones húmedas. La humedad ambiental tiene una influencia importante sobre la textura de la hoja, también está demostrado que una alta humedad facilita la propagación de enfermedades criptogámicas. En Cuba la humedad relativa oscila entre un 75 y un 80% como promedio.

**Viento:** Este elemento del clima puede activar considerablemente los efectos de las elevadas temperaturas, de igual forma puede producir traumatismos y roturas que afectan la calidad de la cosecha. Cuando el viento es muy frecuente y sobrepasa los 4.0 metros por segundo, la planta reacciona incrementando su porción leñosa con la consiguiente pérdida de calidad

**Suelo:** Los mejores suelos para el cultivo del tabaco, de acuerdo a la literatura consultada son los de textura arenosa, con una fertilidad de media a baja, con un buen drenaje interno, los que el contenido de materia orgánica oscile entre el 3 y el 4% y que el PH esté en un rango de 5,2 a 6,5.

En Cuba los suelos donde se cultiva el tabaco se reúnen en 4 grandes grupos:

**Grupo I.** Se localizan los suelos del tipo arenoso cuarcítico, los del tipo ferralítico cuarcítico amarillo lixiviado, los ferralítico cuarcítico amarillo rojizo lixiviado y los ferralíticos cuarcíticos típicos (de acuerdo a la segunda clasificación genética). El contenido de arcilla menor de un 50% con topografía llana o ligeramente ondulada con un grado de erosión moderado y que retienen menos del 25% de su peso en agua.

**Grupo II.** En este grupo se localizan los suelos del tipo ferralíticos rojo, arcillosos, con topografía llana y un grado de erosión leve.

**Grupo III.** En este grupo se encuentran los suelos del tipo pardo sin carbonato y pardo grisáceo, es el grupo más heterogéneo que incluye suelos de naturaleza no calcárea, especialmente sobre serpentina u otras rocas básicas y ultra básicas magnesianas, intermedias o ácidas, presentan riesgos de erosión y generalmente son poco profundos.

**Grupo IV.** En este grupo están localizados los suelos del tipo pardo con carbonato, son los más extensos del país poseen alta fertilidad, la topografía es ligeramente ondulada o alomada y se encuentran sustentados sobre la gran zona calcárea de Cuba. Las condiciones de fertilidad de los suelos se deben corresponder con las características de la variedad a cultivar, el destino de la producción y las tecnologías de cultivo a emplear.

La información anteriormente señalada, permite establecer algunos aspectos en los que se fundamenta la realización de esta investigación para lo cual se ha tenido en cuenta que, en la actualidad las condiciones medias requeridas por el cultivo son difíciles de alcanzar y por ello es un imperativo buscar soluciones para evitar o por lo menos reducir los efectos negativos presentes, generados por el hombre, por lo que en este momento alcanzar la sostenibilidad para que el desarrollo realmente conduzca al bienestar colectivo, tendrá obligatoriamente que pasar por la fase de recuperación del equilibrio.

Las transformaciones del paisaje han perturbado los ciclos biogeoquímicos e hidrológicos y causan anualmente la erosión de miles de toneladas de suelos y su transporte hasta ríos, lagos y océanos. La deforestación y la contaminación química han perturbado el clima del planeta y un gran número de especies han disminuido rápidamente sus efectivos poblacionales, llegando muchas al borde de la extinción o simplemente superándolo y ya hoy no existen a causa de la destrucción de los hábitats. Bonet (2002). Lo anterior constituye la causa de las variaciones biogeoquímicas que presentan los suelos evidenciando que el cultivo del tabaco está afectado por estos problemas y por las tecnologías empleadas para buscar su producción económica agudizando las situaciones planteadas.

En la mayoría de los países en desarrollo el hombre del campo migra a las ciudades, este campesino que generalmente por tradición cultivó el tabaco siguiendo las prácticas de protección de la vega, abandona la producción buscando asentarse en las áreas urbanas, con lo que de hecho contribuye a que los nuevos productores, que no están dotados de su saber tradicional, ni de su experiencia, apliquen tecnologías de producción que buscan los altos rendimientos, sin tener en cuenta la protección de las áreas para las futuras cosechas, así describen Lacki (1994) y otros autores el panorama actual.

En relación a los aspectos socioeconómicos y medioambientales generalmente se puede trabajar en la búsqueda de un sistema agrícola sostenible para las vegas cuyo cultivo fundamental sea el tabaco, que garantice satisfacción de las necesidades elementales, con lo que se elevaran las condiciones de vida en el medio rural, reduciendo primero y evitando después la destrucción de los recursos naturales, de manera que los incrementos en la producción agrícola, la reducción en las afectaciones al ecosistema y las mejoras en las condiciones de vida podrán mantenerse a más largo plazo.

La FAO (1989,1991), describe con mayor precisión a la agricultura sostenible como: "El manejo y la conservación de los recursos naturales y la orientación de cambios tecnológicos e institucionales de tal manera que se garantice la satisfacción continua de las necesidades humanas para las actuales y futuras generaciones. Tal desarrollo sostenible (en agricultura, forestería, y pesca) conserva suelos, agua y recursos genéticos, no daña al medio ambiente, y es apropiada técnica, viable económica y aceptable socialmente".

El aprovechamiento de la tierra será sostenible si satisface las necesidades del presente conservando, al mismo tiempo, los recursos naturales para las generaciones futuras; de acuerdo a lo planteado por Murray (1994) se requiere de combinar la producción con la conservación. En este momento se exigen profundos cambios en la forma de practicar la agricultura, tal y como exponen Lacki y Zepeda (1994), la mentalidad minera (que sólo extrae) y la industrial (que exige que todos los insumos sean externos a la unidad productiva), serán cada vez menos factibles de ser aplicadas a la moderna agricultura, porque ésta requiere sostenibilidad económica, social y ambiental, lo que constituye uno de los objetivos a establecer en este trabajo.

#### **1.4 Desarrollo económico y cultivo del tabaco**

A partir de la realidad de la situación del desarrollo del país y teniendo en cuenta la creciente importancia del cultivo del tabaco para la economía nacional por constituir una fuente segura y estable de ingresos, (Rev. Cuba (1987) (2003), se presta especial atención a la elevación

de la eficiencia, al incremento de las áreas, al rendimiento y a la calidad de las hojas cosechadas.

El tabaco es una planta de ciclo corto, que se adapta bien a diferentes tipos de suelo, para la que las condiciones medioambientales existentes en Cuba, resultan excepcionalmente favorables, sobre todo si se trata de producir tabaco negro destinado a la fabricación de puros y cigarrillos fuertes, entre otras aplicaciones, sobre todo para la provincia de Pinar del Río; a lo anterior se une que constituye un cultivo tradicional para el que los campesinos cuentan con la experiencia y conocimientos empíricos que les permiten desarrollar eficientemente la fase agrícola y el proceso de curado y fermentación con la esmerada atención que este precisa hasta llegar al consumidor (Rev. Cuba 1981). Lo expuesto constituye algunas de las razones que provocan que en el modelo de agricultura sostenible cubano, este cultivo ocupe un lugar preponderante.

Los suelos de la provincia de Pinar del Río poseen como características específicas ser arenosos, o areno-arcillosos, abundantes en muchos casos en piedras cuarzosas que los agricultores de esta zona llaman "cascajo", el subsuelo es arcilloso o areno-arcilloso-ferruginoso, que en condiciones de explotación racional están dotados de buen drenaje; con estas propiedades se está en presencia de tierras bien aireadas y con una magnífica capacidad de drenaje, tanto superficial como interno, condiciones indispensables para la obtención de una buena hoja de tabaco.

No obstante la realidad de los suelos que hoy en Cuba se dedican al cultivo del tabaco es que tienen un escaso contenido de nutrientes y la materia orgánica que poseen, generalmente, no es mayor al 2%. En Pinar del Río, la provincia del país donde se cultiva y produce el tabaco de mejor calidad (Rev. Cuba 1976), los suelos han sufrido un continuo deterioro dado por la conjunción de factores negativos entre los que se encuentran el cultivo continuado por más de un siglo y el empleo de tecnologías altamente agresivas al medio ambiente.

En la tarea de resolver los acuciantes problemas económicos se trabaja por el desarrollo de tecnologías de producción de bajo costo, más endógenas, que posibiliten pasar de la dependencia al protagonismo del agricultor, buscando soluciones para la crisis del agro, tal y como lo plantea Lacki (1995), en esa dirección y con la premisa de que el tabaco negro que se cultiva al sol ocupa un lugar principal en la economía, se hace imprescindible conocer el efecto en el medio ambiente y sobre el rendimiento y la calidad del tabaco cosechado en esta provincia, de una tecnología que tienda a la disminución de los agroquímicos y en la

que predomine la reducción de la dosis de fertilizantes minerales, el empleo de los abonos verdes y la aplicación de biocompost, entre otras.

Diversos autores han coincidido en afirmar que los suelos sin humus, no importa cual sea su riqueza mineral, no son adecuados para este cultivo, ya que producen plantas de hojas pequeñas que maduran prematuramente y son, por consiguiente, de bajos rendimientos en peso y clases superiores (Akehurst, 1973), de la misma forma la FAO (1978) afirma que el humus hace a los suelos más ricos y que un suelo sin humus no es un buen suelo.

Por otra parte Engels (1876), señala que cuando desaparezca la vida orgánica, la tierra, muerta se convertirá en una esfera fría como la luna, y Millar (1967) afirma que está comprobado en numerosas investigaciones que la fracción orgánica y particularmente de ella el humus es indispensable para lograr la fertilidad del suelo, sin embargo tal como plantea Lacki (1995) sería irreal e ingenuo proponer que se logre una agricultura rentable y competitiva sin fertilizantes minerales, de lo que se trata es de combinar adecuadamente los recursos endógenos y exógenos, producir más y mejor con menos costos, preservando el suelo, reduciendo los índices de contaminación, ampliando la biodiversidad, rompiendo el círculo perverso de producción a costa de destrucción. (Sánchez, 1996).

Hoy se puede señalar que en Pinar del Río, en los suelos destinados al cultivo del tabaco negro de sol ensartado la ausencia de aplicaciones de abonos orgánicos en unos casos o el deficiente manejo de la fertilización en otros, constituyen una de las causas que ha provocado la depresión del rendimiento y la calidad (Romero, 1987).

Diversas investigaciones se han desarrollado en el mundo con el objetivo de verificar los efectos de la fertilización orgánica sobre los componentes biológicos de los suelos y en el rendimiento y la calidad de cultivos de interés económico, Cuba no ha estado ajena a ellas y hay varios reportes de experimentos ejecutados por algunos investigadores sobre el tema.

En la Estación Experimental del Tabaco de San Juan y Martínez, en la provincia de Pinar del Río, Cuba, se realizó un experimento con el objetivo de determinar la influencia de la fertilización órgano-mineral sobre el rendimiento y la calidad del tabaco negro cultivado al sol cuando se establece en un suelo ferralítico cuarcítico amarillo lixiviado; de acuerdo a lo reportado por Pérez Cabrera y Col. (1997), no se encontró diferencia significativa en el rendimiento del tabaco con tres mezclas diferentes de fertilización órgano-mineral, en las que se mantuvo inalterada la cantidad de fertilizante mineral (1315 Kg./ha) y se varió la dosis de orgánico, que fue de 5, 10 y 15 ton/ ha. Señala que a partir del segundo año la mezcla que contenía la mayor cantidad de abono orgánico influyó significativamente en el

rendimiento en clases superiores, de la misma forma los contenidos de materia orgánica y del ión cloruro en el suelo aumentaron como una de las consecuencias de la incorporación del estiércol vacuno (principal componente del abono orgánico utilizado), ya bien fuera incorporado al iniciarse la preparación del suelo o aplicado conjuntamente con el fertilizante mineral en el momento de establecer la plantación.

Otra forma estudiada para elevar los contenidos de materia orgánica en el suelo es la descrita por Howard (1940), quien ideó un sistema sencillo y práctico que permite transformar mediante un proceso de fermentación los residuos vegetales y animales de los campos y las basuras urbanas sin necesidad de instalaciones costosas y complicadas y cuyo producto final designó como indore, en homenaje al Estado de Indore en la India Central, en este lugar y más específicamente en el Instituto de Industria Vegetal él desarrolló entre los años 1924 y 1931 las investigaciones fundamentales en este tema, con el que logró un abono mixto que en la actualidad se identifica como compost.

Para la fabricación de este compost son necesarias las siguientes materias primas: residuos animales, restos vegetales, bases para neutralizar el exceso de acidez, agua y aire. Corresponde el mayor volumen a los restos vegetales, que siempre abundan en las explotaciones agrícolas, considerándose como muy importante la diversidad de materia vegetal lo que se explica por las diferencias en composición de las especies.

En varios lugares del mundo se realizan estudios sobre este tema y así aparecen los reportes de: Bartl-Bárbara; Hartl-Wilfried; Horak-Othmar (2002), Eghball-Bahman (2002), Badiane-Aminata; Faye-Alphonse; Yamoah-Charles-F; Dick-R-P (2001), Hartz, T, K; Giannini, C. (1998) y Namkoong Wan; Hwang Eui Young (1997), los que entre otras cuestiones tratan sobre resultados experimentales relacionados específicamente con el efecto de la aplicación de biocompost comparado con la fertilización mineral; la influencia sobre las propiedades del suelo y la acumulación de P, N y otros iones de las aplicaciones de compost y el uso de compost y los fertilizantes minerales para la producción en los campos de la región semiárida de Senegal.

En el caso del biocompost en Cuba el trabajo ha sido más limitado y no es hasta que Mayea (1971) introduce la tecnología para su elaboración a gran escala, que se produce ese necesario despegue en su utilización fundamentalmente en el cultivo de hortalizas.

### **1.5 Aprovechamiento de los recursos naturales**

De acuerdo a lo señalado por Margarita García, Eolia Treto y Mayté Álvarez (2001), el abonado verde cobra cada día más interés, sobre todo en las condiciones de los trópicos,

donde las lluvias y temperaturas altas reinantes causan un rápido deterioro de la fertilidad de los suelos. Además de lo anterior está el hecho de la contaminación ambiental causada por el uso indiscriminado de los productos químicos (fertilizantes, pesticidas y otros); la práctica del empleo de abonos verdes ha mostrado ser eficiente en la sustitución de fertilizantes nitrogenados y en el incremento de la productividad de los suelos en países como Brasil, Estados Unidos de América, China y Colombia.

En Cuba se ha venido trabajando en la inclusión de los abonos verdes en los sistemas agro productivos de varios cultivos como el arroz, la papa y el tomate, en particular en Pinar del Río se han llevado a cabo investigaciones para evaluar el efecto de los cultivos ínter cosecha con fines de ser usados como abonos verdes para sustituir parte del nitrógeno utilizado en la fertilización del tabaco los que muestran resultados positivos sobre el rendimiento y la calidad así como en la disminución de la ocurrencia de enfermedades, de acuerdo a lo reportado por Porras P. y col (1997), por lo expuesto y conociendo que el éxito de esta práctica depende de seleccionar las especies más adecuadas, que posean las características idóneas y que sean sembradas e incorporadas en el momento oportuno, fue este otro de los experimentos que se llevó a efecto.

Ante el problema de que se desconoce el efecto que puede provocar la aplicación de biocompost y la reducción de la dosis de fertilizante minerales sobre el rendimiento y la calidad del tabaco negro de sol y tomando como premisa que el empleo combinado de abonos orgánicos con la dosis adecuadas de fertilizantes minerales mejora las condiciones del suelo, colabora en el restablecimiento del equilibrio biológico del ecosistema, favorece la asimilación de los nutrientes por las plantas cultivadas y como consecuencia de ello eleva el rendimiento y la calidad de las cosechas, se decidió, teniendo en cuenta las posibilidades que ofrece para su aplicación en el cultivo del tabaco negro de sol, incluir como parte de lo que se investigó, el estudio del efecto de la reducción de la dosis de fertilizantes minerales y la aplicación de biocompost en las áreas destinadas a la producción de este tipo de tabaco. Debido a que el tabaco utiliza los nutrientes de la tierra a una velocidad muy alta, requiere el uso constante de fertilizantes químicos y que no sólo estos fertilizantes pueden directamente envenenar a los trabajadores del campo y causarles problemas de salud crónicos, también se infiltran en la tierra y contaminan las aguas y sistemas ecológicos, envenenando animales y cultivos alimentarios. Así lo afirman Muller (1976), Madeley (1983) y Taylor (1994)

## **1.6 La educación ambiental y el manejo de los recursos naturales**

En este contexto, tal y como señala De Morales (1988), la educación ambiental constituye un componente fundamental para establecer patrones de conducta protectivos del hombre hacia el entorno y la enseñanza de habilidades y técnicas específicas en el manejo de los recursos naturales.

La solución a los diversos problemas del medio ambiente, exige la cooperación solidaria de todos, tal y como plantea Ellenberg (1981), por eso se debe poner énfasis en una mejor educación e instrucción, no sólo de los niños, sino también de los adultos; estos últimos serán alcanzados por los medios de difusión más importantes. Se puede añadir que por variadas formas de docencia, incluida la educación a distancia para que se cubran con eficiencia todos los casos

La educación tendrá que conjugarse armónicamente con la agricultura para producir un saber sobre los factores sociales, económicos y medio ambientales que inciden en el agroecosistema para condicionar su funcionalidad y desarrollo en un entorno de cuya potenciación depende la sostenibilidad. Para esto se presenta un instrumento de trabajo que posibilita la obtención de datos en el área objeto de investigación de forma tal que se pueda disponer de un diagnóstico inicial que contiene la situación ambiental con lo que es factible elaborar el programa de educación ambiental requerido para los habitantes de la comunidad y en particular para los participantes de la explotación del área tabacalera de tal manera que con este programa sea posible demostrar que desde los albores del cultivo del tabaco en Pinar del Río los vegueros vivieron y trabajaron en armonía con la naturaleza, protegiendo sus tierras de los efectos dañinos que pudieran afectar los rendimientos y la calidad de las cosechas, así los conocimientos sobre la planta, su explotación económica y la protección de las vegas para las futuras cosechas, fueron transmitidos de generación en generación, con resultados muy positivos en la mayoría de ellos.

En el programa de educación ambiental, elaborado sobre las bases expuestas, ocupa un lugar preponderante la valoración de los efectos de la Revolución Científico Técnica generada por los descubrimientos de tecnologías para los "altos rendimientos", la que penetró vertiginosamente en las áreas de producción tabacalera con el uso masivo de fertilizantes químicos, herbicidas, mecanización con sobre laboreo, aplicación de pesticidas cada día más potentes y el empleo de poderosos motores para el riego.

Debe la educación lograr que se interiorice que el ambiente natural se degrada y que el uso indiscriminado de fertilizantes minerales ocupa un lugar cimero en la reducción de los

recursos biológicos, según Shand, H. (1993) los combustibles fósiles contaminan el medio ambiente, la excesiva cantidad de labores y el empleo de agro tóxicos destruye la diversidad y contamina suelos y aguas y la destrucción de los ambientes naturales está usualmente acompañada de un corto período de progreso, seguido de un declive económico-social, tal y como lo indican García y María A. Martín. (1994).

Estos planteamientos están respaldados por criterios de expertos, como Altieri (1996), los que señalan que el comportamiento óptimo de un sistema de producción agrícola está estrechamente vinculado al desarrollo de los factores biológicos, culturales, sociales, económicos y ambientales que inciden en el mismo.

Muchos problemas medio ambientales ocurren porque no se prepara a los agricultores para un sistema de producción ecológicamente sostenible y por tanto no existen los conocimientos para lograrlo, es urgente la necesidad de que se desarrolle la capacitación de los productores de tabaco para lograr un modelo que resuelva los actuales problemas del ecosistema agro-tabacalero en Pinar del Río. El modelo al que se hace referencia se elaboró a partir de cuatro pilares fundamentales:

- 1- **Más endógeno**, basado en los recursos que se poseen
- 2- **Más eficiente**, basado en que los recursos que se poseen y los que se adquieren deben producir en la plenitud de sus potencialidades.
- 3- **Más diversificado**, basado en la integración de varias producciones a pesar de conservar el tabaco como cultivo principal.
- 4- **Más ecologista**, basado en tecnologías que tiendan al restablecimiento del equilibrio en el ecosistema.

En el modelo que se plantea se debe transitar en el proceso del conocimiento científico de la agricultura sostenible para ser aplicado en el cultivo del tabaco buscando una nueva forma de producir que se separe de manera progresiva de la agricultura tradicional y se introduzca en la sostenibilidad a partir del desarrollo de potencialidades humanas y materiales, aprovechando óptimamente recursos endógenos y exógenos y en la que los descubrimientos científicos y su aplicación juegan un papel de extraordinaria importancia, pues el hombre, protagonista fundamental del cambio, tendrá que mantener un constante vínculo con lo más avanzado del conocimiento mediante la capacitación y la superación sistemática, unida a la instrucción técnica y profesional para su aplicación,

## 1.7 Ecología, Economía y cultivo del tabaco

El programa de educación ambiental debe incluir la valoración de los efectos económicos en las áreas de producción tabacalera sobre todo lo relacionado con los altos precios de los insumos y el hecho que en un momento determinado la aplicación de estas destructoras tecnologías provocaron un impacto favorable a los productores, que obtuvieron rendimientos sobre dimensionados y que a pesar de ello encontraron mercado para sus producciones al elevarse los consumos, por los cambios sociales que genera la sociedad desarrollada.

Por las razones apuntadas será necesario asumir que no sólo se trata de adoptar los métodos de la economía, como expone Hidalgo (2002), el problema es más abarcador y va mucho más allá, ahora también hay que conjugar los métodos de las ciencias, para con carácter multidisciplinar integrar los saberes y así poder resolver la compleja tarea de alcanzar los niveles de satisfacción que esperan los productores por un lado y los consumidores por el otro.

El campo de estudio será mucho más amplio y estará más cerca de lo esperado si se logra cumplir con una ecuación de balance para la función de producción que bien puede expresarse de la siguiente forma:

$$RN + MI + K + L = Y + R$$

En esta ecuación cada uno de los términos tendrá la significación siguiente:

RN Recursos naturales

MI Material intermedio

K Capital

L Trabajo

Y Producto

R Residuos

El programa de Educación Ambiental permitirá que los dedicados al cultivo del tabaco en Pinar del Río no sigan haciendo “más de lo mismo”, sino por el contrario, para que se capaciten y logren “más con una tecnología no agresiva que utiliza racionalmente los recursos naturales” a partir de un nuevo enfoque que permita el desarrollo sin destrucción, que de hecho y por derecho sea más realista, más viable, más eficiente y perdurable, y sobre todo más compatible con las aspiraciones de vivir en un mundo mejor los hombres de hoy y garantizarles un futuro de mejores condiciones a los de mañana.

## **1.8 Principales resultados esperados**

En la búsqueda de una respuesta científica para la problemática de continuar produciendo tabaco y al mismo tiempo conseguir que los efectos negativos que este cultivo produce sobre el ecosistema se reduzcan o se eliminen y como una contribución a la actual necesidad de resolver la contradicción entre lo que se desea y lo que realmente se puede, se decidió realizar la investigación cuyo propósito es alcanzar los siguientes resultados:

- Lograr una tecnología que posibilite un manejo eficiente del agro ecosistema, corrobore su efecto sobre el rendimiento y la calidad del tabaco negro de sol, contribuya a la sostenibilidad en las áreas de producción donde el tabaco constituye el cultivo principal y que como consecuencia tienda al restablecimiento del equilibrio físico, químico y biológico.
- Determinar las medidas que deben formar parte de la tecnología y entre las que pueden estar comprendidas la labranza mínima, reciclaje de nutrientes, uso de cobertura muerta y viva, empleo de abonos verdes, lo que unido a la asociación de cultivos, entre otros, incrementará la diversidad biológica y de hecho se reducirán los costos de producción, se incrementará la rentabilidad y la ganancia de los productores será mayor, lo que ejercerá una acción beneficiosa sobre el nivel de vida del veguero y su familia, los que también elevarán su nivel cultural y técnico al recibir cursos de capacitación para aplicar la tecnología resultante de esta investigación y realizar intercambios con otros miembros de la comunidad, con estudiantes y profesionales dedicados al estudio de los agro ecosistemas tabacaleros de la provincia y del país, lo que constituirá una acertada fórmula para lograr una cultura general integral en los productores del tabaco.

Los objetivos trazados y los resultados esperados, se sintetizan en la estructura investigativa que a continuación se expone:

## **1.9 Problema**

¿Es posible continuar produciendo tabaco y al mismo tiempo conseguir que los efectos negativos que este cultivo provoca sobre el ecosistema se reduzcan o se eliminen mediante el empleo de una tecnología que posibilite un manejo eficiente de los recursos naturales, a la vez que tienda a lograr la sostenibilidad en las áreas donde el tabaco constituye el cultivo principal?

## **1.10 Hipótesis**

Si se emplea una tecnología que potencie el uso y manejo eficiente de los recursos naturales en el ecosistema agro tabacalero, es posible mantener la producción y reducir los efectos negativos del cultivo continuado propiciando las condiciones para alcanzar la sostenibilidad.

## 1.11 Objetivos

Para alcanzar los resultados planteados es imprescindible cumplir, en primera instancia, el objetivo siguiente:

\* Establecer la forma productiva de uso y manejo de los recursos naturales en los ecosistemas dedicados al cultivo del tabaco negro de sol, introduciendo en la tecnología de producción principios agro ecológicos que contribuyan con su preservación, conservación y mejoramiento, posibilitando la tendencia a la sostenibilidad económica, social y ambiental, a partir de que en la tecnología prevalezca el empleo de los abonos verdes y la aplicación de biocompost, considerando que la determinación de la fecha de siembra y el momento de incorporación de los citados abonos, así como la reducción de la dosis de fertilizantes químicos, resultarán definitorios en los resultados a alcanzar.

La materialización de este objetivo central se verá cumplimentada en la medida que se logre alcanzar los siguientes objetivos complementarios:

- Capacitar a los técnicos, profesores y dirigentes de entidades productoras a través de variadas formas de docencia teórico-práctica, para que introduzcan los resultados en la producción y en los programas de formación del nivel medio y superior, lo que contribuirá a educar a las actuales y a las futuras generaciones, que inciden en la producción tabacalera, con una concepción agro ecológica sostenible.
- \* Fomentar la instrucción de los habitantes de las comunidades rurales en el uso, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, a partir del saber popular y los resultados de los estudios en el cultivo del tabaco realizados en los centros de investigación agrícola especializados, utilizando los institutos politécnicos agropecuarios como extensionistas y promotores de la cultura general integral comunitaria.

## CAPÍTULO No 2 MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Generalidades

Para el desarrollo de la investigación se llevó a efecto la elaboración de una estrategia que contempló un sistema de acciones, entre las que se destacan las siguientes:

- a) Selección del área para el montaje del experimento; a partir de los resultados que se fueron alcanzando en los diferentes aspectos investigados como complementarios o como fuente de datos que posibilitaran aplicar la tecnología a partir de efectos comprobados. Se aplica el método utilizado por el Ministerio de la Agricultura de la República de Cuba (MINAGRI), en cuanto al planeamiento agro productivo zonal
- b) Estudio biogeoquímico del área seleccionada; valorando los aspectos comprendidos en la propuesta para evaluar los impactos del aprovechamiento de los recursos naturales en las áreas destinadas al cultivo del tabaco. Se combinan los métodos de muestreo y análisis de laboratorio de suelos, el de muestreo diagonal en dos sentidos para determinar la diversidad biológica en base a  $m^2$  (extremos y centro) y los análisis de laboratorio de acuerdo a las metodologías establecidas oficialmente por el Ministerio de Agricultura para determinar, entre otros aspectos de interés, lo referido a la heterogeneidad de los suelos.
- c) Evaluación del comportamiento de los factores del clima (últimos diez años); datos tomados de las estaciones agro meteorológicas ubicadas en las proximidades de las áreas que fueron objeto de estudio y climatológica de Pinar del Río. En todos los casos se aplicaron los métodos de la Estadística Descriptiva para determinar y comparar indicadores
- d) Selección de las especies a emplear como abonos verdes, a partir de las orientaciones de la Empresa Productora de Semillas Varias del Ministerio de Agricultura (MINAGRI) y de los datos obtenidos de las consultas personales realizadas y las efectuadas a los trabajos sobre el tema de varios investigadores, refenciados oportunamente.
- e) Determinación de la fecha de siembra y el momento de incorporación óptimo de los abonos verdes seleccionados, teniendo en cuenta la observación sistemática fenológica del área y del comportamiento del rendimiento de masa verde
- f) Definición de otras medidas para la conservación y el mejoramiento del agro ecosistema que además contribuyen a propiciar la producción sostenible de tabaco, como la

producción y aplicación de compost a partir del aprovechamiento de los restos de cosecha y otros materiales existentes en las vegas tabacaleras.

- g) Determinación de la fertilidad natural mediante la ejecución y evaluación de los resultados alcanzados con un ensayo en blanco
- h) Capacitación de técnicos y profesores para desarrollar extensionismo con el objetivo de introducir los resultados en la producción y la docencia.
- i) Validación del impacto de la aplicación de la tecnología.

Se elaboró un proyecto de investigación que permitió integrar todas las acciones, este proyecto fue aprobado por el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente y en el mismo se consideró que al concluir cada etapa se llevara a cabo una evaluación parcial de la estrategia y de acuerdo a los resultados que se fueran obteniendo se procediera al rediseño si así fuese requerido, lo que implicaría que se contemplara la inclusión de nuevas acciones y la modificación o eliminación de alguna de las que inicialmente se previeron; se planteó la necesidad de constatar el cumplimiento de la ley de la agronomía científica formulada por el científico alemán Justus Von Liebig, tal y como plantean Puentes y col (1994), el que consideraba que el incremento del rendimiento de un cultivo era directamente proporcional al aumento del contenido del elemento que se encontraba en cantidades mínimas, de este análisis infirió que se podía expresar la ley mediante la siguiente fórmula:

$U = A X$ , donde:

U es el rendimiento

X es la cantidad de sustancia que se encuentra en el mínimo

A es el coeficiente de la proporcionalidad para la sustancia dada

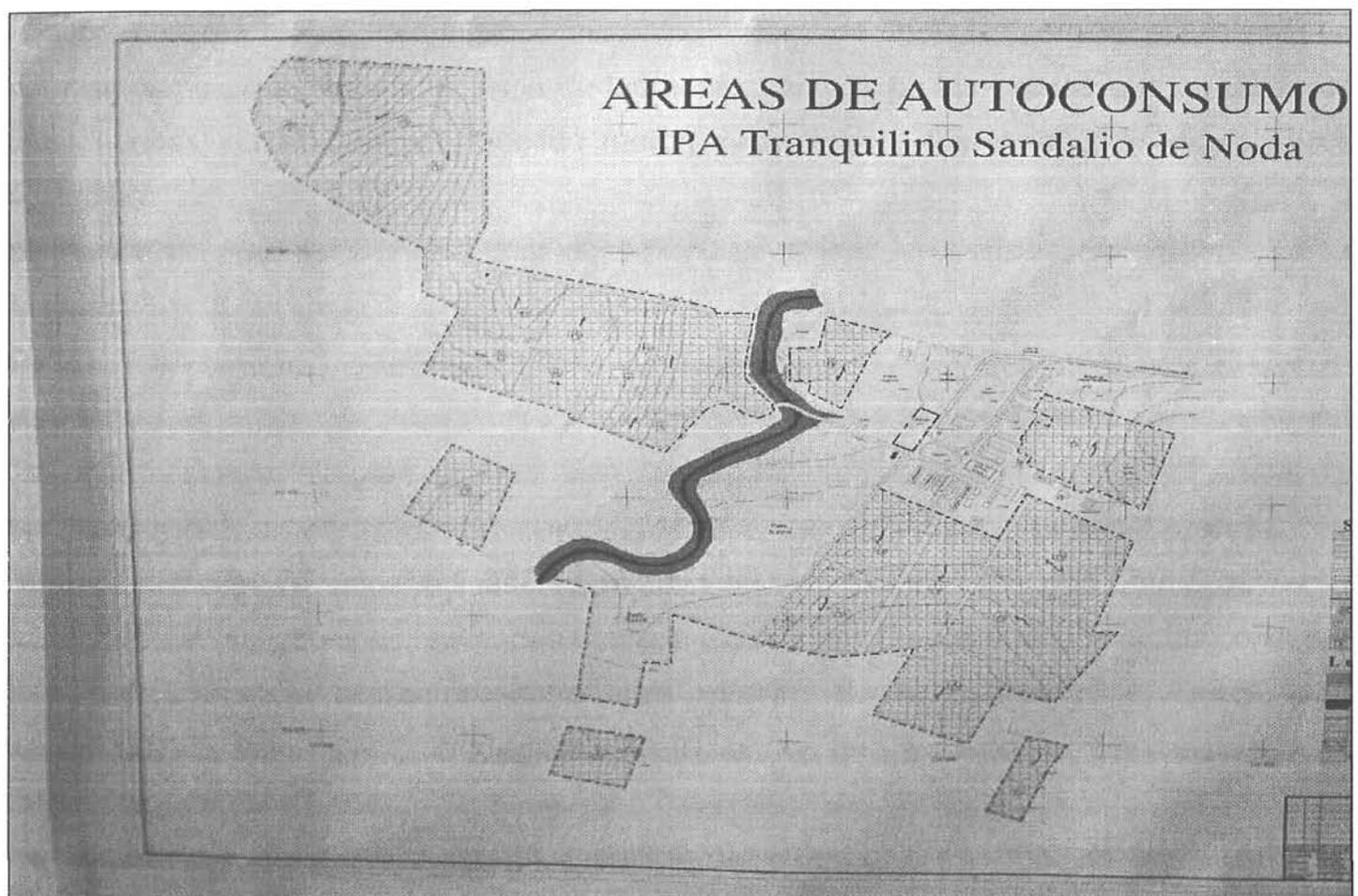
Como quiera que se ha comprobado que esta ley es válida para todos los factores que inciden en la vida de las plantas y que el rendimiento se limita por el factor que se encuentre en un mínimo relativo, (identificada como Ley del Mínimo), se decidió proceder a desarrollar las investigaciones a partir del supuesto planteado en la hipótesis de que en el caso del cultivo del tabaco negro de sol que se establece en los suelos agotados por el cultivo continuado, en la provincia de Pinar del Río, es factible elevar el rendimiento y la calidad de las hojas cosechadas si se procede a hacer un uso racional de los recursos naturales de que se dispone y entre ellos con un marcado énfasis en el empleo de los abonos verdes sembrados en la fecha óptima e incorporados en el momento oportuno, de igual forma se consideró posible y muy importante dar inicio a la divulgación de los resultados parciales y al desarrollo de cursos de capacitación con el personal involucrado en la investigación, con los

técnicos de la producción y con los profesores de los centros politécnicos que se seleccionaran de acuerdo a los intereses del equipo de investigación y al de los centros de formación y de trabajo de procedencia, presentando la propuesta de programa a desarrollar.

## 2.2. Ubicación geográfica

Se consideraron tres municipios de la provincia de Pinar del Río, en la República de Cuba, para aplicar la investigación, a partir del análisis realizado de los suelos, el clima y las condiciones de la producción de tabaco negro de sol ensartado, los lugares específicos fueron: el Instituto Politécnico de Agronomía "Tranquilino S. de Noda", ubicado al oeste del Km. 8 de la carretera que conduce al poblado de La Coloma, en el municipio de Pinar del Río, en este lugar para el desarrollo de los experimentos con los abonos verdes, se realizó el levantamiento topográfico y agroquímico del área, en el plano que se presenta en el gráfico 2.1 están representadas las parcelas y la ubicación geográfica de la citada institución.

GRÁFICO #2.1 ÁREAS DE PRODUCCIÓN IPA "TRANQUILINO S. DE NODA"



Como método de comprobación directa, en la medida en que se obtuvieron, se aplicaron los resultados en los dos municipios seleccionados para comprobar los efectos de los abonos verdes, estos fueron: la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) Rigoberto Fuentes ubicada en la empresa tabacalera Hermanos Saiz del municipio San Juan y Martínez y la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) Eusebio González de la empresa tabacalera Santiago Rodríguez del municipio San Luís, las que se encuentran también ubicadas en la llanura sur de la provincia de Pinar del Río, sometidos todos estos sitios a condiciones climáticas y edafológicas similares, lo que permite validar las acciones realizadas.

### 2.3 Biogeoquímica de las áreas seleccionadas

El suelo de estas áreas seleccionadas se clasifica como un suelo Ferralítico Cuarácico Amarillo Lixiviado, de acuerdo a la clasificación del Instituto de Suelos (1980), que equivale a un Ultisol, según la Soil Taxonomy y que correlacionado con la nueva clasificación de los suelos de Cuba es un Ferralítico Amarillento lixiviado típico, Hernández et al (1999), el que atendiendo a la World Reference base, Hernández et al (2002) es un Acrisol Chromic - Ferric en todos los casos se encuentra fuertemente deteriorado por el cultivo continuado de tabaco, en cada área se determinaron mediante análisis de suelo las características que en los mismos se presentaban al inicio de los experimentos con las plantas que se utilizaron como abonos verdes. En este sentido fueron determinados los indicadores edafológicos siguientes:

pH en (KCl).

M.O en (%)

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

K<sub>2</sub>O

Ca<sup>++</sup>

Mg<sup>++</sup>

Para la selección de estos indicadores se tuvo en cuenta los resultados obtenidos por el autor en las investigaciones realizadas sobre el tema y los criterios emitidos en las consultas de expertos que se realizaron, entre ellos Pérez. S., N.C. García., A. Dago., J.M. Hernández., E. Iglesias y O. Rodríguez. (1997), en los que se expresa que para hacer un análisis de caracterización de un suelo para determinar si es factible utilizarlo para el cultivo del tabaco negro se deben tener en cuenta, entre otros, el pH, la materia orgánica y los contenidos de fósforo, potasio, calcio y magnesio.

El perfil de este suelo consta de un horizonte superficial de textura arenosa de color pardo claro, el horizonte B toma una coloración amarilla y está sustentado sobre una corteza de meteorización caolinizada. Presenta baja plasticidad, afectado por la erosión eólica cuando está descubierto, de baja fertilidad natural, topografía llana y es de carácter ácido, de acuerdo a lo corroborado durante el proceso de investigación llevado a cabo en las áreas del politécnico y en las cooperativas seleccionadas, estas evaluaciones preliminares coinciden con lo descrito por Morales (1992), Cordero. P., Lourdes Díaz y E. Cabrera; (1995) y por Hernández, A., Pérez, J.M., Bosch, D., Rivero, L. (1999).

Las categorizaciones agrológicas de los suelos, se consideran por separado para una zona lo que no permite observar sus interacciones de forma directa y en función de los resultados finales a obtener. En este trabajo, se introduce el valor de la acción conjunta de todos los factores que inciden de manera directa en el desarrollo y en la vida en sentido general de las plantas, de forma que se aplique en las consideraciones iniciales de la planificación de uso y manejo de los recursos de suelo y naturales, es decir, que se consideran los factores biogeoquímicos que participan en el proceso productivo, teniendo en cuenta la factibilidad de la protección del ecosistema a partir de ese adecuado empleo y junto a la adaptabilidad de los cultivos al lugar. Con estas premisas, se desarrolla ese aspecto medular en este trabajo y se corrobora el cumplimiento de la Ley de la Acción Conjunta de Todos los Factores de Vida de las Plantas.

## **2.4 Climatología**

Kellman y Tackaberry (1997), citados por León Coro (2001), destacan la importancia de las caracterizaciones climáticas para el desarrollo de programas de uso y manejo en el funcionamiento y dirección de los ecosistemas, lo que valida la necesidad del estudio detallado de los factores del clima por la relación directa entre el clima y el desarrollo de estos ecosistemas. De acuerdo a lo registrado en la literatura consultada los factores climáticos de mayor significación resultaron ser:

Temperatura del aire

Humedad relativa

Viento (dirección y velocidad del aire)

Luz (duración del día, horas luz).

Se considera como óptima la temperatura cuando oscila en un rango de 18 a 28 grados Celsius, se debe tener en cuenta el subperíodo vegetativo en que se encuentre la planta ya que los requerimientos en cada uno son diferentes; la humedad que no exceda del 70%; el

aire de dirección norte, con una velocidad no superior a los 3 m / s y en lo referido a la luz, como que una de las plantas estudiadas como abono verde es el sorgo forrajero y esta es una planta de días cortos, influye este factor en la aparición de la floración. En este caso se cumple lo planteado por Whyte, Moir y Cooper (1964), los que señalan que uno de los factores ambientales más importantes que regula el desarrollo de las gramíneas es la duración del día, variando las necesidades con las especies, explican que no obstante hay algunas que son indiferentes a este indicador y que se desarrollan igual con foto periodos largos o cortos, también existe el caso de algunas gramíneas que su desarrollo está evidentemente regulado por otros factores, entre estos puede considerarse en primerísimo lugar la nutrición

En las zonas donde se realizó la investigación están enclavadas estaciones agro climáticas las que cuentan con un registro sistemático del comportamiento de cada uno de los factores objeto de análisis y que reportan como promedio para los últimos diez años los siguientes datos del comportamiento del clima en la zona:

Tabla 2.1 Comportamiento medio mensual de los factores del clima.

Estación agro climática del área de investigación (IPA "TRANQUILINO S. DE NODA").  
(Años 1995 a 2005)

MES	Precipitaciones	Temperatura		Humedad	Duración del día (horas)
	(mm)	(°C)		relativa del	
	Promedio	Máxima	Mínima	aire (%)	
	histórico				
Enero	33.7	28	11.5	76	10.9
Febrero	71.5	28	10.0	80	11.4
Marzo	90.2	29	11.5	81	12.0
Abril	101.4	31	13.0	83	12.7
Mayo	173.4	32.5	18.0	89	13.2
Junio	153.3	32.5	18,0	88	13.4
Julio	166.6	33	18,5	89	13.3
Agosto	188.0	32,5	19,0	90	13.1
Septiembre	288.4	31	18,0	91	12.2
Octubre	101.0	30,5	16	85	11.7
Noviembre	80.0	30	15.5	80	11.1
Diciembre	48.8	28	13.5	78	10.8

La zona presenta la persistencia de un período húmedo casi total al poseer valores de humedad relativa superiores al 80 % por lo que el área de estudio se puede considerar con un aire húmedo permanente que pudiera tener su origen en la cercanía del río Guamá y los bosques permanentes que existen en el lugar.

La lluvia promedio en esta estación, en los últimos diez años oscila en un rango de alrededor de los 1500 mm, factor este que también contribuye a que el periodo húmedo se mantenga durante todo el año ya que estas precipitaciones se distribuyen en un rango de valores muy próximos durante la mayoría de los meses del año, se encuentran los valores más bajos localizados en los meses desde diciembre hasta febrero.

De igual forma se valoró el comportamiento de los factores del clima, ya estudiados en el politécnico, en las áreas de los municipios San Luís y San Juan y Martínez, estos resultados se presentan en las tablas 2.2 y 2.3 y los datos, al igual que en el caso anterior están referidos a los 10 últimos años.

Tabla 2.2 Comportamiento medio mensual de los factores del clima.

Estación agro climática del área de investigación (CCS "RIGOBERTO FUENTES")

(Años 1995 a 2005)

MES	Precipitaciones	Temperatura		Humedad del aire (%)	Duración del día (horas)
	(mm)	(°C)			
	Promedio histórico	Máxima	Mínima		
Enero	32.7	28	10.9	75	10.8
Febrero	71.5	28	10.3	79	11.5
Marzo	90.2	29	11.7	80	12.1
Abril	111.4	31	13.3	82	12.7
Mayo	163.4	33	17.7	86	13.3
Junio	143.3	33	18,1	88	13.3
Julio	168.0	34	18,7	87	13.4
Agosto	178.0	33	19,2	88	13.2
Septiembre	288.4	31	18,4	90	12.2
Octubre	121.0	30	16.3	83	11.6
Noviembre	90.0	29	15.7	80	11.2
Diciembre	68.6	28	13.8	78	11.4

Como en el caso anterior en esta zona se presentan variables climáticas con un comportamiento similar, lo que sin lugar a dudas se corresponde con las características propias de la llanura sur de Pinar del Río, este es uno de los factores que la caracteriza y distingue del resto de las zonas de la provincia y uno de los aspectos que inciden en las propiedades de las hojas de tabaco cosechadas en las vegas enclavadas en ella.

Tabla 2.3 Comportamiento medio mensual de los factores del clima.

