



Universitat de Girona

TESI DOCTORAL

**INSTITUT DE MEDI AMBIENT
DOCTORAT DE COOPERACIÓ “GESTIÓ AMBIENTAL Y
DESARROLLO SOSTENIBLE”**

TESI DOCTORAL

**EVALUACION DE SISTEMAS DE SIEMBRA CON COBERTURA MUERTA DEL
SUELO EN EL
CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.)**

Autor: MSc. Pedro Fidel Fuentes Chaviano

Matanzas, Girona 2005



Universitat de Girona

**INSTITUT DE MEDI AMBIENT
DOCTORAT DE COOPERACIÓ “GESTIÓN AMBIENTAL Y
DESARROLLO SOSTENIBLE”**

TRABAJO DE INVESTIGACION

**EVALUACION DE SISTEMAS DE SIEMBRA CON COBERTURA MUERTA DEL
SUELO EN EL
CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.)**

Memòria presentada

PER PEDRO FIDEL FUENTES CHAVIANO

**per a optar al grau de Doctor per la Universitat de Girona. Programa
de doctorat "Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible" del Institut
de Medi
Ambient de la Universitat de Girona.**

Pedro Fidel Fuentes Chaviano
Doctorante

Dr. Justo Rojas Rojas
Director

Dr. Giovanni Pardini
Director



.....la tierra produce sin cesar.....

Si los que en ella viven quieren librarse de miseria, cultívenla de modo que en todas épocas produzca más de lo necesario para vivir: así se basta a lo imprescindible, se previene lo fortuito, y cuando lo fortuito no viene se comienza el ahorro productivo que desarrolla la verdadera riqueza.

José Martí

El Maestro

Agradecimientos

- *A los campesinos de la Finca No. 1 de la Empresa de Cultivos Varios Banao, por su ayuda desinteresada.*
- *A mis tutores por sus precisas orientaciones.*
- *A mi país, por formarme y darme la oportunidad de superarme.*
- *Al Instituto de Medio Ambiente de la Universidad de Girona, España y al Centro de Estudio de Medio Ambiente de la Universidad de Matanzas, Cuba, por brindarme la oportunidad y la preparación científica necesaria para la realización de esta investigación.*
- *A mis padres por haberme inculcado el afán de superación.*
- *A mis esposa, M. Sc. Mayra Cristo Hernández, ella sabe por qué.*

Dedicatoria

A mi familia.

INDICE

Resumen	
Introducción	1
Antecedentes	13
Objetivos	23
Descripción de la zona	25
Situación geográfica.....	25
Condiciones geólogo geomorfológicas	28
Condiciones edafobiogénicas	28
Evolución agrícola	28
Climatología	32
Pluviosidad	32
Temperatura	33
Humedad relativa	34
Velocidad del viento	34
Microlocalización del área para el experimento de campo	35
Materiales y Métodos	37
Confección de los mapas	37
Estimación de la producción de restos de cosechas	37
Experimento de campo	38
Experimento No. 1	38
Mediciones y observaciones físicas	40
Parámetros biológicos	41
Análisis económico	44
Análisis estadísticos.....	45
Experimento No. 2	46
Determinación de incidencia de trips	48
Rendimientos	49
Resultados y discusión	50
Producción estimada de residuos de cosechas	50
Gestión sobre el residuo	51
Experimento No. 1	53
Temperatura del suelo	53
Temperatura del suelo a las 8:00 AM	53
Temperatura del suelo a las 11:00 AM	54
Temperatura a las 2:00 PM	56
Temperatura a las 5:00 PM	58
Variaciones de temperatura 2:00 PM vs 8:00 AM	60
Humedad del suelo.	62
Humedad del suelo a la profundidad de 0 – 10 cm	62
Humedad del suelo a la profundidad de 10 – 20 cm	64
Humedad del suelo a la profundidad de 20 – 30 cm	65

Humedad del suelo a la profundidad de 30 – 40 cm	66
Incidencia de malezas	68
Número de hojas	69
Altura de la planta	70
Diámetro del pseudotallo	71
Principales parámetros al inicio del bulbeo	72
Características de los bulbos	73
Clasificación de acuerdo con el calibre del bulbo	75
Rendimientos	76
Análisis económico	78
Experimento No 2.	80
Incidencia del trips	80
Rendimientos.....	82
Conclusiones	84
Bibliografía	88
Anexo	98

RESUMEN.

La investigación se realizó en el ecosistema agrícola de Banao, situado a 17 km de la ciudad de Sancti Spiritus, Cuba, durante el período de septiembre del 2002 a junio del 2004, con el objetivo de estimar la producción de residuos de cosechas de arroz en esta zona y evaluar la influencia de ellos utilizados como cobertura muerta de suelo (*mulch*) en algunas propiedades físicas del suelo y sobre los parámetros agronómicos en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.), variedad Caribe-71. Para conocer la cantidad de restos de cosechas de arroz, se estimó a través del producto del coeficiente de producción de residuos de cultivo por la producción de arroz en el agroecosistema, estimándose que se produjeron 5 636, 09 Mg de residuos en la zona, los cuales pueden cubrir aproximadamente 281 ha de cultivo, que representa el 66,2 % del total del área que se destina a este cultivo. La encuesta aplicada a los productores de la zona muestra que el 77,3 % de ellos queman estos restos de cosechas y que solo el 8,6 % conocen el efecto de esta quema. El experimento de campo No.1 se realizó en la Finca No. 1 de la Empresa de Cultivos Varios Banao, de la Provincia de Sancti Spiritus, durante los meses de diciembre del 2002 a mayo del 2003, en un diseño de bloques completos al azar, con tres tratamientos y cuatro repeticiones, sobre suelo Pardo Grisáceo, típico. Los tratamientos utilizados fueron: suelo descubierto (Testigo), suelo cubierto con restos de cosechas de arroz (RCA) a una dosis de 20 Mg·ha⁻¹ y suelo cubierto con hierba de guinea (HG) a una dosis de 20 Mg·ha⁻¹. Se demuestra que la temperatura del suelo a las 8:00 AM fue similar en los tres tratamientos, comenzándose a calentar el suelo a partir de esta hora. A las 11:00 AM el Testigo se calentó en 4,8 °C, mientras que el tratamiento RCA lo hizo en 3,1 °C y el HG fue el que menos se calentó, solo 2,2 °C. A las 2:00 PM el suelo en todos los tratamientos registran las mayores temperaturas del día, siendo el Testigo el de mayor valor con 31,6 °C como promedio, mientras que los tratamientos cubiertos muestran valores de 27,2 °C el RCA y 26,4 °C el tratamiento HG. A las 5:00 PM ya el suelo ha comenzado a perder calor y el suelo del tratamiento HG perdió 3,4 °C mientras que el Testigo pierde 3,0 °C y el suelo del tratamiento RCA pierde 2,2 °C. Las variaciones térmicas del suelo a las 2:00 PM con respecto a las 8:00 AM fueron menores en los tratamientos con el suelo cubierto, mostrando la menor variación el tratamiento HG con 6,6 °C, seguido por el tratamiento RCA con 6,8 °C y el de mayor variación fue el Testigo con 11,4 °C. La humedad del suelo a la profundidad de 10 a 20 cm fue mayor en los tratamientos con cobertura. El tratamiento RCA alcanzó 26 % humedad en base a suelo seco (hbss) mientras que HG registró na humedad del 27 % y el que menor humedad alcanzó fue el Testigo con 23 %. En las demás profundidades no mostró un comportamiento homogéneo. La incidencia de malezas en los suelos cubiertos fue menor que en el tratamiento con el suelo descubierto, por lo que no fue necesaria a aplicación de herbicidas ni el deshierbe con azadón en los primeros. Los rendimientos fueron mayores en el tratamiento HG con 13,7 kg·parcela⁻¹ seguida del tratamiento RCA que fue de 12, 6 kg·parcela⁻¹ y por último el Testigo alcanzó un rendimiento de 10,1 kg·parcela⁻¹. Se realizó un análisis económico donde se demuestra que la práctica de cubrir el suelo con restos de cosecha de arroz o con hierba de guinea es rentable. El experimento de

campo No.2 se realizó en la Finca No. 1 de la Empresa de Cultivos Varios Banao, de la Provincia de Sancti Spiritus, durante los meses de diciembre del 2003 a mayo del 2004, con el objetivo de evaluar el efecto de la cobertura muerta de suelo con restos de cosecha en la incidencia del trips de la cebolla (*Trips tabaci* Lind.). Se montaron tres parcelas de 20 m de largo por 20 m de ancho. Los tratamientos utilizados fueron: suelo cubierto con restos de cosechas de arroz, suelo descubierto y sin tratamientos químicos para el control del trips y una parcela con un sistema de cultivo convencional. En los tres tratamientos los trips aparecieron a finales del mes de enero y a partir de esta fecha se incrementan las poblaciones, siendo mayor el incremento en el tratamiento no tratado con insecticidas, mientras que en la parcela convencional y la en que posee el suelo con cobertura muerta el comportamiento fue similar.

INTRODUCCIÓN.

Entre los principales recursos de que dispone el hombre están los sistemas de suelo y agua, así como el reino vegetal y animal asociados a ellos: el uso de estos recursos no debe provocar su degradación o destrucción, porque la existencia del hombre depende de su constante productividad. Reconociendo la suprema importancia del suelo para la supervivencia y el bienestar de los pueblos y la independencia económica de los países, así como la necesidad cada vez mayor de aumentar la producción alimentaria, es absolutamente necesario dar gran prioridad al fomento de un uso óptimo de las tierras, al mantenimiento y el mejoramiento de la productividad de los suelos y a la conservación de los recursos edafológicos (FAO, 1992a).

El suelo agrícola es un recurso finito, no renovable en el marco del tiempo humano, desigualmente distribuido en las diferentes regiones geográficas y propenso a la degradación por el uso incorrecto y su mal manejo (Lal, 2000)

Sin embargo la actividad económica del hombre ha conducido a la degradación de millones de hectáreas de suelos en el mundo.

De acuerdo con Lal (2000) a nivel mundial 1100 millones de hectáreas de tierra agrícola presentan erosión hídrica; 550 millones de hectáreas tienen erosión eólica; 235,8 millones de hectáreas corresponden a degradación química y 78,6 millones de hectáreas degradación física, correspondiendo a los países subdesarrollados el 75 % de las tierras con degradación hídrica, el 83% de la degradación eólica, el 90% de la degradación química y el 60% de las áreas con degradación física.

La labranza a suelo desnudo produce erosión, cuya magnitud depende de varios factores. La erosión media determinada en estudios en Dinamarca correspondió a tasas de $2,7 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-2}$ al año (Heckratha *et al.*, 2005).

Cuba antes de 1492 estaba cubierta por bosques, los suelos eran vírgenes y las comunidades indígenas vivían en equilibrio con la naturaleza. A

partir de ese año hubo un período de cuatro siglos como colonia de España donde comienza a desarrollarse la agricultura, fundamentalmente la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) y el café (*Coffea arabica*), iniciándose la tala de los bosques, la quema de residuos y la degradación de los suelos hace su aparición. A partir de 1902 y hasta 1958 Cuba pasa a ser una neocolonia norteamericana, período en el cual se produce una depauperación acelerada de los suelos (Tetro **et al.**, 2001).

La Agricultura Cubana se caracterizó, desde la época de la colonia y hasta principios de la década de los años 60 del siglo XX por el monocultivo de la caña de azúcar. Junto a esta existían producciones de tabaco, viandas, algunos granos y hortalizas pero en proporciones muy bajas. Con el surgimiento del Estado Socialista y la propiedad estatal, se trazó como estrategia la diversificación de la agricultura con el objetivo de reducir la dependencia de un solo producto, el azúcar, así como sustituir importaciones y diversificar las exportaciones de productos alimenticios (Nova, 2001). El grado de mecanización en este período fue alto. Desde los primeros años del mismo se comenzó una masiva introducción de tractores como parte de una estrategia encaminada a la transformación y modernización de la agricultura. Durante tres décadas, desde 1960 a 1990, el número de tractores se incrementó diez veces, llegando hasta 85 000 en 1990 y el crecimiento no fue solo en cantidad, sino también en calidad, ya que la potencia media de los tractores creció de 40 hasta 75 HP (Ríos y Ponce, 2001).

Esta tractorización trajo como consecuencia la compactación de los suelos, debido al pase excesivo por el campo de tractores, combinadas, remolques, asperjadoras y otros medios. También provocó fuerte erosión debido a técnicas inadecuadas de roturación y labores de cultivo, especialmente el excesivo número de operaciones de laboreo del suelo, eliminación por períodos prolongados de la cobertura protectora de hierbas y cultivos (Ríos y Ponce, 2001)

Ya en el período socialista y antes del derrumbe de los países de Europa del Este y la desintegración de la Unión Soviética, continúa la degradación de los suelos, se comenzó el estudio de estos fenómenos y la implementación de medidas de conservación como el control de la tala indiscriminada de los bosques así como el inicio y desarrollo de la reforestación organizada, entre otras cosas. Los grandes latifundios se nacionalizaron y se crearon grandes empresas estatales socialistas que bajo el modelo “moderno” de desarrollo tuvieron como características la utilización de gran cantidad de maquinaria pesada, equipos de riego, alta aplicación de productos químicos, persistencia del monocultivo y otras prácticas degradantes (Tetro **et al.**, 2001)

Todo esto condujo a que en el año 1996, de acuerdo con ONE (2001), el 69,6 % de las tierras agrícolas del país tenían un bajo contenido de materia orgánica; 37,3 % presentaban una erosión entre muy fuerte y media; el 44,8 % era de baja fertilidad; el 40,3 % eran áreas de mal drenaje; el 37,3 % tenían baja capacidad de retención de humedad y el 40,3 % eran suelos ácidos, entre otros factores limitantes (Tabla No.1).

<i>Tabla No 1. Principales factores limitantes edáficos, 1996. (ONE, 2001)</i>		
<i>FACTORES</i>	<i>Area agrícola afectada</i>	
	<i>Mm ha</i>	<i>%</i>
<i>Salinidad y sodicidad</i>	<i>1,00</i>	<i>14,9</i>
<i>Erosión (Muy fuerte a media)</i>	<i>2,50</i>	<i>37,3</i>
<i>Mal drenaje</i>	<i>2,70</i>	<i>40,3</i>
<i>Baja fertilidad</i>	<i>3,00</i>	<i>44,8</i>
<i>Compactación natural</i>	<i>2,50</i>	<i>37,3</i>
<i>Acidez</i>	<i>2,70</i>	<i>40,3</i>
<i>Muy bajo contenido de materia orgánica</i>	<i>4,66</i>	<i>69,6</i>
<i>Baja retención de humedad</i>	<i>2,50</i>	<i>37,3</i>
<i>Pedregosidad y rocosidad</i>	<i>0,80</i>	<i>11,9</i>
<i>Desertificación</i>	<i>1,52</i>	<i>22,7</i>

En 1989 sobreviene súbitamente una aguda crisis con el colapso de los países socialistas europeos y la desintegración de la Unión Soviética, países con los cuales Cuba realizaba el 85% de todo su comercio (Funes, 2001).

El surgimiento de esta crisis y la toma de conciencia a nivel mundial de los graves problemas ecológicos que el hombre ha creado con su acción ha cambiado profundamente la estructura y el modo de acción de la agricultura cubana.