Estación agro climática del área de investigación (CCS "EUSEBIO GONZÁLEZ")  
(Años 1995 a 2005)

MES	Precipitaciones	Temperatura		Humedad del aire (%)	Duración del día (horas)
	(mm)	(°C)			
	Promedio histórico	Máxima	Mínima		
Enero	33.9	28	10.5	74	10.9
Febrero	61.5	27	10.0	77	11.4
Marzo	94.2	28	10.5	79	12.0
Abril	100.2	31	13.4	80	12.7
Mayo	154.4	32	17.0	85	13.2
Junio	160.5	33	18.0	87	13.4
Julio	164.8	34	19.0	86	13.3
Agosto	190.8	33	19.5	88	13.1
Septiembre	267.4	31	18.5	89	12.2
Octubre	105.0	29	16.5	82	11.7
Noviembre	91.2	28	16.5	80	11.1
Diciembre	54.3	28	13.0	76	10.8

Una referencia obligada está relacionada con que los rendimientos productivos de un cultivo dependen de sus características genéticas y por el grado de satisfacción en tiempo de sus exigencias naturales acorde a las condiciones específicas del lugar de ubicación.

Entre las características genéticas del cultivo se encuentra el completamiento a su tiempo de las etapas biológicas (siembra – germinación, crecimiento vegetativo, floración, formación de cosecha, maduración - recolección), en los que la planta requiere de determinada cantidad de luz o de calor acumulado o bien de calorías asimiladas; debido a esta situación se impone

la utilización de un método que permita establecer el grado de satisfacción de los requerimientos temporales en cada uno de ellos, León (2001)

A partir de lo anterior se decidió corroborar la veracidad y credibilidad de los datos obtenidos y como patrón de comparación para validar los datos reportados por estas estaciones agroclimáticas se valoraron los que se encuentran registrados en la estación climatológica de Pinar del Río, perteneciente al Instituto de Meteorología de la Delegación Provincial del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), que está situada en las proximidades de la ciudad, distante unos 4 Km. del área urbana; como se podrá valorar en el capítulo que aborda los resultados y discusión de este trabajo, se observa que existe correspondencia entre las series de datos presentados y los que se reportan por la estación del CITMA, lo anterior permite afirmar que en esta zona (de la llanura sur de Pinar del Río), en los últimos 10 años el clima y sus variaciones se han comportado de manera similar en los tres puntos objeto de estudio y que los datos informados por los registros de los sitios en los que están enclavadas las mencionadas estaciones se corresponden con el comportamiento real de estos factores. De los estudios realizados por otros investigadores sobre el clima se establecen comparaciones con los datos obtenidos y resulta de gran interés para los objetivos de este trabajo los referidos a la variabilidad climática, los que se presentan en el capítulo 3 de esta tesis.

## **2.5 Selección de las especies a emplear como abonos verdes**

Se planteó realizar el estudio para determinar el efecto sobre el cultivo del tabaco como plantas empleadas para abono verde de una fabacea, el frijol de terciopelo (*Stizolobium deeringianum*, Bort.) y una poacea, el sorgo forrajero (*Sorghum vulgare*, Pers.) y para comprobar los resultados en el cultivo principal de la incorporación del abono verde al suelo se utilizaron plantas de tabaco negro (*Nicotiana glauca*, L.).

La selección de las especies para utilizar como abonos verdes se realizó a partir de las características que para cada una de ellas se exponen a continuación:

El sorgo forrajero, (*sorghum vulgare*, Pers.), se caracteriza por su significativa velocidad de crecimiento, alto poder de ahijamiento, que se desarrolla satisfactoriamente con una tecnología de cultivo sencilla, es una planta relativamente resistente al ataque de plagas y enfermedades, como es el caso de los Agriotes sp, (gusanos de alambre), que son los que pueden citarse como de mayores efectos nocivos sobre esta planta, pero que dadas las condiciones de cultivo y la utilización continuada del suelo, así como su exposición al aire

seco y el abundante laboreo superficial que por las tecnologías aplicadas se desarrolla en las áreas de cultivo del tabaco, donde se establecerá el sorgo, es que esta plaga no representa un enemigo de alta significación, es poco exigente en cuanto al riego ya que manifiesta una marcada resistencia a la sequía, de un ciclo corto y con un alto potencial de rendimiento, que ha sido estudiada como planta forrajera, como una planta adecuada para determinar las diferencias de fertilidad de los suelos al ser empleada para los ensayos en blanco y como abono verde y que se caracteriza por manifestar una respuesta satisfactoria, en los diferentes componentes del rendimiento, aún cuando la fertilidad del suelo en que se siembre sea baja. Su inconveniente fundamental está en la lignificación de los tejidos que conforman la masa verde a incorporar y por tanto la necesidad de disponer de un tiempo relativamente largo para sufrir una descomposición completa, requiriendo para ello, entre otras, de adecuadas condiciones de humedad en el suelo.

El frijol de terciopelo (*Stizolobium deeringianum*, Bort.) es una fabacea que se caracteriza por su alta velocidad de crecimiento, por lo que cubre el suelo en un tiempo relativamente breve entre los 28 y 35 días después de sembrado, de acuerdo a lo reportado por Cabrera Calcedo (2000) y verificado durante el desarrollo de los experimentos que se ejecutaron para este trabajo, se desarrolla satisfactoriamente sin necesidad de labores de cultivo, es de ciclo corto con elevado potencial de rendimiento en masa seca, ha sido estudiada como planta destinada a incorporarse como abono verde y en este indicador muestra resultados satisfactorios en aquellos suelos cuya fertilidad es baja.

Un estudio presentado por Cabrera y col (2000), precisa los resultados que se alcanzaron en suelos de Pinar del Río dedicados al cultivo continuado de tabaco al emplear el abono verde frijol de terciopelo como parte de una tecnología antierosiva y que fueron los siguientes:

Indicador medido	Unidad de medida	Estado del suelo	
		Inicio	Final
Contenido de Materia Orgánica	%	1.49	1.61
Contenido de $K_2O$	Mg / 100 g de suelo	17.99	18.20
Contenido de $P_2O_5$	Mg / 100 g de suelo	61.06	62.66
Capacidad de intercambio catiónico	Meq / 100 g de suelo	5.96	6.16
PH en KCl	---	4.51	4.53

Se decidió realizar dos experimentos, uno con el sorgo y el otro con el frijol de terciopelo, para determinar la fecha de siembra y momento de incorporación óptimo de estos cuando son empleados como abonos verdes, los mismos se realizaron en el Instituto Politécnico de

Agronomía “Tranquilino Sandalio de Noda”, lugar donde se repitieron durante tres años y se replicaron en el municipio San Juan y Martínez y San Luís.

Se valoraron los datos de los resultados de los estudios con los abonos verdes en Pinar del Río desde 1980, fundamentalmente los realizados por la Dirección del Instituto de Suelos, de la provincia de Pinar del Río, Cuba, en el que sus autores Cabrera Calcedo, Llanes Hernández, Porras Lóriga y Otero Martínez, destacan que se han estudiado varios cultivos, fundamentalmente antes de la década de los 80 del siglo pasado, con el objetivo de establecer planes de rotación y o alternancia con tabaco y dentro de ellos se incluyeron algunos abonos verdes como el frijol terciopelo, siendo el propósito incrementar los rendimientos del tabaco, sin embargo, los estudios no profundizaban en que medida se mejoraba y conservaba el suelo y cual era la tecnología más eficiente en el uso y manejo de estos abonos verdes, en esos estudios se demostró que la práctica de incorporar abonos verdes, incrementaban el rendimiento del cultivo del tabaco. Como elemento de comparación y a los efectos de profundizar en los análisis en el capítulo correspondiente se exponen los datos a los que se hace referencia, presentados por sus autores en diferentes eventos que entre otros aspectos han abordado el tema objeto de estudio.

## **2.6 Diseño y tratamientos**

El estudio de los abonos verdes se llevó a efecto siguiendo un diseño de bloque al azar, De La Loma (1972), Lerch (1977), en dos experimentos, uno con cada especie, para determinar la mejor de tres fechas de siembra, con un mes (30 días) de diferencia entre una y otra:

X.- Siembra 15 de mayo

Y.- Siembra 15 de junio

Z.- Siembra 15 de julio

Y el mejor de tres momentos de incorporación:

A.- Incorporación 30 días antes de establecer el tabaco.

B.- Incorporación 60 días antes de establecer el tabaco.

C.- Incorporación 90 días antes de establecer el tabaco.

Para cada una de las dos especies utilizadas en la investigación:

1- Frijol de terciopelo

2.- Sorgo forrajero

Variando las edades de las plantas a incorporar desde 30 hasta 150 días, a partir del momento de la siembra.

Se montaron los experimentos en bloques que cada uno abarcó los 9 tratamientos, que se correspondían con todos los referidos a los dos experimentos, ubicando 8 bloques en el área experimental, cada uno constituyó una réplica para un total de 72 parcelas en estudio, las dimensiones definidas para cada parcela fueron: longitud de 10 metros y ancho de 7,2 metros, se utilizó como área de cálculo los seis surcos centrales de cada parcela, con una defensa interna de dos surcos por ambos lados y las dos plantas extremas de cada surco, entre réplicas se dejó un área de cinco metros destinados a defensa y caminos, lo que representa un total de 6100 m<sup>2</sup>. para el área experimental, los surcos se orientaron de norte a sur, la distribución de los tratamientos se realizó de acuerdo a lo planteado por Lerch (1977) y por Torrecilla, G. y Col. (1980).

Se determinó que el área base del experimento fuese la enclavada en el Instituto Politécnico de Agronomía "Tranquilino Sandalio de Noda" y que a partir de los resultados iniciales que alcanzaran en la misma se desarrollara su extensión en las CCS seleccionadas de los municipios San Juan y Martínez y San Luís, se tuvo en cuenta los posibles efectos económicos que sobre la producción privada pudiera tener el desarrollo de la investigación, el área utilizada como base del experimento se ubica hacia el oeste del centro educacional como parte de las áreas de autoconsumo existente (ver gráfico 2.1).

## 2.7 Métodos utilizados

La preparación del suelo previa a la siembra de los abonos verdes consistió en dos pases de grada de disco dentado (picadora), dos pases de grada de púa (tiller) con alisador (plana) y posteriormente la labor de surcado, el espaciamiento entre las labores de preparación hizo que el tiempo de laboreo total fuera de 45 días, del primero de abril hasta el 15 de mayo, Cabrera, E; Otero, A; Porras, P; Bouza, H; Llanes, J. M y Hernández, J. M; (1995), lo que coincide con lo propuesto por estos investigadores para favorecer que se reduzcan los efectos negativos de la labranza sobre la conservación del suelo.

La primera siembra se efectuó el 15 de mayo, la distancia entre surcos (camellón) fue para todos los tratamientos de 72 centímetros, la distancia entre plantas (narigón) de 25 centímetros para el frijol de terciopelo y chorrillo ligero para el sorgo forrajero, con una norma de 35 Kg / ha de semillas para el frijol de terciopelo y de 18 Kg / ha para el sorgo forrajero. Romero, R. (1987); Machado, F.; Marisel Cabezas y Bustio Dios, S. I. (1994).

La segunda siembra fue ejecutada el 15 de junio y la tercera el 15 de julio, en ambos casos se efectuó una labor de tiller y se surcó antes de proceder a la siembra de las parcelas; en todas las siembras se mantuvo la norma de semillas establecida.

En cada tratamiento fue realizada una labor de cultivo entre los 20 y 25 días después de la germinación con el objetivo de eliminar plantas indeseables; no se aplicó fertilizantes, pero además no se ejecutaron labores de riego, así como tampoco se utilizaron productos fitosanitarios para combatir plagas o enfermedades.

La primera incorporación se efectuó el 15 de agosto, 90 días antes de la fecha programada para establecer el cultivo del tabaco, con plantas de ambas especies, que tenían 30 días, 60 días y 90 días de edad de acuerdo a la fecha de siembra respectivamente, incorporándose seis (6) parcelas de cada réplica, de ellas tres (3) correspondían a cada uno de los abonos verdes objeto de estudio, utilizando el método de pasar chapeadora y procediendo a arar cada parcela con arado de disco una vez chapeada y dejada sobre el suelo la masa húmeda presente, que de esta forma quedo enterrada a una profundidad de 15 centímetros.

La segunda incorporación se efectuó el 15 de septiembre, 60 días antes de establecer el tabaco y la tercera el 15 de octubre, 30 días antes de establecer el tabaco, con los mismos requisitos que en la primera incorporación, las edades de las plantas en la segunda incorporación fue de 60, 90 y 120 días y en la tercera de 90, 120 y 150 días.

La preparación de suelo para el tabaco fue similar en toda el área utilizando un sistema de laboreo mínimo con una sola labor de arado de disco, dos labores de grada de discos escotados (picadora) y dos labores de grada de púas (tiller). La plantación de tabaco se efectuó a partir del 20 de noviembre y la tecnología seguida para el cultivo fue la establecida en el Manual técnico para el cultivo del tabaco al sol, recolectado en hojas y en mancuernas. Instituto de Investigaciones del Tabaco Minag. (2001).

Fueron realizadas las siguientes mediciones y observaciones en los abonos verdes:

- Altura de las plantas de sorgo en el momento de la incorporación
- Rendimiento de masa húmeda del follaje (se tomaron 3 muestras de cada parcela, el tamaño de cada muestra de  $1 \text{ m}^2$  y se pesaron independientes, se efectuó el cálculo correspondiente para determinar este indicador).
- Porcentaje de masa seca del área foliar
- Masa seca total
- Contenido de materia orgánica.

En el caso del tabaco las mediciones fueron realizadas sobre el rendimiento de la hoja cosechada, tomando como indicador el resultado alcanzado en la etapa de selección del tabaco seco en la escogida. Torrecilla, G. Y Col. (1980); Ramos, A. (1996).

## **2.8 Otras medidas para la conservación y el mejoramiento del agro ecosistema**

Entre las medidas estudiadas se encuentran los experimentos que se desarrollaron en las áreas destinadas a la producción de tabaco negro de sol, en el Instituto Politécnico de Agronomía "Tranquilino Sandalio de Noda", en la finca "La Casualidad" perteneciente al Segundo Barrio de las Taironas, ubicada al oeste del Km. 8 ½ de la carretera que conduce al poblado de La Coloma, en el municipio Pinar del Río de la provincia de igual nombre, en la República de Cuba, para determinar la heterogeneidad de los suelos destinados a las investigaciones en el cultivo del tabaco (ensayo en blanco) y los efectos de la reducción de la dosis de fertilizantes minerales y la aplicación de biocompost en las áreas destinadas a la producción de este cultivo ( producción de compost a partir de los recursos existentes).

### **2.8.1 El ensayo en blanco**

Se seleccionó como planta indicadora en la realización del ensayo en blanco el sorgo forrajero, (*sorghum vulgare*, Pers.); el sorgo se caracteriza por su elevada capacidad para ofrecer una respuesta que puede apreciarse a simple vista a las variaciones de la fertilidad del suelo, indicadores tales como la velocidad de crecimiento, capacidad de ahijamiento, momento de aparición de la floración y el grosor del tallo, se desarrollan de manera diferente y con una tecnología de cultivo sencilla se pueden alcanzar resultados detallados del estado de la fertilidad del suelo en una parcela, la posibilidad de obtener rápidamente respuesta por ser de un ciclo corto es otra de las ventajas que presenta para su empleo en la ejecución de los ensayos en blanco, a todo lo anterior se une que ya ha sido estudiada y existen numerosas referencias que permiten establecer las correspondientes comparaciones y análisis con un margen relativamente pequeño para los posibles errores experimentales.

En el área se estableció el cultivo sembrando a 0,72 m de camellón (distancia entre hileras), la distribución de las semillas a lo largo del surco (distancia de narigón) fue a chorrillo y las mismas fueron depositadas a 0,025 m de profundidad. La norma de semillas aplicada fue de 30 Kg. por hectárea, de acuerdo a lo recomendado por la dirección de la Empresa Productora de Semillas de la provincia de Pinar del Río, se emplearon 22,5 Kg para cubrir el área experimental.

Dada la longitud del campo y la distancia de siembra, se hicieron 118 surcos que para facilitar el estudio del área se agruparon en micro-parcelas de 10 surcos, con una longitud de 10 m cada uno, dejando 1 m entre cada hilera de parcelas para pasillo y en los extremos del campo 4 surcos para defensa, por lo que quedaron conformadas 88 parcelas con 72 m<sup>2</sup> cada una; con lo anterior se cubrieron 6336 m<sup>2</sup> lo que representa que un 81,4 % del total del área experimental fue objeto del estudio sobre las diferencias de la fertilidad del suelo, (área neta, cubierta con plantas de sorgo); del 18.6 % restante sólo se puede considerar fuera del análisis la zona de borde, ya que los pasillos interiores que no están en las áreas de las parcelas responden a igual fertilidad que la parcela contigua, por lo que puede considerarse que más del 95% del total fue objeto de estudio y ofreció resultados directos para su evaluación. De La Loma, J. L. (1972); Bustio, S. I.; Machado, F. y Marisel Cabezas (1994). Los resultados alcanzados por estos investigadores corroboran lo planteado con respecto al empleo del sorgo forrajero como planta indicadora de las diferencias de fertilidad del suelo y en lo referido al diseño empleado para determinar la heterogeneidad del suelo.

Se determinaron como índices biológicos a tener en cuenta:

- Número de plantas por metro cuadrado
- Diámetro medio del tallo
- Número de hojas por planta
- Altura de la planta
- Por ciento de plantas con inflorescencia
- Masa húmeda
- Masa seca
- Por ciento de masa seca.

### **2.8.2. Efecto de la reducción de la dosis de fertilizantes minerales y la aplicación de compost.**

Se decidió montar un experimento para comprobar el efecto del biocompost elaborado con los recursos naturales que se desechan en las vegas y con los restos de cosecha que el veguero no aprovecha racionalmente en el mejoramiento de los suelos, el estudio comprendió la acción combinada de los fertilizantes minerales y el biocompost y su efecto sobre el rendimiento y la calidad del tabaco.

Se diseñó la producción del biocompost y con posterioridad se aplicó en el experimento a partir de la campaña 1995-1996, utilizando el fertilizante mineral de fórmula completa 10-6-16-2, la misma que fue empleada para fertilizar todas las áreas destinadas al cultivo del

tabaco negro de sol ensartado en el municipio Pinar del Río y el biocompost elaborado en las áreas de investigación de Suelos y Agroquímica del Instituto Politécnico de Agronomía "Tranquilino Sandalio De Noda", preparado de acuerdo a la tecnología establecida por Mayea (1991) y ajustada a partir de los estudios desarrollados por Hernández (1993) y Machado (1994). En este sentido se pronuncia Mary J. Tynes. (2000) la que presenta una recopilación sobre uso y aplicación de compost

Para estudiar el efecto de los tratamientos sobre los índices biológicos del tabaco, se seleccionaron al azar 10 plantas del área de cálculo de cada parcela, las mismas fueron señalizadas con tarjetas indicadoras y a las que en el momento de la recolección se les realizaron las siguientes mediciones y observaciones biométricas, Serrano, H. (1979):

- Altura de la planta
- Número de hojas cosechables
- Distancia entre nudos
- Diámetro del tallo
- Longitud de la hoja central y superior
- Anchura de la hoja central y superior
- Masa húmeda de la zona basal, central y superior
- Masa seca de la zona basal, central y superior
- Porcentaje de masa seca de la zona basal y central.

Una vez concluido el proceso de curado y fermentación se procedió a la selección en la escogida evaluándose los siguientes parámetros:

- Rendimiento total (Kg./ha)
- Porcentaje de rendimiento con respecto al testigo
- Porcentaje de clases superiores
- Rendimiento en clases superiores (Kg./ha)

La metodología seguida en todas las observaciones y mediciones fue la establecida por Torrecilla y col. (1980)

Los datos de las evaluaciones fueron procesados mediante un análisis de varianza (Prueba de F, Fisher) de clasificación simple, en la que la varianza total se descompone en el efecto a causa de las variantes y el error experimental y las medias que mostraron diferencia significativa fueron comparadas por el test de rangos múltiples de Duncan para una probabilidad  $P = 0.05$ .

Durante la etapa que comprendió el experimento se llevó un registro diario de las precipitaciones, temperatura máxima, temperatura mínima, humedad del aire y duración del día; en el caso de estos factores del clima se efectuó la comparación con la media histórica (10 últimos años), todos los datos fueron registrados en la estación agro meteorológica del propio Instituto Politécnico, la que está ubicada a una distancia de 300 metros del área donde se montó el experimento.

Los datos fueron tabulados y se presentan las medias mensuales en la tabla 2.1 que comprende desde el 1995 hasta el 2005, con ello se cubre la etapa de investigación en el campo, iniciada con el ensayo en blanco y que comprende desde la preparación del suelo y hasta la fermentación del tabaco en cada cosecha objeto de estudio.

Para la evaluación de la efectividad económica de los tratamientos se tuvo en cuenta:

- Valor de la producción (pesos /ha)
- Gastos de producción (pesos /ha)
  - . Costo de los fertilizantes
  - . Otros costos (resto)
  - . Costo total de producción
- Ganancia (pesos / ha)
- Rentabilidad (%)
- Costo de cada peso invertido en la producción

Se consideraron los precios oficiales actuales establecidos para los fertilizantes minerales, el biocompost, y el tabaco (de acuerdo a las clases que componen precio), que aplicó la Empresa Municipal Tabacalera de Pinar del Río.

#### **2.8.2.1. Selección del lugar para la fabricación de compost.**

El área seleccionada para construir el cantero de fermentación está situada en un lugar con buen drenaje superficial, de manera que con las lluvias no se produjeron encharcamientos, con abundante sombra y con posibilidades de crear techos artificiales, se ubicó el área entre dos hileras de árboles, que posibilitaron reducir la incidencia directa de los rayos del sol sobre los canteros, con lo que se evitó la desecación excesiva que impediría el desarrollo de los microorganismos encargados de provocar los procesos de descomposición del material orgánico, se dispuso de área suficiente para construir el cantero, para virarlo y para acumular el material que formaría el montón.

### **2.8.2.2. Formación del cantero de compost.**

El tamaño de las pilas se definió a partir de la cantidad de materiales de que se dispuso, logrando hacerlas lo más grandes posible dentro de los límites razonables, ya que en proceso fermentativo requiere de una determinada temperatura en cada momento y una pila pequeña, generalmente se enfriará con mucha facilidad, lo que sin lugar a dudas afectaría el proceso. Una dimensión estándar probada durante varios años por el autor es: 1,5 metros de ancho, 1,2 metros de alto y 18 metros de largo y fue la que se empleó en este caso.

El cantero se conformó superponiendo capas de los materiales de que se dispuso, la pila se formó del modo siguiente:

Se colocó en el piso una capa de residuos vegetales de un espesor que osciló entre los 15 y 20 centímetros, sobre esta primera capa se colocó otra de estiércol, (como se plantea por diversos autores que preferentemente sea vacuno, se decidió utilizar este, por que además se disponía del mismo en cantidades suficientes), con un grosor de 5 a 10 centímetros, esta capa fue de cama mezclada con estiércol fresco y de estiércol colectado seco de los potreros y que se amontonó y humedeció previo a su empleo en la elaboración del cantero de compost. Antes de colocar la siguiente capa se procedió a espolvorear cenizas de madera y tierra mojada con las deyecciones líquidas obtenidas de los animales del módulo pecuario del centro, formando una fina capa que llegó hasta 5 milímetros, aproximadamente, resulta importante destacar que esta capa no debe ser muy gruesa pues dificultaría la circulación del aire en el interior del cantero, esa es la razón que justifica su poco espesor, en ese momento de la construcción se procedió a rociar agua con una manguera, sobre el material ya colocado en el cantero, de modo tal que el mismo quedó lo suficiente húmedo, seguidamente se agregó una capa de pseudo tallos de plátano, cortados lo más pequeños posibles, no más de 30 centímetros de longitud y los que en altura formaron una nueva capa de aproximadamente 15 - 20 centímetros, a continuación se repitió por dos veces las capas propuestas, hasta lograr la altura de 1,2 metros, se buscó que la última capa fuera de tierra mojada de un espesor de unos 5 centímetros, y se aplicó agua tal y como se orientó para las primeras capas en las que se colocaron después.

Se empleó restos de la cosecha del arroz y el frijol y la hierba segada en el césped, evitando situar en el cantero plantas rizomatosas o algunas indeseables con semillas, que sean capaces de sobrevivir al proceso de fermentación, pues de hecho se estaría convirtiendo al compost en un contaminante de los suelos donde sería utilizado con posterioridad.

El cantero se conformó en forma piramidal cuidando que en la parte superior el ancho no fuera inferior a 1 metro, de la misma forma la base no más de 1,5 metros.

Una vez concluida la construcción se procedió a cubrir todo el cantero con las hojas de la palma real (*Roystonea regia*, Cook), material que posibilita la circulación del aire pero que impide una alta y rápida pérdida de humedad, de forma tal que se pudo llevar a cabo el proceso de fermentación con la velocidad requerida.

Para favorecer la penetración del aire y evitar que la temperatura ascendiera hasta límites no deseados se recomienda que durante la colocación de las capas se sitúe una estaca en el centro del cantero a unos 2 metros del extremo y otras a una distancia que oscile entre 1,5 y 2 metros una de la otra, hasta cubrir toda la longitud del cantero, estas estacas que se colocan para que los huecos permanezcan, favoreciendo la circulación del aire, ya que una vez concluida la construcción se extraen, debiendo quedar en la mayoría de los casos un hueco de un diámetro superior a los 10 centímetros. En estos respiraderos verticales se colocó haces de tallos de maíz, que se ataron hasta que se alcanzó el diámetro requerido y que se dejaron todo el tiempo que duró la descomposición de los materiales que conformaron el cantero, con lo que se consiguió que la penetración del aire se mantuviera estable todo el tiempo de la fermentación.

### **2.8.2.3. Fermentación del material**

En esta metodología el compost se produjo a partir de provocar la fermentación de los residuos vegetales y animales de que se disponía en la vega, de esta forma se reciclaron los mismos, reduciendo la contaminación ambiental que pudieran provocar y se cumplió la Ley de la Restitución enunciada por Liebig.

La fermentación de los residuos puede llevarse a cabo por dos métodos fundamentales: a- En zanjas y b- En canteros o montones; en algunos lugares estas formas de agrupar los materiales para producir el compost se identifican como fosas y plataformas. En Cuba, dadas las condiciones del clima imperante es recomendable utilizar el método de canteros, para el que no hay que realizar excavaciones y los que colocados en los lugares adecuados no corren el riesgo de ser afectados por exceso de agua, por lo que este fue el seleccionado para la elaboración del compost.

Se pudo apreciar que la fermentación se inició a partir del siguiente día de construido el cantero ya que la misma fue acompañada de una elevación de la temperatura que llegó a alcanzar los 70 °C; a los 8 – 10 días se observó que la altura del cantero comenzó a reducirse, en todos los puntos no sobrepasaba un metro, se cumplimentó la indicación de

que debe chequearse que los dos aspectos: temperatura y pérdida de altura, se mantengan ya que ellos son los indicadores visibles que permiten asegurar que la descomposición se mantiene al ritmo que se necesita y que si se observa que baja la temperatura hay que chequear la humedad y añadir agua al cantero pues lo más probable es que se esté secando la masa, en este caso no fue necesario, se mantuvo estable la temperatura durante toda la etapa de fermentación del material.

Para garantizar una fermentación completa se procedió a dar vuelta al cantero, esta operación se realizó a los 25 días y fue necesario durante el viraje añadir agua a la masa, cuidando que quedara húmeda pero no con exceso de agua.

Una segunda vuelta se realiza a los 30 días de la primera, 55 después de concluida la construcción del cantero y como el proceso se cumplió bien, no fue necesario un tercer viraje, como en el caso anterior se chequeo la humedad y de igual manera en este caso fue necesario y se procedió a aplicar agua.

El compost estuvo listo para su utilización cuando más del 80 % de la masa se encontró descompuesta, lo que ocurrió a los 80 días de iniciado el proceso, la aplicación a las áreas que se beneficiaron se realizó lo más rápido posible, entre 10 y 15 días después de determinada la posibilidad de comenzar a aplicarlo, para evitar las pérdidas de nutrientes que pudieran producirse y para disponer de mayor cantidad de microorganismos en el compost que se va a trasladar al suelo donde se aplicó, de manera que se incrementara la biodiversidad y de que paulatinamente se vayan creando condiciones para recuperar el componente biológico del suelo.

El proceso de elaboración de compost se continuó desarrollando como una actividad normal a partir de esta primera experiencia y ya constituye una práctica habitual, por lo que está disponible para aplicarlo al cultivo del tabaco y a los canteros de organopónico.

#### **2.8.2.4. La aplicación del compost. Diseño.**

El experimento, para comprobar el efecto de la reducción de la dosis de fertilizantes minerales y la aplicación de biocompost en el cultivo del tabaco negro de sol, se desarrolló a partir de establecer el tabaco que fue plantado en el mes de diciembre, en la primera quincena, todos los años, respondiendo a la práctica más generalizada en la zona, conducido mediante un diseño experimental de bloque al azar con siete tratamientos que incluyeron un testigo, 100% de la dosis de fertilizante mineral fórmula completa 1 t/ha y un testigo absoluto en el que no se aplicó fertilizantes, con cuatro repeticiones de acuerdo a lo recomendado por de La Loma (1972) y Serrano (1979).

Los tratamientos estudiados fueron los siguientes:

- 100% de la dosis de fórmula completa (1 t/ha)
- 75% de la dosis de fórmula completa (0.75 t/ha)
- 50% de la dosis de fórmula completa (0.50 t/ha)
- 75% de la dosis de fórmula completa más biocompost
- 50% de la dosis de fórmula completa más biocompost
- Biocompost a razón de 6 t/ha
- Sin fertilizantes

La dosis de biocompost utilizada en todos los casos fue de 6 t/ha que se aplicó de una vez en el momento del tape de surco o primer aporque a los 8 días de plantado el tabaco, el fertilizante mineral se fraccionó, aplicando en el tape de surco el 50% y el otro 50% en el segundo aporque a los 20 días de establecida la plantación.

Los datos fundamentales referidos al diseño son:

- Cantidad de parcelas: 28
- Longitud de cada parcela: 10 m
- Ancho de la parcela: 3,8 m (5 surcos)
- Área de la parcela: 38 m
- Área de cálculo de la parcela: 20,52 m (3 surcos centrales)
- Defensa interna de la parcela: 1 surco exterior a cada lado, 2 plantas extremas de cada surco.
- Distancia de plantación: 0,76 m entre surcos (camellón); 0,25 m entre plantas (narigón).
- Número de plantas por surco: 40
- Número de plantas por parcela: 200
- Número de plantas en el área de cálculo: 108
- Orientación de los surcos: Norte - Sur
- Defensa interna del área: 1,5 m de pasillo entre repeticiones
- Defensa externa del área: 1,5 m a lo largo y ancho del área experimental
- Longitud del área experimental: 47,5 m
- Ancho del área experimental: 29,6 m

## 2.9 Capacitación para desarrollar el extensionismo

Se consideró que una actividad de extraordinario valor y actualidad lo constituye la capacitación para desarrollar el extensionismo a partir del presupuesto de que si se cambia

el modelo de desarrollo agropecuario, lo mínimo y más urgente que hay que hacer, de acuerdo al criterio de Lacki y Zepeda (1994), es modificar los conocimientos, habilidades y actitudes de los ejecutores de dichos cambios, los que en muchos casos serán los técnicos y otros profesionales que hoy laboran en la agricultura. A este criterio debe añadirse la necesidad de que toda la población posea los conocimientos sobre la protección del entorno. Este trabajo presenta la base fundamental para lograr la participación consciente de los implicados en la producción de tabaco con el propósito de alcanzar los objetivos planteados, se sustenta en los resultados del diagnóstico aplicado y corroborado en los trabajos de terreno llevados a cabo y que contaron con encuestas y entrevistas en diferentes asentamientos poblacionales, además se apoya en la Estrategia Nacional de Educación Ambiental contenida en la Ley No. 81 de Medio Ambiente.

Se proyecta hacia los postulados generales de conservación y uso sostenible de los recursos naturales de los ecosistemas tabacaleros, hace énfasis en la conservación de los suelos y en los principios del desarrollo sostenible del país, bajo un enfoque integrador de los aspectos físicos, químicos, biológicos y socioeconómicos que confluyen en los procesos que degradan el entorno y en especial las vegas destinadas a cultivo del tabaco negro de sol.

La aplicación de los componentes concebidos para esta dirección de trabajo, de acuerdo a lo planteado por León Coro (2001), ha de ser consecuente con los principios y acciones que den respuesta a lo establecido en las convenciones sobre Diversidad Biológica, Cambio Climático y otros convenios ambientales sobre todo con las acciones y estrategias definidas por Cuba para la aplicación nacional de las directivas que emanan de dichas convenciones, tal como plantea Castro Ruz, R. (2001), "... aun se requiere mayor divulgación, educación ambiental y control de estas tareas en beneficio del medio ambiente"

## **2.10 Conclusiones:**

Con la aplicación de los métodos descritos, a partir del análisis de las condiciones naturales de cada lugar objeto de estudio, en lo referido a suelo, clima, y efectos de los abonos verdes y de la reducción de las dosis de fertilizantes minerales al aplicar al suelo biocompost, teniendo como premisa el conocimiento de las diferencias de fertilidad del suelo, además de permitir la realización de un pronóstico de la posible etapa de recuperación de los suelos, hace factible ir a la búsqueda de una respuesta científica para la problemática planteada de continuar produciendo tabaco y al mismo tiempo conseguir que los efectos negativos que este cultivo produce sobre el ecosistema se reduzcan.

Posibilita este trabajo que a partir del conocimiento de las necesidades del cultivo bajo la situación estudiada y en las condiciones de clima y suelo, poseer las informaciones fundamentales para pronosticar o estimar los rendimientos a alcanzar teniendo como base de comparación los rendimientos que para el cultivo del tabaco negro de sol se indican en los instructivos técnicos especializados y que constituyen la base comparativa de estos análisis. De esta forma será factible demostrar la veracidad de lo planteado por Odum (1992) el que al referirse a la pirámide de producción de biomasa, señala que se diferencia de otras pirámides en que la participación de sus componentes son proporcionales a la biomasa producida o a su peso en materia seca y que estos componentes están referidos a las condiciones en que son satisfechas las necesidades del cultivo, además así se puede estimar el desarrollo a obtener en el cultivo del tabaco y el posible resultado de la cosecha, tal y como propone Kozlovky (1968), ambos mencionados por Kimmins (1997).

[Volver al Índice/Tornar a l'Índex](#)

## **CAPÍTULO No 3 LA FECHA DE SIEMBRA Y EL MOMENTO DE INCORPORACIÓN ÓPTIMO DE LOS ABONOS VERDES.**

### **3.1 Introducción**

Desde épocas remotas el hombre ha utilizado, entre otras medidas de mejoramiento de los suelos, la rotación de cultivos y en especial cuando en el esquema que se aplica está considerado el empleo de abonos verdes, ya que estos poseen innumerables ventajas en el sistema de rotación, se puede citar que estos abonos tienden a aumentar el contenido de materia orgánica de los suelos donde se establecen, facilitan la absorción y eficiencia de los nutrientes, mejoran los contenidos de humedad y aire en el suelo, así como facilitan las labores de preparación y al mismo tiempo disminuyen la población de plantas indeseables, (Cabrera y col. 2001).

Independientemente de lo anterior, debe señalarse que por sus características y el cubrimiento del suelo, los abonos verdes reducen significativamente los daños provocados por el efecto de la erosión, a la vez que contribuyen al mantenimiento de condiciones favorables para el incremento de la actividad biológica, con lo que favorecen el desarrollo de los enemigos naturales que tienden a contrarrestar el efecto nocivo de las plagas y enfermedades que afectan el desarrollo de las plantas cultivadas.

Los abonos verdes en el ciclo de rotación de cultivos para un área de producción influyen en el restablecimiento del equilibrio biológico y por tanto brindan la posibilidad de realizar estudios para reducir el empleo de agro tóxicos, con lo que se incrementa la biodiversidad.

Los estudios realizados en Cuba sobre el empleo de abonos verdes como elementos mejoradores de suelos no logran cubrir todas las expectativas y necesidades para disponer de los conocimientos suficientes sobre su uso y manejo.

En el caso específico de las áreas destinadas al cultivo del tabaco se puede señalar que los resultados obtenidos por Bustio (1983) al determinar los efectos de los citados abonos verdes cuando se emplean como mejoradores de los suelos destinados al cultivo del tabaco cosechado bajo tela en la provincia de La Habana fueron muy alentadores, no sólo por la respuesta en el orden económico, sino también por las aportaciones desde el punto de vista de la reducción del empleo de agroquímicos, con lo que se contribuye al incremento de la diversidad biológica, manifestándose todo lo relacionado anteriormente sobre este particular.

En la provincia de Pinar del Río se cuenta con un estudio del mismo autor en 1985 en el que aportó resultados similares a los logrados en La Habana, ambos casos se refieren a áreas

que se emplean para el tabaco negro cultivado en igualdad de condiciones, para la obtención de capas naturales, por lo que es factible considerar como un buen precedente en este cultivo, el empleo de los abonos verdes independientemente del sistema utilizado y del destino de la producción a obtener. Estudios recientes de varios investigadores corroboran lo planteado, (Cordero y col 1995), sin embargo, no se dispone de los datos y elementos suficientes para aplicar con certeza la fecha de siembra y el momento de incorporación óptimo de los mismos, por no haber sido tratado este tema en particular en las investigaciones realizadas.

De igual forma resulta de interés valorar el efecto de las diferentes especies empleadas como abonos verdes sobre el suelo, a partir de la fecha de siembra y el momento de incorporación que se utilice en cada caso.

### **3.2 Antecedentes**

Una práctica cultural que puede contribuir a la reducción del uso de agroquímicos para producir tabaco es el empleo de abonos verdes en las áreas destinadas al establecimiento de este cultivo; la política establecida por la dirección de la agricultura en el país, mediante sus diferentes centros de investigación, orientó la ejecución de proyectos dirigidos a esa temática. Con el objetivo de profundizar en el tema se continuó el estudio en la Estación Experimental de Suelos de Pinar del Río a partir de la década del 1980 sobre las características antierosivas y mejoradoras de cultivos como el millo forrajero, maíz, maní, soja y frijol terciopelo en parcelas de escurrimiento.

En la década de los 90, ya con las experiencias anteriores, se estudiaron estos y otros abonos verdes considerados parte de otras tecnologías como: la antierosiva basándose en bordos de desagües, la labranza mínima y la modalidad de las asociaciones y/o sucesiones de cultivos, con el objetivo de optimizar aún más el efecto conservador y mejorador de los abonos verdes y así lograr incrementar el rendimiento y calidad de los cultivos a explotar. (Cordero, P. J. 1987; García y col. 2001).

En esa dirección Rodríguez, J. L. (1997), señala que se estudió la eficiencia de los abonos verdes y otras prácticas en variedades de tabaco cultivadas bajo tela, los resultados que se alcanzaron indican que el empleo del frijol de terciopelo, la aplicación de 45 ton / ha de estiércol vacuno y la fertilización de la vegetación natural con 50 Kg. / ha de nitrógeno, produjeron un efecto similar en cuanto al rendimiento total y en clases superiores en la siguiente cosecha de tabaco, no resultó igual en el caso del sorgo cuando se realiza un corte para el ganado y lo que se incorpora es el rebrote.

Según Peters (1948) la realización de malas prácticas culturales contribuyen al empobrecimiento de los suelos, este autor considera que la aplicación de cal, fertilizantes y la rotación de cultivos son buenas prácticas culturales. Barreto (1948) planteó que en Cuba jamás se ha practicado una sistemática rotación de cosechas y en este sentido recomienda una rotación racional empleando abonos verdes cada 2 ó 3 años.

El empleo de la rotación de cultivos es un medio eficaz para explotar intensivamente al suelo y es un óptimo sistema de rotación aquel en que se incluyen abonos verdes, según lo planteado por Worlhen y Aldrich (1959). Es significativo lo planteado por Firman (1963) de que la rotación de cultivos es un medio eficiente para disminuir los gastos de fertilizantes tanto cuando se utilizan plantas de hábitos nutricionales diferentes como cuando se usan abonos verdes.

Diversos autores coinciden en señalar las ventajas de un óptimo sistema de rotación de cultivo, entre ellos: Jacob (1967), León (1968), Diehl y col (1973), Arzola y col (1981) y Altieri (1990) (1996). Estos autores consideran que la rotación de cultivos permite mejorar las cualidades del suelo, disminuyendo la población de plantas indeseables a la vez que reducen los daños ocasionados por plagas y enfermedades con lo que se logra elevar el rendimiento del cultivo principal.

Rusell (1967) destaca las diferencias sobresalientes entre los compuestos del carbono de los residuos vegetales y los de la materia húmica del suelo, dando importancia relativa a las células, las cuales abundan en los primeros pero faltan en el material bien humificado. Por su parte Millar (1967) plantea que la incorporación de abonos verdes y residuos vegetales puede producir muchos beneficios y cita como aspectos importantes que son fuente de materia orgánica que se agrega al suelo, además señala los efectos positivos sobre las condiciones físicas del suelo y el papel de las sustancias orgánicas como suministro nutritivo para la planta; de igual forma coinciden en esto especialistas de la Dirección General de Capacitación del extinto Instituto Nacional de la Reforma Agraria (INRA).

De acuerdo con lo planteado por Soroa y Pineda (1968) la fertilidad que poseen los suelos puede ser natural o provocada, esta última cuando se utilizan las enmiendas y el abonado, destacando que el abono orgánico se caracteriza por la gran cantidad de microorganismos que aporta al suelo. Añade que estos abonos regularizan muchas de las propiedades físicas, con lo que contribuyen a crear las condiciones para un óptimo desarrollo del cultivo.

Diferentes medidas de mejoramiento agrícola, entre ellas el uso de abonos verdes, permiten cambiar sustancialmente y en gran escala el régimen de calor, humedad y luz en los campos

agrícolas según plantea Kulicov (1981). Coinciden en señalar las ventajas de un óptimo sistema de rotación de cultivos diversos autores, que destacan los efectos sobre la fertilidad del suelo cuando se tiene en cuenta el empleo de abonos verdes, entre ellos están Gostinchar; J, y S.E. Mateo (1966) y Arzola y col (1981).

Las leguminosas como abono verde son recomendadas con vistas a aumentar los rendimientos en cultivos como el maíz. Se ha demostrado que la incorporación de leguminosas al suelo brinda mejores resultados que la cosecha de las mismas para forraje y que es un método adecuado para evitar la degradación de los potenciales de fertilidad de los suelos, de esta forma se abordó en el Primer Forum Tabacalero, INRA (1964); por su parte Mateo (1961) considera las leguminosas como plantas insustituibles en un sistema de rotación de cultivos.

Las leguminosas mejoran el contenido de nitrógeno, aumentan la materia orgánica y favorecen la obtención de una buena estructura edáfica al ser empleadas como abonos verdes y aún cuando no produzcan un efecto directo sobre los rendimientos del cultivo principal son consideradas como una técnica muy adecuada para mejorar las propiedades del suelo, destacan estos criterios autores como Díaz (1972), Dinchev y col (1973) y Diehl y col (1973) , los citados autores plantean además que los abonos verdes enriquecen el suelo con nitrógeno, sobre todo cuando se emplean leguminosas y que estas mejoran la utilización de los nutrientes y generalmente incrementan los contenidos de materia orgánica.

De acuerdo por lo planteado por Puentes y col (1980) para poder utilizar los cultivos en un sistema de rotación estos deben poseer las siguientes características:

- Cultivos de escarda deben sucederse de los considerados como ahogantes, fundamentalmente para disminuir los daños causados por las plantas indeseables.
- El sistema radical de los cultivos que se suceden debe ser diferente, a plantas de sistema radical profundo es conveniente le sigan plantas de sistema radical superficial y viceversa.
- Las especies deben caracterizarse por ser resistentes a plagas y enfermedades, sobre todo a aquellas que atacan al cultivo principal.
- Las plantas del ciclo deben adaptarse a las condiciones del suelo y el clima, así como coincidir en época de siembra y cosecha dentro del sistema de rotación.
- Los cultivos a emplear deben resultar de económica explotación.

Machado, Bustio y Cabezas (1994), coinciden en recomendar la utilización del sorgo forrajero como abono verde, parten del análisis efectuado después de utilizar esta especie en la realización de ensayos en blanco, puesto que dadas sus particularidades biológicas posibilita

incorporar un considerable volumen de masa seca al suelo, esta recomendación la fundamentan con los resultados que alcanzaron al estudiar este índice biológico

### 3.3. Resultados y discusión

Los principales resultados que se alcanzaron en las diferentes áreas durante el estudio de tres fechas de siembra y tres momentos de incorporación del sorgo forrajero y el frijol de terciopelo cuando se emplean como abonos verdes y sus efectos sobre el cultivo del tabaco, son los que se exponen y discuten en este acápite.

#### 3.3.1. Características del medio físico del área experimental

La ubicación de las áreas experimentales presentadas en el capítulo 2 se caracterizan por poseer variables climáticas y edafológicas que son representativas de todo el macizo central tabacalero de la provincia, ya que sus componentes varían muy poco entre si, a tal efecto, es posible establecer que estas características responden a los objetivos que se persiguen en este trabajo, los principales resultados son los que se presentan a continuación:

##### 3.3.1.1. Climatología

Los datos que se relacionan se corresponden con las observaciones efectuadas durante los diez últimos años por la estación climatológica del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, ubicada en la capital provincial.

**Tabla 3.1 Temperatura en °C. Estación climatológica P. del Río**

Datos climáticos- Valores medios para series largas tomados de informaciones de la estación de P. del Río (Temperatura en °C)												
Mes	Mínima Media				Máxima Media				Media			
	I	II	III	X	I	II	III	X	I	II	III	X
E	17.1	16.1	16.1	16.6	27.2	26.3	26.2	26.7	21.8	21.2	21.4	21.5
F	16.8	16.7	16.9	16.8	26.8	27.3	27.2	27	21.3	21.7	21.9	21.7
M	17.8	18.3	18.9	18.2	28	28.9	29.5	28.6	22.6	23.4	23.7	23.4
A	19.1	19.2	19.8	19.5	29.7	30	30.6	30.1	24.1	24.3	24.9	24.6
M	20.9	21.2	22.3	21.2	30.9	31.2	31.1	31	25.3	25.3	26.9	26.1
J	22.8	22.8	23	22.9	30.9	31.1	31.8	31.4	26.3	26.2	26.7	26.5
J	23	23	22.9	23	32	32.2	32.4	32.3	26.4	26.7	26.6	26.5
A	22.4	22.8	22.9	22.8	31.9	31.9	31.7	31.8	26.3	26.4	25.5	26.4
S	23.3	22.8	22.6	23	31.6	31.5	31	31.3	26.3	26.3	25.9	26.1
O	22.4	21.9	20.6	21.8	31	30.2	30.1	30.6	25.8	25.3	24.5	25
N	20.3	19.3	19.3	20	29.3	28.3	28.3	28.7	24.1	23.3	23.1	23.6
D	19	18.1	18	18.5	27.5	27.2	27	27.2	22.7	21.9	21.7	22.3

I – II – III = Decenas X = Media de la serie

Se corrobora la ocurrencia de 4 períodos bien definidos por el comportamiento de las temperaturas en esta zona, estos pueden clasificarse de la siguiente manera:

a- **Fresco**. Condiciones Invernales de la 2da decena de Noviembre a la 2da decena de abril.

b- **Cálido.** Transición. Invierno-Verano durante la 2da y 3ra decena de abril

c- **Muy cálido.** Verano desde la 1ra decena de mayo hasta la 3ra decena de Octubre

d- **Cálido.** Transición del Verano-Invierno entre la 2da y 3ra decena de octubre

**Tabla 3.2. Precipitaciones en mm. Estación climatológica P. del Río**

Precipitaciones acumulada media - lluvia promedio por día/lluvia mm informaciones de la estación de P. del Río												
Mes	Lluvia Decena. (mm)				Días/Lluvias Decena.				Vol./ Día lluvia (mm)			
	I	II	III	Total	I	II	III	Total	I	II	III	Total
E	16.3	12.7	12.9	41.9	2	1	2	5	8.2	12.7	6.5	9.1
F	20.6	23.7	17.3	61,6	2	2	2	6	10.3	11.8	8.7	10,3
M	26	13	32.4	71,4	2	1	3	6	13	13	10.7	12,2
A	17.6	29.4	36.6	83,6	1	2	2	5	17.6	14.7	18.3	16,9
M	52.1	54.8	85.2	192,1	4	4	7	11	13	13.7	12,4	13
J	82.6	85.2	62.3	230,1	6	5	5	16	13.7	17	12.4	14,4
J	49.9	38.6	55.9	144,4	5	5	6	16	10	7.7	9.3	9
A	55.6	60.6	65.9	182,1	5	6	6	17	11.1	10.1	10.9	10,7
S	79.4	55.8	83.1	218,3	6	5	7	18	13.2	11.1	11.9	12,1
O	59.4	28.4	24.4	112,2	8	3	3	14	7.8	9.4	8.1	8,4
N	37	29.9	21.7	88,6	3	2	2	7	12.3	15	10.8	12,7
D	15.5	5.1	14.7	35,3	2	1	2	5	7.7	5.1	7.3	6,7
Año	512	437,2	512,4	1461,6	46	37	47	126	11,5	11,8	10,6	11,3

**I – II – III = Decenas**

La zona registra, en la serie analizada, una pluviometría acumulada de 1461,6 mm con 126 días con lluvia lo que establece una relación ponderada de 11,3 mm por día con lluvia, lo que evidencia un territorio con tendencia a poco lluvioso pues sus acumulados de precipitación decenal inferiores a 20 mm se manifiestan desde la 1era decena de diciembre hasta la 1era de abril y durante el año sólo presenta 14 decenas con acumulados superiores a 50 mm que se ubican desde la 1era decena de mayo hasta la 1era de octubre, el resto de las decenas (10 decenas) presentan valores comprendidos en este rango, no obstante el valor medio registrado en la serie analizada coincide con los estudios de Moreno y Guillo (1990) esto hace que la valoración de las precipitaciones alcance un lugar preponderante y permita caracterizar hidrotérmicamente al territorio aplicando el método de Selianov de manera que se tenga en cuenta para la determinación de la tecnología de cultivo mediante un experimento indicador de la fecha de siembra y el momento de incorporación óptimo del sorgo forrajero y el frijol de terciopelo cuando se emplean como abonos verdes en las áreas destinadas al cultivo del tabaco negro de sol ensartado.

Significativo para las determinaciones que se espera alcanzar resulta el estudio para valorar el comportamiento de la humedad relativa y la duración del día, en el caso de estos factores

la tabla 3.3 presenta los datos promedios que se alcanzan en las estaciones agro climáticas establecidas en las áreas donde se desarrollo la investigación.

**Tabla 3.3 Comportamiento de los factores del clima.**

MES	Humedad del aire (%)	Duración del día (horas)
Enero	75.0	10.9
Febrero	78.7	11.4
Marzo	80.0	12.0
Abril	81.7	12.7
Mayo	86.7	13.2
Junio	87.7	13.4
Julio	87.3	13.3
Agosto	88.7	13.1
Septiembre	90.0	12.2
Octubre	83.3	11.7
Noviembre	80.0	11.1
Diciembre	77.3	10.8

Estudios recientes de investigadores del clima, ofrecen resultados de series mas largas que la analizada en esta tesis cuyos datos no difieren significativamente de los mostrados en las estaciones estudiadas, eso en forma de presentación de los valores medios mensuales o anuales, sin embargo, para los análisis mas detallados, sobre todo en lo que a variabilidad se refiere, Sánchez D, A. (2005) al presentar la información sobre la estación meteorológica de Pinar del Río para una serie de 30 años, establece que:

“La temperatura del aire es un elemento climático de mucha importancia ya que es la magnitud que expresa el contenido de calor sensible de la atmósfera y que los estudios micro climáticos han demostrado que las variaciones más rápidas en sentido vertical de la temperatura del aire tienen lugar precisamente en los estratos más inmediatos al suelo y el gradiente de temperatura puede llegar a ser de varios grados centígrados por decímetros”.

También sobre las precipitaciones realizó un estudio detallado y con los resultados presentó los datos siguientes para el comportamiento de las variables estudiadas.

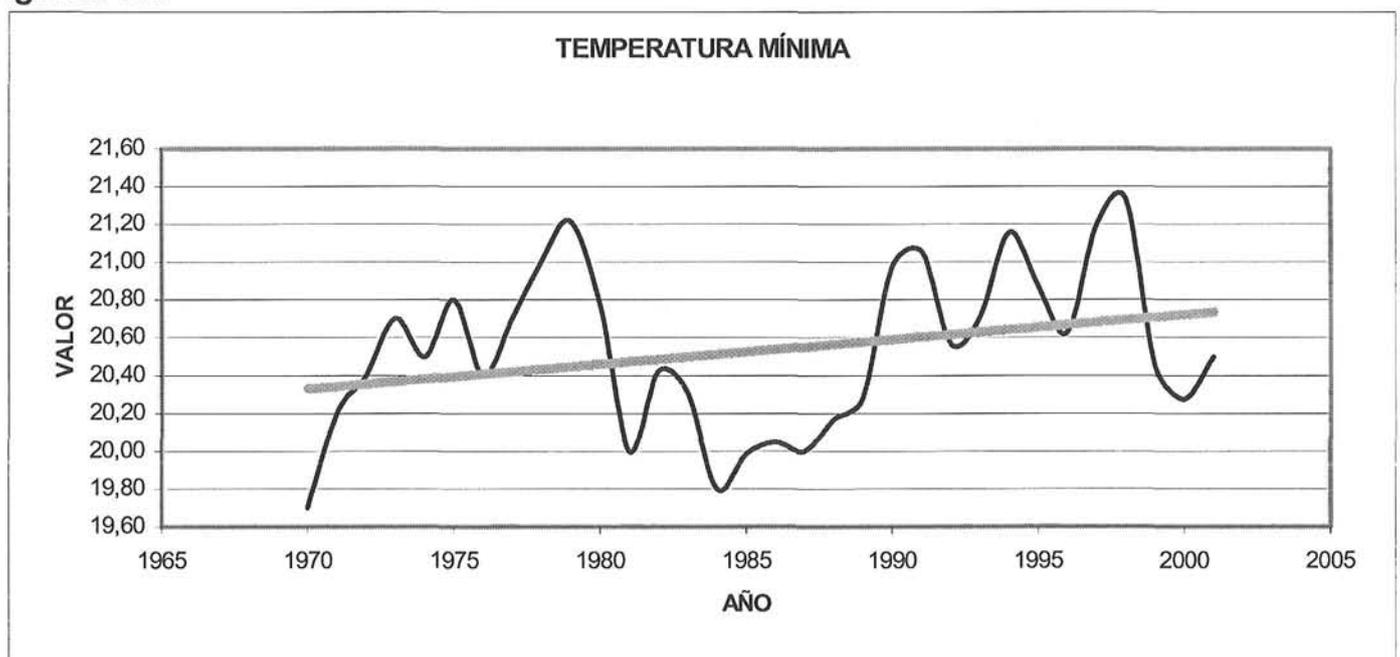
**Tabla 3.4 Resumen de datos climáticos para una serie de 30 años en P. del Río.**

Temp. Máxima °C	Temp. Media °C	Temp. Mínima °C	Precip. anual mm	Humedad Relativa %	Horas Luz	Dirección del Viento.	Velocidad del Viento Km./h
30.0	24.4	20.5	1493.4	81.9	7.4	E	11.90

Al abordar el comportamiento del clima en la citada estación meteorológica de Pinar del Río y la variabilidad de algunos elementos climáticos (temperaturas y precipitaciones), expone que las investigaciones sobre la variabilidad del clima a diferentes escalas espaciales y temporales han encontrado variaciones en la temperatura superficial del aire y en las precipitaciones atmosféricas; destaca que en Cuba se observan dos períodos fundamentales noviembre – abril (referido como invierno), caracterizado por magnitudes de temperatura y precipitación relativamente bajas y mayo – octubre (asociado con el verano), con altas temperaturas y totales de lluvia que superan significativamente a los acumulados del período estacional anterior, (denominados período poco lluvioso y lluvioso), respectivamente y muy fuertemente relacionado con las condiciones de la circulación atmosférica y sus variaciones. Estudios recientes, realizados por un grupo de investigadores del Instituto de Meteorología, mostraron la existencia de fluctuaciones importantes en los patrones temporales de la temperatura y la precipitación en Cuba, sobre todo la temperatura media y mínima presentan incrementos en el orden de los  $0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y  $1.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , respectivamente.

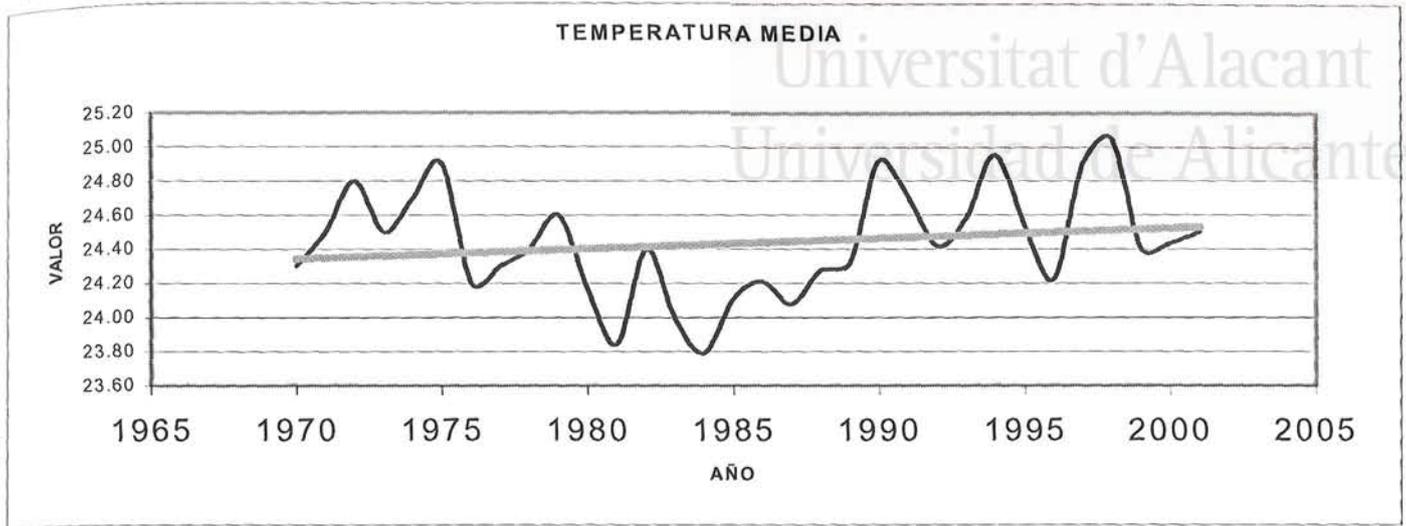
Para Pinar del Río la temperatura mínima, como se observa en la Fig. No. 3.1, con una serie de datos desde 1970, el incremento ha sido de  $1.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Este proceso se puede observar en todos los meses del año, sobre todo los que conforman el trimestre de noviembre-enero y se observa una reducción de las magnitudes del rango diurno de la temperatura.

**Fig. No. 3.1**

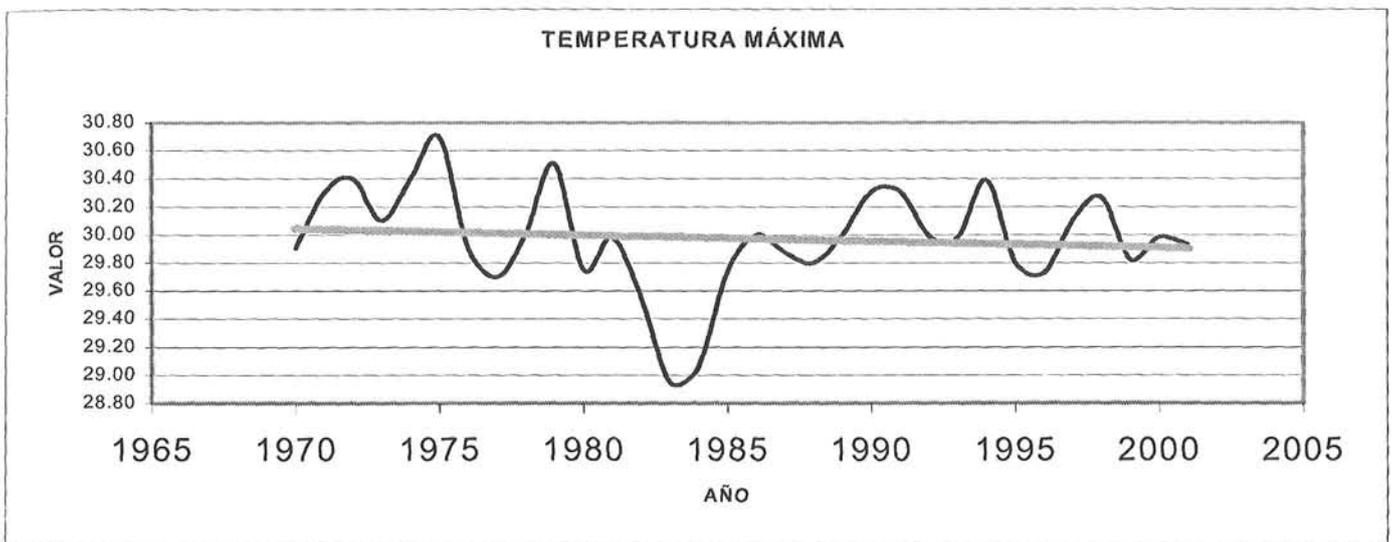


Al analizar la temperatura media (Fig. No. 3.2), y máximas (Fig. No. 3.3), sus valores no son tan significativos, con 0.4 °C, de incremento, esto corrobora lo planteado por Centella y col. (1997), en estudios realizados para toda Cuba.

**Fig. No 3.2**



**Fig. No.3.3**

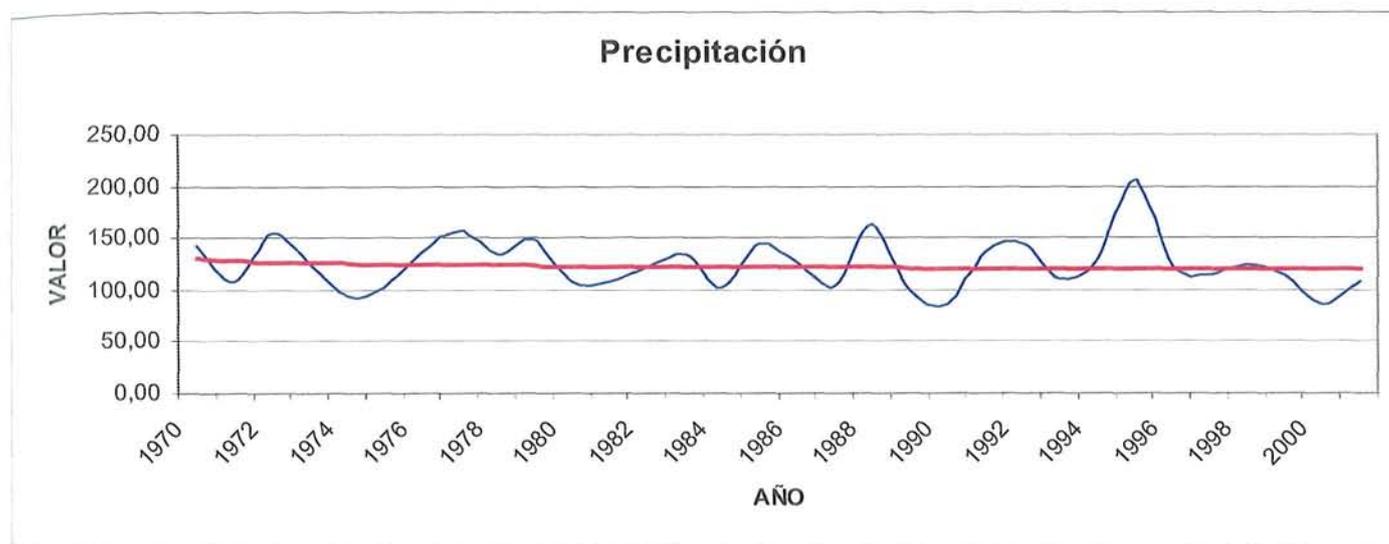


Por otra parte las fechas de paso de la temperatura mínima por encima de 20<sup>0</sup>C. y la temperatura máxima sobre 30<sup>0</sup>C, presentan tendencias a producirse más temprano dentro del año, aspecto de suma importancia para el establecimiento de la fecha de siembra y el momento de incorporación óptimo de los abonos verdes objeto de estudio.

Sobre los análisis de las precipitaciones (Fig. No. 3.4) se puede decir que el comportamiento del régimen pluviométrico a pesar de sus afectaciones no demuestra un déficit significativo

en cuanto a su distribución espacial pero sus afectaciones se fundamentan por la distribución temporal o sea la lluvia ha sido mayor en el período poco lluvioso, que coincide con el momento en que el cultivo principal es el que está establecido, no así los abonos verdes, por lo anterior se justifica también estudiar el tema que se aborda, ya que en estos tiempos se han venido produciendo regularmente eventos extremos, como son la sequía y luego los períodos de lluvias excesivas.

**Fig. No.3.4**



Al relacionar estos análisis en los resultados obtenidos en las estaciones estudiadas para cada una de las áreas experimentales, se manifiesta una coincidencia de los datos obtenidos y al mismo tiempo la necesidad de establecer nuevas formas de planificación del uso y manejo de los recursos y sobre todo de las medidas conservacionistas que pueden ser apoyadas por soluciones como las que se sugieren en este trabajo.

De manera que se puede plantear que es imprescindible realizar un análisis en cuanto al comportamiento del clima y las afectaciones sobre todo en los cultivos más vulnerables a estas variaciones, en el caso actual se trata de poseer la mayor cantidad de elementos con respecto a su utilización en el cultivo del tabaco negro de sol y determinar posibles corrimientos de fechas de siembras, no solo del cultivo principal, sino también de todos los cultivos que estén implicados en el sistema de rotación, (sorgo forrajero y frijol de terciopelo), así como la posible utilización de variedades más resistentes a altas temperaturas, al deterioro del entorno y a los bajos rendimientos, si tenemos en cuenta cuál es la tendencia hacia el futuro.

La localización de las áreas de esta investigación se observan en el mapa siguiente



### 3.3.1.2- Estado inicial del suelo.

La caracterización agroquímica de las parcelas objeto de estudio en el Instituto Politécnico y en las cooperativas de créditos y servicios (CCS), llevada a efecto al inicio de la investigación para determinar la fecha de siembra y el momento de incorporación óptimo de los abonos verdes, está representada en las tablas que se presentan desde la 3.5 hasta la 3.8

**Tabla: 3.5. Caracterización de las propiedades químicas del suelo al inicio de los experimentos de abonos verdes. Pinar del Río**

PROPIEDADES	ESTADO INICIAL
pH (KCl)	4.6
Materia Orgánica (%)	1.2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100 gramos)	50.5
K <sub>2</sub> O (mg/100 gramos)	13.21
Ca <sup>++</sup> (cmol(+)/100 gramos)	1.85
Mg <sup>++</sup> (cmol(+)/100 gramos)	0.63

**Tabla:3.6. Caracterización de las propiedades químicas del suelo al inicio de los experimentos de abonos verdes. San Luís**

PROPIEDADES	ESTADO INICIAL
pH (KCl)	4.32
Materia Orgánica (%)	1.62
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100 gramos)	27.73
K <sub>2</sub> O (mg/100 gramos)	16.02
Ca <sup>++</sup> (cmol(+)/100 gramos)	3.80
Mg <sup>++</sup> (cmol(+)/100 gramos)	0.65

**Tabla: 3.7. Caracterización de las propiedades químicas del suelo al inicio de los experimentos de abonos verdes. San Juan.**

PROPIEDADES	ESTADO INICIAL
pH (KCl)	4.40
Materia Orgánica (%)	1.78
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100 gramos)	>50
K <sub>2</sub> O (mg/100 gramos)	34.00
Ca <sup>++</sup> (cmol(+)/100 gramos)	6.60
Mg <sup>++</sup> (cmol(+)/100 gramos)	1.04

Los resultados finales y la correspondiente discusión sobre el estado del suelo, luego de efectuada la incorporación y concluido el experimento se presentan al final de este capítulo.

### 3.4. Resultados de las mediciones en los abonos verdes empleados

Los datos que se presentan y valoran a continuación se corresponden con los valores medios alcanzados en las áreas donde se montó la investigación, dado por no existir variaciones significativas entre los diferentes puntos se consideró que este resumen de los diferentes indicadores tomados en cuenta para su estudio permitirán la formación de juicios de valor con respecto a la validez del tema tratado.

En la tabla 3.8 aparecen los datos de la altura alcanzada por las plantas de sorgo forrajero en el momento de su incorporación comprobándose que a los 150 días, cuando se siembra el 15 de mayo se obtiene una altura promedio de 2,01 m, sin embargo este valor está próximo al obtenido en la misma fecha de siembra pero con 120 días de edad la planta (1,91 m) y también cuando se utiliza la fecha 15 de junio con una edad de 120 días la planta (1,89 m); el sorgo presenta la etapa del gran período de crecimiento entre los 60 y 90 días independientemente de la fecha de siembra, antes de esa edad y posterior a esta el ritmo de crecimiento es lento, para el caso del sorgo forrajero debe tenerse en cuenta que en los primeros 30 días después de la germinación, se produce el ahijamiento.

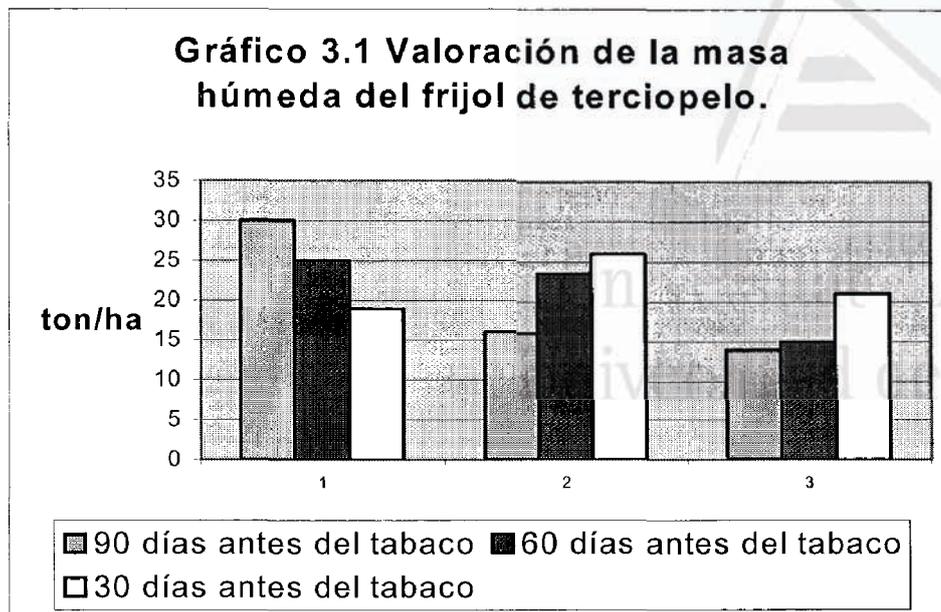
**TABLA 3.8. Valoración de la altura de las plantas en el sorgo forrajero en relación con la fecha de siembra y su edad (m).**

Fecha de siembra	Edad de las plantas (días)				
	30	60	90	120	150
15 mayo	–	–	1,54	1,91	2,01
15 junio	–	0,32	1,38	1,89	–
15 julio	0,16	0,56	1,25	–	–
Media	0,16	0,44	1,39	1,90	2,01

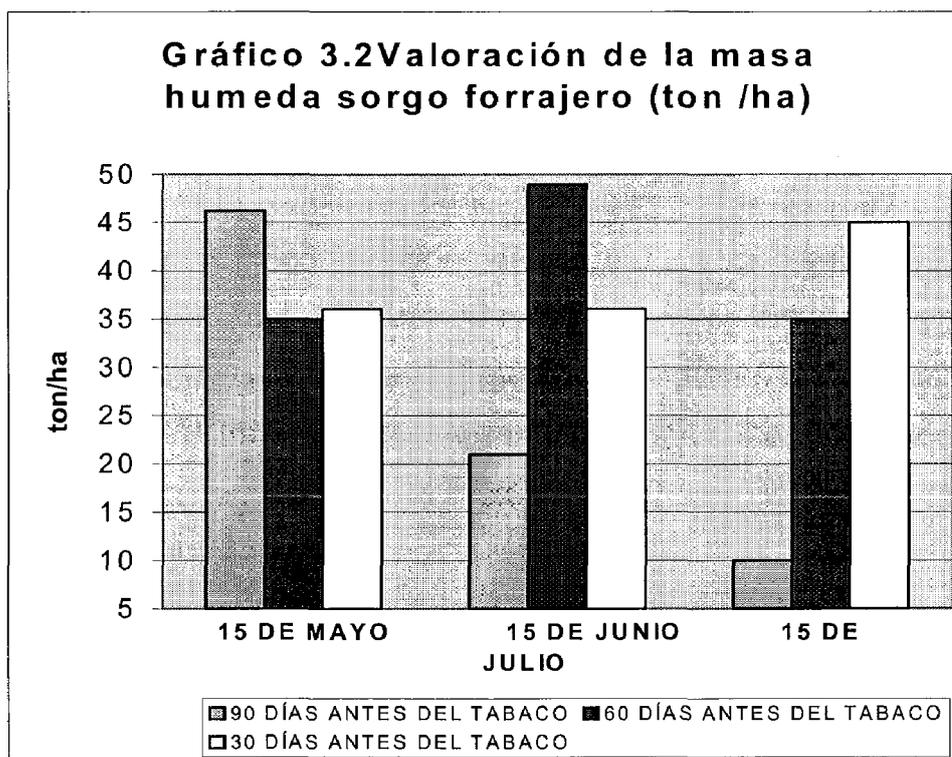
En cuanto al número de hojas se manifestó como un indicador que depende de la información genética de la variedad y que no se ve influido por la fecha de siembra o por la edad de las plantas ya que siempre las plantas de mayor altura tuvieron entre 6 y 7 hojas y las de menor altura entre 5 y 6, esto coincide con lo reportado por Bustio y Machado (1984) en lo referido a que el número de hojas de esta variedad responde a caracteres hereditarios y sobre ese factor tampoco influye las diferencias de fertilidad en el suelo, por lo que no debe ser considerado como un índice biológico que se pueda tener en cuenta para valorar en los análisis que se realicen sobre la influencia de la fecha de siembra o el momento de incorporación de esta planta cuando se emplea como abono verde.

Se observó que en las parcelas objeto de estudio no se presentaron plantas con flores, se justifica esta situación por las características de fotoperiodicidad del sorgo forrajero..

En el gráfico 3.1 se presenta la información relativa a los valores de la masa húmeda del frijol de terciopelo; del análisis de este gráfico se puede establecer que el comportamiento fue diferente en cada fecha de siembra, (se corresponde, (en el eje X), el 1 con la fecha 15 de mayo, el 2 con la fecha 15 de junio y el 3 con la fecha 15 de julio), lo que indica que en cada una de ellas se presentan características particulares con relación a la masa húmeda. Se observa en los valores indicados que cuando se utilizan la fecha 15 de mayo y 15 de junio para la siembra del frijol de terciopelo se alcanzan valores que oscilan alrededor de las 25 ton/ha, como promedio, no ocurre lo mismo con la fecha 15 de julio donde sólo se obtienen 18 ton/ha, como promedio, presentándose una diferencia de aproximadamente 7 ton/ha. De la misma forma se puede apreciar la diferencia a partir de la edad de estas plantas en el momento de la incorporación.



El gráfico 3.2 presenta la valoración del aporte de masa húmeda de sorgo forrajero en las tres fechas de siembra señaladas, (1 en 15 de mayo, 2 en 15 de junio y 3 en 15 de julio), se pudo comprobar que en las fechas 15 de mayo y 15 de junio los valores oscilan alrededor de las 40 ton/ha, de igual forma que el frijol de terciopelo la fecha de siembra 15 de julio presenta los indicadores más bajo con 31 ton/ha, reportándose una diferencia de 9 ton/ha con respecto a las dos primeras fechas.



Es interesante que cuando se comparan ambas especies se aprecia que la fecha 15 de mayo y 15 de junio son superiores en cuanto al aporte de masa húmeda, además el sorgo forrajero aporta un volumen mayor de masa húmeda que el frijol de terciopelo superándolo en 15 ton/ha las dos primeras fechas y que incluso en la fecha 15 de julio, que es donde el sorgo forrajero produce el aporte más bajo para su especie, aún es superior en 6 ton/ha al mejor aporte del frijol de terciopelo.

El indicador porcentaje de masa seca se obtuvo mediante el procedimiento de cálculo matemático, a partir de la obtención en el laboratorio de los datos referidos a la masa seca, consistente en la desecación artificial de las muestras que se tomaron en las parcelas objeto de estudio en los momentos de incorporación correspondientes.

**TABLA 3.9 Porcentaje de masa seca en el frijol de terciopelo (%)**

Fecha de siembra	Momento de incorporación		
	30 días antes del tabaco	60 días antes del tabaco	90 días antes del tabaco
15 mayo	17,5	20,7	22,4
15 junio	20,1	21,5	15,1
15 julio	23.3	15.7	10,8

El resultado presentado en la tabla 3.9 indica que el frijol de terciopelo sembrado en mayo y junio es que el que presenta los más altos valores de % de masa seca, independientemente que la fecha 15 de julio, cuando se incorpora 30 días antes del tabaco fue la que reportó el valor de % más elevado, no obstante debe destacarse que es muy importante definir el momento apropiado para la incorporación, de acuerdo a lo planteado por Puentes y col (1980), ya que los tejidos deben encontrarse con un buen contenido de agua con el objetivo de facilitar su descomposición en el suelo y favorecer la acción de los microorganismos para la transformación de los restos vegetales en materia orgánica, en todos los casos cuando las plantas tenían una edad que oscilaba entre los 90 Y 120 días de sembrada es que presentan los mayores % de masa seca.

En la tabla 3.10 se evalúa el % de masa seca en el sorgo forrajero, para la obtención de este indicador se procedió de igual forma que en el frijol de terciopelo y los resultados alcanzados posibilitan que se aprecie que los valores más altos están localizados en la siembra efectuada en los meses de mayo y junio, existe diferencia marcada entre estos valores y los alcanzados en fecha de siembra 15 de julio; estos resultados coinciden con los valores

obtenidos en masa húmeda para esta especie en las fechas 15 de mayo y 15 de junio que fueron las más altas.

**TABLA 3.10 Porcentaje de masa seca en el sorgo forrajero (%)**

Fecha de siembra	Momento de incorporación		
	30 días antes del tabaco	60 días antes del tabaco	90 días antes del tabaco
15 mayo	35,67	39,11	30,28
15 junio	25,93	25,03	21,11
15 julio	22,19	19,03	15,15

Con respecto a la masa seca en la tabla 3.11 se brinda la información de lo referido a la edad de las plantas de frijol de terciopelo y se puede constatar que alcanza los valores más elevados a los 90 días después de sembrado, ocurriendo un decrecimiento a partir de los 120 días, lo que parece indicar que predominan los procesos catabólicos y es esto lo que implica que ocurra una pérdida de los contenidos de masa seca a partir de la edad e independiente de la fecha de siembra, en las tres fechas estudiadas el comportamiento es similar a los resultados que se alcanzan con las edades, manifestando diferencia desfavorable la fecha 15 de julio, no obstante lo planteado la influencia de la fecha de siembra se observa cuando comparamos las medias obtenidas comprobándose que en fecha de siembra 15 de mayo los resultados son superiores a las dos siguientes fechas.

**TABLA 3.11 Influencia de la fecha de siembra y la edad de las plantas en relación con la masa seca (frijol de terciopelo) kg /m<sup>2</sup>.**

Fecha de siembra	Edad de las plantas (días)				
	30	60	90	120	150
15 mayo	—	—	0.67	0.52	0.33
15 junio	—	0.24	0.51	0.52	—
15 julio	0,15	0.24	0.49	—	—
Media	0.15	0.24	0.56	0.52	0.33

Similar análisis al anterior se presenta en la tabla 3.12 pero en este caso para el sorgo forrajero, que aun cuando el rendimiento asciende proporcionalmente con la edad, los incrementos se producen hasta los 90 días de edad de las plantas y a partir de esa etapa se inicia un lento decrecimiento que aún cuando resulta muy pequeño debe considerarse a los efectos de determinar el momento óptimo de incorporación de esta planta cuando es utilizada como abono verde. Es en este caso también la fecha 15 de mayo la de mayores aportes.

**TABLA 3.12. Influencia de la fecha de siembra y la edad de las plantas en relación con la masa seca (sorgo forrajero) kg /m2.**

Fecha de siembra	Edad de las plantas (días)				
	30	60	90	120	150
15 mayo	–	–	1,40	1,37	1,28
15 junio	–	0,44	1,23	0,93	–
15 julio	0,15	0,67	1,00	–	–
Media	0,15	0,56	1,21	1,33	1,28

Para evaluar el aporte en masa seca de cada uno de los tratamientos se realizó un análisis de varianza de cuyos resultados se infiere que:

Entre los tratamientos tanto de una como de otra especie existe diferencia altamente significativa y al aplicar la prueba Duncan (ver tablas 3.13 y 3.14 y establecer el orden de prioridad, se observa que el frijol de terciopelo en fecha de siembra 15 de mayo cuando se incorpora 30 días antes del tabaco es superior al resto de las obtenidas, ocupando los últimos lugares la fecha de siembra 15 de junio incorporada 90 días antes del tabaco y 15 de julio 60 días antes del tabaco, cabe señalar que en estos casos la edad de las plantas fue de 60 días, lo que a todas luces resulta insuficiente, no se realiza comentario de las plantas con 30 días de edad en el momento de la incorporación por resultar obvio que los datos presentados se corresponden con la poca edad de esas plantas, las que en ese instante apenas si han logrado cubrir entre un 50 y un 60 % de la superficie de la parcela.

**TABLA 3.13 Efecto de la fecha de siembra y el momento de incorporación en la producción de masa seca total del forraje del frijol de terciopelo.**

TRATAMIENTOS		Rendimiento
Fecha de siembra	Momento incorporación	(Ton/ha)
15 de mayo	30 días antes	6.72 a
15 de mayo	60 días antes	5.18 b
15 de mayo	90 días antes	3.33c
15 de junio	30 días antes	5.23 b
15 de junio	60 días antes	5.05b
15 de junio	90 días antes	2.42 c
15 de julio	30 días antes	4.89 b
15 de julio	60 días antes	2.36d
15 de julio	90 días antes	1.51d

E. S.

 $\pm 0,92$  \*

**TABLA 3.14 Efecto de la fecha de siembra y el momento de incorporación en la producción de masa seca total del forraje del sorgo forrajero.**

TRATAMIENTOS		Rendimiento
Fecha de siembra	Momento incorporación	(Ton/ha)
15 de mayo	30 días antes	12.73ab
15 de mayo	60 días antes	13.69a
15 de mayo	90 días antes	13.99a
15 de junio	30 días antes	9.33c
15 de junio	60 días antes	12,26b
15 de junio	90 días antes	4.43 e
15 de julio	30 días antes	9.97c
15 de julio	60 días antes	6.66 d
15 de julio	90 días antes	1,52 f

E. S.

 $\pm 1,92$  \*

En este análisis de efecto combinado de factores se aplicó el test de Duncan para determinar cuando existía diferencia significativa, los resultados que se alcanzaron son los expuestos en estas tablas, correspondiéndose el orden de prioridad con el orden alfabético de las letras y señalándose que para letras iguales no hay diferencia significativa y viceversa para letras diferentes.

En el caso del sorgo forrajero no existe diferencia entre la fecha de siembra 15 de mayo incorporada 30, 60 y 90 días antes del tabaco, en las otras dos fechas debe valorarse la edad de las plantas al definir el momento, pues los mejores resultados se alcanzan cuando el sorgo tiene una edad mínima de 90 días, este resultado corrobora lo planteado en el análisis efectuado con respecto a la edad de las plantas anteriormente.

Con el objetivo de proponer fechas de siembra y momentos de incorporación de forma independiente fue ejecutado un análisis de varianza bifactorial, considerando por los resultados obtenidos que no existe diferencia en el momento de incorporación del frijol de terciopelo 30 ó 60 días antes del tabaco, no ocurre lo mismo cuando la incorporación se realiza 90 días antes, igual sucede con la fecha de siembra 15 de mayo que es superior y en todos los casos la de resultados más bajos es la fecha de siembra 15 de julio.

El sorgo presenta los mejores momentos de incorporación 30 y 60 días antes del tabaco y como mejor fecha de siembra el 15 de mayo. Lo planteado puede valorarse en las tablas 3.15 y 3.16. que se presentan a continuación.

**TABLA 3.15 Influencia de los factores independientes en el rendimiento total de masa seca del follaje del frijol de terciopelo (ton/ha).**

TRATAMIENTO	MASA SECA (Ton/ha)
Fecha de siembra 15 de mayo	5.08 a
Fecha de siembra 15 de junio	4.23 b
Fecha de siembra 15 de julio	2.92 c
E. S.	±0,53 *
Momento incorporación 30 días antes	5,61a
Momento incorporación 60 días antes	5.04a
Momento incorporación 90 días antes	2.42b

**TABLA 3.16 Influencia de los factores independientes en el rendimiento total de masa seca del follaje del sorgo forrajero(ton/ha).**

TRATAMIENTO	MASA SECA (Ton/ha)
Fecha de siembra 15 de mayo	13.47 a
Fecha de siembra 15 de junio	8.67 b
Fecha de siembra 15 de julio	6,05 b
E. S.	±1,1 *
Momento incorporación 30 días antes	10.68 a
Momento incorporación 60 días antes	10.87 a
Momento incorporación 90 días antes	6.65 b

En las tablas 3.17y 3.18 se brinda la información relativa al efecto de la fecha de siembra y momentos de incorporación de los abonos verdes con respecto al contenido de materia orgánica del suelo. Hubo diferencia significativa entre los tratamientos de las dos especies

estudiadas. Se constató como mejor resultado el alcanzado en las fechas de siembra 15 de mayo y 15 de junio para el caso del frijol de terciopelo.

**TABLA 3.17. Efecto del abono verde según fecha de siembra y momento de incorporación en el contenido de materia orgánica del suelo (%). Frijol de terciopelo.**

TRATAMIENTO		MATERIA ORGÁNICA
Fecha de siembra de la variedad de abono verde	Momento incorporación (días) Antes de la plantación del tabaco	(%) Momento de la plantación de tabaco
15 de mayo	30 días antes de la plantación	2.75bc
15 de mayo	60 días antes de la plantación	3,12 ab
15 de mayo	90 días antes de la plantación	2.88abc
15 de junio	30 días antes de la plantación	2,91 abc
15 de junio	60 días antes de la plantación	3,25 a
15 de junio	90 días antes de la plantación	2.73bc
15 de julio	30 días antes de la plantación	2,85 abc
15 de julio	60 días antes de la plantación	2,76bc
15 de julio	90 días antes de la plantación	2.62 c

Cuando se siembra el 15 de julio y se incorpora 90 días antes de la plantación del tabaco se producen los menores aportes a los contenidos de materia orgánica en el suelo.

La fecha de siembra influye en el contenido de materia orgánica en el suelo por cuanto cuando el frijol de terciopelo se siembra el 15 de mayo o el 15 de junio el suelo se enriquece en mayor proporción que cuando la fecha utilizada es el 15 de julio

Diversos autores, como se puede comprobar en los antecedentes de este capítulo coinciden en señalar que existe una estrecha relación entre el volumen de masa seca de los abonos verdes incorporados al suelo y su contenido de materia orgánica, precisamente aquí se corrobora con la presente investigación.

En el caso del sorgo forrajero en la tabla 3.18 puede valorarse el efecto de las fechas de siembra y los momentos de incorporación sobre los contenidos de materia orgánica presentes en el suelo en el momento de establecer la plantación de tabaco. Se destaca la fecha de siembra 15 de mayo independientemente del momento de incorporación y la fecha 15 de junio 30 días antes del tabaco y 15 de julio incorporada 30 días antes del tabaco.

**TABLA 3.18 Efecto del abono verde según fecha de siembra y momento de incorporación en el contenido de materia orgánica del suelo (%). Sorgo forrajero**

TRATAMIENTO		MATERIA ORGÁNICA
Fecha de siembra	Momento incorporación	%
15 de mayo	30 días antes	3,25 a
15 de mayo	60 días antes	3,20 a
15 de mayo	90 días antes	3,00 ab
15 de junio	30 días antes	3,00 ab
15 de junio	60 días antes	2,75 b
15 de junio	90 días antes	2,55 c
15 de julio	30 días antes	2,88 b
15 de julio	60 días antes	2.75 b
15 de julio	90 días antes	2.50 c

De las tres fecha de siembra objeto de estudio la que brinda los mejores resultados fue la de 15 de mayo, siendo superior a la del 15 de junio y 15 de julio, estos resultados se corresponden con los alcanzados en los indicadores estudiados con anterioridad en las mencionadas fechas. Los datos presentados están referidos a los aportes que recibe el área cuando se establece el tabaco en las decenas segunda y tercera de noviembre, debe tenerse en cuenta que la variación de estas fechas inciden directamente en los resultados a alcanzar, todo lo que se explica a partir del detallado análisis de la manifestación de los elementos climáticos realizados con anterioridad en este trabajo.