Las transformaciones que se operan en este período en la agricultura de Cuba, en búsqueda de estrategias para la salida de la crisis y en la conformación de un modelo de desarrollo más endógeno, implica profundos cambios en la política tecnológica y económica. Esto evidencia el tránsito de un modelo altamente tecnificado y por tanto dependiente de hidrocarburos y componentes químicos, en grandes extensiones, con predominio de la propiedad estatal y el obrero agrícola (asalariado de empresa estatal), y con elevada centralización y planificación de la gestión (tanto productiva como comercial) a otro más sustentable que entre sus rasgos esenciales revelan la coexistencia de diferentes sistemas de propiedad y gestión, aplicación combinada de mecanismos de economía planificada y mercantil, modificaciones progresivas del manejo de los sistemas agrícolas, cambios tecnológicos basados en el uso de tecnologías sustentables y el desarrollo de una economía participativa donde se produce la articulación entre los productores y los resultados finales de la gestión (Martín, 2001).

En este período se aplican métodos agrícolas conducentes a lograr una agricultura sustentable y productiva. Entre los principales métodos implementados se encuentran la utilización de medios biológicos para el control de plagas, la utilización de biofertilizantes, abonos verdes, producción y utilización de humus de lombriz, rotación de cultivos, policultivos y otros. Sin embargo la utilización o el manejo de los residuos agrícolas han recibido poca atención a pesar de sus potencialidades en el mejoramiento de las condiciones físicas y químicas de los suelos.

El manejo y utilización de residuos agrícolas era practicado por los agricultores en todo el mundo desde el surgimiento de la agricultura, pero entró en desuso con la aparición, en la segunda mitad del siglo XX, de la Agricultura Industrial. Fowler y Rockstrom (2001) consideran que con el advenimiento de la Revolución Verde, caracterizada, entre otros aspectos, por el uso intensivo del arado de vertederas tirado por tractores, los residuos de las cosechas eran removidos o quemados para facilitar las operaciones de aradura.

Sin embargo Lal (1995) señala que el retorno de los residuos de cosechas al suelo tiene un notable efecto sobre las propiedades y los procesos de los mismos, induciendo cambios en sus propiedades físicas y químicas; retorna nutrientes, incrementa el contenido de materia orgánica, mejora la estructura del suelo e influye sobre los regímenes hídricos y térmicos del suelo, los cuales tienen un efecto positivo sobre la productividad y sostenibilidad de los mismos (Figura 1).

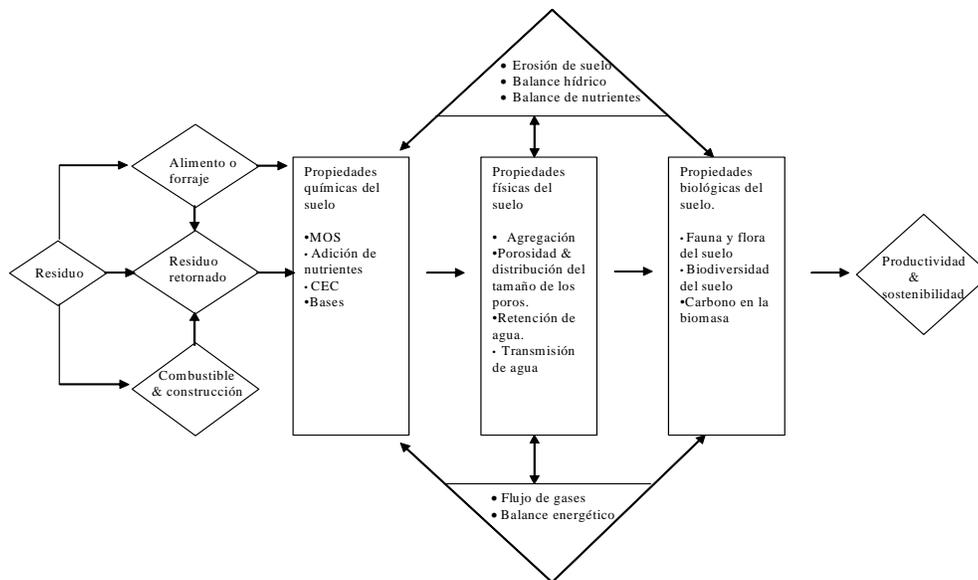


Figura 1: Relación entre el manejo de residuos de cosechas y las propiedades y procesos del suelo (Lal, 1995)

La mayoría de los residuos de cosechas producidos deben ser retornados directamente como cobertura muerta o indirectamente como compost al suelo (Lal, 2000)

La agricultura evolucionó en las áreas templadas y en las áreas tórridas de acuerdo a las características ambientales de estas regiones. Sin embargo contradictoriamente, el modelo de agricultura que está hoy implantado en las regiones tropicales es el de una agricultura de regiones de clima templado.

El agricultor de las áreas templadas cuando emigró para las áreas tórridas llevó con él su acervo etnológico. En su lugar de origen este agricultor necesitaba a través del arado aumentar la cantidad de calor en el suelo. Es así que, con la práctica cultural de invertir la capa superficial más caliente del suelo, después del invierno, el agricultor buscaba calentar rápidamente la superficie de la tierra, al mismo tiempo que intentaba airearla para mejorar las condiciones de oxidación y la reactivación de la vida microbiana en el suelo (Restrepo, 1994). A esta práctica se le denominó “arar” y fue introducida en las zonas de clima solar tórrido erradamente, pese a lo cual continúa hasta hoy.

La agricultura en los trópicos no debería jamás calentar u oxidar químicamente el suelo, dado que las temperaturas medidas en los suelos tropicales, fácilmente alcanzan hasta 70 °C, sino que al contrario se debe dar al suelo las condiciones para enfriarlo, reducirlo químicamente y retardar o disminuir las reacciones químicas y bioquímicas (Restrepo, 1994). Estas reacciones producen diferentes gases que son emitidos a la atmósfera. Según Lal, (2000) los suelos en los países subdesarrollados especialmente aquellos usados para la agricultura de subsistencia han sido la mayor fuente de gases de invernadero radiactivamente activo: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y monóxido de dinitrógeno (N₂O).

Rusell y Rusell (1967) plantearon que entre los fines de la agricultura en los trópicos se encuentra mantener la superficie del suelo protegida del sol y de la lluvia el mayor tiempo posible del año.

Se conoce, según Durán (1996), que las lluvias, en forma de aguaceros torrenciales son muy típicos en las regiones tropicales y las gotas caen con una velocidad de $9 \text{ m} \cdot \text{seg}^{-1}$ y un diámetro máximo de 5 cm. Ellison (1952), demostró la gran energía de la caída de las gotas de lluvia y los efectos negativos de estas al chocar con el suelo descubierto. Este autor señala que la energía desarrollada por un aguacero de 75 mm de una hora de duración equivale a la necesaria para arar 29 veces 0,4 ha de tierra en ese mismo tiempo. Por su parte Osborn (1953) añade que la fuerza resultante de la caída de las gotas de lluvia puede ser 10 mil veces superior a la energía proveniente del arrastre de las aguas superficiales.

Los efectos erosivos de las gotas de lluvia se deben principalmente a que el choque de ellas con la superficie del suelo destruye los agregados y separa las partículas, facilitando así su arrastre por las aguas superficiales. La fuerza de las gotas de lluvia hace mucho más compacta la superficie del suelo, formando una capa superficial dura en perjuicio de la infiltración del agua y las partículas finas del suelo dispersadas por las gotas de lluvia penetran en el suelo, obstruyendo los poros y reduciendo la infiltración aún más (Primavesi 1990).

Primavesi (1995) considera, dentro de los siete puntos básicos de la Agricultura Orgánica, que se debe mantener los poros siempre en la superficie del suelo y proteger esta contra el impacto de las lluvias, mediante el *mulch* o por una siembra más densa o cultivo de cobertura.

Altieri (1996) considera que uno de los principios agroecológicos para el manejo de agroecosistemas, es la minimización de pérdidas de suelo y agua manteniendo cobertura de suelo, controlando erosión y manejando microclima.

Aunque la práctica del arrope es muy utilizada en horticultura ecológica (Guierbetau y Labrador, 1991) por sus ventajas, ha sido poco explotada en el país para cultivos hortícolas (Dieguez **et al.**, 1995).

La horticultura es todavía, con pocas excepciones, un sector poco desarrollado en muchos países de América Latina y el Caribe. Su evolución debe ser consecuencia de un auténtico desarrollo tecnológico, competitivo y en equilibrio con el medio ambiente (FAO, 1992b).