El momento de incorporación en esta especie es de gran importancia por cuanto Puentes y col (1980) indican que en las gramíneas por sus características propias requieren un mayor tiempo de incorporación que las leguminosas ya que sus tejidos están lignificados en mayor grado, por ello los microorganismos del suelo requieren mayor tiempo para descomponerlas.

En la determinación de los efectos que sobre el tabaco tiene la incorporación de abonos verdes en periodos anteriores a la plantación, se realizó un pesquisaje para determinar el aporte en algunos elementos constituyentes de las características del suelo, de manera que sea factible considerar el estado del mismo durante el ciclo del cultivo y se pueda identificar en que medida se han perdido, ( ya bien sea por haber sido utilizados por las plantas de tabaco, por lixiviación, por haber sido extraídos por las plantas arvenses o por otras causas), durante el citado ciclo, para así establecer el posible gradiente de recuperación que se produciría como resultado del uso de los abonos verdes como práctica agrícola en los

suelos, donde el cultivo continuado de tabaco a provocado afectaciones que inciden sobre los rendimientos y la calidad de este cultivo.

En la forma descrita en el capítulo de materiales y métodos se procedió al muestreo del campo en el momento de iniciar la plantación de tabaco, los siguientes resultados presentados como ejemplo en las tablas 3.19 y 3.20 destacan la incidencia de las fechas de siembra, momentos de incorporación y edad de las plantas utilizadas como abono verde cuando se procede a su incorporación al suelo, valorando el estado inicial de este último, su estado en el momento de establecer la plantación del tabaco y el estado final cuando ya concluyó la cosecha de tabaco y se añade en una columna final de las tablas mencionadas cuanto representa, en elevación del % de materia orgánica, el aporte realizado, con lo que es posible proceder a efectuar los cálculos correspondientes para determinar la extensión en el tiempo de la etapa necesaria para la recuperación de las condiciones óptimas de los suelos destinados a la producción de tabaco.

Se decidió presentar por separado los efectos sobre un indicador (en este caso materia orgánica) y para una fecha con el objetivo de no repetir las valoraciones realizadas con anterioridad en este capítulo, los datos presentados de esta forma constituyen el aporte de la investigación para la elaboración y puesta en práctica de una estrategia que posibilite recuperar en el menor tiempo posible los suelos destinados al cultivo del tabaco negro de sol, aprovechando los recursos naturales, lo que sin lugar a dudas contribuye a restablecer el equilibrio biológico del agro ecosistema tabacalero.

**TABLA No. 3.19 Incidencia sobre el contenido final de materia orgánica del suelo de los abonos verdes incorporados. Fecha de siembra 15 de mayo. Frijol de terciopelo.**

Momento de incorporación	Edad de la planta de abono verde (Días)	Contenido de materia orgánica del suelo (%)			Aporte realizado (%)
		Estado inicial	Estado en el momento de plantar el tabaco	Estado final después de cosechar el tabaco	
30 días antes	150	1.2	2.75	1.32	0.12
60 días antes	120	1.2	3.12	1.49	0.29
90 días antes	90	1.2	2.88	1.38	0.18

En todos los casos el estado inicial coincide y como se observa las variaciones se producen a partir de la incidencia de las fechas de siembra y momentos de incorporación del abono

verde, que también están vinculados con la edad de las plantas en ese momento, no obstante lo más interesante a los efectos de la conservación y recuperación del ecosistema se aprecia en el estado final después de la cosecha de tabaco, constituye un dato altamente importante el referido al aporte realizado por cada uno de los momentos de incorporación.

En el caso presentado para la fecha de siembra 15 de mayo cuando se utiliza el frijol de terciopelo como abono verde el mayor aporte ocurre cuando estas plantas tienen 120 días de edad y se incorporan 60 días antes de establecer la plantación de tabaco.

**TABLA No. 3.20 Incidencia sobre el contenido final de materia orgánica del suelo de los abonos verdes incorporados. Fecha de siembra 15 de mayo. Sorgo forrajero.**

Momento de incorporación	Edad de la planta de abono verde (Días)	Contenido de materia orgánica del suelo (%)			Aporte realizado (%)
		Estado inicial	Estado en el momento de plantar el tabaco	Estado final después de cosechar el tabaco	
30 días antes	150	1.2	3.25	1.51	0.31
60 días antes	120	1.2	3.20	1.41	0.21
90 días antes	90	1.2	3.00	1.37	0.17

En el caso del sorgo existe plena coincidencia con lo planteado en las valoraciones que se han desarrollado de los aportes de los diferentes indicadores expuestos en este trabajo.

Un aspecto altamente significativo desde todos los puntos de vista lo constituye el grado de cubrimiento de la superficie del suelo de cada planta que se utilice durante una explotación racional del mismo, su marcada influencia sobre los efectos de la erosión y otros indicadores como la temperatura del suelo y la pérdida de humedad, hacen de este factor para el caso de los abonos verdes un índice que puede decidir su empleo, por ello, se presenta los resultados que se alcanzaron en estos experimentos:

**TABLA 3.21 Cobertura del suelo con los abonos verdes en %.( Pinar del Río)**

Días del ciclo vegetativo	Sorgo	Frijol terciopelo	Barbecho
10	-	-	60
20	8	16	80
30	33	57	95
40	45	89	Cubierto
50	70	95	Cubierto

60	85	Cubierto	Cubierto
----	----	----------	----------

**TABLA 3.22 Cobertura del suelo con los abonos verdes en %.(San Juan)**

Días del ciclo vegetativo	Sorgo	Frijol terciopelo	Barbecho
10	-	-	70
20	10	20	90
30	32	55	Cubierto
40	50	90	Cubierto
50	73	95	Cubierto
60	86	Cubierto	Cubierto

**TABLA 3.23 Cobertura del suelo con los abonos verdes en %.(San Luís)**

Días del ciclo vegetativo	Sorgo	Frijol terciopelo	Barbecho
10	-	-	75
20	10	20	95
30	30	60	Cubierto
40	45	85	Cubierto
50	75	93	Cubierto
60	88	Cubierto	Cubierto

En las tablas 3.21; 3.22 y 3.23 se observa el tiempo para el cubrimiento del área donde se desarrolló la investigación sobre el empleo de los abonos verdes.

En la provincia se han estudiado varios cultivos, fundamentalmente antes de la década del los 80 del siglo pasado, con el objetivo de establecer planes de rotación y o alternancia con tabaco y dentro de ellos se incluyeron algunos abonos verdes como el sorgo forrajero, maíz, maní, soya y frijol terciopelo en parcelas de escurrimiento. Se determinó la rapidez con la que estos cultivos cubrían el suelo (tabla 3.24) protegiéndolo de la acción erosiva de la lluvia, el viento y las altas temperaturas, de acuerdo a lo reportado por Cabrera y col (2000).

**Tabla 3.24.- Dinámica de cubrimiento (%)**

Cultivos	Cobertura a partir de la germinación
sorgo forrajero	30 – 35 cubre el 100%
Maíz	Solo llega a cubrir el 70% en todo su ciclo
Maní	55 – 60 días cubre el 100%
Soya	45 -- 50 días cubre el 100%
Frijol terciopelo	45 – 50 días cubre el 100%

Los resultados que se alcanzan por el autor de la tesis difieren en el tiempo para el cubrimiento que se logra con las mismas especies.

La máxima manifestación productiva de materia seca por un cultivo se logra cuando la relación de la cobertura vegetal y el área ocupada por la planta es de 5 a 1, es decir, que el cultivo cubre entre el 90 y el 100% del área y puede realizar la mayor actividad biológica en

dependencia de las condiciones naturales del lugar, de acuerdo a lo expuesto por León Coro (2001), pero como es conocido el cultivo presenta una actividad biológica pequeña en sus primeros tiempos así como en su última etapa, por lo que en dependencia en la relación de cobertura se tendrá necesidad de una corrección al valor de la materia seca calculada que se observa en la tabla 3.25 que se presenta a continuación:

**Tabla 3.25. Valor cL según la relación entre el área foliar y área ocupada.**

Superficie foliar activa/ área ocupada	1	2	3	4	>= 5
Coefficiente de corrección (cL)	0.2	0.3	0.4	0.48	0.5

Con todas las exigencias naturales abastecidas se puede establecer un punto de diagnóstico mediante la utilización de las curvas teóricas para calcular la producción de materia seca según la fase en % del ciclo biológico y la cobertura del área, lo que resulta muy importante para este experimento pues las plantas que se utilizan como abonos verdes se incorporan con diferentes edades es decir en diferentes momentos o fases de su ciclo biológico

### 3.4. Efectos de la fecha de siembra y el momento de incorporación de los abonos verdes sobre el rendimiento y la calidad del tabaco

A partir de los aportes de los abonos verdes incorporados se procedió a estudiar el efecto sobre el rendimiento del tabaco de cada uno de los tratamientos, se consideraron las fechas de siembra 15 de mayo, 15 de junio y 15 de julio, los momentos de incorporación 30 días antes de establecer el tabaco, 60 días antes de establecer el tabaco y 90 días antes de establecer el tabaco, se valoró de forma especial los efectos en dependencia de la edad de las plantas empleadas como abonos verdes y las dos especies utilizadas, el sorgo forrajero y el frijol de terciopelo.

**Tabla No. 3.26 Influencia del momento de incorporación de los abonos verdes sobre el rendimiento en el tabaco. (frijol de terciopelo). (kg. / ha)**

Siembra	15 de mayo	15 de junio	15 de julio	Media
Incorporación	X	Y	Z	
A (30 días antes)	964.09	1024.07	1124.61	1037.59
B (60 días antes)	1104.89	899.50	924.32	976.24
C (90 días antes)	1162.96	987.16	931.80	1027.31
Media	1077.31	970.24	993.58	1013.71

El mayor rendimiento del tabaco registrado en la tabla 3.26, se alcanza cuando el frijol de terciopelo se incorpora al suelo 30 días antes de establecer el tabaco y en la fecha de siembra 15 de mayo, teniendo las plantas en esos momentos entre 90 y 120 días de edad,

lo que coincide con el mayor aporte de materia orgánica de esta especie registrado en los datos que se presentaron con anterioridad en las correspondientes tablas.

**Tabla No. 3.27 Influencia del momento de incorporación de los abonos verdes sobre el rendimiento en el tabaco. (sorgo forrajero). (kg. / ha)**

Siembra	15 de mayo	15 de junio	15 de julio	Media
Incorporación	X	Y	Z	
A (30 días antes)	1236.14	1140.05	1065.75	1147.36
B (60 días antes)	1115.55	1183.64	1137.34	1145.45
C (90 días antes)	1139.41	1203.84	1016.59	1120.00
Media	1163.75	1175.84	1073.23	1137.66

El mayor rendimiento del tabaco registrado en la tabla 3.27, se alcanza cuando el sorgo forrajero se incorpora al suelo 30 días antes de establecer el tabaco, lo que como en el caso del frijol de terciopelo coincide con el mayor aporte de materia orgánica de la especie.

**Tabla No. 3.28 Influencia de la fecha de siembra de los abonos verdes sobre el rendimiento en el tabaco. (frijol de terciopelo) (kg. / ha)**

Incorporación	30 días antes	60 días antes	90 días antes	Media
Siembra	A	B	C	
X (15 de mayo)	964.09	1104.89	1162.96	1077.31
Y (15 de junio)	1024.07	899.50	987.16	970.24
Z (15 de julio)	1124.61	924.32	931.80	993.58
Media	1037.59	976.24	1027.31	1013.71

La fecha de siembra de mejores resultados en el caso del frijol de terciopelo, de acuerdo a lo registrado en la tabla 3.28 resulta ser la del 15 de mayo, tal y como se expuso con anterioridad en este caso supera en más de 80 kilogramos por cada hectárea cosechada de tabaco lo logrado con las otras dos fechas. Coincide esta fecha de siembra del abono verde frijol de terciopelo con la que mayor aporte en materia orgánica brinda al suelo.

**Tabla No. 3.29 Influencia de la fecha de siembra de los abonos verdes sobre el rendimiento en el tabaco. (sorgo forrajero) (kg. / ha)**

Incorporación	30 días antes	60 días antes	90 días antes	Media
Siembra	A	B	C	
X (15 de mayo)	1236.14	1115.55	1139.41	1163.75
Y (15 de junio)	1140.05	1183.64	1203.84	1175.84

Z (15 de julio)	1065.75	1137.34	1016.59	1073.23
Media	1147.36	1145.45	1120.00	1137.66

La fecha de siembra de mejores resultados en el caso del sorgo forrajero de acuerdo a lo registrado en la tabla 3.29 resulta ser la del 15 de junio, en este caso no existe diferencia significativa entre el aporte de materia orgánica de la fecha 15 de junio y la fecha 15 de mayo, ambas son superiores a la de 15 de julio en más de 90 kilogramos por cada hectárea cosechada de tabaco negro de sol.

**Tabla No. 3.30 Rendimiento del tabaco en la escogida. (Abono verde Frijol de terciopelo). Rendimiento en libras por mil plantas y en Kg. / ha**

VARIANTE	CL	CLE	CP	CS	18	PESO	PESO TOTAL
Siembra e incorporación	Capote				AR	Lb/1000	Kg. / ha
15 mayo 30 días antes	17.81	17.93	23.32	-	1.54	60.60	964.09
15 mayo 60 días antes	19.27	20.34	23.15	-	1.61	64.37	1024.07
15 mayo 90 días antes	19.76	12.12	24.96	-	1.74	58.57	931.80
15 junio 30 días antes	7.74	26.93	33.18	-	1.60	69.45	1104.89
15 junio 60 días antes	8.07	21.13	25.16	-	2.18	56.54	899.50
15 junio 90 días antes	15.02	14.81	26.50	-	1.77	58.10	924.32
15 julio 30 días antes	11.97	25.80	29.98	-	5.35	73.10	1162.95
15 julio 60 días antes	10.52	21.51	25.99	-	4.03	62.05	987.16
15 julio 90 días antes	12.63	23.04	32.81	-	2.21	70.69	1124.61
Media	13.64	20.40	27.23	-	2.45	63.72	1013.73

El rendimiento del tabaco en la selección que se realiza en la escogida se observa en la tabla 3.31 que en el caso del frijol de terciopelo se alcanza el mayor rendimiento cuando se siembra el 15 de mayo y se incorpora el 15 de agosto, es decir 90 días antes de establecer la plantación de tabaco

**Tabla No. 3.31 Rendimiento del tabaco en la escogida. (Abono verde Sorgo forrajero) Rendimiento en libras por mil plantas y en Kg. / ha**

VARIANTE	CL	CLE	CP	CS	18	PESO	PESO TOTAL
Siembra e incorporación	Capote				AR	Lb/1000	Kg. / ha
15 mayo 30 días antes	16.54	33.44	21.03	-	6.69	77.70	1236.14
15 mayo 60 días antes	16.60	26.37	24.53	-	4.16	71.66	1140.05
15 mayo 90 días antes	15.87	21.59	28.04	-	1.49	66.99	1065.75

15 junio 30 días antes	26.74	16.77	23.97	-	2.64	70.12	1115.55
15 junio 60 días antes	14.02	27.61	28.54	-	4.23	74.40	1183.64
15 junio 90 días antes	8.00	22.29	37.56	0.97	2.67	71.49	1137.34
15 julio 30 días antes	13.56	29.96	24.82	0.28	3.00	71.62	1139.41
15 julio 60 días antes	13.59	28.03	31.46	-	2.59	75.67	1203.84
15 julio 90 días antes	13.22	22.12	26.69	-	1.87	63.90	1016.59
Media	15.35	25.35	27.40	0.63	3.26	71.51	1137.66

El rendimiento del tabaco en la selección que se realiza en la escogida se observa en la tabla 3.31 que en el caso del sorgo forrajero se alcanza el mayor rendimiento cuando se siembra el 15 de mayo y se incorpora el 15 de octubre, es decir 30 días antes de establecer la plantación de tabaco.

**Tabla No. 3.32 Rendimiento del tabaco en la escogida. (Testigo, práctica actual)**

**Rendimiento en libras por mil plantas y en Kg. / ha**

VARIANTE	CL	CLE	CP	CS	18	PESO	PESO TOTAL
Práctica actual	Capote				AR	Lb/1000	Kg. / ha
Testigo	20.77	10.00	21.18	-	1.41	53.36	848.91

Cuando se procede a comparar los resultados obtenidos al emplear los abonos verdes con los que se alcanzan con la tecnología tradicional, resulta que los rendimientos generales se incrementan en 165.14 Kg. / ha, lo que equivale a 10.38 libras por mil de plantas con la utilización del frijol de terciopelo y en 288.75 Kg. / ha, equivalente a 18.15 libras por mil de plantas cuando el abono verde incorporado es el sorgo forrajero.

El incremento más bajo que se produce con el frijol de terciopelo es superior a la práctica tradicional en más de 50 Kg. / ha, equivalente a más de 3 libras por mil de plantas.

El rendimiento del tabaco en relación con la edad de los abonos verdes incorporados se presenta en las tablas 3.33 y 3.34, los resultados aparecen representados en libras por mil de plantas por las razones expuestas con anterioridad respecto a la utilización por los productores de estas unidades de medida con preferencia sobre el sistema internacional de unidades.

**Tabla No 3.33 Rendimiento del tabaco en relación con la edad del Frijol de Terciopelo en el momento de la incorporación. (Lb. /1000 plantas)**

Edad de las plantas	30 días en el momento de incorporación	60 días en el momento de incorporación	90 días en el momento de incorporación	120 días en el momento de incorporación	150 días en el momento de incorporación
Fecha de siembra					

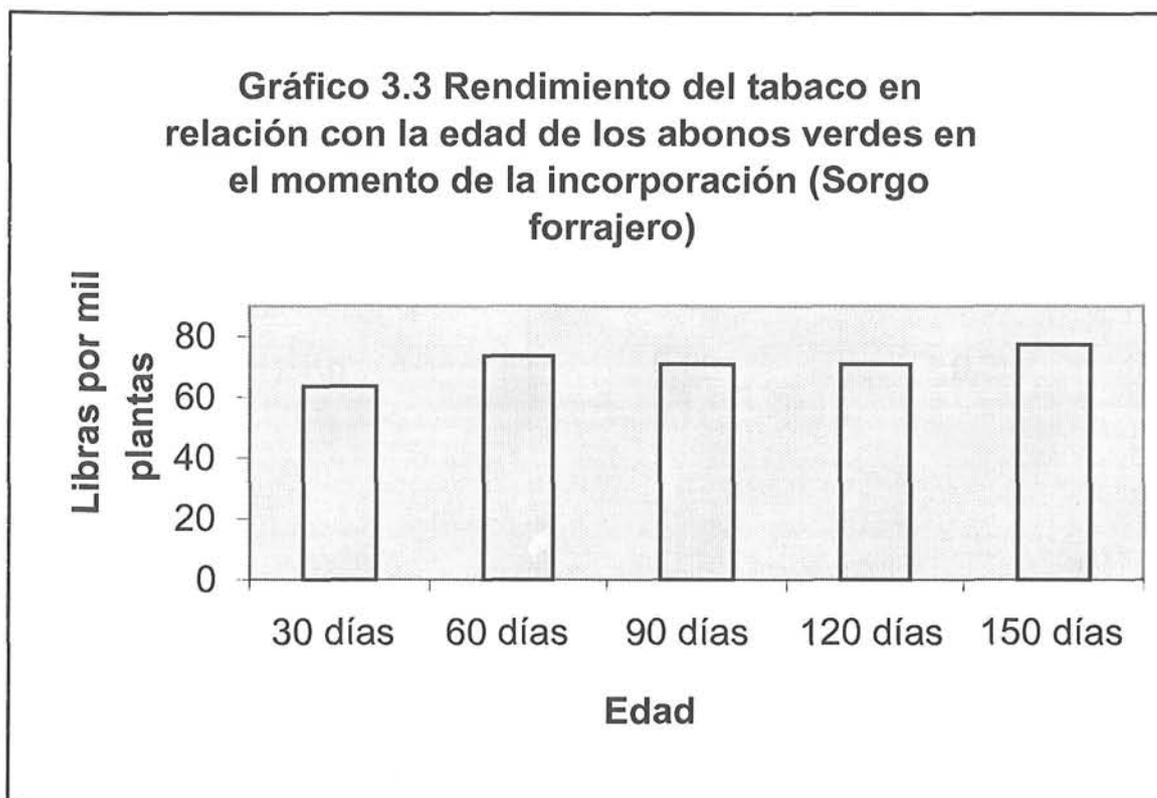
15 de julio	58.57	58.10	70.69		
15 de junio		62.05	56.54	64.37	
15 de mayo			73.10	69.45	60.60
Media	58.57	60.08	66.78	66.93	60.60

Se obtiene el mayor valor en el registro de las plantas que tienen una edad entre los 90 y 120 días de edad, esta valoración está en correspondencia con los resultados alcanzados en las fechas de siembra y momentos de incorporación de los abonos verdes.

**Tabla No 3.34 Rendimiento del tabaco en relación con la edad del Sorgo forrajero en el momento de la incorporación. (Lb. /1000 plantas)**

Edad de las plantas	30 días en el momento de incorporación	60 días en el momento de incorporación	90 días en el momento de incorporación	120 días en el momento de incorporación	150 días en el momento de incorporación
Fecha de siembra					
15 de julio	63.90	71.49	66.99		
15 de junio		75.67	74.40	71.66	
15 de mayo			71.62	70.12	77.70
Media	63.90	73.58	71.00	70.89	77.70

En el gráfico 3.3 se muestra el comportamiento del rendimiento del tabaco cuando se incorpora sorgo forrajero como abono verde con diferentes edades, que oscilan desde los 30 hasta los 150 días, se puede apreciar que desde los 60 y hasta los 120 días el aporte presenta diferencias muy pequeñas y que se produce un crecimiento superior en las plantas que alcanzan los 150 días de edad



Un análisis detallado de los resultados presentados hasta este apartado, posibilita afirmar que la determinación de la fecha de siembra y el momento de incorporación óptimo de los abonos verdes estudiados se convierten en un resultado que constituye un aporte en el campo de la producción del tabaco negro de sol, que no ha sido estudiado hasta el presente y que su aplicación en la práctica puede resultar un incremento en los volúmenes de producción de tabaco y al mismo tiempo una medida que mediante el aprovechamiento de los recursos naturales favorece la recuperación de los ecosistemas tabacaleros, fuertemente degradados por el cultivo continuado y por el empleo de tecnologías agresivas al medio ambiente.

Al concluir los experimentos se procedió a realizar los correspondientes análisis a los suelos para determinar la influencia sobre los mismos de los efectos de la aplicación de los abonos verdes y como colofón para determinar la posibilidad de recuperar los ecosistemas tabacaleros destinados al cultivo continuado del tabaco negro de sol a partir del empleo prioritario de los recursos naturales, los resultados se presentan en las tablas 3.35, 3.36, 3.37, 3.38, 3.39 y 3.40, para el pH, la materia orgánica, el  $P_2O_5$  y el  $K_2O$ , se colocó en la tabla 3.35 una columna donde se propone el parámetro óptimo para ese indicador en el cultivo del tabaco negro de sol, este dato se corresponde con lo propuesto por diversos investigadores referenciados en este trabajo.

**Tabla: 3.35 Dinámica de algunas propiedades del suelo en las áreas de tabaco, al comienzo de la investigación y luego de finalizada. (Pinar del Río) Sorgo forrajero.**

PROPIEDADES	ESTADO INICIAL	ESTADO FINAL	ÓPTIMO.
pH (KCl)	4.6	5.7	5.5-6.5
Materia Orgánica (%)	1.2	1.43	3-5
$P_2O_5$ (mg/100 gramos)	4.85	12.32	15-30
$K_2O$ (mg/100 gramos)	13.21	16.23	>20
$Ca^{++}$ (Cmol(+). $Kg^{-1}$ )	1.85	4,25	-
$Mg^{++}$ (Cmol(+). $Kg^{-1}$ )	0.63	1,02	-
$K^+$ (Cmol(+). $Kg^{-1}$ )	0.26	0,38	-

**Tabla: 3.36 Dinámica de algunas propiedades del suelo en las áreas de tabaco, al comienzo de la investigación y luego de finalizada.(Pinar del Río) Frijol terciopelo.**

PROPIEDADES	ESTADO INICIAL	ESTADO FINAL
pH (KCl)	4.6	5.4
Materia Orgánica (%)	1.2	1.39
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100 gramos)	4.85	12.02
K <sub>2</sub> O (mg/100 gramos)	13.21	16.03
Ca <sup>++</sup> (Cmol(+). Kg <sup>-1</sup> )	1.85	4,15
Mg <sup>++</sup> (Cmol(+). Kg <sup>-1</sup> )	0.63	0,92
K <sup>+</sup> (Cmol(+). Kg <sup>-1</sup> )	0.26	0,34

**Tabla 3.38 Dinámica de algunas propiedades del suelo en las áreas de tabaco, al comienzo de la investigación y luego de finalizada. (San Luís). Sorgo forrajero.**

PROPIEDADES	ESTADO INICIAL	ESTADO FINAL
pH (KCl)	4.32	5.58
Materia Orgánica (%)	1.62	1.79
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100 gramos)	27.73	30.85
K <sub>2</sub> O (mg/100 gramos)	16.02	18.83
Ca <sup>++</sup> (cmol+)/100 gramos)	3.80	4.85
Mg <sup>++</sup> (cmol+)/100 gramos)	0.65	1.35
K <sup>+</sup> (cmol+)/100 gramos)	0.27	0.42

**Tabla 3.39 Dinámica de algunas propiedades del suelo en las áreas de tabaco, al comienzo de la investigación y luego de finalizada. (San Luís). Frijol de terciopelo**

PROPIEDADES	ESTADO INICIAL	ESTADO FINAL
pH (KCl)	4.32	5.38
Materia Orgánica (%)	1.62	1.72
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100 gramos)	27.73	29.65
K <sub>2</sub> O (mg/100 gramos)	16.02	18.23
Ca <sup>++</sup> (cmol+)/100 gramos)	3.80	4.45
Mg <sup>++</sup> (cmol+)/100 gramos)	0.65	1.15
K <sup>+</sup> (cmol+)/100 gramos)	0.27	0.37

**Tabla 3.40 Dinámica de algunas propiedades del suelo en las áreas de tabaco, al comienzo de la investigación y luego de finalizada. (San Juan). Sorgo forrajero.**

PROPIEDADES	ESTADO INICIAL	ESTADO FINAL
pH (KCl)	4.40	5.43
Materia Orgánica (%)	1.78	2.00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100 gramos)	>50	>50
K <sub>2</sub> O (mg/100 gramos)	34.00	34.89
Ca <sup>++</sup> (cmol(+)/100 gramos)	6.60	6.83
Mg <sup>++</sup> (cmol(+)/100 gramos)	1.04	1.63
K <sup>+</sup> (cmol(+)/100 gramos)	0.68	0.70

**Tabla 3.41 Dinámica de algunas propiedades del suelo en las áreas de tabaco, al comienzo de la investigación y luego de finalizada. (SAN JUAN).Frijol de terciopelo**

PROPIEDADES	ESTADO INICIAL	ESTADO FINAL
pH (KCl)	4.40	5.60
Materia Orgánica (%)	1.78	2.12
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100 gramos)	50	>50
K <sub>2</sub> O (mg/100 gramos)	34.00	37.45
Ca <sup>++</sup> (cmol(+)/100 gramos)	6.60	7.83
Mg <sup>++</sup> (cmol(+)/100 gramos)	1.04	1.57
K <sup>+</sup> (cmol(+)/100 gramos)	0.68	0.81

En las principales propiedades que fueron objeto de estudio se observa que de manera general se incrementan los valores alcanzados al final de la etapa de investigación, los contenidos de materia orgánica crecen en todos los casos y de la misma forma ocurre con el pH, lo que ratifica lo planteado en la bibliografía sobre el efecto que provoca sobre estos indicadores la aplicación de abonos verdes al suelo.

### 3.5. Conclusiones.

Después de valorar los resultados alcanzados en la fecha de siembra y el momento de incorporación de las dos especies objeto de estudio se arriba a las siguientes conclusiones:

- Cuando las especies estudiadas son sembradas en los meses de mayo o junio la producción de masa húmeda y seca es superior a la producida cuando se siembra en el mes de julio.
- El sorgo forrajero aporta mayor cantidad de masa húmeda y seca que el frijol de terciopelo independientemente de la fecha de siembra y el momento de incorporación.
- Existe una relación muy estrecha entre los aportes de masa seca de los abonos verdes y los contenidos de materia orgánica en el suelo.
- En el frijol de terciopelo la fecha de siembra ejerce una mayor influencia sobre los contenidos de materia orgánica del suelo que el momento de incorporación.
- En el sorgo forrajero influye tanto la fecha de siembra como el momento de incorporación en los contenidos de materia orgánica del suelo.
- Los mayores rendimientos en el tabaco se alcanzan en las parcelas donde se incorpora el sorgo forrajero como abono verde, correspondiéndose este resultado con los aportes en materia orgánica que realiza esta especie.

## **CAPÍTULO No 4 LA HETEROGENEIDAD DE LOS SUELOS DESTINADOS A LAS INVESTIGACIONES Y LA PRODUCCIÓN EN EL CULTIVO DEL TABACO. APLICACIÓN DEL ENSAYO EN BLANCO. PRODUCCIÓN DE COMPOST PARA ESTE CULTIVO.**

### **4.1 Introducción**

Para poder confiar en los resultados de la experimentación agrícola, resulta imprescindible que el área destinada para la ejecución del ensayo de campo posea la mayor uniformidad, no obstante, después de numerosas investigaciones se ha podido constatar que esta uniformidad es difícil de conseguir pues todos los suelos presentan un grado mayor o menor de heterogeneidad derivada de sus características físicas, químicas y agrológicas.

Lo expuesto se corrobora si se divide un campo que se haya cultivado uniformemente, en pequeñas parcelas y se recoge por separado la producción de cada una, se podrá observar que los rendimientos son sumamente dispares, lo que puede ser consecuencia de las diferencias en el contenido de humedad o en la topografía, pero más acertadamente en lo relativo a la heterogeneidad de la fertilidad del suelo.

Estas diferencias de fertilidad influyen en varios aspectos de las investigaciones que se lleven a cabo, no obstante se considera que tiene una alta incidencia en el tamaño que puede darse a cada parcela individual, lo que influirá sobre la cantidad de repeticiones que sea factible establecer a partir del área disponible para el montaje del experimento de campo. Uno de los métodos que se ha considerado más útil para determinar el grado de variabilidad de la fertilidad del suelo lo constituye el ensayo en blanco, que consiste en sembrar toda la extensión de un campo experimental con una misma variedad, la que será sometida a prácticas idénticas, en este caso las diferencias en el rendimiento se deberán fundamentalmente a la influencia sobre el mismo de la fertilidad del suelo.

### **4.2 Antecedentes**

En la experimentación agrícola uno de los tantos factores que influyen en las afectaciones que sufre la precisión experimental lo es sin dudas el desconocimiento de la variabilidad de la fertilidad del suelo, ello se corrobora desafortunadamente al evaluar biométricamente las diferencias en los resultados obtenidos, de acuerdo a lo investigado por Bustio (1994), quien afirma que los ensayos en blanco posibilitan al investigador conocer, antes de ejecutar el experimento como se manifiesta la heterogeneidad del suelo en el área experimental, lo cual tiene gran importancia para definir el tamaño de las parcelas, la orientación de los surcos y el diseño más recomendable.

Serrano (1979) afirma que la prueba de reconocimiento (ensayo en blanco), es la forma más eficaz de conocer las variaciones de fertilidad del suelo, que esta dará los elementos para determinar el tamaño, forma y dirección de las parcelas, también permite establecer el trabajo a realizar para aumentar la homogeneidad del suelo en el área experimental.

Todos los suelos presentan un grado mayor o menor de heterogeneidad, derivada de sus características físicas, químicas y/o agrológicas; lo anterior puede comprobarse dividiendo el campo cultivado en pequeñas parcelas y se recoge por separado la producción de cada una, se encontrará que los rendimientos son sumamente dispares por la heterogeneidad, que puede ser consecuencia de la topografía del área, de las variaciones en el contenido de humedad, de las diferencias de fertilidad o de las tecnologías agrícolas aplicadas. Así explica De La Loma (1972) la universalidad de la heterogeneidad del suelo, señalando además que el método que se ha considerado como más útil para determinar el grado de variabilidad de los suelos es aquel en el que se emplean los llamados ensayos en blanco, en los que se siembra todo el campo con una misma variedad, la que en toda la extensión es sometida a prácticas de cultivo idénticas, estas generalmente excluyen la fertilización. La heterogeneidad se puede revelar gráficamente mediante mapas de curvas de nivel de fertilidad, construidos basándose en los datos obtenidos de las parcelas en que se dividió el área cultivada.

Para la ejecución de los ensayos en blanco se debe tener en cuenta los aspectos siguientes:

- a) Características del suelo. Sobre todo con respecto a que cumpla con los principios de la tipicidad y uniformidad.
- b) Particularidades de la especie a emplear. Debe ajustarse al suelo, época del año y es la más importante la de manifestar alta exigencia desde el punto de vista nutricional.
- c) Tecnología de cultivo. Partiendo de que la misma sea sencilla y económica, es necesario tener en cuenta no realizar labores de fertilización.
- d) Mediciones y observaciones. Se seleccionaran las que guarden una relación directa con el rendimiento y sus componentes.
- e) Análisis matemático de los resultados. Es imprescindible emplear métodos biométricos de alta precisión.

Teniendo en cuenta los aspectos antes señalados se considera que bajo las condiciones actuales de la experimentación agrícola es recomendable antes del montaje de un experimento efectuar ensayos en blanco con vistas a lograr una adecuada precisión experimental.

Machado, Bustio y Cabezas (1994), recomiendan la utilización del sorgo forrajero para la ejecución de ensayos en blanco, planta que por sus particularidades biológicas posibilita determinar la heterogeneidad del suelo y proponen como índices a valorar los siguientes:

- Capacidad de ahijamiento (expresada en el número de tallos por unidad de superficie).
- Diámetro medio del tallo.
- Porcentaje de plantas con inflorescencia
- Altura de las plantas
- Masa húmeda
- Masa seca

### **4.3. Resultados y discusión sobre el empleo del ensayo en blanco**

A partir de la aplicación de los métodos para la investigación descritos en el capítulo 2, se presentan los resultados que se alcanzaron al efectuar las mediciones y observaciones planteadas, de igual forma se procede en este apartado a discutir esos resultados y se arriba a conclusiones sobre este tema, que resulta de extraordinario interés para el desarrollo exitoso de aquellos experimentos de campo agrícolas en los que se desee alcanzar el máximo posible de precisión experimental.

#### **4.3.1. Selección del área para el montaje del experimento**

Después de valoradas las áreas destinadas al cultivo del tabaco en el Instituto Politécnico de Agronomía “Tranquilino Sandalio de Noda”, se procedió a seleccionar para el montaje de la investigación la parcela 1-16, los datos fundamentales de la misma son los siguientes:

Largo: 88 m (orientación este - oeste)    Ancho: 88,5 m

Área total: 7788 m<sup>2</sup>. (Aproximadamente  $\frac{3}{4}$  de hectárea)

Límites: Este: Parcela destinada al cultivo del tabaco para capas naturales.

Oeste: Área de viviendas de campesinos.

Norte: Parcela destinada a cultivos varios.

Sur: Parcela dedicada al cultivo de frijol.

Aproximadamente a 200 m de la parcela y por el este de la misma corren las aguas del río Guamá, considerado uno de los más importantes de la provincia de Pinar del Río y que de acuerdo a las observaciones realizadas posee un alto nivel de contaminación, provocada por el vertimiento de los residuales sólidos y líquidos de la ciudad capital.

#### **4.3.2. Estudio biogeoquímico del área seleccionada**

Clasificación del tipo de suelo: Ferralítico cuarcítico amarillo lixiviado. (Hernández y col 1980) y que de acuerdo a la correlación de los suelos de Cuba con la clasificación Soil Taxonomy

es del orden ultisols, suborden ustult (Martín y Cabrera 1987). Teniendo como características fundamentales: El perfil de este suelo consta de un horizonte superficial de textura arenosa de color pardo claro, el horizonte B toma una coloración amarilla y está sustentado sobre una corteza de meteorización caolinizada. Presenta baja plasticidad, afectado por la erosión eólica cuando está descubierto, de baja fertilidad natural, topografía llana y es de carácter ácido, de acuerdo a lo corroborado en el área durante el proceso de investigación llevado a cabo y que coincide con lo descrito por Morales (1992).

#### 4.3.3 Ejecución del ensayo en blanco

Una vez desarrollado el ensayo en blanco, se dispone de un conjunto de datos que posibilitan llevar a cabo los correspondientes análisis a partir de cada uno de los diferentes índices biológicos que fueron objeto de estudio.

El número de plantas por metro cuadrado aparece registrado en la tabla 4.1

**Tabla No 4.1 Número de plantas de sorgo forrajero por m<sup>2</sup>**

Réplicas	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Parcelas								
1	39	38	44	40	33	40	21	29
2	40	44	45	50	19	26	24	23
3	40	51	51	67	53	36	38	33
4	65	74	49	58	33	43	57	46
5	58	69	50	57	46	44	61	63
6	47	51	63	53	47	57	40	53
7	50	51	56	64	69	33	47	64
8	65	45	38	42	18	21	32	57
9	41	41	44	38	31	28	38	50
10	44	46	75	39	57	22	40	44
11	42	45	51	38	32	61	43	50

Los resultados obtenidos en las mediciones realizadas en las plantas de sorgo del ensayo en blanco permiten afirmar que el número de plantas por metro cuadrado se comportó de acuerdo al registro con valores que oscilan entre las 18 y 75 plantas, este resultado indica que las plantas lograron desarrollarse en aquellas parcelas donde las condiciones le resultaron favorables, ya que en la observación inicial sobre la germinación de las semillas se comprobó que esta ocurrió en un 85%, la cifra indicada manifestó un ligero decrecimiento en

relación con los resultados de la prueba de germinación efectuada en las cápsulas de petri en las que se alcanzó un 91% de germinación.

El diámetro medio del tallo aparece registrado en la tabla 4.2

**Tabla No 4.2 Diámetro medio del tallo de las plantas de sorgo forrajero en cm.**

Réplicas	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Parcelas								
1	0,85	0,99	0,61	0,63	0,77	0,48	0,45	0,61
2	0,89	0,99	0,72	0,71	0,67	0,59	0,49	0,53
3	0,67	0,98	0,85	0,93	0,61	0,70	0,56	0,63
4	1,17	1,05	0,86	0,96	0,77	0,85	0,77	0,81
5	1,00	1,09	1,01	0,94	0,97	0,96	1,07	0,83
6	1,11	0,67	0,98	1,08	1,07	0,85	0,91	0,79
7	1,00	0,92	0,92	0,76	0,80	1,22	0,68	0,95
8	0,93	0,78	0,80	0,65	0,75	0,87	0,77	0,77
9	1,03	0,83	1,05	0,98	0,89	0,99	0,81	0,70
10	1,05	0,87	0,97	0,92	1,00	1,06	0,85	1,03
11	0,82	0,79	0,97	0,96	0,80	0,75	0,94	0,93

La variación estuvo en un rango de valores que oscilaron entre 0,45 y 1,22 centímetros, este resultado se corresponde con la respuesta de la planta a las disponibilidades de nutrientes en el suelo y la posibilidad de adquirirlos durante el ciclo de vida para alcanzar un determinado nivel de desarrollo, sin lugar a dudas uno de los índices biológicos a tener en cuenta en esta especie cuando se utiliza en la realización de ensayos en blanco es el diámetro medio del tallo.

El % de plantas con inflorescencia está presentado en la tabla 4.3

**Tabla No. 4.3 Plantas de sorgo forrajero con flores (%)**

Réplicas	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Parcelas								
1	1,4	1,6	1,7	0,9	0,1	0,1	0,0	0,0
2	2,7	2,8	0,9	0,9	0,3	0,1	0,2	0,0
3	2,4	3,5	3,1	3,4	0,5	0,0	0,1	0,1
4	3,7	4,0	5,7	5,0	1,8	1,3	0,5	0,9
5	4,6	5,8	5,8	7,2	2,8	3,8	1,2	0,2
6	5,8	8,6	4,3	5,7	2,8	1,9	3,8	2,5
7	7,6	4,5	4,5	1,2	0,5	1,9	3,5	1,5
8	3,7	1,8	6,6	2,1	1,7	2,5	2,3	1,5
9	2,9	2,8	4,5	5,5	2,9	9,9	2,5	1,9
10	3,0	5,8	2,5	5,6	1,8	7,4	6,4	4,0

11	2,3	2,0	3,1	3,0	1,0	0,7	6,2	3,6
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Este índice alcanzó valores entre 0 y 9,9%, coinciden los resultados obtenidos con lo que se plantea para la especie, ya que como se mantuvo fijo el factor horas luz recibidas, el variable resultó la fertilidad del suelo, se corrobora que este índice biológico ofrece una respuesta a las diferencias en ese indicador y que es factible de tener en cuenta cuando se trate de emplear la especie de sorgo forrajero en la realización de ensayos en blanco para determinar la heterogeneidad de un suelo; como se puede observar en los valores registrados existe una marcada tendencia a coincidir que en aquellas parcelas donde se observan los valores más bajos de diámetro medio del tallo coinciden con los valores más bajos también de plantas con flores, en una línea de tendencia de este índice biológico se puede apreciar que los valores decrecen en el sentido del crecimiento de la replicas, es decir los valores más altos están en las parcelas del I al IV y comienzan a decrecer del V al VIII, de la misma forma puede señalarse que en el resultado de la observación sobre la presencia de plantas con flores se apreció por los investigadores que existieron lugares determinados del campo en los que no se observaron, mientras que en otros no ocurría lo mismo.

El indicador altura de las plantas está registrado en la tabla 4.4

**Tabla No. 4.4 Altura de las plantas de sorgo forrajero en m.**

Réplicas	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Parcelas								
1	1,40	1,48	1,37	1,32	1,12	0,87	0,56	0,81
2	1,73	1,62	1,53	1,05	0,69	0,51	0,44	0,51
3	1,80	1,90	2,25	1,67	1,28	1,05	0,79	0,65
4	1,95	2,10	1,95	1,78	1,57	1,40	1,30	1,32
5	1,93	1,93	1,95	1,87	1,82	1,82	1,75	1,52
6	1,95	1,75	1,90	1,70	1,85	1,55	1,60	1,67
7	1,72	1,72	1,67	1,32	1,23	1,34	1,18	1,57
8	1,62	1,55	1,47	1,32	1,23	1,34	1,18	1,57
9	1,60	1,67	1,75	1,68	1,58	1,70	1,48	1,40
10	1,82	1,77	1,80	1,63	1,83	1,73	1,63	1,75
11	1,67	1,63	1,63	1,57	1,30	1,35	1,75	1,85

La altura de las plantas osciló desde 0,44 m hasta 2,25 m, tal y como registra la bibliografía consultada esta planta indica las diferencias de fertilidad al partir de la simple observación de la altura que las mismas alcanzan en el campo. El comportamiento de los valores que se registran coincide con los de los índices anteriormente estudiados.