Mundialmente se consideran más de 1500 especies de hortalizas de las cuales existen entre 20 y 30 que tienen mayor popularidad y demanda en el mercado. En Cuba se cultivan más de 20 especies pertenecientes a 8 familias (INIFAT, 2001), siendo las de mayor importancia, de acuerdo con Huerres y Carballo (1988), el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), la col (*Brassica oleracea* L.), el pepino (*Cucumis sativus* L.), pimiento (*Capsicum annuum* L.), el ajo (*Allium sativum* L.) y la cebolla (*Allium cepa* L.). Con el desarrollo de un fuerte movimiento agrícola en las ciudades y asentamientos poblacionales, conocido como Agricultura Urbana, cuyo objetivo es obtener la máxima producción de alimentos diversos, frescos y sanos en áreas disponibles, anteriormente improductivos (Companiononi **et al.**, 2001), el número de especies se ha incrementado y actualmente se cultiva en cantidades apreciables lechuga (*Lactuca sativus* L.), habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.), zanahoria (*Daucus carota* L.), acelga (*Beta vulgaris* L.), cebollino (*Allium fistulosum* L.), espinaca (*Spinacea oleracea* L.), apio (*Apium graveolens*), perejil (*Petroselinum sativum*), rábano (*Raphanus sativus* L.), ajo porro (*Allium porrum* L.), col china (*Brassica campestris* sp. *pekinensis*), entre otras.

Dentro de todas estas especies la cebolla, por su importancia como condimento, se siembra en todo el país. La provincia de Sancti Spíritus, al centro de Cuba, tiene un lugar destacado en la producción nacional de este cultivo, con un 23 % de la producción total nacional entre los años 1995 y 2000, pero que en algunos años ha sido superior al 30 %, como fue en 1996 (30,9 %) y 1997 (33,9%) como se aprecia en la Tabla No. 2.

Tabla No. 2. Producción anual de cebolla en Sancti Spíritus comparada con la producción nacional			
Año	Producción (Mg)		%
	Nacional¹	Sancti Spíritus²	
1995	6 010	1 181	19,70
1996	8 353	2 582	30,91
1997	11 141	3 773	33,90
1998	15 688	3 614	23,00
1999	32 408	6 855	21,20
2000	44 273	9 100	20,60
Total	111 787	27 115	23,80
Fuentes: Elaboración propia a partir de:			
1. Anuario Estadístico de Cuba, 2000. (ONE, 2001).			
2. Anuario Estadístico de Sancti Spíritus, 2001. (OTE; 2002).			

La principal zona productora en esta provincia es Banao, por sus excelentes condiciones agroclimáticas, siendo los campesinos de Cooperativas de Producción Agropecuarias (CPA) y Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS) los máximos cosecheros, destacándose por sus altos rendimientos.

A pesar de la gran experiencia que los campesinos de la zona tienen en el cultivo de esta planta, la aparición de los paquetes tecnológicos propios de la Revolución Verde, provocaron la utilización excesiva de agroquímicos y labranza incorrecta en una zona cuya topografía es ondulada, trayendo como consecuencia la degradación de los suelos. El campesino abandona dichas áreas y emigra hacia el norte donde se hayan las zonas más altas de la Sierra de Banao, en las alturas de Sancti Spiritus, poniendo en peligro la estabilidad de dicha zona.

La cebolla (*Allium cepa* L.) es una especie hortícola que se cultiva desde épocas remotas. Fue domesticada simultáneamente en varios lugares y se supone que haya ocupado una vasta región del oeste de Asia, extendiéndose posteriormente a Palestina y la India (Guenkov ,1969; Huerres y Carballo, 1988; FAO, 1992b).

En Cuba se introdujo desde los primeros años de la colonia, aunque los datos más precisos al respecto aparecen en 1831 en algunos tratados económicos de la época (Huerres y Carballo, 1988).

La cebolla es una planta de poco follaje y un limitado sistema radical por lo que la presencia de malezas durante su crecimiento y desarrollo sería en extremo desfavorable, e incluso algunos autores han determinado que el control de ellas abarca aproximadamente un 40% del costo total de la producción (Huerres y Carballo, 1988). El efecto más nocivo de la presencia es durante la fase de crecimiento vegetativo de la planta (Jonnes y Mann, 1963; Casamayor y Pérez, 1974; Fuentes **et al.**, 1992).

Según Guenkov (1969) y FAO (1988) este cultivo exige humedad debido a su sistema de raíces poco desarrollado y de su poca capacidad de absorción y si se presenta déficit de humedad en el suelo se limita el crecimiento del bulbo y por tanto su rendimiento.

El cultivo es atacado por varios insectos entre los cuales se encuentra el trips de la cebolla, *Thrips tabaci* Lindeman (*Thysanoptera; Thripidae*) que es la plaga principal del cultivo en Cuba (GESIMAP, 1999a) y en las zonas tropicales (Rueda y Shelton, 1995) y en otras zonas del mundo, como en Colorado, EUA (Cranshaw, 1999), Valle del Río Grande en el Sur de Texas (Liu, 2004). También afecta a otros cultivos relacionados con la cebolla, siendo la principal plaga del puerro (*Allium porrum*) en Europa Occidental (Dern, 1983; Crüger y Hommes, 1990; Ester **et al.**, 1997; Weber **et al.**, 1997). En Francia es la principal plaga de la alliáceas (Franco **et al.**, 1999), mientras que en Argentina está presente en 43 especies de plantas diferentes (Carrizo, 1996)

La importancia de este insecto está dada por los daños directos que provoca en la planta al alimentarse de las hojas del cultivo. Tanto el estado juvenil (ninfa) como el adulto pican, raspan y chupan la savia de la superficie de las hojas tiernas en crecimiento y el tallo, principalmente en las axilas de las plantas. El insecto agrega saliva en los tejidos lesionados y succiona

enseguida la mezcla de saliva y el contenido celular. Estas lesiones producen manchas verde pálido, blanquecinas o plateadas (Mendoza y Gómez, 1982; Ayala y Barceló, 1999; Weber **et al.**, 1999). La superficie de las hojas a menudo es manchada por las heces fecales del trips (Cranshaw, 1999). Cuando el ataque es intenso, las manchas se distribuyen por todo el follaje, reduciéndose el área fotosintética, las hojas se deforman, sus puntas se secan y posteriormente las plantas pueden marchitarse, ponerse de color pardo y caer sobre el suelo, pudiendo llegar a morir.

También se ha reportado como transmisor de enfermedades virósicas como es el caso del Virus Bronceado del Tomate, TSWV, (Chatzivassiliou, 1999), enfermedad cuarentenada en Cuba, y otras fungosas como la mancha púrpura causada por *Alternaria porri* (Rueda y Shelton, 1995).

El ataque puede llegar a afectar el rendimiento, según Horsfall y Felton (1922) entre el 25 y el 50 %. Por su parte Rueda y Shelton (1995) plantean que estos pueden llegar hasta 66 % en países del trópico.

Es una plaga que ha ido perdiendo susceptibilidad a un gran número de insecticidas (GESIMAP, 1999a) por lo que se han buscado alternativas para su manejo tales como uso de barreras de maíz conjuntamente con la no aplicación de productos químicos (Fuentes y Ayala, 2004) para permitir el desarrollo de predadores.

Una forma de controlar malezas y a la vez mantener la humedad del suelo, así como regular su temperatura lo constituye el arropo o cobertura con materiales orgánicos tales como paja, restos de cultivo, etc., pues al disponer una capa de estos materiales sobre la superficie del suelo dificulta el crecimiento de especies no deseadas en el cultivo, además no permite la incidencia directa de los rayos solares, lo que contribuye a un mejor régimen de humedad al disminuir la evaporación y temperatura en el suelo. Además se plantea que los sistemas de siembra con cobertura tienden a ser menos atacados por los insectos herbívoros ya que muchos artrópodos viven en esta

capa de paja y pueden constituir predadores de los agentes nocivos (Mora, 1979)

Los campesinos de esta zona para el consumo familiar siembran arroz (*Oriza sativa* L.), el cual es cosechado en los meses de octubre a noviembre, quedando disponible en sus fincas una gran masa de restos de cosechas que en la mayoría de los casos son destruidos por el fuego. Sin embargo los restos de cosechas, por su contenido de carbono, son una de las fuentes de humus del suelo más interesante, por lo que no debía procederse a su destrucción por el fuego más que en circunstancias excepcionales (Guibartau y Labrador, 1991).

Además en las fincas de estos campesinos crece en forma silvestre y en gran abundancia la Hierba de guinea (*Panicum maximum* L.) que forma una gran biomasa. Este género de poácea, según Machado y Méndez (1986), ocupa el primer lugar por su número de especies en Cuba. Su producción oscila entre 12 Mg M.S. · ha⁻¹ al año en primavera y 4 Mg M.S. · ha⁻¹ al año en época de seca y un promedio de 16 Mg M.S. · ha⁻¹ al año, siempre y cuando crezca silvestre (Peña, 1991).

Estos dos materiales son posibilidades de las que dispone el agricultor para cubrir sus suelos durante la época del cultivo de la campaña de cebolla que comienza precisamente cuando concluye la cosecha de arroz.

ANTECEDENTES

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ha identificado como una de las principales causas de la degradación de los suelos la aplicación de técnicas de preparación de tierra y de labranzas inadecuadas que están conduciendo a un rápido deterioro físico, químico y biológico de una gran parte de los suelos, con consecuentes fuertes descensos en la productividad agrícola y deterioro del medio ambiente (FAO, 2000) debido, entre otros aspectos, a la gran cantidad de CO₂, N₂O y CH₄ que se estima sea expulsado a la atmósfera a causa del desarrollo de la industria agrícola (Zhang *et al.*, 2001)

De acuerdo con la FAO (2000) dentro de los principios que se deben considerar como lineamientos básicos para desarrollar estrategias sobre los sistemas de manejo de suelo está aumentar la cobertura de los mismos como el principio más importante por conllevar a múltiples beneficios, tales como:

- Reducción de la erosión hídrica y eólica.
- Aumenta la infiltración del agua de lluvia.
- Reduce pérdidas de humedad por evaporación.
- Aumenta la humedad del suelo.
- Mejora las condiciones de germinación de las semillas.
- Aumenta el contenido de materia orgánica de la capa superficial.
- Mejora la estabilidad estructural de los agregados superficiales.
- Estimula la efectividad biológica de los suelos.
- Aumenta la porosidad.
- Favorece el control biológico de plagas.
- Reduce el enmalezamiento.
- Disminuye la temperatura del suelo.

La práctica de dejar el suelo cubierto con coberturas, vivas o muertas, ha recibido más atención de los investigadores y agricultores en los últimos años. Su importancia ha ido en aumento como práctica de control de erosión, recirculamiento de nutrientes, mejorador de la bioestructura del suelo y protección contra los rayos solares, en la misma medida que el objetivo de la sostenibilidad de la producción agrícola recibe más y más atención, aunque mucho antes del “boom” internacional reciente por la producción sostenible y conservación de los recursos, ya el uso de esta práctica había sido estudiada, particularmente en su efecto químico y físico (Tascón, 1993; Moreno y Sánchez, 1994).

El uso de cobertura de suelo con restos de cosechas u otros materiales es una práctica muy antigua. En Indonesia desde 1789 se recomendaba a los indígenas colocar hierbas cortadas alrededor de los cafetos para proteger al suelo del intenso calor solar (Anónimo, 1959).

De acuerdo con la FAO (2000) desde inicio del siglo XX se han realizado varios estudios para observar el efecto de la cobertura vegetal en la prevención de la obstrucción de los poros del suelo y en la consecuente disminución de la escorrentía superficial, pero la primera observación cuantitativa del efecto de la cobertura del suelo se produjo a inicio de la década de los años 40 del pasado siglo, cuando Borst y Woodburn publicaron, en 1942, un estudio realizado con un simulador de lluvia en Ohio, Estados Unidos de América, donde determinaron que la intercepción de las gotas de lluvia con una cobertura de suelo con paja redujo la erosión en aproximadamente 95 %. A partir de entonces el estudio de la cobertura de suelo se ha generalizado sobre todo en aquellas áreas con mayor potencial de erosión.

A pesar de los problemas severos y difundidos de erosión acelerada y regímenes adversos de humedad y temperatura del suelo durante el período de crecimiento de los cultivos causados por la labranza con arado de vertederas, la labranza de conservación con cobertura muerta de restos de cosechas no es

practicada profusamente en los países subdesarrollados (Lal, 2000). Esto se debe a que la aplicación de la cobertura de forma manual es una actividad molesta y consumidora de tiempo (Shock *et al.*, 1999) por lo que en estos países se deben desarrollar tecnologías para facilitar la aplicación de la cobertura.

Sin embargo en los países desarrollados la situación es diferente. La existencia comercial de equipamiento que aplican de forma mecánica los restos de cosechas, fundamentalmente la paja de trigo proveniente de campos libres de malezas, en el fondo de los surcos de riego, ha incrementado el interés en el uso de esta técnica (Shock *et al.*, 1997).

La labranza de conservación es practicada en 45 millones de hectáreas en todo el mundo, predominantemente en Norte y Sur América pero se ha estado incrementando en el Sur de África, Australia y otras áreas semiáridas del mundo (Holland, 2004)

En experimentos realizados en Estados Unidos de América se ha encontrado que una sola aplicación de cobertura con paja de trigo en el cultivo de cebolla es tan efectiva como la aplicación repetida de materiales sintéticos tales como poliacrilamida (PAM) en la reducción de la erosión del suelo y más efectiva que PAM para el incremento de la infiltración del agua y la mantención del potencial hídrico del suelo en cultivos de cebolla y papa (Shock y Shock, 1997).

En los Estados Unidos de América, donde se estima que la producción de residuos de cosechas llega hasta los 400 millones de Mg cada año (Lal, 1995), las áreas bajo agricultura de conservación en el 2004 (Tabla No. 3) alcanza 112,6 millones de acres, que es el 40,7% del total de tierras cultivadas y dentro de ellas la técnica de la cobertura muerta se realiza en un área de 48 millones de acres que es el 42.6 % de las áreas plantadas bajo los sistemas de labranza de conservación y el 17,4% de toda el área plantada nacionalmente. Solo el 37,7% de las áreas plantadas (104,4 millones de acres) son labradas bajo el

sistema convencional (CTIC, 2004). Esta es una tendencia sostenida desde 1990 cuando la técnica de la cobertura muerta (*mulch*) alcanzó el 19% del área cultivada de los Estados Unidos.

So et al. (2001) plantean que en Australia en tiempos recientes, ha existido un incremento del conocimiento de que el suelo no solo es un importante componente de nuestro sistema de producción sino que juega un importante papel en el mantenimiento de la calidad de nuestro medio ambiente local, regional y global y que a nivel de granja, la labranza de conservación como un componente integral de la agricultura de conservación se ha convertido cada vez más en un sistema aceptado, estimándose que algunas formas de este sistema es practicado en alrededor del 50% de la tierra del todo el Estado.

Como muestra de un manejo más adecuado de los recursos de la agricultura So et al. (2001) señalan que de acuerdo con el Buró Australiano de Estadísticas en 1996 en Queensland, los rastrojos de los cultivos eran incorporados en el 53 % de las áreas agrícolas, utilizados como cobertura muerta en un 20 % del área y en un 9 % del área el rastrojo era dejado intacto.

La evolución de la Agricultura de Conservación en los países de Europa ha sido más lenta que en países de otras partes del mundo de acuerdo con ECAF (2004) y su uso primario fue como medio para proteger al suelo de la erosión y compactación, para conservar la humedad y para disminuir los costos de producción (Holland, 2004).