El indicador de la masa húmeda está registrado en la tabla 4.5

**Tabla No. 4.5 Masa húmeda de las plantas de sorgo forrajero en kg / m<sup>2</sup>**

Réplicas	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Parcelas								
1	1,643	1,273	1,083	0,678	0,512	0,403	0,199	0,329
2	2,125	1,889	1,204	0,958	0,282	0,356	0,211	0,252
3	2,009	2,220	2,310	1,556	1,074	0,711	0,664	0,569
4	2,560	3,308	2,380	1,912	1,368	1,243	1,250	1,074
5	2,779	2,704	2,079	2,301	1,903	2,361	1,750	1,434
6	2,354	2,178	2,074	1,602	1,632	1,454	1,750	1,322
7	2,102	2,518	1,317	1,356	0,963	0,813	0,722	1,268
8	1,528	1,507	1,861	1,810	0,542	0,479	0,657	0,954
9	1,643	1,995	1,525	1,667	0,699	1,014	1,155	1,421
10	1,836	1,822	1,954	1,407	1,549	1,090	1,061	1,546
11	2,271	2,161	1,655	1,067	0,893	1,291	1,412	1,542

La masa húmeda alcanzó valores entre 0,199 y 3,308 Kg / m.<sup>2</sup>, en correspondencia con los índices biológicos estudiados hasta aquí y a partir de la disponibilidad de nutrientes esta planta ofreció diferentes valores del índice en cuestión, corroborando también su importancia para la determinación de la heterogeneidad del suelo

Los valores de la masa seca aparecen registrados en tabla 4.6

**Tabla No 4.6 Masa seca de las plantas de sorgo forrajero en g /m<sup>2</sup>**

Réplicas	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Parcelas								
1	443	363	413	213	388	170	57	127
2	676	487	401	220	85	97	60	63
3	603	522	832	509	430	194	218	198
4	978	1019	923	694	516	354	435	412
5	850	946	657	725	620	756	676	462
6	596	586	558	53	557	423	663	440
7	610	715	433	293	306	271	269	516
8	414	469	620	162	173	166	223	362
9	577	591	401	518	266	356	373	568
10	492	594	627	405	516	350	360	580

11	686	713	501	375	281	435	438	637
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Este indicador se comportó con valores que oscilan desde 57 hasta 1019 g/m<sup>2</sup>, se presenta una marcada diferencia entre los valores que integran este índice biológico, el resultado se corresponde con los efectos sobre la planta de las diferencias en la fertilidad del suelo.

El porcentaje de masa seca se presenta en la tabla 4.7

**Tabla No. 4.7 Masa seca en las muestras de las plantas de sorgo forrajero (%).**

Réplicas	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Parcelas								
1	27,7	28,5	38,1	31,4	36,8	42,1	28,5	38,7
2	31,7	25,8	33,3	23,0	30,0	27,3	28,5	25,0
3	30,0	23,5	36,0	32,7	40,0	27,3	32,8	43,8
4	32,8	30,8	38,8	36,3	37,7	28,5	34,8	38,4
5	30,6	35,0	31,6	31,5	32,6	32,0	38,6	32,7
6	25,5	26,9	26,9	34,5	34,1	29,1	37,9	33,3
7	29,0	28,4	32,9	21,6	31,8	33,3	37,2	40,7
8	27,1	31,1	33,3	20,0	32,0	34,7	33,9	40,0
9	35,1	29,6	26,3	31,1	38,1	35,1	32,3	40,0
10	26,8	32,6	32,1	28,8	33,3	32,1	33,3	37,5
11	30,2	33,3	30,3	34,2	31,5	33,7	31,0	41,3

El % de masa seca estuvo entre 20 y 43,8 %, los diversos autores consultados coinciden en considerar que el sorgo es una planta que puede alcanzar estos niveles de producción de masa seca, señalan que en estos casos los altos por cientos se corresponden con las disponibilidades altas de nutrientes en el suelo.

La tabla 4.8 Presenta el número de hojas por planta

**Tabla No. 4.8 Número de hojas por planta de sorgo forrajero.**

Réplicas	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Parcelas								
1	5	5	5	5	5	5	5	5
2	6	6	5	5	5	5	5	5
3	5	7	5	5	5	5	5	5
4	6	6	5	6	6	5	5	5

5	6	7	5	6	5	5	6	5
6	6	5	6	5	5	5	6	5
7	5	6	5	5	5	6	5	6
8	5	6	5	5	5	6	5	6
9	6	5	6	5	5	6	6	5
10	6	5	5	6	5	6	6	6
11	6	6	5	6	5	6	6	5

En todos los casos el número de hojas por planta estuvo entre 5 y 7, en este índice biológico no se manifestaron diferencias entre las plantas de cada una de las parcelas, lo que coincide con lo planteado en la bibliografía de que la cantidad de hojas se corresponde con las características genéticas de la variedad, independientemente de los factores del medio o del ambiente que incidan en esta planta durante su ciclo. En este índice la diferencia se apreció en el desarrollo alcanzado por las hojas, que está registrado en los cálculos de masa verde.

Al evaluar el comportamiento del sorgo en las diferentes parcelas los resultados indican que en aquellas donde la fertilidad es mayor tanto el rendimiento en masa húmeda como seca fue superior que en las parcelas de más baja fertilidad; se puede corroborar la correspondencia entre los comportamientos de los índices estudiados en cada parcela, lo que contribuye a certificar la fidelidad de los resultados.

Los componentes del rendimiento que manifestaron similar comportamiento fueron: número de plantas por metro cuadrado, diámetro del tallo y altura de la planta; en el caso de las plantas con inflorescencia el comportamiento fue totalmente inverso, a más fertilidad menos plantas florecidas.

En el caso del número de hojas por planta no existió diferencia entre las parcelas, independientemente de la fertilidad del suelo, por lo que se puede inferir que este indicador no debe tenerse en cuenta al realizar ensayos en blanco con esta especie pues responde a las características hereditarias de la variedad y no a las condiciones del medio en que se desarrolla la planta.

En comunicación personal Escarré (2005) considera que la presentación de los datos debe corresponderse con la evaluación de los mismos mediante un análisis estadístico de correlación lineal en el que se aplicó el Programa de Estadística Multivariante de varios autores del Departamento de Estadística de la Universidad de Barcelona, España, a partir de los resultados de la correlación entre las variables: 1) Altura de las plantas, 2) Número de plantas por metro cuadrado, 3) Diámetro del tallo, 4) Número de plantas con flores, 5) Peso

fresco, 6) Peso seco, 7) Número de hojas por planta. Los resultados son los que aparecen detallados a continuación:

Se consideran 7 variables, como se señaló con anterioridad y el número total de individuos 88, contando a cada parcela como a un individuo; se determinaron los valores medios de cada variable y el valor de los recorridos de cada una; se procedió a preparar la matriz de covarianzas y la de correlaciones, en ellas se puede apreciar cual es la correlación de cada una de las siete variables con las demás, se consideraron que los valores de  $r > 0.217$  son significativos con  $p < 0.05$ ,  $r > 0.283$  lo son con  $p < 0.01$  y los  $r > 0.357$  con  $p < 0.001$ . El programa calcula las componentes principales (variables que son combinación lineal de las originales) a partir de las matrices de covarianzas y correlaciones. Se utilizaron los datos de las tablas que se presentan en esta tesis y que son el producto de las observaciones y mediciones llevadas a cabo durante el proceso de ejecución del ensayo en blanco.

Resultados similares fueron presentados por. Párraga, C. E. Y Chacín, F. (2001), cuando realizaron un estudio con el objeto de comparar distintos métodos para la determinación del coeficiente de heterogeneidad del suelo a través de variables fenológicas en plantas de maíz (*Zea mays* L.), en este caso se realizó un ensayo de uniformidad con maíz.

Conocidas las diferencias de fertilidad de los suelos para la investigación y la producción de tabaco es factible proceder a aplicar medidas para corregir los desequilibrios que existen y que pueden contribuir, en el caso de la investigación a reducir la precisión y en el caso de la producción a alterar los rendimientos y la calidad prevista. Lo señalado en los acápites anteriores permite realizar las correcciones correspondientes de manera que aplicando las medidas propuestas se puedan obtener datos fidedignos.

La valoración efectuada posibilitó el empleo del área en una investigación en el cultivo del tabaco para realizar el estudio del efecto de un conjunto de medidas agro ecológicas que conduzcan a un mejor aprovechamiento de los recursos naturales en las vegas destinadas a la producción tabacalera, las parcelas utilizadas fueron las que presentaron un nivel medio de fertilidad, de forma que se pudo reducir el error experimental que se produce en los experimentos de campo debido a la heterogeneidad del suelo, se incluyeron las parcelas 3-I hasta la 3-IV y desde la 6-I hasta la 6-IV las que presentaron fertilidad media en el ensayo en blanco, no obstante para corregir las diferencias que pudieran existir se decidió mejorar los contenidos de nutrientes de estas aplicándole los restos de cosecha del sorgo forrajero, primero en forma de mulch y después incorporándolo con una labor de picadora. Se realizaron las observaciones de los resultados obtenidos en estas parcelas con el objetivo de

proceder a desechar una réplica, si fuera necesario, dado el caso que no se correspondieran estos con los obtenidos en el resto de las parcelas, no fue necesario proceder de esta forma pues se corroboró que estuvieron en todos los casos en el entorno de los valores medios de los diferentes indicadores que fueron objeto de estudio y que el comportamiento de todas las parcelas estuvo próximo a la media registrada.

#### **4.4. Conclusiones sobre el empleo de los ensayos en blanco.**

Las características de las plantas utilizadas en el ensayo en blanco permiten fundamentar las diferencias en la fertilidad del suelo en la parcela experimental y determinar que espacios deben recibir un tratamiento especial y si se incluyen o no en el área de investigación o de producción.

Se corrobora lo planteado por diversos autores sobre la heterogeneidad de los suelos y la posibilidad de asumir un conjunto de medidas que tiendan a uniformar o por lo menos a reducir las diferencias existentes entre parcelas contiguas.

Los resultados obtenidos del ensayo en blanco permiten determinar las diferencias de fertilidad de las parcelas que con posterioridad pueden ser empleadas en el montaje de los experimentos programados para ser realizados en los suelos destinados a las investigaciones con el cultivo del tabaco.

El ensayo en blanco forma parte del diagnóstico del área seleccionada que permite relacionar los aspectos fundamentales en los que se tiene que enfatizar a fin de lograr soluciones a corto y mediano plazo para recuperar las cualidades y características necesarias para considerar optima una parcela para la investigación.

El ensayo en blanco constituye una guía para la proyección de un uso adecuado de cada parcela y para una mejor gestión de los recursos vegetales del campo de cultivo.

#### **4.5. Generalidades sobre la producción de compost**

Los ecosistemas agrícolas se han vuelto muy frágiles e inestables, en la actualidad propician una alta reducción de la biodiversidad, y un marcado incremento de potencial de plagas y enfermedades, de los costos de producción y de la dependencia externa, en detrimento del aprovechamiento de la energía que generan sus propios recursos naturales.

Los avances más significativos ocurridos en las últimas décadas en la producción agrícola fueron básicamente cuantitativos pues en la calidad solo se mejoró en el aspecto externo, se ha beneficiado a los productos buscando una mejor apariencia pero se ha descuidado su

valor nutritivo y cada día se incrementan los contenidos de sustancias tóxicas que contienen los alimentos naturales.

En estos tiempos de cambios vertiginosos, el modelo exogenista a través del cuál, durante décadas se han explotado las áreas destinadas al cultivo del tabaco, está acelerando el proceso de agotamiento de los suelos, por otra parte no se puede modernizar la agricultura si no se está en condiciones de proporcionar tecnologías en las que los productores hagan un aprovechamiento óptimo de los recursos que poseen.

Varios estudios han mostrado la importancia del material orgánico en la formación y estabilidad de agregados de la tierra. Así lo reporta León González, F. y col (2000), los que afirman que la materia orgánica elaborada con restos de cosecha, combinada con estiércoles de corral (compost), unido a una adecuada rotación de cultivos, entre otros factores, contribuye a la agregación y estabilidad de una tierra arenosa, lo que se corroboró en una investigación realizada en el valle de México cuando bajo condiciones de campo seco la aplicación de compost produjo una proporción significativamente grande de agregados en los fragmentos >1 mm (1.0-2.0, 2.0-2.3, 2.3-4.7 mm) presentes en el suelo.

Por otra parte Agnew, J.M. y Leonard, J.J. (2003) señalan que la tendencia actual es hacia métodos más eficaces de producción del compost y que para manejar la fabricación se requiere una comprensión completa del proceso, además de conocimientos de los materiales involucrados y de los parámetros físicos de los mismos, como la humedad, la densidad y las propiedades mecánicas. Estas propiedades influyen en el proceso y producto de varias maneras y tienen relación con la efectividad de la interacción de la aeración y el compost. Este planteamiento reafirma el papel de las propiedades físicas de los materiales del compost, su producción y posterior utilización como abono.

El recurso más importante para hacer posible el desarrollo agrícola es el suelo, donde reside la más extensa y segura base de producción, (García, 1941), recuperar, mantener e incrementar su fertilidad para elevar los rendimientos y lograr una agricultura sostenible es la más crucial y decisiva de todas las medidas que se deben adoptar, (Suárez de Castro, 1967), sin olvidar que para mantener el equilibrio ecológico indispensable para la supervivencia del planeta y de la humanidad es imprescindible una alta biodiversidad, coinciden con estas afirmaciones Carson (1964), Moreno (1992) y Saouma (1993).

Se ha comprobado por Ganik (1965) en diferentes experimentos que si a un suelo se le altera su equilibrio natural las plantas objeto de cultivo limitan su rendimiento ya que la fertilidad del mismo está representada por la combinación armónica de los factores físicos,

químicos y biológicos que lo integran, en este sentido también se expresan Demolón (1967), Thompson (1967), Millar (1967), Ortega (1982), y Altieri (1990).

Un proyecto sobre manejo integrado del suelo para la producción sostenible de tabaco en el municipio de San Luis en la provincia de Pinar del Río, Cuba, aplicado por Llanes y col (2001), destaca que desde hace más de seis años se estableció un paquete tecnológico de mejoramiento y conservación de suelos que incluyó medidas tales como:

- Uso de diferentes enmendantes orgánicos y minerales
- Tecnología conservacionista de preparación del suelo
- Restablecimiento de la capa activa del suelo mediante relleno.
- Barreras vivas
- Tecnología antierosiva de bordo de desagües.

Los datos que se presentan en la tabla 4.9 constituyen un extracto de la presentada en el informe final del proyecto llevado a cabo por el citado investigador

Tabla 4.9 Dinámica de algunos indicadores de las propiedades del suelo para las diferentes áreas de tabaco, antes del comienzo del proyecto y luego de finalizado

PROPIEDADES	Tabaco bajo tela	
	Inicio	Final
pH (CI K)	5.40	5.43
Materia Orgánica (%)	1.78	2.00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (en mg / 100 gramos)	+50	+50
K <sub>2</sub> O (en mg / 100 gramos)	34.00	34.89

De acuerdo con esos resultados el sistema integrado de manejo de suelos incrementó el rendimiento del tabaco y aumentó la rentabilidad.

Es importante destacar, (Paretas, 1990), que el cultivo continuado, sin la correspondiente reposición órgano-mineral, provoca la reducción de los rendimientos en la planta cultivada para pastos y al igual ocurre con el tabaco, que empobrece los suelos y desciende la calidad de la hoja cosechada cuando no se ejecuta una fertilización racional, así lo afirma Peters (1948), el que señala que además la realización de malas prácticas culturales contribuyen al empobrecimiento de los suelos, no obstante esta situación puede resolverse si se restituye frecuentemente al suelo una adecuada provisión de materia orgánica, lo que se demostró por Murtrey (1950), Gisquet (1951) y Gaines (1954) en los estudios realizados en Maryland, (Estados Unidos de América), Oriente Medio, Francia y España.

Resulta de interés que el empleo indiscriminado de fertilizantes minerales, entre otros, ocupa un lugar destacado en la degradación de los recursos biológicos, provocando la destrucción de las tierras de cultivo, (Shand, 1993), reduciéndose día a día los rendimientos y la calidad de los productos cosechados; en contraposición de acuerdo a los estudios realizados, la incorporación de compost al suelo regenera la fertilidad perdida y esto es una medida de bajo costo que incrementa la capacidad productiva, sobre todo en aquellos suelos erosionados y degradados que tienen que producir intensivamente y en forma continua, de acuerdo a la concepción de este tema que expone Gaitan (1993). De igual forma exponen resultados positivos en los rendimientos de los cultivos Yong-Hong-Lin y col; (2001), los que comprobaron los efectos del empleo del compost y otros abonos orgánicos.

Es significativo que a medida que progresa el abastecimiento de humus es posible reducir gradualmente las cantidades de fertilizantes minerales, (León, 1968), lo que está dado en la premisa de que el empleo simultáneo de ambos es la base de la fertilización racional, (Harwood, 1993), que permite obtener buenas cosechas dado por una perfecta nutrición vegetal, por lo que tal como plantea Lacki (1995), se trata de adoptar tecnologías que estén en adecuadas condiciones de elevar la productividad de los suelos y el rendimiento de los cultivos. En este sentido existen artículos recientes publicados en el Biological Abstract donde se pone de manifiesto los resultados obtenidos por Smith - Dorothea-C; Beharee-Vihitha; Hughes - Jeffrey-C (2001), que coinciden con lo planteado sobre la posibilidad de utilizar los recursos naturales para la fabricación de compost y su posterior aplicación como abono enmendante en las áreas de producción agrícola.

El efecto de diferentes dosis de humus de lombriz sobre las propiedades físicas del suelo dedicado al cultivo del tabaco en la provincia de Pinar del Río, Cuba, fue estudiado por Hernández y col. (1997), destacando como resultados el mejoramiento de las propiedades físicas y el incremento en los rendimientos del cultivo al compararlo contra un testigo que mantuvo la práctica de no aplicar enmiendas orgánicas.

El empleo de los fertilizantes depende fundamentalmente de las necesidades nutritivas de la planta y de la composición del suelo, de acuerdo a lo reportado por Machado (1984) la aplicación incorrecta trae serias consecuencias en el rendimiento y la calidad de la cosecha; coincide en esta afirmación con Valdés (1979) quien señala además que en el caso del tabaco es necesario dar al suelo, en forma de fertilizantes, los elementos que la planta extrae de él, así como los que se pierden a causa de la erosión.

Un estudio realizado en un suelo ferralítico cuarcítico amarillo rojizo erosionado, utilizado para el cultivo del tabaco de manera continuada, en el que se estableció una sucesión sorgo - frijol carita - tabaco, mejoró las propiedades físicas y químicas del suelo y se incrementó el rendimiento y la calidad del tabaco de acuerdo a lo reportado por Cabrera y col (1997)

La fertilidad de la tierra no puede ser mantenida a costa de la contaminación del suelo, del agua, de los alimentos, de los agricultores y de los consumidores, explican Lacki y Zepeda (1994), es necesario aplicar tecnologías más blandas, más limpias y menos dependientes de productos agroquímicos que ocasionan inaceptables inconvenientes.

Los suelos no pueden ser considerados como un cuerpo físico inerte, cuya fertilidad se mantiene a costa de una creciente y cada vez menos eficaz incorporación de fertilizantes sintéticos; es necesario devolver la vida al suelo. Resultados positivos alcanzaron Baziramakenga-Regis y col (2001) en los experimentos desarrollados con compost que contribuyeron a mejorar propiedades químicas y biológicas de los suelos.

Ya no se puede seguir pensando que la recuperación de la fertilidad del suelo y el control de las plagas sólo se puede hacer con la utilización de fertilizantes sintéticos y de plaguicidas cada vez más potentes en su acción para destruir la vida. Diversos experimentos tratan de encontrar respuesta rápida a los problemas de la actividad biológica en los suelos, destaca Madejon-Engracia; Burgos-Pilar; Murillo-José-M; Cabrera-Francisco (2001), que de acuerdo con el reporte en el Biological Abstract fue probada la acción de diferentes compost para relacionar la estabilidad a la actividad de las enzimas en las tierras y los posibles efectos fitotóxicos como resultado de su aplicación.

Los biofertilizantes son fuentes que aportan nitrógeno al suelo y que lo ponen a disposición de las plantas, que de acuerdo a lo reportado por Bustio (1996) se pueden aprovechar para las áreas destinadas al cultivo del tabaco los aportes que de este elemento hacen la materia orgánica, los abonos verdes, la fijación asimbiótica, la fijación simbiótica, el humus de lombriz, el biocompost, los residuos de cosecha e incluso la rotación de cultivos como práctica de un sistema fitotécnico agro ecológico sostenible.

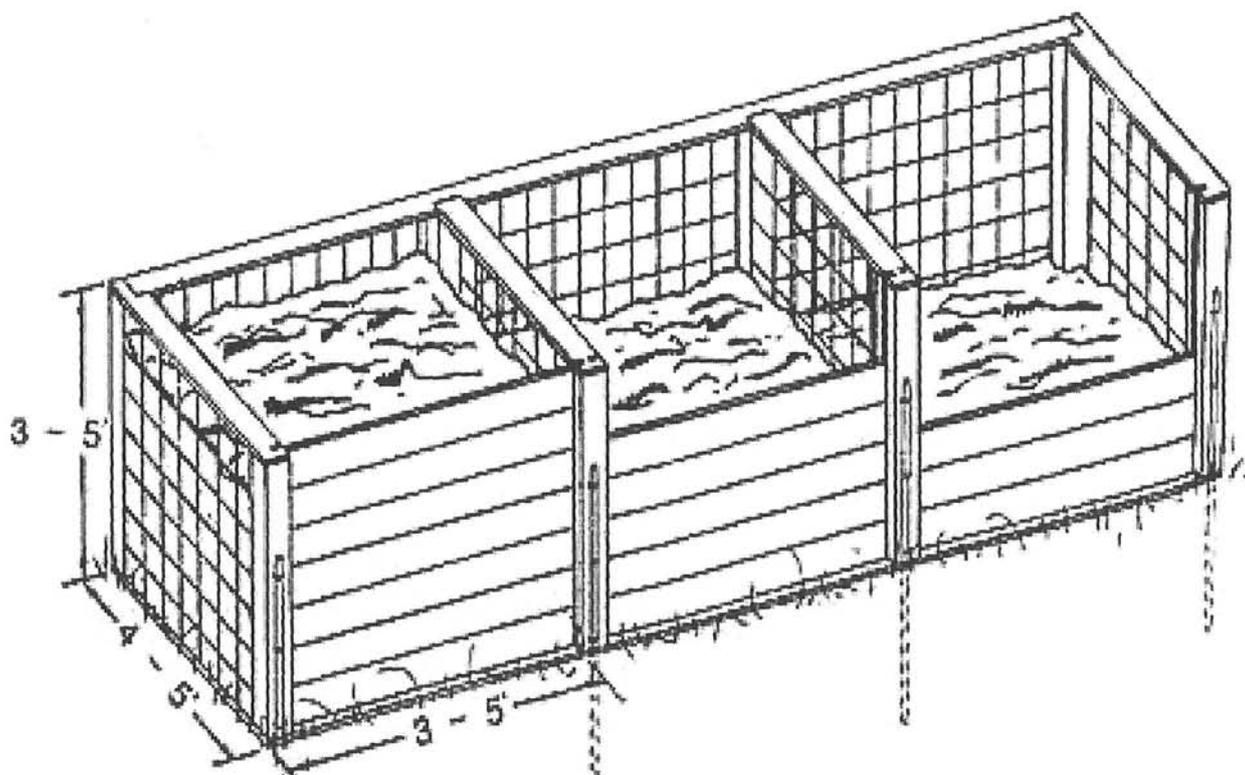
Como plantea Howard, (1940), la naturaleza proporciona en la selva un ejemplo que se puede copiar sin temor para transformar los residuos en humus, a la vez que indica que mezclados los restos vegetales y animales se convierten en humus por la acción de hongos y bacterias en un plazo de 90 días siempre que tengan agua, suficiente aire y una base para neutralizar el exceso de acidez. De acuerdo con lo indicado estos materiales de desechos colocados en condiciones favorables para la fermentación no sólo contienen los elementos

nutritivos necesarios para el desarrollo de las plantas de cultivo, sino que también son portadores de diversas formas de vida que incorporadas al suelo contribuyen al incremento de la biodiversidad y al restablecimiento del tan necesario equilibrio biológico.

Señala el citado investigador que el procedimiento para transformar los residuos de la agricultura en humus debe ser flexible y adaptado a las condiciones reales del lugar donde se pretenda llevar a efecto, lo más importante resulta ser que se alcance el propósito de restituir al suelo, por lo menos una porción de lo que se extrajo con la cosecha.

Diversos autores coinciden en señalar métodos variados para producir compost en pequeña escala, también puede aplicarse estas formas ampliando proporcionalmente las dimensiones propuestas en el contenedor de los restos de cosecha, basuras urbanas o hierbas del segado del césped, así tenemos, que una estructura muy eficiente y duradera para hacer "compost rápido" es un depósito de tres cámaras, que puede contener una considerable cantidad de materiales para descomponer, y permite una buena circulación de aire.

**Figura 4.1. Cámara para la producción de compost**



Fuente: Planthogar, como hacer compost casero

El contenedor de tres cámaras funciona bajo una idea de línea de producción, teniendo tres grupos de "compost" en diferentes estados de descomposición. El material comienza su proceso en el primer contenedor y se deja calentar por 15-20 días, luego, se vacía en el

contenedor del medio por otros 20-30 días, un nuevo cargamento de material comienza a procesarse en el primer contenedor, finalmente, el material en el contenedor del medio se vuelca al último contenedor como "compost" terminado o casi listo. La figura 4.1 representa una idea de diseño para esta propuesta de cámara para la producción de compost.

Es evidente que la composición química del producto obtenido es variable para cada caso, dependiendo de los diversos materiales utilizados, resultando también de interés que no sólo debe valorarse la importancia del empleo del compost desde el punto de vista de los elementos o compuestos químicos que aporta al suelo, mas significativo resulta el componente biológico, el valor imponderable de la materia orgánica y del incremento de la micro flora y micro fauna del suelo, así lo señala León (1967), añade que también hay que valorar los efectos económicos del empleo del compost, pues la reducción de las dosis de fertilizantes minerales implica reducción en los costos de producción y por otra parte el empleo de esta práctica fitotécnica significa proteger el medio ambiente, aprovechar de manera más eficiente los recursos naturales.

De acuerdo a lo planteado por Frear (1956), un inconveniente del uso exclusivo del compost está en que no resulta suficiente para asegurar la restitución total de los elementos extraídos por las cosechas y estableciendo la comparación explica que acaso gran parte de los perjuicios que se atribuyen al empleo exclusivo de los fertilizantes químicos se deba, no a los propios productos, sino a la ausencia de las cantidades de humus requeridas por el suelo.

En la actualidad el cultivo del tabaco en Pinar del Río se enfrenta al problema de empobrecimiento de los suelos, que han sufrido un continuo deterioro, según coinciden en afirmar Valdés (1979) y Cordero (1987), por lo que se hace imprescindible proceder a reponer el componente biológico de manera que se asegure el enriquecimiento en humus, para así paulatinamente restituir la fertilidad natural de acuerdo a lo estudiado en la dinámica del suelo por Demolón (1967).

Los resultados presentados son el producto de los estudios realizados por el Equipo Técnico Agrícola del extinto Instituto Nacional de la Reforma Agraria (1972), el análisis físico y químico de las mejores vegas de tabaco ubicadas en las áreas destinadas al cultivo en los municipios San Juan y Martínez y San Luis, en Pinar del Río, fue el siguiente:

**Tabla 4.10 Análisis físico del suelo de una buena vega para el cultivo del tabaco**

Gravas	21.00%
Arenas muy gruesas	6.00%
Arenas gruesas	6.00%

Arenas medianas	1.00%
Arenas finas	10.00%
Arenas muy finas	29.00%
Limo	7.00%
Arcilla	20.00%

**Tabla 4.11 Análisis químico del suelo de una buena vega para el cultivo del tabaco**

Sílice	76.40%
Oxido de hierro	1.58%
Oxido de alúmina	2.00%
Cal	0.25%
Magnesio	0.29%
Potasio	0.11%
Ácido fosfórico	0.18%
Nitrógeno	0.14%
Materia orgánica	2.23%
Agua	16.82%

La degradación de los suelos de la provincia de Pinar del Río es tal que los datos que se aportan a continuación permiten evaluar el estado real y las condiciones que poseen para producir tabaco de alta calidad y rendimiento, sobre todo si se conoce que en el 63,8% del total la capa arable es inferior a los 15 cm, el 48,6% están sometidos a fuerte erosión, el 75% son ácidos y el contenido de materia orgánica en el 68% está en el rango de bajo y muy bajo (menos del 1%). (Pozo, 1996) y uno de los factores clave en la sostenibilidad agrícola es el mantenimiento de la fertilidad del suelo. (Guerrero, 1993).

**TABLA No 4.12 ESTADO DE LOS SUELOS DE PINAR DEL RÍO, 1996**

Capa arable inferior a 15 cm.	63.8%
Con fuerte erosión	48.6%
Reacción del suelo ácida	75.0%
Menos del 1% de materia orgánica	68.0%

Existe una urgente necesidad de incrementar los rendimientos de los cultivos, reducir los costos de producción, mejorar la calidad de los productos obtenidos, (Lage, 1996), reciclar las materias de desecho y adoptar tecnologías agrícolas más endógenas. (Lacki, 1991), (Melo, 1995) y el recurso más importante es el suelo, donde reside la más extensa y segura

base de producción. (García, 1941), sin olvidar que para mantener el equilibrio ecológico indispensable para la supervivencia del planeta y de la humanidad es imprescindible una alta biodiversidad. (Carson, 1964). (Moreno, 1992) y (Saouma, 1993).

Son significativos los resultados obtenidos por Lourdes Díaz y col. (1989) (1990), que comprobaron que las aplicaciones de abonos orgánicos generalmente aumentan la asimilación de los micro nutrientes por la planta de tabaco y que la fertilización mineral combinada con el estiércol vacuno incrementó el rendimiento y porcentaje de clases de exportación del tabaco negro cultivado bajo tela. Mela (1963) plantea que el más alto rendimiento de las variedades cultivadas al sol se obtiene en los suelos arenosos con un contenido de materia orgánica que oscila entre un 3 y un 4% y Morales (1985) señala que en las tierras agotadas la aplicación de abono orgánico no produce inicialmente grandes efectos, pero con la continuidad se consigue un incremento de la fertilidad, es destacado sin embargo por Alov (1971), que la aplicación de abono orgánico logra un conjunto armonioso que permite obtener mayores rendimientos utilizando dosis menores de fertilizantes minerales. Coincide con estos planteamientos el recopilado por Mary J. Tynes. (2004).

El abono orgánico es el producto que rinde el mayor perfeccionamiento del suelo en lo referido a la actividad enzimática, explica Albiach, R. y col (2000), indica que los estiércoles y los compost elaborados con desechos urbanos provocan resultados incomparables. La mayoría de los parámetros estudiados indican un perfeccionamiento equilibrado en la tierra de la actividad biológica después de la aplicación de residuos orgánicos.

La aplicación de abonos orgánicos a los suelos destinados al cultivo del tabaco es una práctica común por las ventajas que ofrece, (Santiesteban, 1994), las que se pueden resumir de la siguiente forma:

- a) Mayor aprovechamiento de los fertilizantes inorgánicos
- b) Aumento de la fertilidad
- c) Aumento de la capacidad de retención de agua por el suelo
- d) Facilita el crecimiento y desarrollo de las raíces
- e) Incrementa la actividad microbiana del suelo
- f) Aporta micro nutrientes indispensables para la planta de tabaco
- g) Incrementa el rendimiento y la calidad del tabaco

En las Normas Técnicas para el cultivo del Tabaco Negro (1976), se señala que todas las medidas de fertilización en el tabaco deben ser ejecutadas con el mayor cuidado, puesto que, en este cultivo la obtención de elevados rendimientos tiene una importancia menor que

la que posee el aspecto referido a la calidad de la hoja cosechada; de la misma forma señala que teniendo en cuenta la influencia especial que la fertilización ejerce sobre el tabaco, es necesario conocer el efecto individual de cada elemento nutriente sobre la planta, así como los requisitos referentes a la calidad de acuerdo con la finalidad de uso del tabaco.

Puentes y col. (1980) señalan que la Fitotecnia Científica emplea, entre otras, la “Ley de Devolución” descubierta por Liebig, según ésta el agricultor debe restituir al suelo las sustancias nutritivas extraídas del mismo por las plantas para restablecer su fertilidad. La violación de dicha ley causa la pérdida de la fertilidad, la caída de los rendimientos y el empobrecimiento de la calidad de las cosechas. Puede añadirse a esta valoración que cumplir la ley implica mantener el equilibrio natural o por lo menos reducir los efectos dañinos que ocasiona el cultivo continuado.

Es conocido que en la medida en que el hombre perturbe el suelo, con prácticas tales como el sobre laboreo, labranza en sentido de la pendiente, la prolongación en el tiempo de la preparación del suelo, sobre todo en la etapa de primavera, la utilización indiscriminada de “rotovatores”, la grada de discos y arados que invierten el prisma de suelo y lo pulverizan, el monocultivo, el sobre pastoreo, la quema de los residuos de cosecha y el mal manejo del agua, entre otros, unido a las altas temperaturas y alta erosividad de las lluvias tropicales, acelerará el proceso de degradación del suelo, de acuerdo a lo estudiado por Cabrera (1997), con la manifiesta pérdida de la capa vegetal determinante en su fertilidad y propiedades químicas y físicas.

Las prácticas agrícolas pueden ejercer acciones negativas al medio ambiente, así lo considera el citado investigador, el que señala que deben estudiarse los impactos que pueden ocasionar, antes de aplicarlas.

El riesgo de erosión es muy importante en muchas tierras de cultivo y si bien podemos enmascarar sus efectos a corto plazo con el abonado, a largo plazo hay que pensar en tecnologías como el laboreo de conservación.

Hasta hace poco tiempo se pensaba que los altos rendimientos del cultivo del tabaco se podían conseguir sólo con una labranza intensiva del suelo y con una elevada cantidad de operaciones mecánicas en las fases de preparación de las tierras. Sin embargo con las investigaciones de los últimos años, se ha cambiado totalmente esta concepción.

Un proyecto de innovación tecnológica introducido en cooperativas tabacaleras del municipio Consolación del Sur en la provincia de Pinar del Río, por Porrás y Márquez (2001), en un suelo Ultisol erosionado, ácido, de baja fertilidad, dedicado al cultivo del tabaco negro de sol

cosechado en palo, logró disminuir el proceso de degradación e incrementar los rendimientos y la calidad de la cosecha al utilizar una tecnología que constó de: Labranza de conservación, subsolación, mejoradores minerales y orgánicos, medios biológicos y variedades de mayor potencial productivo, entre otras.

En la Conferencia Magistral “Manejo sostenible del medio ambiente para la producción de tabaco con alta calidad”, el Dr. Bustio (2001), expresó:

En el camino para la obtención de hojas de tabaco negro para la elaboración de cigarrillos de alta calidad, es preciso dejar definidos un conjunto de elementos técnicos generales que son propios de este cultivo y que constituyen principios fitotécnicos inviolables, entre ellos se encuentran los siguientes:

- El tabaco es una planta que el hombre tiene que dirigir su proceso biológico, de forma tal que la misma produzca lo que él necesite para la industria y no lo que la planta arbitrariamente permitiéndoselo su código genético, sea capaz de producir.
- No es posible obtener hojas con una calidad adecuada, si no se logra un eficiente control de los regímenes hídrico y nutricional de la planta, por ello, los suelos no deben ser de alta fertilidad ni de elevada capacidad de retención de la humedad.
- Al tener el hombre que conducir el proceso tecnológico, hacia la finalidad que tendrá la hoja en la industria, es imposible que pueda lograrlo si no cuenta con la fuerza de trabajo calificada y en cantidades suficiente.
- En ocasiones es necesario provocar desequilibrios biológicos, en otras fisiológicos, siempre con la finalidad de buscar la tan necesaria estabilidad fitotécnica no ya de la planta sino de la plantación.
- Existen otros principios relacionados con el manejo del suelo, su conservación, mejoramiento, laboreo, hasta lo relativo al manejo pos cosecha, que guardan una estrecha relación con la calidad.

#### **4.6 Resultados y discusión sobre el empleo de compost**

Los principales resultados obtenidos con la aplicación de cada uno de los tratamientos están reflejados en los comportamientos de los indicadores que aparecen en las tablas y gráficos elaborados al efecto y que representan los registros de datos tomados en el área experimental.

##### **4.6.1. Resultados del efecto de la reducción de la dosis de fertilizantes minerales y la aplicación de biocompost.**

Se efectuó un análisis de suelo previo al montaje del experimento, en la tabla 4.13. se presentan las características del suelo del área experimental antes de proceder al desarrollo de la fase investigativa de campo.

**TABLA 4.13 Análisis Agroquímico.**

<b>Materia</b>	<b>PH</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>Ca<sup>**</sup></b>	<b>Mg<sup>**</sup></b>
<b>Orgánica</b>	<b>H<sub>2</sub>O</b>	<b>KCL</b>			
<b>1,29</b>	<b>5,9</b>	<b>4,8</b>	<b>+50</b>	<b>13,57</b>	<b>2,00</b>
					<b>0,04</b>

Las labores fitotécnicas fueron realizadas según lo establecido por el instructivo técnico del tabaco, (Cuba, 1988), para el cultivo de tabaco negro sol ensartado, excepto en aquellos aspectos que se propuso modificar como el caso de la fertilización que se efectuó mediante el empleo de la dosis definidas para cada tratamiento objeto de estudio.

En la tabla 4.13 se exponen los contenidos de materia orgánica, fósforo (p<sub>2</sub> o<sub>5</sub>), potasio (k<sub>2</sub> o), calcio, magnesio y el valor del PH, se aprecia en la misma que el contenido de materia orgánica es muy bajo (1,29%), que esta alejado de lo que se recomienda en la bibliografía consultada la que señala niveles entre 3 y 4% para los suelos destinados al cultivo del tabaco negro, igual situación se presenta con el PH, que está por debajo del nivel óptimo recomendado para alcanzar buenos rendimientos en la cosecha de tabaco; el análisis de suelo antes de establecer el experimento ofreció la posibilidad de recopilar los datos necesarios para establecer las comparaciones en años sucesivos durante la repetición de la investigación, de forma tal que fue factible realizar una valoración en el tiempo de los efectos de los tratamientos sobre los principales indicadores agroquímicos estudiados.

En la tabla 4.14 se observa la influencia de cada uno de los diferentes tratamientos que fueron objeto de estudio sobre la altura de las plantas, el número de hojas cosechables, la distancia entre nudos y el diámetro del tallo, se corroboró que existe diferencia significativa en tres de los cuatro indicadores citados, no ocurre así en el relacionado con el número de hojas cosechables, por ser este indicador controlado mediante la labor de supresión de la yema Terminal (desbotonado).

**TABLA 4.14 Influencia de los tratamientos en la altura de las plantas (A),  
Número de Hojas Cosechables (B), Distancia entre Nudos (C) y  
Diámetro del Tallo (D)**

<b>No.</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>A (Cm)</b>	<b>B (Cm)</b>	<b>C (Cm)</b>	<b>D (Cm)</b>
------------	---------------------	---------------	---------------	---------------	---------------

1	F.C. 100%	116.0 ab	15	7.61 a	180 a
2	F.C.75%	123.3 a	15	7.99 a	1.73 ab
3	F.C. 50%	113.5 b	16	7.22 ab	1.63 ab
4	F.C.75% +Biocompost.	119.8 a	16	7.62 a	1.83 a
5	F.C.50% +Biocompost.	112.8 b	15	7.52 ab	1.60 b
6	Biocompost	104.8 c	16	6.55 b	1.55 b
7	Sin Fertilizantes	107.5 bc	16	6.52 b	1.55b
	ES	1.94*	0.4NS	0.21*	0.09*

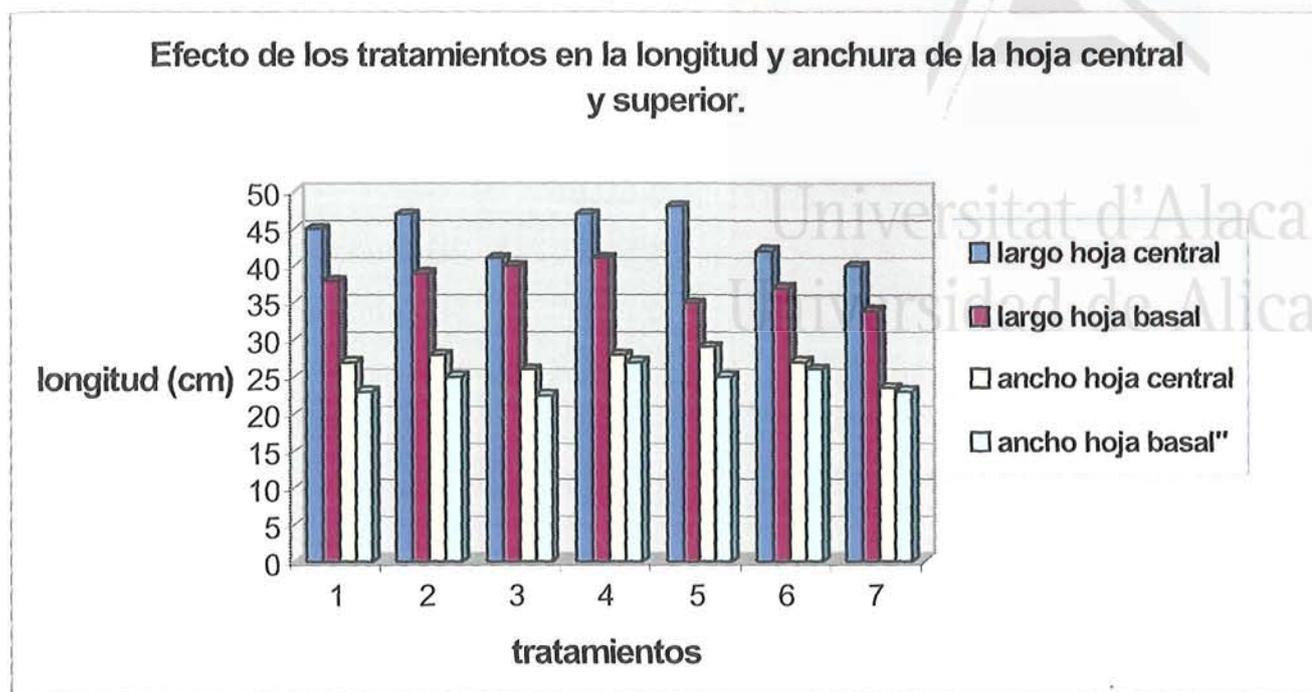
F. C. Fórmula Completa

Biocompost a razón de 6 ton/ha

Se puede apreciar que los tratamientos con mejores resultados son el 1, 2, 3, 4 y que los más bajos son el 6 y el 7, por lo que se infiere que la reducción de la dosis de fertilizantes minerales hasta en un 50% no influye significativamente sobre estos índices biológicos, sin embargo la ausencia de aplicación o la aplicación del biocompost solamente, si incide negativamente sobre los mismos, el hecho de que los índices biológicos estudiados se alteren con las variantes de fertilización puede explicarse a partir de tener en cuenta la disponibilidad de nutrientes en el suelo para las plantas en cada uno de los tratamientos, lo que coincide con lo planteado por Gros (1966), que comprobó que la aplicación de humus combinada con una dosis aceptable de fertilizantes mineral produce un óptimo aprovechamiento de los nutrientes por la planta, en este caso se pone de manifiesto en el tratamiento 4 (75% de fórmula completa más 6 t / ha de biocompost), pero cuando se aplica humus solo o combinado con un nivel bajo de fertilizantes minerales, continua el citado autor, se deprimen los rendimientos, es el caso de los tratamientos 5 y 6, donde se aplicó 50% de la dosis de fórmula completa más 6 t / ha de biocompost en el caso del 5 y solamente biocompost a razón de 6 t /ha en el tratamiento 6.

La no existencia de diferencia significativa entre los tratamientos con respecto al número de hojas es posible explicarlo teniendo en cuenta que estas fueron controladas mediante la labor de desabotonado (supresión de la yema terminal de cada una de las plantas de tabaco cultivadas), tal y como se explicó con anterioridad, se corrobora que este índice responde a las características hereditarias de la variedad, señalado por Torrecilla y col (1980); pero además indica que con la cantidad de nutrientes que el suelo puso a disposición de la planta esta tomó hasta ese estadio de su desarrollo fue suficiente para que todos los tratamientos manifestaran una respuesta similar en este índice biológico.

**Gráfico 4.2 Efecto de los tratamientos en la longitud y anchura de la hoja central y superior**



El gráfico 4.2 muestra el efecto de los tratamientos en la longitud y anchura de la hoja central y superior, comprobándose que no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

No obstante, teniendo en cuenta que el destino fundamental de este tipo de tabaco es el de convertir el mayor número posible de hojas en capotes para la industria del torcido de puros, es conveniente que la relación largo – ancho se manifieste de forma que la hoja alcance un ancho que sea aproximadamente el 60% del largo, de acuerdo con lo que comunica Ramos(1996), en este caso aún cuando no hay diferencia significativa entre los tratamientos se puede constatar que en el 2 y el 4 las hojas alcanzan una relación muy próxima al 60%, no ocurre así en el 3 y 7, lo que indica el efecto negativo de no aplicar fertilizantes minerales o de utilizar una dosis inadecuada. Resulta interesante que reducir hasta en un 25% la dosis de fertilizante mineral no afectó este importante factor, independientemente que se haya aplicado biocompost o no.