Varios son los factores que influyen en que el nivel de adopción de la técnica del manejo de residuos en la agricultura en esta zona no haya tenido más desarrollo.

Tabla No. 3. Tendencias de los sistemas de labranzas en Estados Unidos, 1990-2004. (Años pares)
(Millones de acres de área agrícola)

Sistema de Labranza	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002	2004
Cero Labranza	16,9 (6,0%)	28,1 (9,9%)	38,9 (13,7%)	42,9 (14,8%)	47,8 (16,3%)	52,2 (17,6%)	55,3 (19,6%)	62,4 (22,6%)
Labranza en camellones	3,0 (1,1%)	3,4 (1,2%)	3,6 (1,3%)	3,4 (1,2%)	3,5 (1,2%)	3,3 (1,1%)	2,8 (1,0%)	2,2 (0,8%)
Labranza con cobertura	53,3 (19,0%)	57,3 (20,2%)	56,8 (20,0%)	57,5 (19,8%)	57,9 (19,7%)	53,5 (18,0%)	45,0 (16,0%)	48 (17,4%)
Labranza de conservación (Subtotal)	73,2 (26,1%)	88,7 (31,4%)	99,3 (35,0%)	103,8 (35,8%)	109,2 (37,2%)	109,1 (36,7%)	103,1 (36,6%)	112,6 (40,7%)
Labranza reducida (15-30% cobertura)	71,0 (25,3%)	73,4 (25,9%)	73,2 (25,8%)	74,8 (25,8%)	78,1 (26,2%)	61,3 (20,6%)	64,1 (22,8%)	59,6 (21,5%)
Manejo de Residuo (Subtotal)	144,2 51,3	162,1 57,1	172,5 60,8	178,6 61,5	187,3 61,5	170,4 67,2	167,2 59,4	172,2 62,2
Labranza intensiva (<15% cobertura)	136,7 (48,7%)	120,8 (42,7%)	111,4 (39,3%)	111,6 (38,5%)	106,1 (36,2%)	127,1 (42,7%)	114,3 (40,6%)	104,4 (37,7)
Total de área plantada	280,9	282,9	283,9	290,2	293,4	297,5	281,4	276,6

Fuente: CICT (2004)

En Portugal, muchos son los factores de diferente naturaleza que impiden un mejor desarrollo de la agricultura de conservación. Desde el punto de vista económico la compensación que es pagada a los agricultores que adoptan este tipo de labranza requieren de una regulación que no es compatible con la mayoría de los sistemas agrícolas actuales, falta de asociaciones y visión comercial estrecha de los campesinos y desde el punto de vista sociológico la población campesina portuguesa es vieja y no cree en el cambio y el futuro inmediato (ECAAF, 2004)

Por su parte en Alemania las razones por las que los agricultores no adoptan la técnica están relacionada con conocimientos agronómicos. El 41% de los granjeros encuestados planteaban que se incrementaría el problema con malezas; el 18 % estimaba que es necesario remover los residuos de cosechas; el 12 % dijo que no era bueno para el suelo y el 30 % planteaba que no existe maquinaria disponible para este tipo de labranza (ECAAF, 2004)

Sin embargo Schmidt **et al.** (2004) plantean que el sistema de agricultura de conservación en Alemania es una nueva estrategia para la labranza en tierras cultivables. Varios experimentos se llevan a cabo para acumular resultados y conclusiones que puedan ser puestos en práctica. Basados en un gran número de experiencias fue posible demostrar que no existe disminución de los rendimientos después de una conversión hacia la agricultura con manejo de residuos en el estado germano de Sajonia, lo cual ha permitido que el área sembrada en este estado haya crecido de 0,2 % en 1993/1994 a 26,8 % en 2002/2003 como se observa en la Tabla No. 4

Tabla No 4. Incremento de área sembrada con cobertura muerta de suelo debido al programa de métodos agrícolas medioambientales compatibles en Sajonia, Alemania desde 1993/1994 a 2002/2003

Año	Área con cobertura	Proporción del total de tierra arable en Sajonia (%)
1993/1994	1,638	0,2
1994/1995	26,176	3,6
1995/1996	44,585	6,3
1996/1997	57,716	7,9
1997/1998	75,970	10,4
1998/1999	78,910	10,8
1999/2000	104,672	14,4
2000/2001	151,832	20,9
2001/2002	176,693	24,2
2002/2003	194,519	26,8

Fuente: Schmidt et al. (2004)

En Francia se estima que la superficie bajo la técnica de agricultura de conservación es de alrededor de 3 millones de hectáreas (ECAAF, 2004)

En el Reino Unido los productores orgánicos utilizan la técnica de la cobertura muerta de suelo como medida para el manejo de las malezas en sus cultivos (Bond y Grundy, 2000).

En España ha existido una plataforma real para la introducción de esta técnica. A finales de 1999 habían 1,2 millones de hectáreas bajo práctica de Agricultura de Conservación, mientras que actualmente existen alrededor de 2 millones de hectáreas que representa un incremento de casi el 70 %, lo que muestra una gran evolución en tan corto tiempo (ECAAF, 2004).

En la región de Carrión en la provincia de Teruel, España, de acuerdo con Sanz et al. (2004) es una práctica habitual el acolchado o “mulching pedregoso” que consiste en la colocación de piedras relativamente gruesas alrededor del árbol trufero para ayudar al suelo a conservar la humedad y disminuir el efecto de las heladas.

Los países con mayor proporción de área agrícola bajo agricultura de conservación son, de acuerdo con ECAF (2004), Suiza y Reino Unido con 30 y 40 % de su superficie agraria respectivamente (Tabla No. 5.)

Tabla No.5. Estimación de la superficie bajo Agricultura de Conservación y Siembra Directa en diferentes países de Europa				
Países	Superficie bajo Agricultura de Conservación	% Superficie Agrícola	Superficie bajo cero labranza	% Superficie Agrícola
Bélgica	140.000	10%		
Irlanda	10.000	4%	100	0,3%
Eslovaquia	140.000	10%	10.000	1%
Suiza	120.000	40%	9.000	3%
Francia	3.000.000	17%	150.000	0,3%
Alemania	2.375.000	20%	354.150	3%
Portugal	39.000	1,3%	25.000	0,8%
Dinamarca	230.000	8%		
Reino Unido	1.440.000	30%	24.000	1%
España	2.000.000	14%	300.000	2%
Hungría	500.000	10%	8.000	0%
Italia	560.000	6%	80.000	1%
TOTAL	10.054.000		960.250	
Fuente: ECAF (2004)				

De acuerdo con Fowler y Rockstrom (2001) en África existe algo más de 1 billón de hectáreas, que equivale al 73 % de las tierras áridas, con degradación moderada o severa. Sin embargo el uso de cobertura es dificultoso ya que se necesitan, para lograr efectos positivos en la conservación de la humedad del

suelo, como mínimo una dosis de $5 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, cantidad que es muy difícil de acumular debido al uso alternativo de los residuos en estas áreas.

La labranza de conservación es ampliamente practicada en África Oriental y del Sur especialmente en Kenya, Malawi y Zimbabwe y ha ganado en rapidez debido a la elevación de los niveles de conocimientos medioambientales, formando parte de los entrenamientos durante el proceso de extensionismo agrario en la mayoría de los países en esta región (UNEP, 2000)

El uso de la agricultura con manejo de residuos en Zambia se ha desarrollado en los últimos años de la década del 90 hasta nuestros días. Esto se ha debido a los esfuerzos de la Unión Nacional de Granjeros de Zambia. Desde diciembre de 1995 se estableció en esta Unión, la Unidad de Agricultura de Conservación que promueve este sistema tanto en el sector de gran escala como en el de pequeña escala (Kaumbutho y Simalenga, 1999).

En Bostwana Nyagumbo (1998) reporta que las investigaciones sobre este sistema de labranza han tenido lugar desde los años de la década del 70. Sin embargo la forma más común de labranza de ese país sigue siendo hasta nuestros días el de agricultura convencional.