La tabla 4.15 presenta la valoración de la masa húmeda de la zona basal, central y superior de la planta, comprobándose que existe diferencia significativa entre los tratamientos.

**TABLA 4.15 Valoración de la Masa Húmeda de las Hojas Recolectadas en la Zona Basal, Central y Superior. (g)**

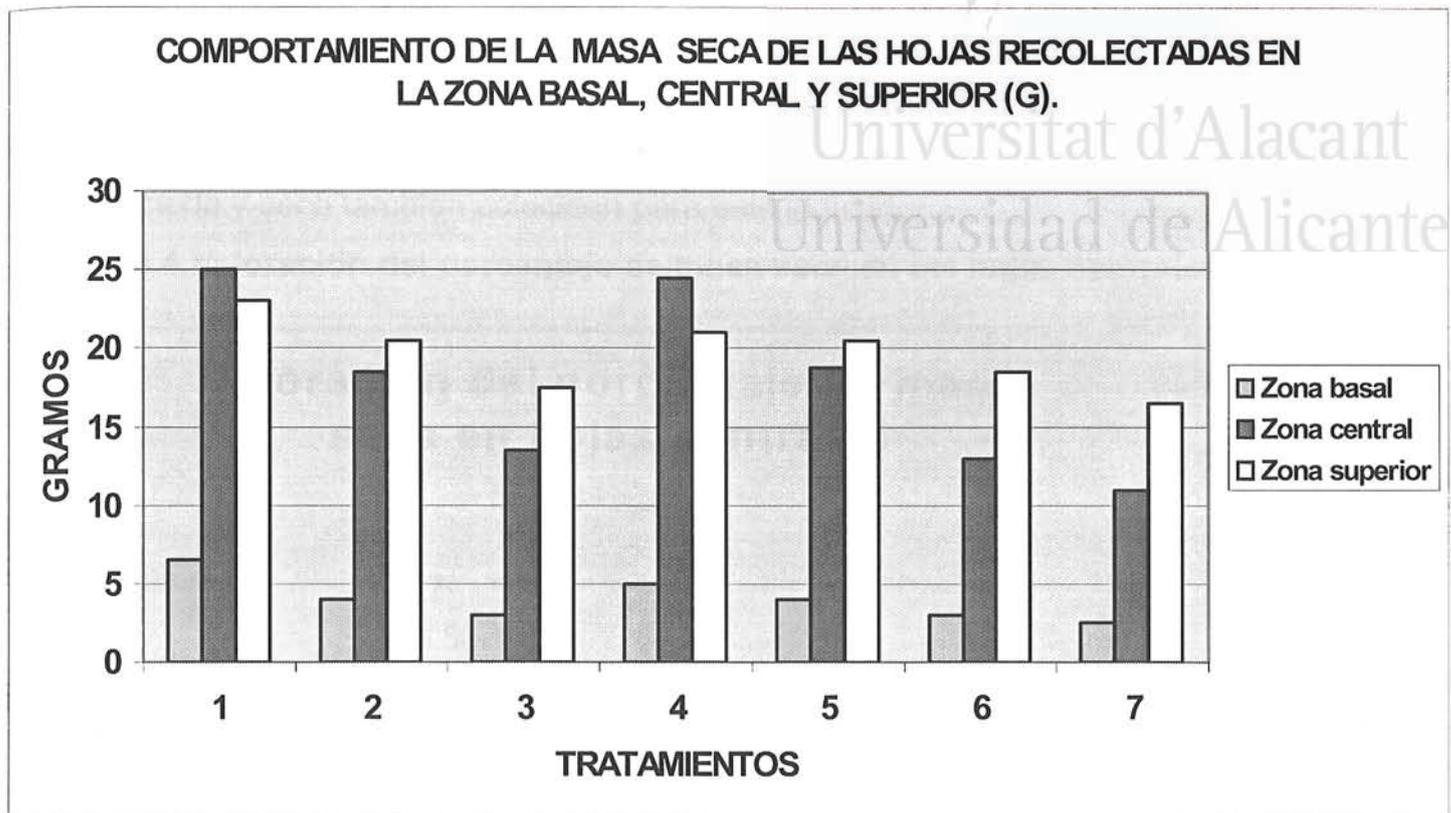
No.	Tratamientos	Zona Basal	Zona Central	Zona Superior
1	F.C. 100%	71.73 a	260.03 ab	131.8 a
2	F.C. 75%	58.80 ab	214.03 c	118.4 bc
3	F.C. 50%	49.02 b	234.90 c	102.2 d
4	F:C: 75% + Biocompost.	58.62 b	264.87 a	118.6 bc
5	F.C. 50% + Biocompost.	53.04 b	236.25 bc	121.0 b
6	Biocompost	38.73 c	180.96 d	117.6 c
7	Sin Fertilizantes	47.01 c	170.43 d	107.0 d
	ES	4.23*	6.30*	5.45*

F.C. Fórmula Completa

Biocompost a razón de 6 ton/ha

Corresponden los mejores resultados de la zona basal al 1 y 2, en la zona central al 1 y 4 y en la zona superior, al 1, en todos los casos los resultados más bajos se obtienen en el tratamiento 7, cuando se aplicó la dosis completa se logró el mayor volumen de masa húmeda, valorando estos resultados y teniendo en cuenta que las hojas basales son las primeras en formarse, en ellas el efecto de reducir la dosis hasta en un 25% no tuvo influencias que provocaran diferencias significativas con respecto al testigo (100 % de la dosis), en las hojas centrales cuando se redujo la dosis, pero se aplicó biocompost ocurrió un comportamiento similar al anterior, con la diferencia que en este caso el déficit de 25% de la dosis completa fue suplido por la adición del biocompost, pero para las hojas superiores ya, el déficit de elementos nutritivos, provocado por la reducción de la dosis, si influyó negativamente sobre la masa húmeda, estos resultados coinciden con lo planteado por Mela (1963) y León (1968), que señalan que cuando no se aplica fertilizantes al cultivo este tiende a limitar su desarrollo vegetativo.

**Gráfico 4.3 Comportamiento de la masa seca de las hojas recolectadas en la zona basal, central y superior**



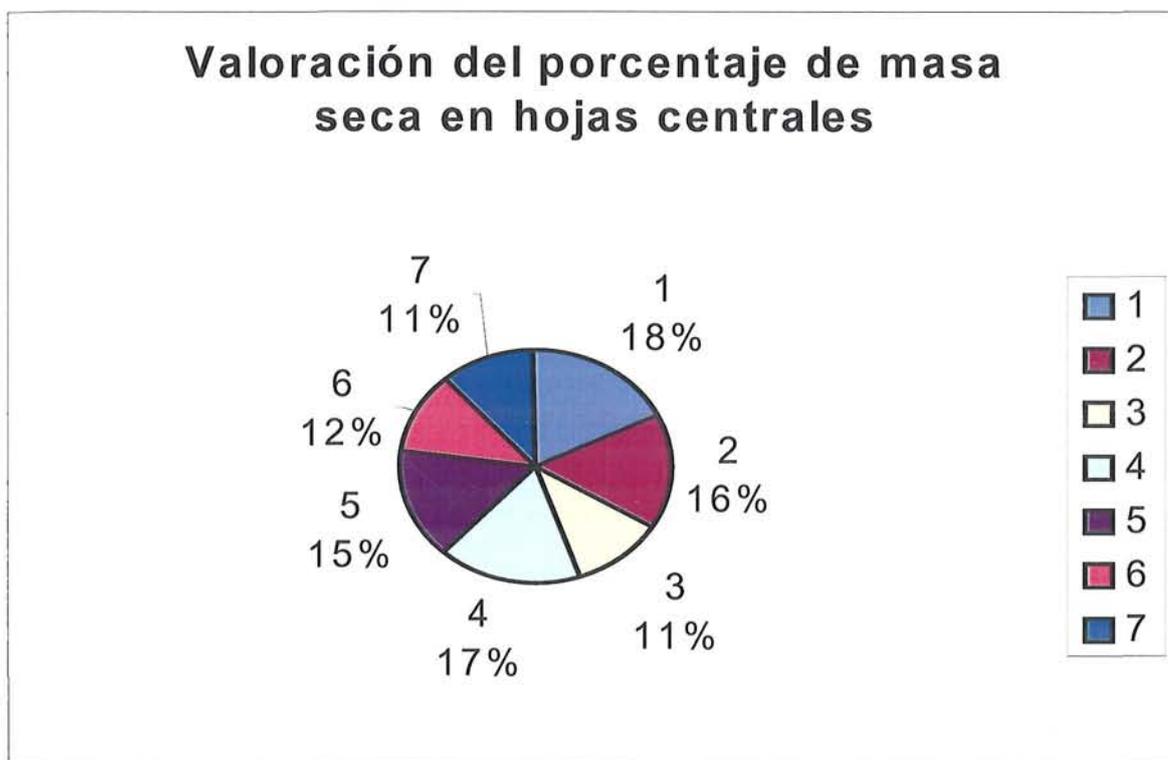
En la figura 4.3 se presenta el comportamiento de la masa seca de las hojas recolectadas en la zona basal, central y superior.

Existe diferencia significativa entre los tratamientos, coincide que los mejores resultados se alcanzan en el 1 y 4 en la zona basal y central y en el 1 en la zona superior, muy similar a lo presentado con la masa húmeda y también aquí ocurre que los bajos resultan el 3,6 y 7 en la zona basal, el 7 en la zona central y el 3 y 7 en la zona superior, de lo que se infiere que es posible reducir la dosis de fertilizantes minerales en un 25% cuando se aplique biocompost sin que se afecte la masa seca de las hojas recolectadas, puede explicarse este comportamiento a partir de una nutrición mineral más completa, en el tratamiento 1 se sitúa a disposición de la planta todos los nutrientes que esta necesita y en el caso del tratamiento 4, cuando se reduce en un 25% la dosis, se suple el déficit de la misma con el biocompost y por tanto la planta tiene la posibilidad de tomar del suelo los nutrientes necesarios para la producción de materia seca, lo que no ocurre cuando se restringe la dosis, se aplica biocompost solamente o no se aplica fertilizantes, estos resultados corroboran lo planteado

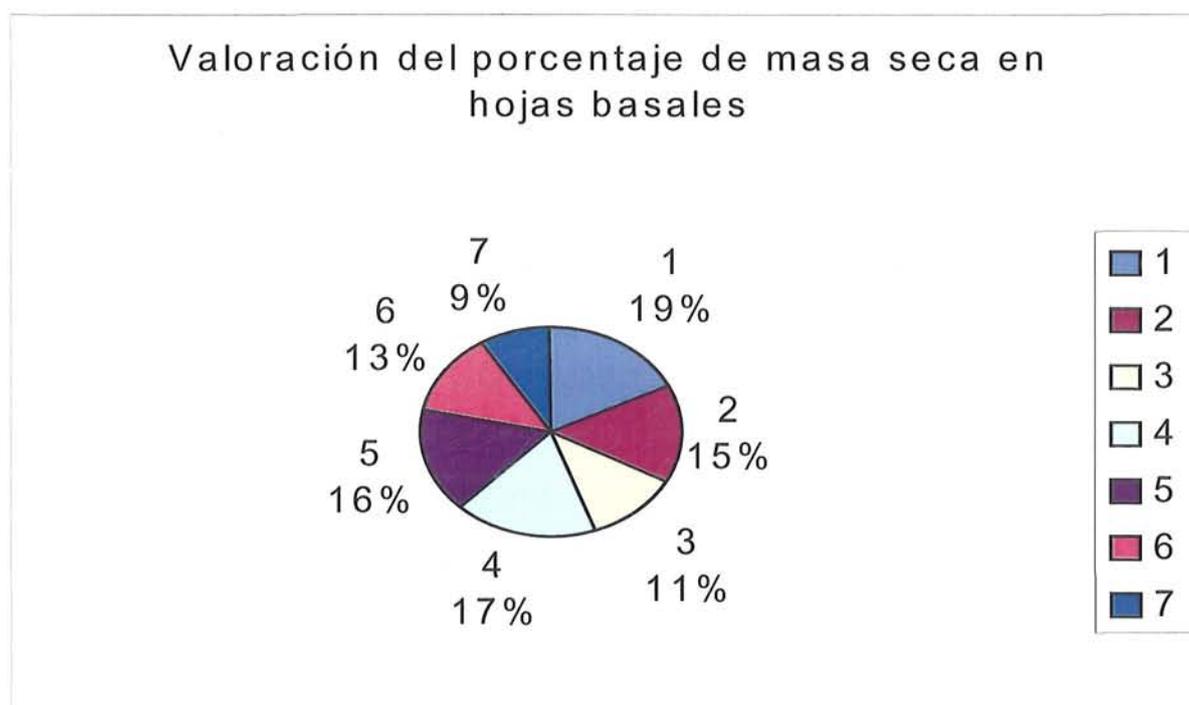
por Vázquez y Torres (1984) sobre el efecto de la nutrición mineral en la producción de materia seca.

En las Figura 4.4 y 4.5 se muestra la valoración del porcentaje de la masa seca en las hojas basal y central; se observa que se corresponden los resultados obtenidos con el análisis anterior de la masa seca, están localizados los rangos de mayor valor en los tratamientos 1 y 4 y los menores en el 7, 6 y 3, podemos constatar que las valoraciones efectuadas para la masa húmeda y seca también coinciden para este indicador.

**Gráfico 4.4 Valoración del porcentaje de masa seca en las hojas centrales.**



**Gráfico 4.5 Valoración del porcentaje de masa seca en las hojas basales**



En la tabla 4.16 se presentan los datos referidos al rendimiento total y en clases superiores, también se calcularon los porcentajes de rendimiento con respecto al testigo y en clases superiores de cada tratamiento.

**TABLA 4.16 Influencia de los Tratamientos en el Rendimiento y la Calidad del Tabaco.**

No.	Tratamientos	Rendimiento Total (Kg/ha)	Porcentaje con respecto al testigo	Rend. en Clases superiores (Kg/ha)
1	F.C. 100%	1701.1 a	100	1133.3 a
2	F.C. 75%	1641.7 a	96.5	939.9 b
3	F.C. 50%	1507.5 bc	88.6	906.5 b
4	F.C. 75% + Biocompost	1676.6 a	98.6	1180.3 a
5	F.C. 50% + Biocompost	1612.3 ab	94.8	922.4 b
6	Biocompost	1402.0 c	82.4	618.6 c
7	Sin Fertilizantes	1309.6 c	76.9	556.2 c
	ES	122.2*		81.2*

F.C. Fórmula Completa

Biocompost a razón de 6 ton/ha.

Se destacan los tratamientos 1,4,2 y 5 por ese orden respectivo como los mejores, excepto en el porcentaje de clases superior donde se pone de manifiesto que sobre este indicador es más efectiva la utilización combinada de fertilizantes minerales y biocompost, o de lo contrario la aplicación de la dosis completa, ya que cuando se redujo la dosis de fertilizantes minerales, no se aplicó o solo se utilizó biocompost se deprimieron los rendimientos en clases superiores quedando por debajo de un 60%, este aspecto tiene una extraordinaria importancia para el agricultor, pues ahí están las clases que componen precio y que son producto, entre otras, de una adecuada fitotecnia en general y en particular de la combinación armónica entre la fertilización mineral y orgánica, coincidiendo los resultados en estos indicadores con lo planteado por Ramos (1996) en su libro en preparación " Rey de Reyes" y con lo reportado por Lazo y col (1987).

La tabla 4.17 expone el comportamiento de los tratamientos con respecto a algunos indicadores económicos.

**TABLA 4.17** Comportamiento de los tratamientos con respecto a algunos Indicadores Económicos.

No	Tratamientos	Valor De Producción (\$/ha)	Gastos de la Fertilizante	Gastos de producción (\$) Resto	Total	Ganancia (\$/ha)	Rentabilidad (%)	Costo del peso (\$)
1	FC100%	9985.46	225.80	5607.60	5833.40	4152.06	71	0.58
2	FC75%	8208.50	169.35	5607.60	5776.95	2431.55	42	0.70
3	FC50%	7929.45	112.90	5607.60	5720.50	2208.95	38	0.72
4	FC75% + Bioc	10294.32	373.35	5607.60	5920.95	4373.37	74	0.58
5	FC50%+ Bioc	8061.50	256.90	5607.60	5864.50	2197.00	37	0.72
6	Biocompost	5425.74	144.00	5607.60	5751.60	-325.86	-	1.06
7	Sin Fertilizante	4832.42	0.00	5607.60	5607.60	-775.18	-	1.16

FC Fórmula Completa

Bioc. Biocompost a razón de 6 ton/ha.

En este caso son muy similares en la rentabilidad los tratamientos 1 y 4, los que si varían en más de un 30% con el resto, se destaca que de acuerdo a los resultados obtenidos no resulta rentable producir tabaco cuando no se aplica fertilizantes minerales o cuando solo se aplica biocompost ya que el valor de la producción obtenida es inferior a los gastos de producción en que se incurre durante la etapa agrícola y fase de manipulación y beneficio.

Estos resultados pudieran explicarse tomando como base lo discutido con anterioridad en relación con el efecto de los tratamientos en cada uno de los índices estudiados y donde se observa una marcada tendencia a que sean en la mayoría de los casos la aplicación de la dosis completa de fertilizantes minerales o la reducción de esta hasta en un 25% cuando se aplica biocompost los tratamientos donde los componentes del rendimiento y la calidad tienen los mejores resultados y por el contrario cuando solo se aplica biocompost o no se aplica fertilizantes, estén afectados dichos componentes.

No debe destacarse el efecto que sobre los tratamientos ejercieron las condiciones climáticas, presentadas en la tabla 6, donde se aprecia que fueron favorables para el desarrollo óptimo del cultivo, que coincide con lo planteado por Kulicov y Rudner (1981) y otros autores que señalan temperaturas medias de 20 C a 27C, días cortos y humedad del aire entre 80 y 85 % en cuanto a las precipitaciones, con el experimento montado, cuando en

el mes de diciembre se produjeron lluvias intensas no lo afectaron porque en esa etapa se encontraba en su fase inicial y el drenaje del campo permitió eliminar los excesos de agua.

#### **4.7. Conclusiones sobre la utilización de compost.**

Después de estudiar el efecto de la reducción de la dosis de fertilizantes minerales y la aplicación del biocompost se arribó a las siguientes conclusiones:

- La reducción de la dosis de fertilizantes minerales y la aplicación del biocompost influye significativamente sobre la altura de las plantas, el grosor del tallo, la longitud de los entrenudos la masa húmeda y seca, no ocurre así en el caso del número de hojas cosechables, la longitud y anchura de la hoja.
- Es posible reducir hasta un 25% la dosis de fertilizantes minerales cuando se aplica biocompost sin que difiera significativamente el rendimiento total y en clases superiores.
- Con la aplicación de la dosis completa o la reducción en 25% de la misma y la aplicación biocompost los componentes del rendimiento y la calidad ofrece los mejores resultados y proporcionan ganancias, llegando su rentabilidad a más del 70%; mientras que cuando no se aplica fertilizantes o solo se utiliza biocompost se hace irrentable la cosecha.

[Volver al índice/Tornar a l'índex](#)

## **CAPÍTULO No 5 ECONOMÍA, EDUCACIÓN ECOLOGÍA Y CULTIVO DEL TABACO.**

### **5.1. Introducción.**

Al evaluar los factores que más han incidido en los desastres agro ecológicos que en la actualidad se ponen de manifiesto en el llamado tercer mundo, hay que tener en cuenta en primer lugar las insuficiencias económicas generadas por la aplicación de la política neoliberal, en unos casos y en otros la carencia de una educación económica, ecológica y de extensionismo de los conocimientos científicos actualizados, lo que se une a la introducción de tecnologías de punta, para las que no existían las condiciones socioculturales ni económico - productivas que posibilitaran la explotación racional, la conservación de los recursos naturales y la preservación del medio ambiente.

Hoy existe un amplio movimiento social que exige desarrollar un sistema de educación que posibilite que no solo las futuras, sino que también las actuales generaciones tomen conciencia de la necesidad de proteger adecuadamente el entorno, a partir del conocimiento de las realidades que originan los actuales desastres en los ecosistemas.

Se hace imprescindible revalorizar la modernización de la agricultura y buscar otros proyectos de desarrollo que sean económicamente sostenibles y ecológicamente viables, no obstante las ciencias de la economía, a partir de la problemática ecológica de la agricultura y teniendo en cuenta la significación que tiene el componente educacional, buscará soluciones que tiendan a apelar a la formación para que se tome conciencia de la necesidad de aplicar agro tecnologías que no afecten la sustentabilidad ecológica.

En Cuba, país subdesarrollado y con un sistema social que propugna la satisfacción de las necesidades materiales y espirituales de los hombres, la agricultura sigue siendo la base sobre la que se desarrolla la economía y a la que indisolublemente está ligada de una forma u otra la mayoría de la población, unos por producir directamente en ella, otros por laborar con los productos que de allí se obtienen y el resto por consumir lo que esta produce.

Resulta por tanto imprescindible no perder de vista que la ciencia debe dar respuesta a la agricultura involucrando la dimensión social, política, económica, jurídica, ecológica, ética, cultural y educacional y que ello implica que las investigaciones no pueden ser reducidas exclusivamente a uno de estos aspectos, las ciencias económicas están convocadas a contribuir al conocimiento y potenciación de los factores que inciden en el establecimiento y desarrollo ulterior de un sistema de producción agro ecológico sostenible.

En este sentido tendrá que referirse a las necesidades, a los intereses y a las motivaciones en la agricultura, destacando que esta no sólo proporciona alimentos, sino que también cumple diversidad de funciones que bien aprovechadas a partir de las potencialidades, puede satisfacer múltiples requerimientos para una vida plena del ser humano.

La labor de la economía ecológica cobra una extraordinaria importancia en Pinar del Río, donde el tabaco constituye el cultivo fundamental, que exige un alto consumo de recursos que son adquiridos en el exterior y en el que el empleo indiscriminado de tecnologías altamente agresivas al medio ambiente, ha producido un fuerte deterioro de los suelos, así lo señalan Valdés (1979) y Cordero (1996), implicando que en la actualidad la mayoría de los agro ecosistemas sean inestables y no sostenibles desde todo punto de vista.

El problema científico declarado en esta tesis señala que se debe buscar una respuesta referida precisamente a como lograr un sistema agro ecológico sostenible en el cultivo del tabaco con tecnologías agrícolas que resulten poco agresivas al medio ambiente al posibilitar un manejo eficiente de los recursos naturales en las áreas donde el tabaco constituye el cultivo principal

La estrategia se debe basar en una concepción donde se enfatice en minimizar los efectos que las acciones tradicionales han ocasionado al agro ecosistema, a esto como es obvio se podrá arribar cuando se alcance el control de los factores de variabilidad social, para la cual, entre otros, se debe proponer el logro de los objetivos siguientes:

- Preparar a las actuales y futuras generaciones de productores en los temas de economía ecológica.
- Demostrar la eficiencia económica de las nuevas tecnologías
- Divulgar los resultados alcanzados en las investigaciones sobre el tema.
- Elevar los beneficios socioeconómicos de la población rural dedicada al tabaco como cultivo fundamental
- Valorar el impacto de la aplicación sobre la población rural

La educación tendrá que conjugarse armónicamente con la agricultura para producir un saber sobre los factores sociales, económicos y medio ambientales que inciden en el agro ecosistema, para condicionar su funcionalidad y desarrollo en un entorno de cuya potenciación depende la sostenibilidad.

Se considerará que el suelo, al igual que todos los sistemas biológicos, experimenta cambios continuos, no obstante permanece relativamente estable en lo que bien pudiera conocerse como un equilibrio dinámico y con frecuencia los cambios que ocurren en una dirección dada

se convierten en un proceso que parece ser cíclico, a no ser que el sistema se vea interferido por la mano del hombre, así manifiesta Burges (1968), los efectos que sobre la estabilidad de los ecosistemas puede provocar la acción del ser humano.

Resultará un imperativo demostrar que desde los albores del cultivo del tabaco en Pinar del Río los vegueros vivieron y trabajaron en armonía con la naturaleza, protegiendo sus tierras de los efectos dañinos que pudieran afectar los rendimientos y la calidad de las cosechas, así los conocimientos sobre la planta y su explotación económica fueron transmitidos de generación en generación.

El programa de educación económica debe incluir la valoración de los efectos de las tecnologías para los “altos rendimientos”, las que penetraron en las áreas de producción tabacalera con el uso masivo de fertilizantes químicos, herbicidas, mecanización con sobre laboreo, aplicación de pesticidas cada día más potentes y el empleo de poderosos motores para el riego, todos con altos precios, no obstante, en ese momento la aplicación de estas tecnologías provocaron un impacto favorable a los productores, que obtuvieron rendimientos sobre dimensionados y que encontraron mercado para sus producciones.

Por las razones apuntadas será necesario asumir que no sólo se trata de adoptar los métodos de la economía, el problema es más abarcador y va mucho más allá, ahora también hay que conjugar los métodos de las ciencias, para con carácter multidisciplinar integrar los saberes y así poder resolver la compleja tarea de alcanzar los niveles de satisfacción que esperan los productores por un lado y los consumidores por el otro.

## **5.2. Consideraciones sobre la estrategia**

La estrategia elaborada contempla un sistema de acciones entre las que se destacan:

- a) Diagnóstico inicial del conocimiento técnico del personal que se involucra directamente en la ejecución de los aspectos referidos al tema; esta caracterización comprende la elaboración de un plan con acciones de capacitación en función del desarrollo de capacidades para la intervención.
- b) Selección del área para el montaje de las demostraciones; tener en cuenta los resultados que se alcanzan en los diferentes aspectos investigados como complementarios o como fuente de datos que posibilitan aplicar una determinada tecnología a partir de efectos comprobados.

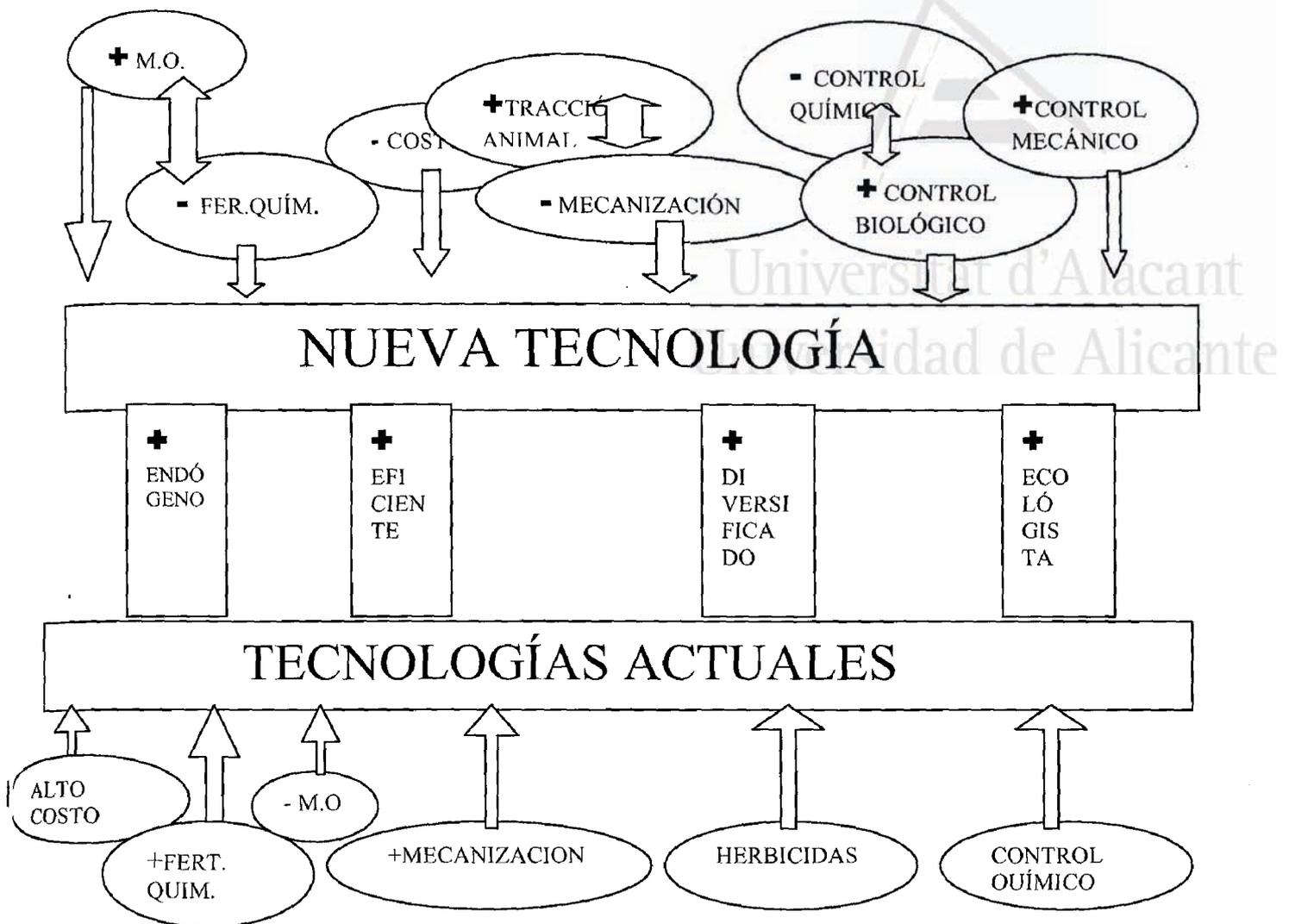
- c) Estudio biogeoquímico del área seleccionada. Valorando los aspectos comprendidos en la propuesta para evaluar los impactos del aprovechamiento de los recursos naturales en las áreas destinadas al cultivo del tabaco.
- d) Evaluación del comportamiento de los factores del clima (últimos diez años), a partir de datos tomados de las estaciones agro meteorológica del territorio.
- e) Ejecución de un ensayo en blanco, con la metodología expuesta.
- f) Definición de las medidas para la conservación y el mejoramiento del agro ecosistema de acuerdo al diagnóstico territorial.
- g) Determinación de la fecha de siembra y el momento de incorporación óptimo de los abonos verdes a utilizar
- h) Aplicación de la tecnología para la producción sostenible de tabaco, a partir de la selección de las medidas agro ecológicas propuestas en los capítulos 3 y 4 de la presente tesis que es factible aplicar en cada lugar.
- i) Capacitación de los técnicos y profesores para introducir los resultados en la producción y la docencia.
- j) Validación del impacto de la aplicación de la tecnología.

Al concluir cada etapa se llevará a cabo una evaluación parcial de la estrategia y de acuerdo a los resultados que se obtengan se procederá al rediseño de la misma contemplando la inclusión de nuevas acciones y la modificación o eliminación de alguna de las que inicialmente se previeron; de igual forma se considera posible y muy importante dar inicio a la divulgación de los resultados parciales y al desarrollo de cursos de capacitación con el personal involucrado, con los técnicos de la producción y con los profesores de los centros politécnicos seleccionados.

### **5.3. Resultados y discusión.**

La utilización eficiente de los recursos naturales existentes en las áreas destinadas a la producción de tabaco negro de sol, potencia el desarrollo y la recuperación de los ecosistemas a partir del incremento de la diversidad biológica y de la aplicación de nuevas tecnologías de producción sustentadas en cuatro pilares fundamentales que se levantan sobre las tecnologías actuales, los que están representados por su carácter endógeno, eficiente, diverso y ecológico, que posibilita pasar a un estadio superior en la producción.

Lo expuesto se puede representar gráficamente de la siguiente manera:



Esta situación que no es privativa de los ecosistemas dedicados al cultivo del tabaco se fundamenta en la tercera dirección fundamental que se establece para el desarrollo de las investigaciones de la agronomía científica y que es la que plantea el cambio del ambiente para adaptarlo a las exigencias de las plantas y para el que se proponen las variaciones correspondientes en cuanto a concepción, al convertirse en una necesidad de este tiempo no sólo abordar lo referido a las plantas, sino también todo lo que tiene que ver con la comunidad biótica que incide directamente en el ecosistema.

Con las manifestaciones de los efectos del cambio climático que experimenta el planeta resultan inestables las potencialidades que por el aporte de los factores que inciden en la vida de las plantas puede provocar el incremento de los rendimientos en las cosechas, así pasa a ser un aspecto que en las condiciones de deterioro actual de los ecosistemas debe ser ampliamente valorado lo planteado por los científicos norteamericanos en la década del 80 del siglo pasado los abordan como los rendimientos se pueden incrementar:

\*Por efecto de la fertilización química hasta un 41%

- \*Por la acción de los pesticidas y herbicidas pueden alcanzar un 15%
- \*Por el perfeccionamiento del laboreo, combinado con un cultivo eficiente un 15%
- \*Por el empleo de híbridos resistentes y adaptables puede ser de un 8%
- \*Por el uso eficiente del agua para el Riego en un 5%
- \*Por el efecto combinado o independiente de otros factores pueden ser de un 18%

Los resultados obtenidos para el estudio del aprovechamiento de los recursos naturales en áreas destinadas al cultivo del tabaco negro de sol ensartado se fundamentaron a partir de los aspectos básicos del plan de investigación y que el autor considera son los relacionados con el conocimiento del patrimonio cultural, el conocimiento científico del uso y manejo, la búsqueda de nuevos recursos y la potenciación del desarrollo sostenible, de forma tal que haciendo un uso adecuado y coherente de estos aspectos, puede llegar a obtenerse resultados tales como:

- Utilización de los nuevos conocimientos, hasta ahora inéditos en el ámbito científico y no explicados en el productivo
- Divulgación y capacitación a partir de los resultados y de los efectos distintos a los atribuidos o ya conocidos en la producción tabacalera
- Validación de usos que coinciden con los referidos en la bibliografía y en el presente trabajo.
- Uso y manejo de tecnologías que tiendan a la sostenibilidad.

Para el logro de estos resultados será imprescindible cumplir con requerimientos tales como:

- \* El dominio de un conjunto de contenidos que conformaran los conocimientos previos y que los mismos se nutrirán de dos fuentes básicas, el saber popular acumulado durante años y trasladado fundamentalmente por vía oral de una generación a otra y lo que aparece registrado en la bibliografía existente.
- \* El estudio de la biodiversidad en el ecosistema, las afectaciones que ha sufrido en el área de producción y más aún las causas fundamentales de su deterioro, así como las posibles acciones para detener primero y crear las condiciones para su incremento con posterioridad.

### **5.3.1. Evaluación multifuncional del medio físico para el aprovechamiento de los recursos naturales en la gestión del logro de la sostenibilidad en ecosistemas dedicados al cultivo del tabaco.**

La realización de estudios de aprovechamiento de los recursos naturales, requiere de datos tomados del terreno en los que se manifiesten claramente los efectos de la acción antrópica

y además que se cuente con los elementos necesarios para la aplicación de medidas que garanticen la conservación del ecosistema.

En una primera etapa de diagnóstico del estado de los componentes del medio físico, se requiere de instrumentos que posean los atributos de exactitud, claridad y organización para que tanto su valoración como su localización en el territorio permita las decisiones que cada zona o caso requiera con alternativas de solución colegiadas, adecuadas y seguras. Todo esto es logable si se cuenta con la participación de los habitantes de las comunidades y existe una voluntad política en sus dirigentes para que, de común acuerdo, se realicen los pasos y se tomen las medidas que cada caso requiera y sean debidamente aplicadas y controladas, este material preparatorio presenta una serie de instrumentos de aplicación en el terreno que permitirán lograr los objetivos de esta fase inicial de la que resultará la emisión de un diagnóstico claro y preciso del estado del medio físico para la zona estudiada.

El sistema de acciones está dirigido a la obtención de datos sobre los siguientes elementos:

**Uso de la tierra.** Breve caracterización del paisaje y uso de la tierra, este dato en dos etapas: 10 años antes como breve reseña histórica y en estado real del momento de esta indagación lo que permitirá conocer: frecuencia de uso de la tierra; coeficiente de utilización anual; repeticiones de cultivos; distribución de ocupación durante un año medio y la respuesta de la tierra al tratamiento recibido en el tiempo hasta la aplicación de este proyecto.

**Tenencia de la Tierra.** Se desglosa por tipo de tenente (UBP, UBPC, CPA, privado individual). Se conocerá el tiempo que ha incidido sobre la tierra un tenente específico. Se determinará la influencia de este factor en su estado actual.

**Información Climática.** Datos sobre lluvia, temperatura, evaporación, humedad relativa, luz, viento, para una serie no menor de 10 años con la información más completa de cada año. En la encuesta se utilizan métodos prácticos encaminados a corroborar los informados anteriormente. En este caso se parte de la determinación de los valores medios en cada mes del año, de ser posible completarlos con detalle diurnos y nocturnos. Con estos datos se determina el carácter climático prevaleciente en la zona, utilizando el método de caracterización que mejor se adecue a los datos con que se cuente. Al relacionarlo con los cultivos a proponer para una rotación, se tendrá en cuenta aquellos que responden mejor a las condiciones climáticas específicas y a las exigencias del cultivo principal.

**Suelos.** Descripción del tipo de suelo, relieve, pendiente predominante (ángulo y dirección), profundidad, presencia de rocas, vegetación natural, Caracterización química y física, manejo

(medidas aplicadas, rotación, etc.) reflejando las alteraciones físicas presentes como: arrastres, erosión, pérdida de horizontes, etc. Utilizar el mapeo de suelo más detallado posible para referenciarlo, valorar los indicadores (pH – profundidad – materia orgánica – etc.), además de la respuesta productiva de los cultivos (los de mayor y los de menor rendimiento) en función de los indicadores físico-químicos que constituyen limitantes (graviliosidad, pedregosidad, drenaje, pendiente, etc.). El grado de degradación que presenta el suelo comparado con uno típico ubicado en la zona.

**Agua.** Presencia (superficial – subterránea), características físicas observadas (turbidez, claridad, transparencia, sólidos en suspensión, salinidad), disponibilidad (abundante, suficiente, escasa) y se determina el potencial hidrológico que aporta el territorio a partir del régimen pluviométrico medio anual que posea utilizando en su determinación los métodos de cálculos para conocer el escurrimiento medio anual de un cauce (caso de fuente superficial) y/o del potencial extraíble del agua subterránea. Se hará un muestreo en todos los casos para determinar la calidad del agua para el riego de los cultivos. El uso actual y las cantidades utilizadas en el riego se determinará para evaluar el posible desarrollo en técnicas y sistemas necesarios para el área, de igual forma se procederá con la necesidad de obras de regulación y embalses y/o de drenaje y desecación que pudieran influir en los resultados finales de la producción del cultivo principal. Métodos de extracción de la fuente y técnica utilizada según el uso. Del área con riego: superficie, frecuencia, volumen por unidad de área, tiempo utilizado en cada riego.

**Cultivos.** Ocupación (tiempo, tanto del principal como de los secundarios), planes productivos y su cumplimiento (cantidad y %). Rendimientos en cada caso. Hacer un listado de cultivos según las categorías: principal (tabaco), secundario, alternante, se determina: frecuencia de cada cultivo, anteriores y posteriores al principal, época y propósitos (consumo, incorporación, pastoreo, silo en cortes programados). Se tendrán en cuenta los cultivos en sucesión constatando su acción beneficiadora o perjudicial al suelo. Se establecerá el esquema de rotación más conveniente según suelo y clima. Se recogerá información acerca del uso de los deshechos y restos de cosecha y se vinculará con la elaboración de compost

**Aplicaciones al suelo y/o al cultivo.** Aplicaciones de fertilizantes: tipo (mineral – orgánico) tiempo de aplicación, dosis (t/ha) por cada tipo. Productos químicos utilizados, dosis aplicadas según cultivo y plaga o enfermedad, resultados de la aplicación. Otros productos o elementos aplicados al suelo y al cultivo para garantizar la producción prevista.

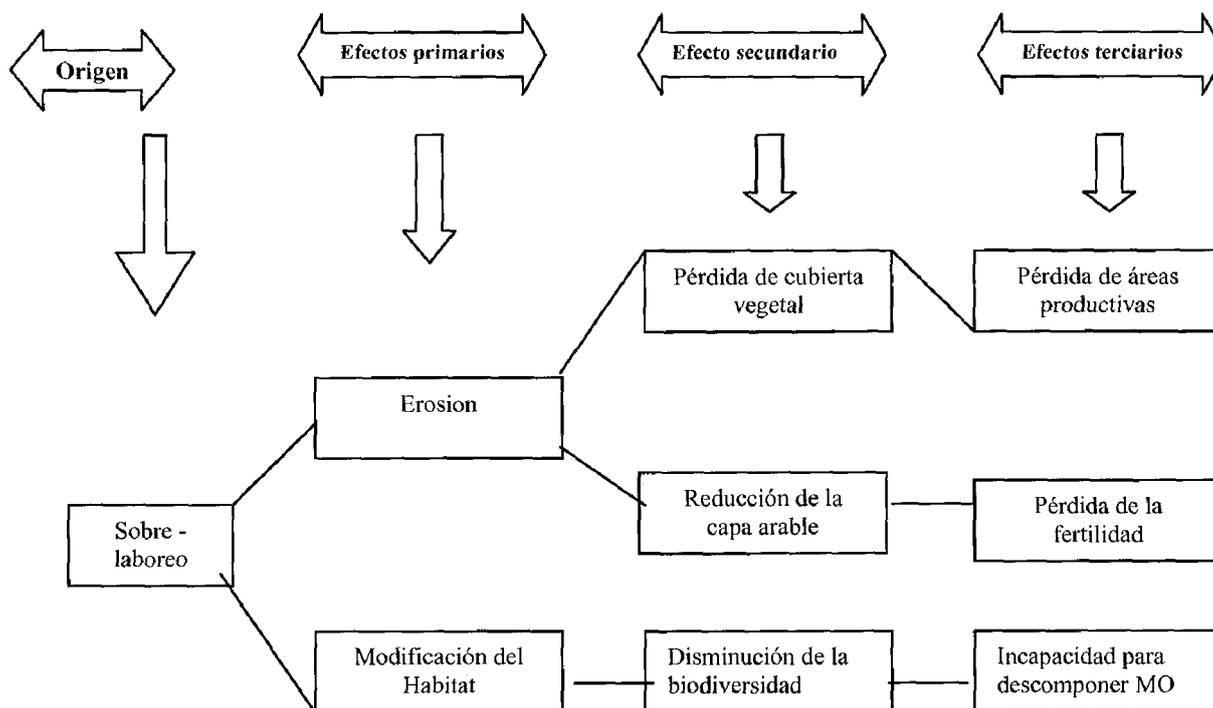
**Maquinaria y equipos.** Cantidad por tipo utilizado. Uso de la tracción animal, tiempo diario de trabajo. Secuencia de labores realizadas y tiempo partiendo de la preparación del suelo para el establecimiento del cultivo del tabaco, estrategia seguida para los cultivos secundarios, tiempo entre cultivos. Equipos de riego.

**Información económica de la producción.** Se conocerá el costo unitario de los cultivos y la relación costo / producción por año se completa con la información sobre rendimientos y calidad del tabaco.

A partir de estos elementos se elaboran los datos y la información obtenida es el resultado del diagnóstico que permite determinar los factores que influyen en el logro de la sostenibilidad, lo que, a partir de las relaciones intra e ínter factores estudiados posibilita inferir la acción individual, parcial o total de uno o de forma colectiva de todos los factores en los resultados productivos del cultivo del tabaco, así como el nivel de aprovechamiento de los recursos naturales. Al mismo tiempo se puede estudiar las modificaciones que ocurren en el ecosistema por la actividad beneficiadora o perjudicial de las tecnologías, lo que permite determinar el resultado de las acciones que se llevaron a cabo en un momento determinado y a las que se puede nombrar como **impacto ambiental resultante** que señala la tendencia que sigue la zona, permitiendo emitir juicios y proposiciones que se dirijan al establecimiento de prácticas adecuadas para lograr los objetivos de la sostenibilidad ecológica bajo régimen de explotación continuada del tabaco como cultivo principal.

Una muestra a manera de ejemplo de los efectos de las relaciones intra e ínter factorial es la que se puede apreciar en la representación esquemática que se propone a continuación:

### Efectos de las relaciones intra e ínter factores estudiados



El análisis de estos factores permite conocer aspectos específicos que contribuyen a una toma de decisión a partir de una visión general y abarcadora de la trayectoria seguida en el tiempo emitiendo una proyección enfocada a la optimización de sus resultados. Este instrumento de trabajo es aplicable a todas las áreas destinadas a la producción de tabaco negro cultivado al sol.

Partiendo de que el aprovechamiento de los recursos naturales orientado al logro de la sostenibilidad, es un proceso de planificación dirigido a evaluar y programar el uso del suelo y el manejo de los cultivos, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico protegiendo el ambiente para ser utilizado por generaciones futuras, para lograr el objetivo implícito en esta conceptualización, se hace necesario el análisis físico químico y biológico de los ecosistemas que integren el territorio con el fin de determinar la potencialidad de sus recursos, combinados con las características socio económicas de la población y las tendencias ocupacionales de sus comunidades acorde con el desarrollo de sus actividades productivas.

El aprovechamiento de los recursos naturales se basa en la utilización de tecnologías capaces de relacionar los impactos con la capacidad para soportarlos que posea el territorio, de esta manera, se mantendrá el equilibrio inicial y el posterior avance en la espiral del desarrollo. Resulta importante la vinculación de los habitantes de la comunidad enclavada en la zona para lograr los objetivos planteados, ya que al determinar el diagnóstico integrado del territorio se parte del estudio del medio físico, de los recursos naturales existentes y del posible uso de los mismos en beneficio del ecosistema y del productor.

No debe olvidarse que al describir las condicionales del suelo y del clima surgen gráficos y mapas que constituyen anexos complementarios de gran valor informativo que permiten una mejor apreciación de los factores analizados. La cantidad de anexos estará en dependencia de la recopilación de datos e informaciones disponibles y del criterio del autor.

### **5.3.2. Definición de medidas agro ecológicas para una tecnología sostenible en el cultivo del tabaco.**

El ambiente natural se degrada, el uso indiscriminado de fertilizantes minerales ocupa un lugar cimero en la reducción de los recursos biológicos, según Shand, H. (1993) los combustibles fósiles contaminan el medio ambiente, la excesiva cantidad de labores y el empleo de agro tóxicos destruye la diversidad, los suelos y aguas; la destrucción de los ambientes naturales está usualmente acompañada de un corto período de progreso, seguido

de un declive económico-social, indican García. Y María M. (1994). El comportamiento óptimo de un sistema de producción agrícola está estrechamente vinculado al desarrollo de los factores biológicos, culturales, sociales, económicos y ambientales que inciden en el mismo. (Altieri, M. 1996).

Para definir las medidas agro ecológicas aplicables en una tecnología que tienda a la sostenibilidad y se aproveche las potencialidades de los recursos naturales presentes en las fincas dedicadas al cultivo del tabaco negro de sol, se procedió a elaborar y aplicar un proyecto en el área de producción del Instituto Politécnico de Agronomía "Tranquilino Sandalio de Noda" de Pinar del Río.

Los objetivos planteados en el proyecto fueron:

- \* Elevar el rendimiento y la calidad del tabaco en un 15% mediante el aprovechamiento de los recursos naturales y la introducción de una tecnología con principios agro ecológicos que contribuyan a preservar, conservar y mejorar los ecosistemas dedicados al cultivo del tabaco negro de sol, posibilitando la tendencia a la sostenibilidad económica, social y ambiental.

- \* Capacitar a los técnicos y profesores a través de variadas formas de docencia teórico - práctica, para que introduzcan los resultados en la producción y en los programas de formación de los centros de la Enseñanza Superior y los politécnicos agrícolas, lo que contribuirá a educar las nuevas generaciones, que incidan en la producción tabacalera, con una concepción agro ecológica sostenible.

#### **5.3.2.1. Correspondencia entre los objetivos planteados en el proyecto y los resultados alcanzados.**

No obstante no haber alcanzado aún el incremento del 15% en el volumen total en la producción donde estuvo establecido el proyecto, se obtiene un incremento en los rendimientos del 10,3%, con la aplicación de la nueva tecnología, cuando esta se compara con los resultados que se obtienen con la aplicación de la tecnología actual en el resto del área de producción del politécnico, lo que puede corroborarse al valorar los resultados que se presentan en el informe final del proyecto 0318 de la Delegación Provincial del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente de de Pinar del Río, sin embargo es factible plantear que los objetivos propuestos se cumplieron exitosamente registrándose ya un crecimiento significativo en la calidad del tabaco cosechado, manifestado en el rendimiento en clases superiores, el que sobrepasa la aspiración del 15%, lo que se logró al instrumentar y aplicar en la práctica la integración de las tecnologías de producción estudiadas por los autores referenciados en ese informe, a pesar de que por la influencia de diversos factores

se puede afirmar que hoy las áreas destinadas al cultivo del tabaco de sol son las de más baja productividad, estos resultados posibilitaron validar la metodología para el tratamiento de los contenidos que se desarrollan para alcanzar la preparación de los futuros técnicos en un sistema de producción agro ecológico sostenible, comprendiendo lo relacionado con la conservación de suelos, empleo de abonos verdes y la aplicación de compost que contribuyeron a disminuir la velocidad de degradación de los suelos de los ecosistemas dedicados al cultivo del tabaco, a lo que se añade el uso racional y el incremento de la fertilidad de los suelos, lo anterior permitió, como ya se citó, elevar los rendimientos de la producción y fundamentalmente los referidos a la calidad, cumpliendo con el Programa Territorial Científico Técnico para el Desarrollo de la Producción Tabacalera en Pinar del Río.

De igual forma se logró reducir el uso de los agroquímicos, en el caso de los fertilizantes recomendados para el cultivo, esta reducción se realiza a partir de aplicar los resultados de los estudios llevados a cabo por Bustio y Machado (1997), los que determinaron los efectos de la reducción de la dosis de fertilizantes minerales y la aplicación de compost en las áreas destinadas al cultivo del tabaco negro de sol, razón por la cual es factible afirmar que de hecho se consigue reducir la contaminación medio ambiental; con lo que se da cumplimiento al objetivo del proyecto relacionado con posibilitar el desarrollo de una tendencia a la sostenibilidad económica, social y ambiental.

Se sobre cumplió el segundo objetivo enunciado, aún cuando su posición en el informe no indica un orden de importancia o prioridad, ya que el mismo puede ser considerado como fundamental en el proyecto, al capacitar a los integrantes de la investigación y obtener una metodología para el desarrollo de los contenidos referidos al cultivo agro ecológico sostenible del tabaco, esta metodología fue elaborada a partir de la experiencia de un grupo de profesores que de forma original han incorporado a su práctica pedagógica diferentes técnicas que le han ofrecido resultados positivos durante el desarrollo de algunos de los contenidos de los programas que imparten, pero que no están establecidos como una metodología oficial para el desarrollo de las asignaturas del ciclo técnico en general y para la formación del técnico agrícola especializado en el cultivo del tabaco en particular, por lo que su presentación con una fundamentación teórica y práctica constituye un resultado significativo; sobre la citada metodología puede realizarse una consulta ampliada en la bibliografía reseñada en la tesis.

Se elaboró y puso en práctica un programa para la preparación de profesionales de la producción y la docencia que estén involucrados en la producción tabacalera, con los contenidos y el fondo de tiempo para el desarrollo de cada uno de los temas, así como las formas de docencia planificadas.

El Programa para la Educación Agro ecológica de los técnicos y productores de tabaco comprende las siguientes temáticas:

Tema No. 1: Fundamentos e importancia de la agro ecología.

Tema No. 2: El suelo. Laboreo, recuperación y conservación.

Tema No. 3: El agua. Efectos y manejo ecológico.

Tema No. 4: Las plagas y enfermedades. Fundamentos del control integrado.

Tema No. 5: Agroquímicos y biofertilizantes. Nutrición de las plantas.

Tema No. 6: Sistemas de cultivos. Rotación, fundamentos y efectos.

El programa prepara a los participantes para desarrollar su gestión de aprovechamiento de los recursos naturales y en la búsqueda de soluciones a las condiciones actuales de la producción de tabaco y sobre todo en el enfrentamiento a la problemática de lograr un desarrollo con carácter sostenible que garantice la continuidad del cultivo, con la calidad que históricamente posee y que al mismo tiempo reserve para las generaciones futuras las posibilidades de mantener una explotación racional de las vegas, también posibilitara que los cursistas se apropien de conocimientos teóricos y prácticos de forma tal que ello influya en los cambios cualitativos y cuantitativos donde desempeñen su labor.

Como un resultado adicional del proyecto se programó y fundamentó el empleo de un sendero agro turístico que puede constituirse en el colofón a la preparación y capacitación del personal que se involucre en la producción tabacalera, (se puede valorar el ejemplo que se propone en el anexo No 1 que se adiciona a la presente tesis), así como para las personas que deseen adquirir conocimientos y al mismo tiempo utilizar su tiempo libre en el sano esparcimiento de relacionarse con la naturaleza, todo lo anterior puede ser utilizado en la formación de agricultores en sentido general, previamente el sistema de capacitación en su conjunto, o por separado la parte que se seleccione, tendrá que ser adaptado para esos otros fines.

#### **5.3.2.2. Correspondencia entre la relación costo-beneficio alcanzada y la prevista (impacto económico, ambiental y social).**

Al realizar una valoración de la aplicación de la tecnología propuesta y compararla con los resultados que se alcanzan con la práctica actual puede considerarse la superioridad de esta

tecnología, en la tabla 5.1 se presentan los datos obtenidos en el proyecto 0318 desarrollado por el autor como parte de las investigaciones llevadas a efecto para contribuir a la elaboración de una metodología para lograr la educación agro ecológica de los profesionales y técnicos dedicados a la producción del tabaco negro de sol

**Tabla No 5.1 Comparación entre la práctica actual y la nueva tecnología en el Rendimiento y la Calidad del Tabaco.**

No.	Tratamientos	Rendimiento Porcentaje de Rend. en Clases		
		Total (Kg/ha)	rendimiento	Sup. (Kg / ha)
1	Práctica actual	1701.1	100.0	1133.3 (100,0 %)
2	Nueva tecnología	1876.6	110,3	1320.0 (116,5 %)

Como se aprecia en los datos presentados el rendimiento total planteado con la introducción de la nueva tecnología alcanza un 10,3% superior a la práctica actual, no obstante lo que resulta altamente significativo es que se alcance un rendimiento en clases superiores que se eleva con esa nueva tecnología en más de un 16% con respecto a la práctica actual.

En la tabla 5.2 se presentan como se comportaron en el mismo proyecto los indicadores fundamentales para hacer una evaluación del aspecto económico.

**Tabla No 5.2 Comparación entre la práctica actual y la nueva tecnología en el comportamiento con respecto a algunos Indicadores Económicos.**

No	Tratamientos	Valor de la Producc. (\$/ha)	Gastos de producción (\$)			Ganancia (\$/ha)	Rentabilidad (%)	Costo del peso (\$)
			Fertilizante	Resto	Total			
1	Práctica actual	9985.46	225.80	5607.60	5833.40	4152.06	71.18	0.58
2	Nueva tecnolog	10294.32	253,35	4607.60	4860.95	5423.27	111.56	0.48

El impacto económico positivo de la nueva tecnología queda ampliamente demostrado con los resultados que se alcanzan, a pesar de que los gastos de fertilizantes se incrementan en la nueva tecnología con relación a la tecnología tradicional en \$ 27,55, motivado por que se rebaja \$56,45 por concepto de la reducción del 25% de la dosis de fertilizantes químicos, pero se incrementa en \$84,00 por el valor de las 6 toneladas de compost que se aplicaron y cuyo costo fue estimado en \$14,00 cada una, no obstante, el gasto de producción total se

redujo, motivado por la reducción de labores y la reducción en costo de los productos para combatir las plagas y enfermedades, al hacer un mayor uso de los productos naturales, todo lo anterior provoca que de igual forma se eleve el beneficio social del veguero, quien logra mejorar sus condiciones de vida al incrementar sus ingresos.

En la tabla 5.3 se presenta el flujo de caja, en el cual se analiza comparativamente el efecto de la tecnología utilizada para lograr la sostenibilidad con medidas agro ecológicas donde destaca el uso racional de los recursos naturales que contribuyen a incrementar los rendimientos y calidad del cultivo del tabaco de sol, contra la tecnología tradicional que se emplea para este cultivo.

La nueva tecnología introducida consistió en la ejecución de medidas sencillas de conservación de suelos, el empleo de materia orgánica con las dosis de compost recomendadas y el uso de abonos verdes, entre otra

**Tabla No. 5.3 Flujo de caja para un período de 6 años y 150 ha.**

ha	Año	Coef. Descuento	B. Bruto	B. Ajustado	Costo	C. Ajustado	Ganancia neta	Saldo acumulado
	año 2003	0,909	3336,58	3033,25	3380,22	3072,93	-39,67	-39,67
	año 2004	0,826	1294,68	1069,98	3820,97	3157,83	-2087,84	-2127,52
10	año 2005	0,751	12946,80	9727,12		0,00	9727,12	7599,61
20	año 2006	0,683	25893,60	17685,68		0,00	17685,68	25285,28
50	año 2007	0,621	64734,00	40194,72		0,00	40194,72	65480,00
80	año 2008	0,564	103574,40	58465,05		0,00	58465,05	123945,05
100	año 2009	0,513	129468,00	66437,56		0,00	66437,56	190382,61
150	año 2010	0,467	194202,00	90596,67		0,00	90596,67	280979,28
Total		--	--	287210,03	----	6230,75	280979,28	----
B/C = 46,10		PRI = 1,61		Análisis de sensibilidad=	de	4509,56	Costo Beneficio	97,83
VAN=280979,28		TIR= 51.50%		N/K= 132,07				

El flujo de caja mostró que al aplicar esta tecnología los indicadores económicos son satisfactorios, obteniéndose una tasa beneficio / costo (B/C) de \$ 46.10, con un valor actualizado neto (VAN) de \$ 280979,28, al incrementarse el área de extensión a 150 ha en un período de 6 años. Otro indicador valorado es la tasa interna de rentabilidad TIR = 51.50%, que es un aspecto que define la efectividad del sistema introducido. El período de

recuperación de la inversión (PRI) que es de 1,6 años indica, que en un período relativamente corto se recupera la inversión. El análisis de sensibilidad como expresión de los límites económicos de costos y beneficios, demuestra que los costos pueden incrementarse hasta un 4509,56%, en tanto los beneficios pueden disminuir en un 97.83 %, siendo aún efectiva la aplicación de la tecnología.

La relación inversión/ beneficio neto (N/K) expresa que por cada peso invertido se obtienen \$132,07 en 6 años. Estos indicadores derivados de los flujos de caja, avalan desde el punto de vista económico la aplicación de la metodología para el empleo de la integración tecnológica, al cumplir el objetivo primario de este trabajo de disminuir la velocidad de degradación de los agro ecosistemas, que se manifestó a través de la mejora de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, lo cual incidió en el incremento de la biodiversidad y constituyó el elemento fundamental en la obtención de cosechas superiores, con la incidencia directa en la sostenibilidad del cultivo.

Desde el punto de vista social la puesta en práctica de la metodología para la educación agro ecológica influyo en una mejora de la enseñanza de la producción de tabaco y de los cultivos alternantes y en rotación con este último. Además de ser parte fundamental de la cultura, también los profesores, estudiantes y productores adquirieron nuevas concepciones científicas con el dominio de las nuevas tecnologías, que incrementó su cultura y educación de manera que puedan influir en las nuevas generaciones en lo referente a la conservación y manejo del suelo, agua, fertilizantes y en el cultivo del tabaco de mayor calidad del mundo, que forma parte de la economía e historia de Cuba.

### **5.3.2.3. Resultados del estudio de las medidas agro ecológicas**

Hoy existe consenso en la exigencia por revalorizar las actuales tecnologías y ver la posibilidad de una recuperación positiva. Pero en la búsqueda del nuevo proyecto de desarrollo tendrá que tenerse en cuenta en primer lugar:

- La incidencia económica sobre el productor directo
- El nivel de preparación científico-técnica para asumir los cambios
- El arraigo de los conocimientos tradicionales
- Cambios originados en la tenencia de la tierra
- Las decisiones que asignan energía y recursos materiales
- Los principios de genero.

Una tarea importante es reactualizar las tradiciones, sobre todos aquellas experiencias de uso de la naturaleza (generalmente desaparecidas en el cultivo del tabaco), que puedan

actuar en las transformaciones y potenciar la ecologización que hoy se necesita al abordar la investigación tecnológica que compruebe los efectos que causan medidas tales como:

Para la conservación y mejoramiento del agro ecosistema:

- Empleo del laboreo mínimo
- Establecimientos de la rotación de cultivos, con poli cultivo y asociación.
- Siembra de plantas para utilizarlas como abono verde
- Empleo de implementos poco agresivos
- Aplicación de materia orgánica, carbonato de calcio, magnesita, fosforita y relleno.
- Tecnología antierosiva de bordos de desagüe (Cabrera,1996 y Riverol et al 1998)
- Organización antierosiva del territorio.
- Tecnologías para el uso de los biofertilizantes (Instituto de Suelos 2000)
- Tecnología para el uso de mejoradores orgánicos y minerales.(Pérez et al,1996 y 1997 y Morejón et al, 1994).
- Tecnología para la corrección de desequilibrios nutrimentales (Pérez et al, 1997 y Calcedo, et al, 1998).
- Uso de nuevas variedades de mayor potencial productivo y resistentes a plagas y enfermedades.(Instructivo Técnico, 1998)
- Tecnologías de alternancia de cultivos, (Cordero et al, 1995, Porrás et al, 1996 y Cabrera et al, 1996).
- Metodología para la producción y aplicación de biotierra, (DPSF, 1998).
- Metodología para la fertilización a los cultivos en dependencia del cartograma agroquímico según recomendaciones del DPSF (1989).

Durante el laboreo del suelo:

- \* Labranza mínima o de conservación con el uso de implementos para la no inversión del prisma de suelo, con carácter antierosivo, (Cabrera et al 1995 y Otero et al, 1995 y 1996)
- \* Tecnología de subsolación. (Porrás et al 1998)
- Emplear multirado
- No utilizar grada de discos y arado de vertedera
- Empleo de grada de púas
- Ejecutar las labores cuando el suelo tiene entre 15 y 23% de su peso en agua
- Conjugación tracción animal y mecánica armoniosamente.

En la plantación:

- Realizar la plantación en fecha temprana



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

- Utilizar sólo el agua necesaria
- Emplear posturas de cepellón
- Surcar con la orientación y profundidad adecuada.
- Aplicar compost conjuntamente con la fertilización química de fondo a razón de 6 toneladas por hectárea.

Durante la fase de desarrollo del cultivo:

- Reducir fertilización química
- Incrementar abonos orgánicos: Humus de lombriz, biocompost y biotierra.
- Aplicar bacterias solubilizadoras de fósforo
- Aplicar medidas para maximizar reservas y reducir pérdidas de agua.
- Optimizar el riego por surcos a partir de su longitud, gasto y norma real
- Emplear trampas y métodos físicos para el control de plagas
- Efectuar el control con bioplaguicidas
- Estimular el desarrollo de los enemigos naturales de plagas y plantas arvenses
- Establecer medidas de protección fitosanitaria
- Utilizar variedades resistentes a plagas y enfermedades
- Aplicar control integrado con productos químicos de baja toxicidad.
- Realizar selección negativa y recoger y extraer del campo los residuos
- Realizar control manual del crecimiento, no aplicar productos químicos
- Tecnología de señalización de plagas y enfermedades (Ana Rodríguez, 1995 y LPSV, 1999).
- \* Tecnología de pronóstico a corto plazo del moho azul en tabaco (Rodríguez, L, 1984).
- \* Tecnologías para el uso de medios biológicos, para el control de plagas y enfermedades (MINAG, 1997 y LPSV, 2000).

Para la cosecha:

- Cosechar con el índice de madurez adecuado
- No recolectar hasta que no hayan transcurrido 96 horas del deshije
- No recolectar hasta que no hayan transcurrido 6-7 días del último riego
- No mezclar hojas de diferentes cortes

En la post - cosecha:

- Demoler el campo antes de los 5 días posteriores a la última labor de recolección
- Dejar los residuos sobre el suelo en forma de mulch

- Utilizar los subproductos

Numerosas investigaciones han demostrado que varias de las medidas propuestas ofrecen resultados positivos, no obstante no se ha comprobado como pueden influir cuando se aplican de conjunto, en formas de sistema, lo que de hecho constituye la adopción de una nueva tecnología para producir, en la que se debe incorporar como componente social el cultivo familiar, es decir, convertir la vega en el centro de producción de la familia, la que garantice que el tabaco como cultivo principal sea el que brinde el aporte económico básico para el desarrollo y la satisfacción de las necesidades de todos sus miembros y que a la vez, en la misma vega genere otros recursos y productos imprescindibles para la vida, como son los alimentos de origen vegetal y animal, a partir de las producciones ínter cosecha que tienden a mejorar las condiciones del agro ecosistema, fomentando así una mentalidad ambientalista, a la vez que alcanzará una mayor rentabilidad económica y se elevará el nivel de vida de la familia campesina, todo cimentado en un sistema de preparación que ofrezca conocimientos al agricultor, que lo prepare para diagnosticar en cada momento cuales son los problemas reales, cuales son las causas eliminables que originan dichos problemas a partir de sus recursos y conocimientos y cuando necesita ayuda y recursos exógenos para obtener la producción de tabaco con el mayor rendimiento y calidad.

Muchos de los problemas planteados para las áreas de producción ocurren no sólo por la insuficiencia de recursos, también están dados porque no se preparan agricultores para un sistema de producción sostenible y por tanto no existen los conocimientos para lograrlo, ¿Cómo elevar la productividad de un suelo cuyo componente biológico prácticamente ha desaparecido?, la solución rápida y que más se conoce es aplicar fertilizantes químicos, ¿Por qué no producir abonos orgánicos a partir de los desechos que se obtienen en la vega?. Está demostrado que cuando se aplica compost se puede reducir en un 25% la fertilización mineral, Machado, F. (1996), y el compost se puede elaborar con restos de cosecha y otros materiales orgánicos de desechos que generalmente se botan. Hernández, J. (1994). Este es sólo un ejemplo de la urgente necesidad de que la ciencia ensaye una tecnología agrícola poco agresiva al medio ambiente y desarrolle la capacitación de los productores de tabaco para lograr un modelo que resuelva los actuales problemas del agro tabacalero en Pinar del Río.

### **5.3.3. Aplicación del proyecto de aprovechamiento de los recursos naturales para la producción sostenible de tabaco**

En la ejecución de un proyecto de aprovechamiento de los recursos naturales en la gestión del logro de la sostenibilidad en ecosistemas dedicados al cultivo del tabaco, vale lo señalado por Gómez Orea (1998): "Situados en un plano conceptual pero técnicamente operativo, se ha de proponer una estrategia de desarrollo económico, social, cultural y ambiental diseñada a partir de su capacidad endógena de desarrollo en términos de fuerza de trabajo, recursos y medios. La distribución ordenada de dichas actividades en el espacio según un triple principio:

- 1- Adaptación a la capacidad de acogida del medio físico.
- 2- Optimización de las interacciones entre las actividades
- 3- Uso múltiple del territorio, superponiendo las actividades compatibles en tiempo y espacio aproximando las complementarias y separando las incompatibles."

Es necesario no soslayar en los análisis la consideración de la polivalencia de las soluciones, todo esto en forma integrada y con los elementos que aportan las tareas directas de terreno que nos introducen en la realidad objetiva del área objeto de aplicación del proyecto, permitiendo la consecución de los objetivos trazados en la introducción de tecnologías en un territorio de forma estratificada y al mismo tiempo totalizada para la toma de decisiones a favor de las comunidades, de los recursos naturales y de los ecosistemas que se estudian.

#### **Tareas principales.**

La investigación se organizó siguiendo el orden de las tareas siguientes:

##### **Tarea Principal No. 1.**

Diagnóstico para la caracterización edafoclimática del agro ecosistema objeto de estudio..

- 1.1- Recopilación de datos de la historia Agrotécnica de cada área.
- 1.2- Recopilación de datos sobre el comportamiento de los factores climáticos.
- 1.3- Análisis físico, químico y biológico del suelo
- 1.4- Elaboración estadística de los datos recopilados.
- 1.5- Evaluación multidisciplinaria de la información recopilada.
- 1.6- Determinación de los factores limitantes para elevar el rendimiento y la calidad del tabaco.

Logros y Alcance de esta tarea principal.

- Contar con la base de datos actualizados para avalar científicamente la planificación y proyección de una tecnología en función del manejo del agro ecosistema.

##### **Tarea Principal No. 2**

Estudio de tecnologías aplicadas para lograr sostenibilidad.

2.1-Análisis de los factores limitantes y medidas para disminuir o eliminar su efecto.

2.2-Tecnologías aplicadas con medidas que tiendan a restablecer el equilibrio físico, químico y biológico del suelo.

2.3-Aplicación de diagnóstico sobre agro ecología y sostenibilidad a técnicos y personal participante en la investigación.

2.4-Desarrollar consulta de expertos

2.5-Elaboración de Programa de capacitación sobre el tema.

2.6-Desarrollo de cursos de capacitación con los participantes en la investigación.

Logros y alcance de esta tarea principal.

- Capacitar a los participantes en la investigación para la aplicación eficiente de las medidas planteadas en la tecnología propuesta a partir de los análisis y valoraciones realizadas que tomaran como base las condiciones específicas del agro ecosistema dedicado al estudio.

Tarea Principal No. 3.

Validación de las medidas propuestas para la elaboración de la tecnología.

3.1-Establecimiento de las medidas encaminadas a lograr el equilibrio del suelo y el restablecimiento del ecosistema.

3.2- Desarrollo de observaciones y mediciones biométricas.

3.3-Elaboración de datos.

3.4-Análisis de los datos recopilados

3.5-Evaluación económica del efecto de la tecnología.

Logros y alcances de esta tarea principal.

- Validación del efecto de la tecnología.

- Valoración del impacto de las medidas aplicadas con respecto al rendimiento y calidad del tabaco y en la esfera medioambiental y socioeconómica.

Tarea Principal No. 4.

Elaboración y presentación de los resultados.

4.1-Compilación, procesamiento y análisis integrado de los resultados.

4.2-Elaboración y presentación del informe final.

4.3-Divulgación de los resultados para su aplicación.

Logros y alcances de esta tarea principal.

- Presentación de los resultados, del estudio de aprovechamiento de los recursos naturales que incluye las medidas que conforman la tecnología para las áreas productoras de tabaco negro de sol en los suelos de Pinar del Río.

### **5.3.4 Educación ecológica**

De acuerdo a lo planteado por De Morales (1988) entre algunas de las medidas que se deben tomar para lograr la conservación de los recursos naturales y que permitan un uso sostenible de los mismos se pueden citar:

1. - Realizar los estudios científicos necesarios en cada caso.
2. - Incentivar la formación de profesionales capacitados en la evaluación y manejo de los recursos naturales.
3. - Incorporar al tipo de profesional capacitado que se plantea a los órganos encargados de la toma de decisiones y de la implementación de proyectos de desarrollo rural.
4. - Educar a la población en general, para crear conciencia sobre la importancia que reviste la conservación de los recursos naturales.

La Educación Ambiental debe presentarse con una nueva concepción que implique a diversas esferas de la sociedad y que tienda a explotar racionalmente el entorno, en el caso particular de la provincia de Pinar del Río esta educación esta concebida a partir de los estudios llevados a cabo en un sendero agro turístico, que tiene como centro las áreas destinadas al cultivo del tabaco, con énfasis en el conocimiento de la biodiversidad, las medidas de recuperación, las estrategias para la conservación y el posible plan para la explotación racional de los recursos naturales de un ecosistema.

Si se cambia el modelo de desarrollo agropecuario, lo mínimo y más urgente que hay que hacer, de acuerdo al criterio de Lacki y Zepeda (1994), es modificar los conocimientos, habilidades y actitudes de los ejecutores de dichos cambios, los que en muchos casos serán los técnicos y otros profesionales que hoy laboran en la agricultura. A este criterio debe añadirse la necesidad de que toda la población posea los conocimientos sobre la protección del entorno.

Para enfrentar los nuevos desafíos del desarrollo agropecuario es indispensable adaptar la formación de los técnicos a las circunstancias reales, para que al egresar estén en condiciones de conciliar necesidades con posibilidades, de acuerdo a lo planteado por Cabezas (2003).

En la educación se impone la necesidad de que se empleen métodos productivos en la totalidad de las clases, que conduzcan al cuestionamiento crítico de la realidad, que

fomenten la iniciativa, la creatividad, el compromiso y la responsabilidad para transformar la producción agrícola, hasta hacerla más rentable y competitiva y al mismo tiempo menos agresiva al entorno, lo que significa aplicar consecuentemente medidas agro ecológicas.

- El modelo del profesional en estos procesos tiene que responder tanto al encargo social como a la solución de los problemas más generales y frecuentes que tiene la producción, lo cual se expresa en la Ley de la Didáctica que establece la relación escuela – sociedad, así lo afirma Gato (2003). De acuerdo a lo planteado por Lage (1997), avanza no sólo el que tenga más conocimientos sino el que mejor los combine y los aplique.

La propuesta metodológica para esta educación, mediante el recorrido guiado por un sendero agro turístico, que en las condiciones actuales contribuya a resolver las deficiencias en el aprendizaje, para integrar los conocimientos a través del empleo de métodos que posibiliten una sólida formación teórico práctica que permita, desde cualquier edad, diagnosticar los problemas, determinar las causas que los originan, formular alternativas para el uso y conservación de los recursos naturales y estar en condiciones de tomar decisiones acertadas para ejecutar actividades para la protección del medio ambiente, constituye una experiencia pedagógica desarrollada con estudiantes que inciden directamente en la producción de tabaco.

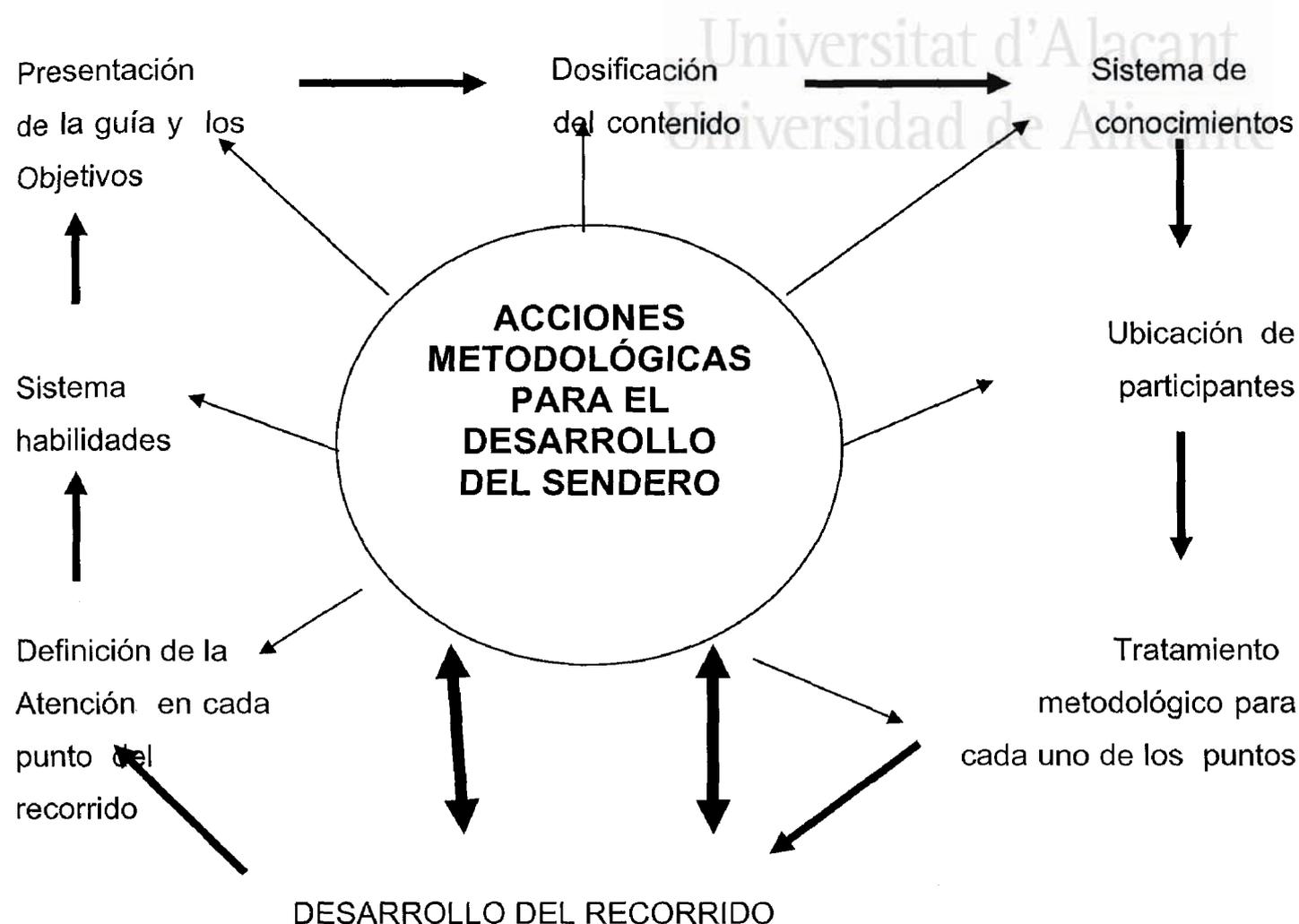
Esta experiencia pedagógica tiene su fundamentación metodológica en la dialéctica materialista y ha tenido en cuenta sus leyes, categorías y los principios de la teoría del conocimiento al analizar y explicar los aspectos más importantes que relacionan a lo general con lo particular, al contenido con la forma, a la unidad y lucha de contrario, a la negación dialéctica y a la vía dialéctica del conocimiento: de la contemplación viva al pensamiento abstracto y de éste a la práctica.

En esta investigación se asume una propuesta metodológica con el enfoque Martiano que sustenta a la Pedagogía Cubana. Se ha tenido en cuenta la experiencia de numerosos docentes de la provincia de Pinar del Río y muy especialmente los aportes de los profesores de FORMATUR y de las Universidades de Pinar del Río, Cuba y de Alicante, España; muy importantes han sido las experiencias aportadas por los profesores de la Facultad de Ciencias Técnicas del Instituto Superior Pedagógico “Rafael María de Mendive” en sus reuniones metodológicas y los metodólogos de la Educación Técnica de las diferentes instancias de Educación en la provincia de Pinar del Río.

El aporte principal de la propuesta está en la precisión de los métodos productivos que se explicitan para el desarrollo de la Educación Agro ecológica mediante un recorrido guiado

por un sendero agro turístico en el que los docentes podrán abordar el tema de la producción sostenible de tabaco de una manera creadora poniendo en práctica lo sugerido de acuerdo a la especificidad de cada lugar objeto de visita.

Este algoritmo puede representarse esquemáticamente de la siguiente forma:



El sendero se desarrolla durante una semana, con actividades previstas para el día y el horario nocturno; aprovecha las potencialidades de los contenidos del nivel de educación al que pertenecen los estudiantes involucrados para que no constituya su ejecución un atraso en los programas de estudio del nivel, lo más aconsejable es realizar las coordinaciones para desarrollar esta actividad de forma continua; la misma comenzará con la entrega de la guía para orientar el trabajo durante la realización de la actividad y que contemplará:

- Características del recorrido planificado.
- Condiciones de vida a enfrentar al realizar el recorrido.
- Principales datos del clima en esa época del año en el sendero.
- Labores a realizar en cada momento, con el tiempo aproximado de cada una.

- Orden y disciplina.
- Sistema de conocimientos propuestos para desarrollar durante la semana.
- Sistema de habilidades propuestas para desarrollar durante el recorrido.
- Otros elementos que se considere oportuno.

#### 5.4. Conclusiones

Se constata que en la actualidad el aprovechamiento de los recursos naturales parte de la aplicación de tecnologías que hagan posible que los impactos negativos no sobrepasen la capacidad para soportarlos que posea el territorio, de esta manera, se lograra la mayor aproximación para mantener el equilibrio inicial y se crearan las condiciones para el posterior avance en la espiral del desarrollo.

Para determinar el diagnóstico integrado del territorio se parte del estudio del medio físico, de los recursos naturales existentes y del posible uso de los mismos en beneficio del ecosistema y del productor, por lo que resulta importante la vinculación de los habitantes de la comunidad para lograr los objetivos planteados.

El uso y manejo integrado de suelo y cultivo, permitió mejorar las propiedades y como consecuencia se incrementó el rendimiento y calidad del tabaco de sol

El balance económico y financiero fue positivo, haciendo que la producción tienda a la sostenibilidad.

Los resultados obtenidos en general conducen a la aplicación eficiente de un sistema de acciones, que profundamente estudiado logra la educación de las actuales generaciones con una conciencia agro ecológica que tiende a la sostenibilidad en los ecosistemas dedicados al cultivo del tabaco negro de sol, así como en la protección y conservación de los citados ecosistemas.

[Volver al Índice/Tornar a l'Índex](#)

## BIBLIOGRAFIA

- Agnew, J M ; Leonard, J J (2003): Las propiedades físicas de abono.
- Akehurst, B. C. (1973) El tabaco. Editorial Labor S. A Barcelona. España.
- Alarcón, R. (1997) Intervención en la Asamblea General de las Naciones Unidas Río +5. Editorial del Consejo de Estado. La Habana. Cuba.
- Albiach, R.; Canet, R. Pomares, F. ; Ingelmo, F. ( 2000) La aplicación de enmendaduras orgánicas a una tierra hortícola.
- Alov, A. S. (1971) Factores de la eficiencia de los fertilizantes. Instituto cubano del libro. La Habana. Cuba.
- Altieri, M. A. (1990) Manejo de la fertilidad del suelo. Agroecología: Ciencia y aplicación (1993) Universidad Berkclely. California. USA. P. 80-98.
- Altieri, M. A. (1996) El rol ecológico de la biodiversidad en agro ecosistemas. CLADES. CEAS. ISCAH. La Habana. Cuba.
- Álvarez de Zayas. C. (1996) Hacia una escuela de excelencia. Editorial Academia. La Habana. Cuba.
- Anta, G. (2002) Criterios generales sobre la Educación Técnica y Profesional: el trabajo de la OEI. Programa de Coop. Educ. con Iberoamérica, Madrid, España.
- Armas, C. A. (2003) Diplomado de Didáctica de la Mecánica. Tesis de Maestría. En CEDIP. ISP. Pinar del Río. Cuba.
- Arzola, N; Fundora, P. y Machado. (1981) Suelo. Planta y Abonado. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba.
- Ávila Herrera, J. Y Col. (1995). Ecología y Silvicultura. Editorial Pueblo y Educación. 2da Ed. La Habana. Cuba.
- Azzi, G. (1968) Ecología Agraria. Ediciones Revolucionarias. Instituto del Libro. La Habana. Cuba.
- Badiane-Aminata; Faye-Alphonse; Yamoah-Charles-F; Dick-R-P. (2001) Use of compost and mineral fertilizers for millet production by farmers in the semiarid region of Senegal. Registro 9 en Biological Abstracts.
- Barreto, B. J. (1948) Conservación de la fertilidad de la tierra. Editorial Minagri. Agrotecnia. La Habana. Cuba.

- Bartl-Barbara; Hartl-Wilfried; Horak-Othmar. (2002) Long-term application of biowaste compost versus mineral fertilization: Effects on the nutrient and heavy metal contents of soil and plants. *Journal-of-Plant-Nutrition-and-Soil-Science*. Registro 1 en Biological Abstracts.
- Baziramakenga-Regis; Simard-Regis-R; Lalande-Roger (2001) Effect of de-inking paper sludge compost application on soil chemical and biological properties. Registro 15 en Biological Abstracts.
- Bonet, A. (2002) Gestión de Espacios Protegidos. CEE. Limencop, S. L. Alicante. España.
- Bonilla, J. A. (1992) Fundamentos de la Agricultura ecológica. Edición novel. Sao Paulo. Brasil.
- Bonnemaison, L. (1964) Enemigos animales de las plantas cultivadas y forestales. Nueva enciclopedia de agricultura. Volumen Primero. Ediciones de Occidente, S.A. Barcelona. España.
- Borhidi, A. (1996) Phytogeography and Vegetation Ecology of Cuba. Akademiai Kiado. Budapest. Hungría
- Burges, A. (1968) Introducción a la Microbiología del Suelo. Editorial Ciencia y Técnica. Instituto del Libro. La Habana. Cuba.
- Bustio Dios, S. I. (1996) Biofertilizantes en el cultivo del tabaco. Conferencia en Maestría en el cultivo del tabaco. Primera versión. Universidad de Pinar del Río. Cuba.
- Bustio Dios, S. I. (1983) Valoración del empleo de abonos verdes y orgánicos en el tabaco tapado en la provincia La Habana. Impresión ligera. Universidad Agraria de La Habana. Cuba.
- Bustio Dios, S. I. (1985) Valoración del empleo de abonos verdes y orgánicos en el tabaco tapado en la provincia Pinar del Río. Impresión ligera. Universidad de Pinar del Río. Cuba.
- Bustio Dios, S. I. (2001) Manejo sostenible del medio ambiente para la producción de tabaco con alta calidad. III Taller Internacional sobre la Cultura del Tabaco. Programa y Resúmenes. Impresión ligera. Universidad de Pinar del Río. Cuba.
- Bustio Dios, S. I.; Machado, F. y Marisel Cabezas (1994) Aspectos para valorar la heterogeneidad del suelo. Conferencia Científica de

- Profesores. ISP. Boletín de Resúmenes. Pinar del Río. Cuba.
- Bustio Dios, S. I.; Machado, F. y Marisel Cabezas (1996) Fechas de siembra y momentos de incorporación de los abonos verdes en las áreas destinadas al cultivo del tabaco negro de sol. Conferencia Científica de profesores. ISP. Boletín de Resúmenes. Pinar del Río. Cuba.
  - Cabezas, Marisel (2003) La Formación del Técnico Agrónomo: Una Propuesta Metodológica para el desarrollo de la Asignatura Fitotecnia General. Tesis de Maestría. En CEDIP. ISP. Pinar del Río. Cuba.
  - Cabezas, Marisel; Bustio Dios, S. I. y Machado, F. (1994) El sorgo forrajero y los ensayos en blanco. Conferencia Científica de Profesores. ISP. Boletín de Resúmenes. Pinar del Río. Cuba.
  - Cabrera, C. (1996) Metodología para el riego en el IPA T. S. de Noda. Trabajo de curso. Buró de información del centro. Pinar del Río. Cuba.
  - Cabrera, E. (1996) Tecnología antierosiva para suelos dedicados al cultivo del tabaco de sol. Tesis de opción al título de Master en Ciencias en el cultivo del tabaco. Universidad de Pinar del Río. 60p.
  - Cabrera, E. Y Col. (1997) Comportamiento antierosivo de la sucesión Millo- Frijol Carita en alternancia con el tabaco en Pinar del Río. Libro de resúmenes. "60 Aniversario de la EET" Edic. Inst. de Inv. del Tabaco. La Habana. Cuba.
  - Cabrera, E. Y Col. (1997) Tecnología antierosiva para la conservación y mejoramiento de los suelos dedicados al cultivo del tabaco. Libro de resúmenes. "60 Aniversario de la EET" Edic. Inst. de Inv. del Tabaco. La Habana. Cuba.
  - Cabrera Calcedo, Llanes Hernández, Porras Lóriga y Otero Martínez. (2001) Informe sobre los resultados de los estudios con los abonos verdes en Pinar del Río desde 1980 hasta el año 2000, Edic. Dirección del Instituto de Suelos, Pinar del Río, Cuba.
  - Cabrera, E. A. Otero, P. Porras, H. Bouza. , J.M. Llanes y J.M. Hernández; (1995) Influencia de la labranza mínima con reducción de la dosis de abono orgánico sobre la conservación del suelo, la atmósfera y el cultivo del tabaco. En CITMA. Pinar del Río.15p.
  - Carson, R. (1964) Primavera silenciosa. Libros de la naturaleza. Editor

- Luis de Caralt. Barcelona. España.
- Castro Ruz, R. (2001) Convención sobre Diversidad Biológica y Cambio Climático. Editorial del Consejo de Estado. La Habana. Cuba.
  - Centella Artola, A. y col. (1997) Variaciones y cambio del clima en Cuba. Centro Nacional del Clima. Edición del Instituto de Meteorología. La Habana. Cuba.
  - Chang-Ki-Woon; Cho-Sung-Hyun; Lee-In-Bog (1998) Study on the improvement of soil for high efficient and sustainable agriculture-I. Registro 71 en Biological Abstracts.
  - CITMA (1997). Estrategia Nacional de Educación Ambiental. Editorial CITMA, CIDEA. La Habana, Cuba.
  - Colectivo de Autores (1997) Agroecología y Agricultura Sostenible. Editorial ISCAH. La Habana. Cuba.
  - Collinet, J.; Masariego, M. (1996) Rehabilitación de los suelos Volcánicos degradados utilizando abonos orgánicos. Cuenca del río Las Cañas – El Salvador. XLII Reunión del PCCMCA. 18 – 22 de Marzo. 23p.
  - Cordero, P. J. (1987) Los cultivos inter cosechas y su influencia en el rendimiento y la calidad del tabaco. Publicación interna. IPA T. S. de Noda. Pinar del Río. Cuba.
  - Cordero. P., Lourdes Díaz y E. Cabrera; (1995) Sistema de rotación y secuencia de cultivos para los suelos Ferralíticos, Cuarcíticos, Amarillos, Lixiviados, dedicados al cultivo del tabaco. Resumen Reunión Nacional de Investigadores y Productores de Tabaco. Inst. Tabaco. La Habana. p. 4.
  - Cortejar-Bo-Myeong; Kim-Kyung-Hoon. (1998). Studies on the environmentally and ecologically stable revegetation measures on rock cut-slopes. Registro 79 en Biological Abstracts.
  - Cuba (1976) Normas Técnicas para el cultivo del tabaco negro. Editorial Científico-Técnica. La Habana.
  - Cuba (1981) Ministerio de la Agricultura. Segundo Encuentro Nacional Técnico de Tabaco. Edición CIDA. La Habana.
  - Cuba (1987) Programa Para el Desarrollo Económico. Programa del Partido Comunista de Cuba. Editora Política. La Habana.