En América Latina los sistemas de siembra con cobertura han sido usados por siglos por los agricultores. Por ejemplo en el Darién de Panamá, el Chocó de Colombia y la provincia de Esmeralda en Ecuador, la vegetación se tumba y los cultivos sembrados obtienen sus nutrientes del material vegetal en descomposición (Thurston, 1994).

La cobertura permanente del suelo ha sido un factor clave para la obtención de resultados exitosos en los sistemas de no labranza en esta región del mundo (Derpsch, 2001)

En áreas agrícolas con déficit de agua durante cierta parte del año en América Latina se usa arropo con material vegetal traído de los bosques adyacentes a las fincas. Se ha calculado que en Guatemala se llega a aplicar

hasta 40 Mg·ha⁻¹ de hojarasca traída de los bosques vecinos (Moreno y Sánchez, 1994).

En Cuba existe potencialidad y necesidad para la utilización de esta técnica de labranza, ya que la producción de residuos es significativa. Sin embargo estos son quemados por el fuego o enterrados durante la preparación del suelo lo que provoca una descomposición muy rápida debido a la alta temperatura del suelo y por consiguiente una actividad microbiana muy intensa.

Reportes de uso de cobertura en Cuba solo se conocen en el ajo en trabajos realizados por López **et al.** (1995) y López **et al.** (1996) los que utilizaron los restos de cosechas de arroz para cubrir el suelo.

Por otra parte Santiesteban y Garcé (2002) utilizan los restos del molino arrocero para cubrir los pasillos entre los canteros de los organopónicos y así impedir el crecimiento de malezas en los mismos. Una vez que estos restos son descompuestos son utilizados como materia orgánica en los canteros.

OBJETIVOS:

El cultivo de cebolla en la zona de Banao, Sancti Spíritus, Cuba, se siembra en suelo con una topografía ondulada, con una alta carga de agroquímicos que han conllevado a una degradación de los suelos, mientras que los restos de cosechas precedentes de arroz son destruidos, en una cantidad significativa, por el fuego.

Utilizar estos restos de la cosecha de arroz como cobertura de suelo en el cultivo de la cebolla traería como consecuencia un ambiente más favorable para las plantas en cuanto a temperatura y humedad de suelo, así como menos competencia con las malas hierbas y menor incidencia de la principal plaga del cultivo, el trips de la cebolla. *Thrips tabaci* L.. Esto repercutiría directamente en los rendimientos del cultivo.

Objetivo General:

Estimar la producción de residuos de cosechas de arroz en el ecosistema agrícola de Banao, Sancti Spiritus, Cuba y valorar la influencia de ellos utilizados como cobertura de suelo en algunas propiedades físicas del suelo, en la incidencia del Trips (*T. tabaci* L) y sobre los parámetros agronómicos en el cultivo de cebolla.

Objetivos Específicos:

1. Estimar la producción de residuos de cosechas de arroz en el ecosistema agrícola de Banao, Sancti Spiritus, Cuba y aproximarse a la gestión de la misma por parte de los productores.
2. Estudiar los efectos de la cobertura con restos de cosechas en el régimen térmico del suelo.
3. Evaluar la acción de la cobertura con restos de cosechas en la humedad del suelo a diferentes profundidades.
4. Valorar la influencia de la cobertura del suelo con restos de cosechas en la incidencia de malezas en el cultivo de cebolla.

5. Estudiar la influencia de la cobertura del suelo con restos de cosechas en el cultivo de cebolla en los siguientes aspectos:
 - Número de hojas.
 - Altura de la planta.
 - Diámetro del pseudotallo.
 - Momento del bulbeo.
 - Número de hojas al momento del bulbeo.
 - Altura de la planta al momento del bulbeo.
 - Altura del bulbo.
 - Diámetro del bulbo.
 - Peso seco del bulbo.
 - Peso del bulbo.
6. Determinar la factibilidad económica del uso de la cobertura del suelo en el cultivo de cebolla.
7. Estudiar la influencia de la cobertura del suelo en la incidencia del trips de la cebolla, principal plaga del cultivo en Cuba.

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA.

Situación geográfica.

La zona agrícola de Banao está situada a 17 km al sudoeste de Sancti Spiritus, capital municipal y de la provincia del mismo nombre, como se muestra en el mapa de la Figura No.2. En el mismo se puede observar que la topografía de este ecosistema agrícola y sus áreas contiguas es irregular y la altura sobre el nivel del mar se va haciendo mayor de sur a norte. La primera línea de nivel se localiza hasta los 20 metros sobre el nivel del mar (msnm) y esta es un área que abarca prácticamente desde la costa Sur y hasta unos 15 km tierra adentro. A continuación el relieve va tomando altura hasta llegar hasta los 500 msnm.

Aunque la cebolla se siembra en toda el área, su concentración mayor se encuentra en una franja de dos kilómetros que se extiende a ambos lados de la carretera que une a Sancti Spiritus con la ciudad de Trinidad y cuya altura es de entre 100 y 200 msnm.

En el mapa geográfico general del agroecosistema que se muestra en la Figura 3 se observan los dos poblados más importantes; el de Banao con 6861 habitantes y el de Pojabo con 2812 habitantes. Otros asentamientos poblacionales del área son El Caney, La Herradura y La Unión. Dentro del área se localiza la cuenca del río Banao y la mayor parte de la cuenca del río Tayabacoa.

Este ecosistema agrícola se ubica en las coordenadas planimétricas E: 216 000-218 000 y N: 539 000-550 000. Su área total es de 9796,6 ha de las cuales 7112,6 pertenecen al sector estatal y 2684 al sector no estatal. El área cultivable en el sector estatal es de 4066,26 ha y el resto es dedicado a la actividad forestal y ganadería; en el sector no estatal el área cultivable asciende a 1301,3 ha.