- Cuba (1988) Instructivo Técnico para el Cultivo del Tabaco. Dirección Nacional de Tabaco. Editora del Ministerio de la Agricultura. La Habana.
- Cuba, MINAG; (1998) Instructivo técnico para el cultivo del tabaco. Instituto de Investigaciones del Tabaco. MINAG. Cuba. 126p,
- Cuba. MINAG. Grupo prospección de demandas tecnológicas; (1999). Prospección tecnológica de la cadena productiva del tabaco en Cuba. – San Antonio de los Baños: Instituto de Investigaciones del Tabaco. – 36p,
- Cuba. (2002) Carta circular 04. Oficina de publicaciones del Consejo de Estado, La Habana, Cuba.
- De La Loma, J. L. (1972) Experimentación Agrícola. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba.
- Demolón, A. (1967) Dinámica del Suelo. Edición Revolucionaria. La Habana. Cuba.
- Demolón, A. (1967) Principios de Agronomía. T. I . II. Crecimiento de vegetales cultivados. Edición Revolucionaria. La Habana. Cuba.
- De Juan, R. (1996) El riego en el tabaco.
- De Morales, Cecile B. (1988) Manual de Ecología. Ediciones Instituto de Ecología. U.M.S.A. La Paz. Bolivia.
- Denaeyer, Simone. (1998) Auto ecología. Conferencia mimeografiada. Universidad de Bruselas. Bélgica
- Díaz, A. (1972) Cereales de Primavera. Editorial Instituto Cubano del Libro. La Habana. Cuba.
- Díaz Lourdes, y M. García (1989) Los Micro elementos en el cultivo del Tabaco. Boletín de reseñas. Tabaco 17. La Habana. Cuba.
- Díaz, Lourdes y Col. (1990) El Abonado Orgánico del Tabaco Tapado en suelos ferralíticos Rojos. Ciencia y Técnica Agrícola. Tabaco V 13-2 La Habana. Cuba.
- Diehl, R; Mateo, J. M y Urbano, P. (1973) Fitotecnia General. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid. España.
- Dinchev, D. Y Col. (1973) Compendio de Agroquímica. Ediciones Revolucionarias. La Habana. Cuba.
- Domínguez García-Tejero, F. (1968) Plagas y enfermedades de las

- plantas cultivadas. Ediciones Revolucionarias. La Habana. Cuba
- Eghball-Bahman. (2002) Soil properties as influenced by phosphorus- and nitrogen-based manure and compost applications. Registro 2 en Biological Abstracts.
  - Ellenberg, H. (1981) Desarrollar sin destruir. Ediciones Instituto de Ecología. U.M.S.A. La Paz. Bolivia.
  - Enciclopedia Encarta (2005). Cultivo del Tabaco. Microsoft Corp.
  - Engels, F. (1876) Introducción a la Dialéctica de la Naturaleza. Obras Escogidas Marx-Engels Tomo II (1955) Editorial Progreso. Moscú. URSS
  - Equipo Técnico Agrícola INRA (1972) Normas técnicas para el cultivo del tabaco negro. Editorial Científico-Técnica. La Habana. Cuba.
  - Escarré A. y Equipo Oikos. (1997) Santillana S.A. Madrid. España.
  - Escarré A; Roda F; Terradas J, (1998) Nutrient distribution and cycling. Alicante. España.
  - Escarré A. (2005) Comunicación personal. Universidad "Hermanos Saiz . Pinar del Río Cuba
  - FAO. (1978).El suelo. De qué está formado. Serie Mejores Cultivos. No.4 Ediciones FAO Roma. Italia.
  - FAO. (1976) Esquema para la evaluación de tierras. Boletín de Suelos. No.32. Ediciones FAO. Roma. Italia.
  - FAO. (1985) Directivas: Evaluación de tierras para la agricultura de secano. Boletín de Suelos. No.52. Ediciones FAO. Roma. Italia.
  - FAO. (1990) Evaluación de tierras para la agricultura de regadío. Boletín de Suelos. No.55. Ediciones FAO. Roma. Italia.
  - FAO. (1994) Planificación del aprovechamiento de la tierra. Serie Desarrollo No. 1. Ediciones FAO. Roma. Italia.
  - FAO (1995) Cartas Informativas No. 34 y 35 Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.
  - FAO (1996) Cartas Informativas, No. 37 y 38 Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile
  - Firman, E. B. (1963) Suelos y fertilizantes. Ediciones Omega. Barcelona. España

- Franco, M. (1996) Pedología. Curso de Post Grado en Maestría del Cultivo del Tabaco.. Conferencia mimeografiada. Universidad de Pinar del Río. Cuba.
- Frear, Donald E. H. (1956) Tratado de química agrícola. Tomo I. Editorial Salvat S. A. Barcelona. España.
- Gaceta Oficial de la República de Cuba (1997). Ley No. 81 de Medio Ambiente. Editora del Consejo de Estado. La Habana Cuba
- Gaines, J. G. (1954) Cuidado y cultivo del tabaco. New York. USA.
- Gaitan, J y P. Lacki (1993) La Modernización de la Agricultura. Serie Desarrollo Rural. 11 FAO. Chile.
- García, A. (1941) Agricultura y Ganadería. Biblioteca Hispania. Editorial Ramón Sopena S. A. Barcelona. España.
- García, A. y Maria A. Martín. (1994) Agricultura y Medio Ambiente. Servicio de Estudios del Banco Bilbao. Vizcaya. Madrid. España.
- García, Margarita; Eolia Treto y Mayté Álvarez (2001) Comportamiento de diferentes especies de plantas para ser utilizadas como abonos verdes en las condiciones de Cuba. Cultivos Tropicales. Editorial INCA. MES. La Habana . Cuba.
- Gato, C. A. (2003) La formación Técnica y Profesional. Tesis de Maestría en Pedagogía Profesional. CEDIP. ISP. Pinar del Río. Cuba
- Gisquet, P. (1951) La Producción du Tabac. París. Francia.
- Gómez Gutiérrez L. I.(1997). La situación actual de la educación en Cuba. Conferencia especial. Pedagogía 97. La Habana. Cuba.
- Gómez Gutiérrez, L. I.(1998). Reunión con todos los metodólogos del organismo central. Editorial. MINED. La Habana. Cuba.
- Gómez Orea, D. (1997) Planificación Rural. Editorial Agrícola Española, S.A. Madrid. España.
- Gómez Orea (1998) Evaluación de Imparto Ambiental. Editorial Agrícola Española. Madrid España..
- Gostinchar, J y Mateo, S. E. (1966) Diez temas sobre malas hierbas. Editorial del Ministerio de la Agricultura. Madrid. España.
- Grijalbo.(1997). Gran Diccionario Enciclopédico Ilustrado Color. Impreso en Litografía Rossé S.A. Progrís. Barcelona España
- Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático.

- (1995). Segunda Evaluación. Informe del Grupo. Editorial CITMA. La Habana. Cuba.
- Guerrero, R.R. (1993) Manejo Integral del Suelo para una Agricultura Sostenible. Revista Agronomía Vol. 6 No. 1 La Habana. Cuba.
  - Gros, A. (1966) Abonos. Guía práctica de la fertilización. Edición Revolucionaria. La Habana. Cuba
  - Hardwood, R. R. (1993) Necesidades de nutrientes en los sistemas intensivos de cultivo. Agro ecología: y Aplicación. Universidad Beckley. California USA. P. 99-106
  - Hartz, T, K; Giannini, C. (1998). Duration of composting of yard wastes affects both physical and chemical characteristics of compost and plant growth. Registro 77 en Biological Abstracts.
  - Hernández, A. y Col. (1980) Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Instituto de Suelos. Academia de Ciencias. La Habana. Cuba.
  - Hernández, A., Pérez, J.M., Bosch, D., Rivero, L. (1999): Nueva Versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Inst. Suelos, AGRINFOR, Ciudad Habana, 64p
  - Hernández, J. (1993) Producción de humus a partir de deshechos. Forum Municipal de profesores. Pinar del Río. Cuba.
  - Hernández, J. M. y Col. (1997) Efecto de diferentes dosis de humus de lombriz sobre las propiedades físicas de un suelo dedicado al cultivo del tabaco. Libro de resúmenes. "60 Aniversario de la EET" Edic. Inst. de Inv. del Tabaco. La Habana. Cuba.
  - Hidalgo Moratal, M. (2002) Economía Ecológica. Folleto para el curso de Doctorado Cooperado. Universidad de Alicante. España.
  - Howard, S. A. (1940) An Agricultural testament, 253 págs., Oxford University Press, Londres. Inglaterra.
  - IBARRA, A. (2001) Conferencia en el VII Taller Latinoamericano de innovaciones educativas Formación de los Recursos Humanos y Competencia Laboral. Universidad de las Américas, México.
  - Instituto de Investigaciones del Tabaco Minag. (2001). Manual técnico para el cultivo del tabaco al sol, recolectado en hojas y en mancuernas. Ed. Agrinfor. La Habana, Cuba. Pag. 8-17

- INRA. (1964) Primer Forum Tabacalero de la provincia de Pinar del Río. Ediciones Instituto Nacional de la Reforma Agraria. La Habana. Cuba.
- Jacob, A y Von Vexkull, H. (1967) Fertilización: Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Ediciones Revolucionarias La Habana. Cuba.
- Janik, J. (1965) Horticultura Científica e Industrial. Editorial Acribia. Madrid. España.
- Kimmins, J. (1996) Forest Ecology. New Jersey. USA.
- Kulicov, A. Y G. V. Rudnev (1981) Agro meteorología Tropical. Editorial científico-técnica. La Habana. Cuba.
- Lacki, P. (1991) El desarrollo a base de potencialidades. Serie Desarrollo Rural. 8 FAO. Chile.
- Lacki, P (1995) Buscando soluciones para la crisis del agro. Serie desarrollo Rural 12 FAO. Chile.
- Lacki, P. (1995) De la dependencia al protagonismo del agricultor. Serie desarrollo Rural 9 FAO Chile
- Lacki, P.(1998). La Formación de Técnicos Agropecuarios para el nuevo mercado de trabajo. Editorial FAO. Chile.
- Lacki, P. Y Zepeda, J. M. (1994) La formación de técnicos agropecuarios. Edición Oficina Regional para América Latina y el Caribe. FAO. Chile.
- Lage, A. (1997) Desafío del desarrollo. En Addine, Fátima: Didáctica y Currículo. Análisis de una experiencia. Editorial AB. L a Paz. Bolivia
- Lage, C. (1996) Informe al V pleno del Comité Central del Partido Comunista de Cuba. Editora Política. La Habana. Cuba.
- Lazo, E. y Col (1987) Cultivos ínter cosechas, influencia en el tabaco. Proyecto de grado. IPA "Tranquilino S de Noda". Pinar del Río. Cuba.
- León, A. (1968) Manual de Agricultura. T. I. Editorial Salvat. Madrid España.
- León Coro, JJ. (2000) Ordenamiento Territorial de la Cuenca del Río Cuyaguaje. Impresión ligera. Universidad Pedagógica. Pinar del Río. Cuba.
- León Coro, JJ. (2001) Nuevas perspectivas para el uso del agua y la gestión de los recursos vegetales en la cuenca del río Cuyaguaje.

- Tesis optativa por el grado de Doctor en Ciencias. En centro de documentación, Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- León González, F; Hernández Serrano, M M; Etchevers, J D; Payan Zelaya, F; Ordaz Chaparro, V. (2000) El efecto del abono a corto plazo en la macro agregación en una tierra arenosa.
  - Llanes, J. Y col. (2001) Manejo integrado del suelo para la producción sostenible de tabaco en el municipio San Luis. III Taller Internacional sobre la Cultura del Tabaco. Programa y Resúmenes. Impresión ligera. Universidad de Pinar del Río. Cuba.
  - Madejon-Engracia; Burgos-Pilar; Murillo-Jose-M; Cabrera-Francisco (2001) Phytotoxicity of organic amendments on activities of select soil enzymes. . Registro 24 en Biological Abstracts.
  - Madeley, John. (1983) Presentation to the 5th World Conference on Smoking and Health, Canada.
  - Machado, F, (1984) Selección y Producción de Semillas. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba.
  - Machado, F. (1994) Compost una forma económica de producir humus. Jornada Científica Municipal de Profesores. Pinar del Río, Cuba.
  - Machado, F.; Cabezas, Marisel y Bustio Dios, S. I. (1994) Los índices biológicos en el sorgo forrajero y los ensayos en blanco. Conferencia Científica de Profesores. ISP. Boletín de Resúmenes. Pinar del Río. Cuba.
  - Mamo-M; Molina-J-A-E; Rosen-C-J; Halbach-T-R (1999) Nitrogen and carbon mineralization in soil amended with municipal solid waste compost. Registro 56 en Biological Abstracts.
  - Martín, N. Y R. Cabrera (1987) Manual de Actividades Prácticas de suelo Ediciones ISCAH. La Habana. Cuba.
  - Mateo, J. M (1961) Leguminosas de grano. Ediciones Revolucionarias. La Habana. Cuba.
  - Mayea, S. (1991) Tecnología para la producción de compost. Conferencia en Buró de Información IPA T. S. de Noda. Pinar del Río. Cuba.
  - Mela, P. (1963) Cultivos de regadío. T II. Ediciones Agrociencia. Madrid.

- España p 82-99.
- Melo, S. (1995) Buscando soluciones para la crisis del agro. Serie Desarrollo Rural 12. Chile.
  - Millar, C. E. (1967) Fertilidad del Suelo. E. Revolucionaria La Habana Cuba.
  - Montero, Miriam (1990). ¿Qué es una Pedagogía Tradicional? Aulabierta N° 5. Ministerio de Educación y Cultura. Ecuador.
  - Morales, J. P. (1992) Compendio de Agronomía. Segundo año. Parte II. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba.
  - Morales, R. R. (1985) Prácticas de Conservación y mejoramiento de suelos. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba.
  - Moreno, R. (1992) Una enorme tarea. Carta informativa. Fao 25. Chile.
  - Muller, M, (1976). Tobacco in the Third World: Tommorrow's Epidemic? London: War on Want, Reporte de internet.
  - Murray, C. H. (1994) Directrices sobre la planificación del Aprovechamiento de la tierra. Colección FAO: Desarrollo 1. Roma. Italia.
  - Murtrey, J. E. (1954) Cultive mejor tabaco, Maryland. USA.
  - Namkoong Wan; Hwang Eui Young (1997). Operational parameters for composting night soil in Korea. Registro 94 en Biological Abstracts.
  - Ortega, F. (1982) La Materia Orgánica de los suelos y el humus de los suelos de cuba. Editora de la Academia de Ciencias. La Habana. Cuba.
  - Otero, A., E. Cabrera. , J.M. Hernández y J.M. Llanes.(1996). Estudio de tecnologías de labranza de suelos, en áreas tabacaleras en condiciones de cuenca. Inédito. En Est. Exp. Suelos. Pinar del Río. 4 p.
  - Paretas, J.J. (1990) Ecosistemas y regionalización de pastos de Cuba. Ministerio de Agricultura. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana. Cuba.
  - Párraga, C. E. y Chacin, F. (2001) Soil heterogeneity, experimental technique. Editorial de Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela
  - Pérez Cabrera, O. y Col (1997) Mezclas órgano-minerales en el cultivo del tabaco negro de sol ensartado. Jornada Científica del Cultivo del

- Tabaco. Estación Experimental del Tabaco de San Juan y Martínez. Resúmenes. Instituto Nacional de Investigaciones del Tabaco. La Habana. Cuba.
- Pérez. S., N.C. García., A. Dago., J.M. Hernández., E. Iglesias y O. Rodríguez. (1997). Metodología para el uso y manejo de la fertilización orgánica y mineral para el cultivo del tabaco tapado. Inédito. En Estación Exp. Suelos. P del Río.
  - Peters, A J. (1948) Cosechas que empobrecen, que conservan y mejoran los suelos. Revista Agrotecnia. Enero-Febrero. La Habana. Cuba.
  - Poggi-Varaldo-H-M; Trejo-Espino-J; Fernandez-Villagomez-G; Esparza-Garcia- F; Caffarel-Mendez-S; Rinderknecht-Seijas-N (1999) Quality of anaerobic compost from paper mill and municipal solid wastes for soil amendment. Registro 58 en Biological Abstracts.
  - Porras. P., C.A. Alfonso., M. Riverol y E. Cardentey. (1996) Influencia de los cultivos ínter cosechas sobre la conservación del suelo y la calidad del tabaco en la CPA "Eliseo Caamaño" de Pinar del Río. Manuscrito en Estación Exp. Suelos. Pinar del Río. Cuba.
  - Porras, P., D. Rodríguez H. Bouza., G. Hernández y E. Iglesias. (1996) Reducción de las dosis de materia orgánica en suelos Ferralíticos Cuarcíticos dedicados al cultivo del tabaco. Inédito. En Est. Exp. Suelos. P del Río. Cuba.
  - Porras, P; Márquez, E. (2001) Efecto de la integración tecnológica en la sostenibilidad productiva del tabaco de sol en palo en suelos Ultisoles degradados de la provincia de Pinar del Río. III Taller Internacional sobre la Cultura del Tabaco. Programa y Resúmenes. Impresión ligera. Universidad de Pinar del Río. Cuba.
  - Pozo, A.(1996) Análisis de la problemática de los suelos de la provincia de Pinar del Río. Informe MINAGRI. Pinar del Río. Cuba.
  - Pozo, J. I. (1996) Aprendices y Maestros. Editorial: Alianza, Madrid España.
  - Puentes, C. Y Col. (1980) Manual de Fitotecnia General. Ministerio de Educación Superior Publicación ISCAH. La Habana. Cuba.
  - Ramos, A. (1996) Comunicación personal. Ministerio de la Agricultura.

- Grupo de Tabaco. Delegación Provincial. Pinar del Río. Cuba.
- Ramos, A. (1996) Rey de Reyes. Manuscrito del libro en preparación. Ministerio de la Agricultura. Delegación Provincial. Pinar del Río. Cuba.
  - Riverol, M., G. L. Shepaschenco., C. Ronzoni y N. Castro. (1993). Límites permisibles de pérdidas de suelo bajo diferentes sistemas de producción de tabaco en Cuba. Memorias del XI Cong. Latinoamericano y II Cubano de la Ciencia del Suelo. Villegas, D. R. y Ponce de León (eds). La Habana. Cuba.
  - Rodríguez Carrasco, J. L. (1997) Comparación entre el uso de abonos verdes y otras prácticas en el tabaco cultivado bajo tela. Jornada Científica del cultivo del Tabaco. E.E. T San Juan y Martínez. Resúmenes. Instituto Nacional de Investigaciones del Tabaco. La Habana. Cuba.
  - Roig, J. T. (1965) Diccionario Botánico de nombres vulgares cubanos. Editora del Consejo Nacional de Universidades. La Habana. Cuba
  - Romero, R. (1987) Fechas de siembra y momentos de incorporación de abonos verdes en áreas de tabaco negro de sol. Trabajo de Diploma. Centro Universitario. Pinar del Río. Cuba.
  - Rusell, J. (1967) Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Edición Revolucionaria. La Habana. Cuba.
  - Sánchez, R. A. (1996) Siembra Directa: Tecnología para una agricultura sustentable. Material Mimeografiado. San Juan de los Morros. Guaricó. En Universidad Pinar del Río. Cuba.
  - Sánchez, A. (2000) Gestión estratégica de la calidad medio ambiental. Sevilla. España.
  - Sánchez, A. (2005) Comportamiento del clima en la estación meteorológica de Pinar del Río y sus variabilidades en algunos elementos climáticos (temperaturas y precipitaciones)
  - Santiesteban, J. (1994) Compendio de Agronomía. Segunda parte Vol I Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba. P 384-390.
  - Saouma, E. (1993) La Diversidad de la Naturaleza: un patrimonio valioso. Dirección de información FAO, Roma. Italia.
  - Serrano, H. (1979) Elementos de Experimentación Agropecuaria.

- Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba.
- Shand, H. (1993) *La Diversidad de la naturaleza: un patrimonio valioso*. Dirección de información FAO. Roma. Italia
  - Skerman, P.J. y col. (1991) *Leguminosas Forrajeras Tropicales*. Ediciones FAO. Roma. Italia.
  - Smith-Dorothea-C ; Beharee-Vihitha; Hughes-Jeffrey-C. (2001) *The effects of composts produced by a simple composting procedure on the yields of Swiss Chard (Beta Vulgaris L var flavencens) and common bean (phaseolus vulgaris L. Var nanus)* Registro 14 en *Biological Abstracts*
  - Soroa y Pineda, J.M (1968) *Diccionario de Agricultura*. Editorial Labor S. A. Madrid. España.
  - Suárez de Castro, F. (1967) *Conservación de Suelos*. Edición Revolucionaria. La Habana. Cuba.
  - Taylor, Peter. (1994) *Smoke Ring: The politics of tobacco*, Panos Briefing paper, London.
  - Tynes, Mary J. (2000) *Use and Application of Compost*.
  - Tynes, Mary J. (2004) *Alternate Compost Methods*.
  - Thompson, L. M. (1967) *El suelo y su fertilidad*. Edición Revolucionaria. La Habana. Cuba.
  - Torrecilla, G. Y Col. (1980) *Metodología para las mediciones de los caracteres cualitativos y cuantitativos de la planta de tabaco*. Ciencia y Técnica en la Agricultura. Tabaco V 3 –1: 21-62. La Habana. Cuba.
  - Turrent, F. A.; Uribe, G.; Francisco, N.; Camacho, R. (1995) *La terraza de muro vivo, para laderas del trópico subhúmedo de México II. Cambio en algunas propiedades físicas y químicas del suelo*. Terra (México). 13(3): 299- 316.SMCS
  - Uribe, G.; Francisco, N. (1993). *Manejo agronómico sustentable para laderas abruptas de Los Tuxtlas, Veracruz*. Informe Técnico. SARH-INIFAP- CIRGOC-CEPAP. Isla Veracruz. Mexico.
  - Valdés, J. Y E. Romeu (1979) *Cultivo del Tabaco*. Libros para la educación. La Habana. Cuba
  - Vázquez, Edith y S. Torres (1984) *Fisiología Vegetal*. Editorial Pueblo

- y Educación. La Habana. Cuba.
- Vázquez Sánchez, A. (2000) Gestión estratégica de la calidad ambiental. Edit Digital. Barcelona. España
  - Whyte, R. G.; Moir, T. y Cooper, J. P. (1964) Las gramíneas en la agricultura. Colección FAO. Estudios agropecuarios No.62. Editora del Ministerio de Educación. La Habana. Cuba.
  - Wilsie, C.P. (1970) Cultivos: Aclimatación y Distribución. Edición Revolucionaria, Instituto del Libro. La Habana. Cuba.
  - Worlhen, M. S y Aldrich, P. D (1959) Suelos agrícolas, su conservación y fertilización. Editorial Ciencias Agrícolas. Ciudad México. México.
  - Yong-Hong-Lin; Zue-Sen-Luo; Chin-Ho-Lin y Sun-Tai-Lin (2001) Studies of natural farming technique on suitable agricultural slopeland in Taiwu, Pingtung. Registro 30 en Biological Abstracts.
  - Yoshihara-T; Gotoh-F; Watanabe-Y; Saiki-H; Betsumori-K; Oka-Y; Watanuki-S; Shibagaki-T (1997). Composting of some biological trashes in electric power plants and the effect as a fertilizer. Registro 96 en Biological Abstracts.



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

# ANEXOS

## **ANEXO**

**TEMA:**

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA FORMACIÓN  
TEÓRICO PRÁCTICA EN EDUCACIÓN AMBIENTAL**

**TÍTULO:**

**EDUCACIÓN AMBIENTAL Y AGROTURISMO**

**AUTORES:**

**MSc. FERMÍN DE LA CARIDAD MACHADO GONZÁLEZ**

**MSc. MARISEL CABEZAS HERNÁNDEZ**

**Dr.C. JUAN JOSÉ LEÓN CORO**

**PINAR DEL RÍO, OCTUBRE DE 2004**

## INTRODUCCIÓN.

La humanidad comienza a vivir su tercer milenio y el propósito de eliminar las desigualdades sociales y alcanzar niveles aceptables de alimentación, salud, educación y cultura sigue siendo para muchos un sueño inalcanzable; la seguridad de una vida decorosa depende de la distribución equitativa de las riquezas, de la protección, cuidado y conservación del medio ambiente y de la garantía de que toda persona tenga en todo momento acceso físico y económico a los recursos de que dispone el planeta, todo lo que está muy vinculado al desarrollo socio cultural de cada pueblo en particular.

Las tierras de cultivo, donde se obtienen la mayoría de los productos que el hombre consume y necesita, se reducen a un ritmo acelerado producto a los cambios en los ecosistemas por los efectos de la contaminación medio ambiental y por el desconocimiento para aplicar técnicas de conservación y mejoramiento que a la vez que sean sostenibles logren una alta producción y calidad en las cosechas.

Para resolver estos problemas hay que promover la modernización del sector agropecuario y la tecnificación de la agricultura, volviéndola más productiva, eficiente, rentable y competitiva, esto está sin lugar a dudas fuera de toda discusión posible; sólo con una elevada eficiencia y un conocimiento profundo que permita un óptimo aprovechamiento de los recursos naturales, se podrá alcanzar en un breve plazo lo que hoy es una imperativa exigencia.

Sin embargo, es difícil lograr los objetivos propuestos si se continúa adoptando el modelo de educación tradicional donde los maestros dependen excesivamente de exponer sus conocimientos y los alumnos no logran aprender a aprender de manera independiente.

Teóricamente la alternativa para lograr la aspiración consiste en asumir un modelo que posibilite el desarrollo de las capacidades individuales, más independiente, lo que significa modernizar la educación con el empleo de nuevos métodos para enfrentar estos nuevos y poco conocidos desafíos de adaptar la formación a las circunstancias reales, de forma tal que los jóvenes, una vez insertados en la actividad comunitaria para el desarrollo de su vida social estén en condiciones de conciliar las necesidades con las posibilidades.

En la batalla por resolver esta problemática una misión especial corresponde a los Institutos Politécnicos de Agronomía, a los que es posible encomendar una parte importante de la preparación de las nuevas generaciones para el gran reto de buscar soluciones, promover el desarrollo, adoptar modelos que permitan a partir de las posibilidades concretas resolver el problema de la recuperación, protección y conservación del medio ambiente.

Resulta imprescindible brindar una atención especial al estudio, búsqueda y aplicación de una didáctica específica para la Educación Ambiental de manera que sea factible con los conocimientos recibidos enfrentar con éxito la solución de problemas como: el decrecimiento de la biodiversidad, el aprovechamiento de las tierras de cultivo, el efecto devastador de la sequía, el uso de los excesos de agua, la reducción de la contaminación o las afectaciones que el hombre provoca a los ecosistemas al utilizar incorrectamente las tecnologías para la producción agropecuaria.

Por lo expuesto el objetivo del presente trabajo es divulgar una propuesta metodológica para la educación ambiental, mediante el recorrido guiado por un sendero agroturístico, que en las condiciones actuales contribuya a resolver las deficiencias en el aprendizaje, para que los estudiantes integren los conocimientos a través del empleo de métodos que posibiliten una sólida formación teórico práctica que permita al egresado diagnosticar los problemas, determinar las causas que los originan, formular alternativas para el uso y conservación de los recursos de que se dispone, prepararse para ejecutar actividades de protección y estar en condiciones de tomar decisiones acertadas desde el punto de vista técnico y económico, con lo que se estarán formando con los conocimientos requeridos para buscar soluciones a los problemas reales del ecosistema.

El trabajo tiene su fundamentación metodológica general en la dialéctica materialista y ha tenido en cuenta sus leyes y categorías así como los principios de la teoría del conocimiento al analizar y explicar los aspectos más importantes que relacionan a lo general con lo particular, al contenido con la forma, a la unidad y lucha de contrario, a la negación dialéctica y a la vía dialéctica del conocimiento: de la contemplación viva al pensamiento abstracto y de éste a la práctica.

Se ha tenido en cuenta la experiencia de numerosos docentes de los politécnicos de la provincia de Pinar del Río, muy importantes han sido también las experiencias aportadas por los profesores de la Facultad de Ciencias Técnicas del Instituto Superior Pedagógico "Rafael María de Mendive" en sus diferentes reuniones metodológicas y de los metodólogos de la Educación Técnica de las direcciones provincial y municipales de educación de la provincia de Pinar del Río.

Por todo ello el **aporte de la propuesta** está en:

- La precisión de los métodos productivos que se explicitan para el desarrollo de la Educación Ambiental mediante un recorrido guiado por un sendero agroturístico en el que

los docentes podrán abordar el tema de una manera creadora poniendo en práctica lo sugerido de acuerdo a la especificidad de cada lugar objeto de visita.

- La propuesta en su integralidad constituye una sistematización y generalización teórica que por vez primera integra las experiencias pedagógicas que de manera aislada han venido aplicando los docentes de avanzada de la Educación Técnica y Profesional.

## **DESARROLLO**

La agricultura está sometida a una profunda contradicción: a) Por un lado tiene la imprescindible y urgente necesidad de modernizarse para volverse mucho más eficiente. b) Por otro lado, los recursos y servicios cada día se reducen y encarecen más. (Lacki, 1998). Y como plantea Machado (2001) para enfrentar este espectacular pero inevitable desafío de producir más y mejor con menos se requiere como absolutamente indispensable formar las actuales generaciones con nuevos conocimientos, actitudes y sobre todo con mucha auto confianza que le permita asumir con éxito el desafío.

Las nuevas generaciones tienen necesariamente que promover un cambio pues la vida en este planeta se hará insostenible sino se logra mayor justicia social, mejor distribución de las riquezas y sino se hace un esfuerzo verdaderamente responsable para proteger y conservar el medio ambiente, encontrar nuevas soluciones a problemas viejos, así como para los nuevos problemas que necesariamente van apareciendo. (Vecino. 2001).

En la actualidad se fomenta la Pedagogía para la transformación que entre otras cosas postula que enseñar no es transferir conocimientos porque el hombre es un ser de relaciones y no sólo de contacto, que no sólo está en el mundo sino con el mundo. (Freire 1972). Y hasta el presente la enseñanza de la agricultura se ha caracterizado por su condición altamente instructiva, considerando muy poco las necesidades concretas de vida y de trabajo y el medio rural como contexto funcional de aprendizaje, en muchos casos el curriculum es rígido y desvinculado de las verdaderas necesidades de aprendizaje.

Constituye un privilegio poder sustentar cualquier enfoque científico con concepciones y pensamientos de personalidades de reconocido prestigio, por ello del Ideario Martiano es este planteamiento en el que el Héroe Nacional de Cuba José Martí destaca el papel de la aplicación de los métodos productivos para la formación de los encargados de hacer producir a la tierra de cultivo: "Con el trabajo manual en la escuela, el agricultor va aprendiendo a hacer lo que ha de hacer más tarde en el campo propio".

Es necesario enseñar contenidos que se correspondan con la realidad que circunda a los estudiantes de manera que se puedan aplicar técnicas activas (realización de visitas,

recorridos, observación panorámica) y no contentarse con explicar oralmente los casos sin permitir que los alumnos sean los verdaderos artífices de su propio aprendizaje. (Schiegel 1994).

No se puede esperar que el egresado formule y aplique soluciones prácticas, concretas y adecuadas a las necesidades del lugar donde se ubique, si durante su etapa de formación estudió en forma teórica, abstracta, alejado de la realidad de la producción, sin las vivencias suficientes y sin el requerido protagonismo en su propio aprendizaje. La escuela no solo tiene que dar asignaturas, tiene que ser ante todo la escuela de la vida. (Gómez 1998).

### **TRANSFORMACIONES EN LA EDUCACIÓN AMBIENTAL.**

Estas circunstancias hacen evidente la necesidad de un cambio sustancial en el proceso de enseñanza que se desarrolla en la actualidad. Cambio que debe favorecer el desarrollo y la formación de los alumnos, para que sean capaces de enfrentar las diferentes exigencias y tareas que la sociedad les plantea actualmente. (Pilar Rico y Margarita Silvestre 2000).

El sistema educativo condiciona la capacidad y la voluntad de autoformación, debe enseñar a estudiar, inducir a disfrutar de la lectura, evitar el facilismo, crear la necesidad de aprender, romper con los moldes tradicionales aprendidos y así lograr los encantos de la persuasión, el diálogo y el razonamiento. (Montero 1990). Las instituciones deben capacitar a los jóvenes para que identifiquen las causas internas que originan los problemas relacionados con el deterioro de los ecosistemas, para que estén conscientes de que ellos mismos pueden resolverlos o al menos, mejorar las condiciones y sobre todo para utilizar los recursos propios de que disponen de una manera efectiva y eficiente. (Machado 2001).

### **LA PROPUESTA METODOLÓGICA**

El sendero se desarrolla durante una semana, con actividades previstas para el día y el horario nocturno; aprovecha las potencialidades de los contenidos del nivel de educación al que pertenecen los estudiantes involucrados para que no constituya su ejecución un atraso en los programas de estudio del nivel, lo más aconsejable es realizar las coordinaciones para desarrollar esta actividad de forma continua; la misma comenzará con la entrega de la guía elaborada por el equipo de dirección del sendero para orientar el trabajo independiente durante la realización de la actividad.

En la guía estará contemplado:

- Lugares y características del recorrido planificado.
- Condiciones de vida a enfrentar al realizar el recorrido.
- Principales datos del clima

- Labores a realizar en cada momento, con el tiempo estimado para ellas.
- Orden y disciplina.
- Sistema de conocimientos propuestos para desarrollar durante la semana.
- A la guía se suman los elementos que se considere oportuno.

Durante el primer día se desarrolla una conferencia sobre la educación ambiental de aproximadamente tres horas de duración y con posterioridad se conforman los equipos para la participación durante la semana; el resto del tiempo está ocupado con un taller en el que los estudiantes proceden a intercambiar en el equipo hasta que consigan elaborar un resumen en el que se ponga de manifiesto los conocimientos adquiridos durante el estudio del tema.

El día concluye con la presentación de algunos de los resúmenes elaborados y el análisis crítico que se realice por el colectivo de estudiantes. El profesor recoge todos los resúmenes elaborados por los equipos y puede seleccionar aquellos que presenten más calidad para presentarlos al colectivo en alguna de las reuniones que se llevan a cabo en esta semana, puede también sugerir su divulgación con los medios disponibles.

Para el horario nocturno se reserva una visita dirigida, preferentemente al Museo de Ciencias Naturales, en su defecto puede utilizarse para la proyección de materiales sobre el tema.

El segundo día se inicia con un matutino de aproximadamente 30 minutos de duración en el que se explica el recorrido que se efectuará, en esta actividad, el profesor puede proponer un grupo de situaciones y preguntas a los alumnos para que se motiven por investigar durante el recorrido por el sendero, entre otras pueden estar las siguientes:

- ¿Por qué sí el cultivo del Tabaco se plantó en algunos lugares durante más de 100 años de forma continuada y la aromática hoja producida en Pinar del Río ha sido la de mayor calidad en el mundo, hoy es imposible su cultivo económico sin una adecuada aplicación de medidas agroecológicas?
- ¿Es correcta la siguiente afirmación? :  
“Un suelo únicamente puede ser fértil si constituye un medio favorable para el desarrollo del sistema radical de la planta”. Argumente.
- ¿Cómo se explica el siguiente planteamiento? :  
“En la escala de valores se indica que en la medida que mayor sea la biodiversidad menor será la incidencia de plagas y enfermedades que afectan a los cultivos”  
Fundamente sus respuestas a partir de la experiencia que alcance en el sendero.

- Valore a partir de lo observado en el sendero el pensamiento Martiano: "De lo muerto, nace lo vivo".

A partir de este momento se inicia el recorrido por el sendero agroturístico.

La planificación de temas y lugares a visitar depende de las características, objetivos específicos y condiciones reales existentes en cada territorio. La norma de duración de una semana no es rígida, puede ser ajustada, no obstante como resultado de la consulta efectuada los encuestados consideraron ese tiempo como el ideal para realizar la actividad con la calidad requerida.

Se tendrá en cuenta la selección de estudiantes y profesores de los politécnicos agropecuarios para atender cada uno de los puntos del sendero. No obstante como que no se dispondrá del personal del politécnico solamente, también se valora la participación de aquellos que contribuyen a la educación ambiental a partir de los recursos de que dispone la empresa estatal, o de aquellos que posee el campesino aislado o agrupado en otras formas de producción; los participantes poseerán criterios y métodos a partir de vivencias (no sólo tendrá la receta recibida de los textos) que le permitirán formular distintos niveles de alternativa para la solución de los problemas medio ambientales.

La interacción que se produce entre el senderista y la naturaleza propiciará momentos muy favorables para estimular la colaboración entre los alumnos, la necesidad y satisfacción de la ayuda, el desarrollo de valores como la cooperación, ayuda mutua y la solidaridad, la adquisición de hábitos de escuchar, el convencimiento de la utilidad de escuchar los criterios de otros, la habilidad para realizar preguntas inteligentes e interesantes y la capacidad para argumentar. Este proceso conlleva a que el que asume la tarea de orientar en cada uno de los puntos del sendero esté preparado para:

- ❖ Realizar un diagnóstico para analizar en que condiciones están los estudiantes.
- ❖ Tener caracterizada la comunidad.
- ❖ Determinar la actividad a realizar sobre la base del problema a resolver en ese punto del sendero.
- ❖ Implicar a los alumnos en la planificación de estas actividades.
- ❖ Tener amplio dominio del contenido.
- ❖ Motivar a los alumnos a partir de la necesidad de conocer los principios técnicos que fundamentan las acciones a acometer en cada punto.
- ❖ Promover el análisis y discusión sobre la importancia y la necesidad de las acciones, de modo que el alumno se identifique con la actividad y establezca el compromiso para su aplicación.

- ❖ Utilizar la experiencia de los alumnos en la discusión y solución de los problemas.
- ❖ Convertirse en un facilitador del aprendizaje.
- ❖ Crear un ambiente favorable y de confianza en estas actividades.
- ❖ Permitir que el alumno construya su propio conocimiento.
- ❖ No ser autoritario, reconocer y aceptar sugerencias de los estudiantes.

Por lo tanto el orientador debe estar consciente de la importancia de estos aspectos mencionados anteriormente para contribuir a la formación del senderista en lo referido a la educación ambiental a que se aspira y necesita en la actualidad. Se propone que en el momento de orientación dar a conocer las acciones con sus operaciones. Esto puede ser a través de preguntas y orientando todo el proceso que deben realizar, apoyándose en los métodos propuestos; En esta orientación se dará a conocer el objetivo de la actividad y sus elementos fundamentales, cómo debe llegar a ese resultado, de qué forma, con qué requisitos y con qué apoyo. Esta información debe instruir sobre los medios de trabajo, materiales a emplear, posibles técnicas o vías que se apliquen en el proceso, normas de protección e higiene que se deben cumplir. En conjunto con los estudiantes se determinarán las exigencias para realizar las acciones de recuperación, conservación u otras del ecosistema en ese punto.

La acción educativa transcurre a lo largo del sendero agroturístico como una sucesión de actividades que diseñadas en un sistema tienen lugar fuera del aula, donde se efectúan las actividades más convenientes y que además responden a la necesidad de formar una verdadera conducta de cuidado medio ambiental.

La principal característica es la polivalencia de este conjunto de actividades, que se desarrollan en el sendero, esto quiere decir que una sola contribuye a más de una temática, al acercamiento a varios objetivos del grupo en cuestión, cuando se habla de estas actividades se tiende a justificar su no empleo con el presupuesto de que requiere mucho tiempo, lo que realmente no es cierto, más bien todo lo contrario si se planifica adecuadamente A las actividades propuestas puede añadirse todas aquellas que a partir del diagnóstico del grupo y de las potencialidades del sendero y la comunidad, se considere pueden ofrecer los mejores resultados.

Para este recorrido se determina con anterioridad el itinerario que se seguirá y cuales son los objetos factibles de ser observados. Esta ruta será del conocimiento de los estudiantes antes de iniciar esta actividad. El profesor que dirige el recorrido tendrá previsto el tiempo real que se invertirá en el traslado y además fijará los parciales que consumirá el grupo en cada punto prefijado para las observaciones. Si además de las correspondientes libretas para las

anotaciones es preciso llevar algún instrumento o herramienta, estos serán distribuidos antes del inicio del recorrido precisando quien se responsabiliza con su uso, el momento de empleo y quien debe garantizar su devolución y en que estado de mantenimiento o conservación será entregado.

Antes de iniciar el recorrido se informará, como ya se indicó, cual es la ruta a seguir, los puntos de observación, una guía para la observación, los objetivos parciales a lograr en cada punto y el objetivo final de la actividad, se brindará una información detallada de la manera de proceder en cada lugar, del tiempo de que se dispone y se destacará donde y en que consisten las conclusiones de la actividad, señalando como se evaluará el cumplimiento del objetivo propuesto.

En el sendero se producen determinadas visitas que permiten el encuentro con la realidad, posibilitan el intercambio vivencial con el productor en su medio, ninguna explicación oral, lámina o maqueta podrá ofrecer la visión total que puede alcanzar el estudiante durante una visita. La visita se organiza a partir del posible efecto educativo del área que será objeto de atención y en esta actividad preparatoria inicial quedará definido el objetivo de la visita, el personal que atenderá a los estudiantes, los puntos de observación, los lugares susceptibles de ejecutar en ellos actividades prácticas demostrativas, los aseguramientos para garantizar el éxito de la visita, el tiempo de permanencia.

Si se va a llevar a cabo alguna demostración durante el recorrido que requiera del uso de herramientas y/o materiales, como en los casos anteriores, se garantizará que estén disponibles en las cantidades suficientes cuando se va a producir su uso. En todos los casos resulta muy productivo que al concluir la actividad el profesor o quien éste designe resuma y recapitule lo abordado durante el desarrollo de la misma y si es preciso se aclaren algunas dudas o se realicen comentarios sobre los temas abordados.

Durante el recorrido por el sendero pueden producirse relatos que difieren de los que se hacen como ejercicio para desarrollar las habilidades como un comunicador eficiente, independientemente de que la participación contribuye al logro de esta meta, el procedimiento metodológico para lograr los objetivos propuestos debe propiciar la atención sobre los aspectos significativos del relato. Esta es una buena oportunidad para fomentar en los participantes la capacidad de escuchar y de realizar un intercambio constructivo de ideas. Un ejemplo de relato puede estar en contar las ventajas que le proporciona a los productores agrícolas de la comunidad un correcto plan de rotación o como se elabora por su familia un producto de la industria rural y con la participación puede quedar confeccionado el esquema

básico de producción artesanal a partir de las precisiones que el maestro irá anotando y destacando, como por ejemplo, la selección de la fruta, la preparación, el tiempo de cocción, la limpieza de los envases, incluso hasta las medidas de seguridad y las normas de protección e higiene que se deben cumplir.

Al finalizar el recorrido por el sendero se efectuará una actividad de clausura en la que entre otras cuestiones se procederá a evaluar los resultados que en todos los ordenes alcanzaron los participantes y se recogerán los criterios para efectuar las posibles correcciones con vistas al perfeccionamiento de las futuras versiones.

[Volver al índice/Tornar a l'índex](#)