Figura No. 2

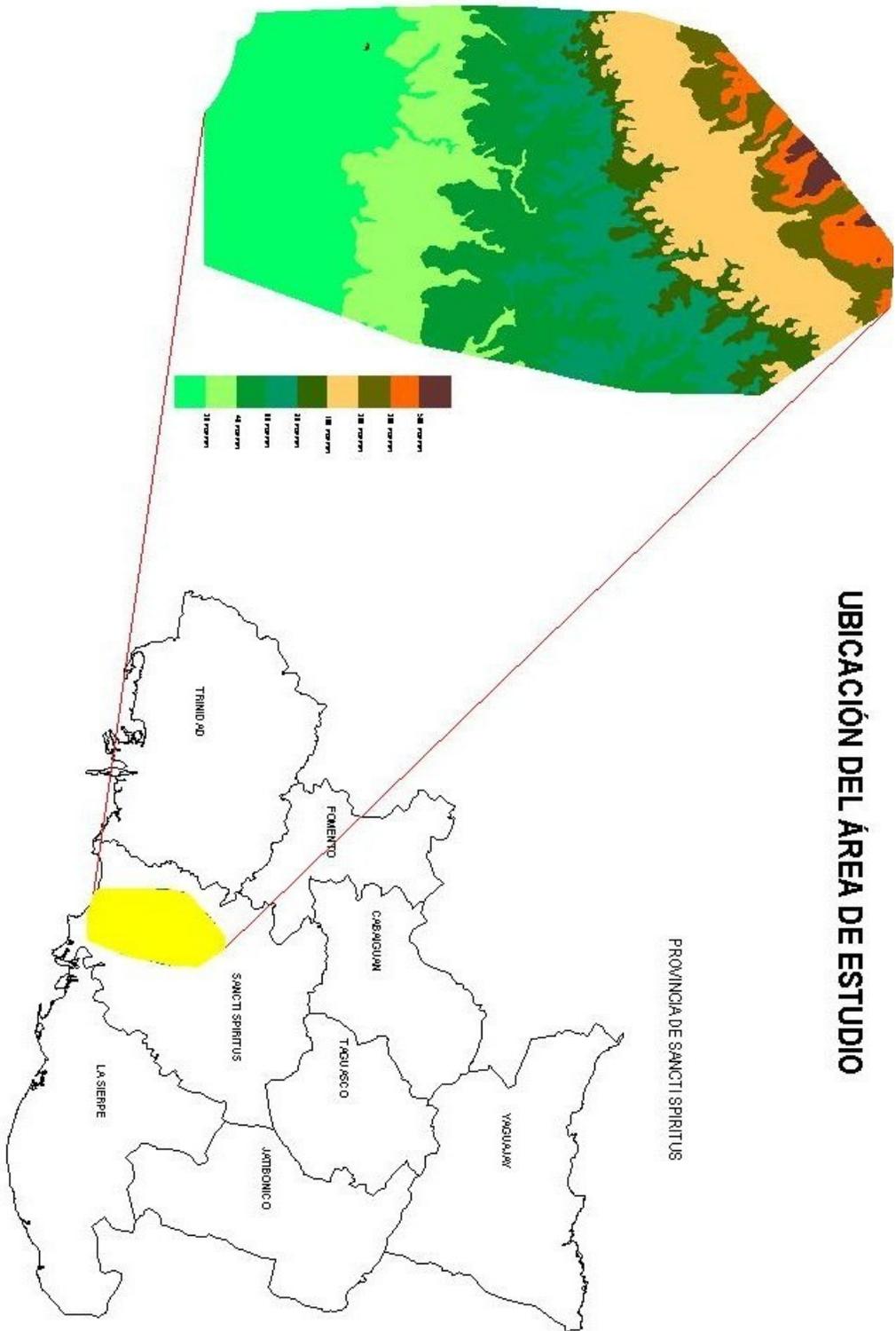
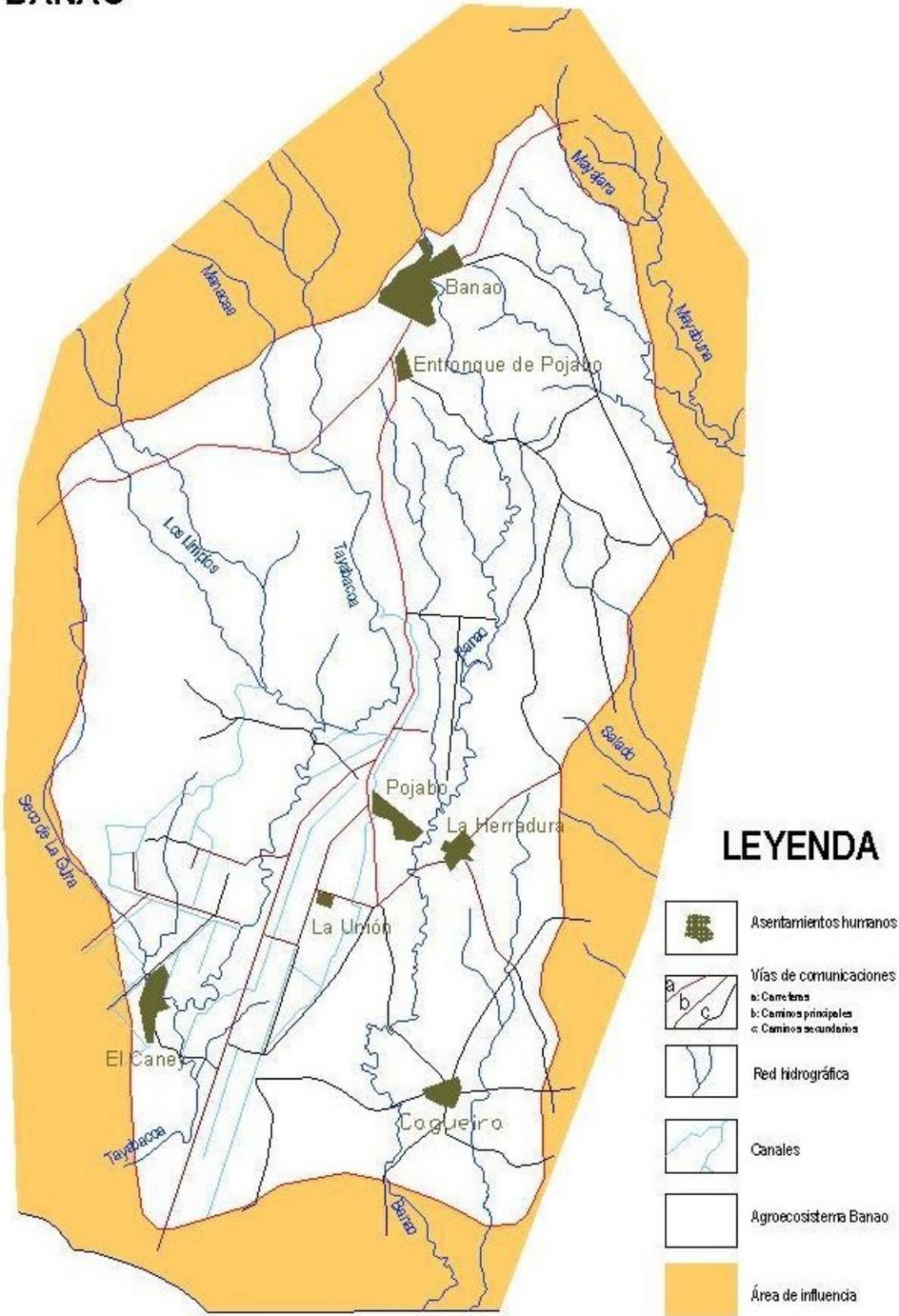


Figura No 3

MAPA GEOGRÁFICO GENERAL DEL AGROECOSISTEMA BANAQ



Condiciones geológico geomorfológicas.

Existe un predominio de rocas metamórficas en toda el área que pertenecen en su mayoría a la facie esquistos verdes y su composición mineralógica es muy variada. Conjuntamente con minerales como el cuarzo, que es muy abundante y tiene una gran dureza, se encuentran infinidad de silicatos, grafitos, sesquióxidos de hierro y aluminio y otros, que tienen un comportamiento geoquímico muy disímil, por lo que le confiere a estas rocas pésimas propiedades mecánicas, que permiten una fuerte actuación de los procesos exógenos (González, 2002).

Condiciones edafobiogénicas.

Los suelos rojos, fersialíticos y ferralíticos predominan en el área. La composición litológica, la presencia de cortezas de interperismo *in situ* y redepositadas y el régimen hidroclimático, establecen esta regularidad. Sin embargo es posible encontrar suelos esqueléticos naturales y pardos grisáceos de montaña, así como una gran diversidad en los suelos ferralíticos.

Evolución agrícola de la zona.

En esta zona la antropización es muy intensa. La misma comenzó en el Siglo XIX con el corte de madera y posteriormente siembra de cultivo por una o dos cosechas y el desarrollo de la ganadería hasta los años 60 del siglo pasado (González, 2002).

A partir de esta fecha comienza el desarrollo extensivo de la agricultura en grandes áreas estatales donde, por las condiciones climáticas, se desarrolló el cultivo de la vid (*Vitis vinífera*), fresa (*Fragaria* spp), espárragos (*Asparagus officinalis*), algodón americano (*Gossypium hirsitium*) y otros cultivos exóticos, los cuales no mostraron los resultados económicos esperados por lo que estos fueron paulatinamente sustituidos, en la década

del 70, por cultivos más adaptados a las condiciones climáticas de Cuba tales como el plátano (*Musa paradisiaca*), tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), maíz (*Zea mayz* L.), fruta bomba (*Carica papaya*), cebolla y otros cultivos. La cebolla, junto al ajo ya venía cultivándose desde los años 40 por pequeños campesinos privados con buenos resultados y con poca utilización de pesticidas.

El cultivo de cebolla fue arraigándose en la cultura campesina del área, la cual fue cada vez mayor y con la aparición de la agricultura tipo Revolución Verde el campesino intensifica el uso de pesticidas que, según Gómez **et al.** (2002) de 2 aplicaciones que se realizaban antes de 1959 se fue incrementando hasta alcanzar las 22,1 aplicaciones en la campaña 1998/1999 (Gráfico No. 1)

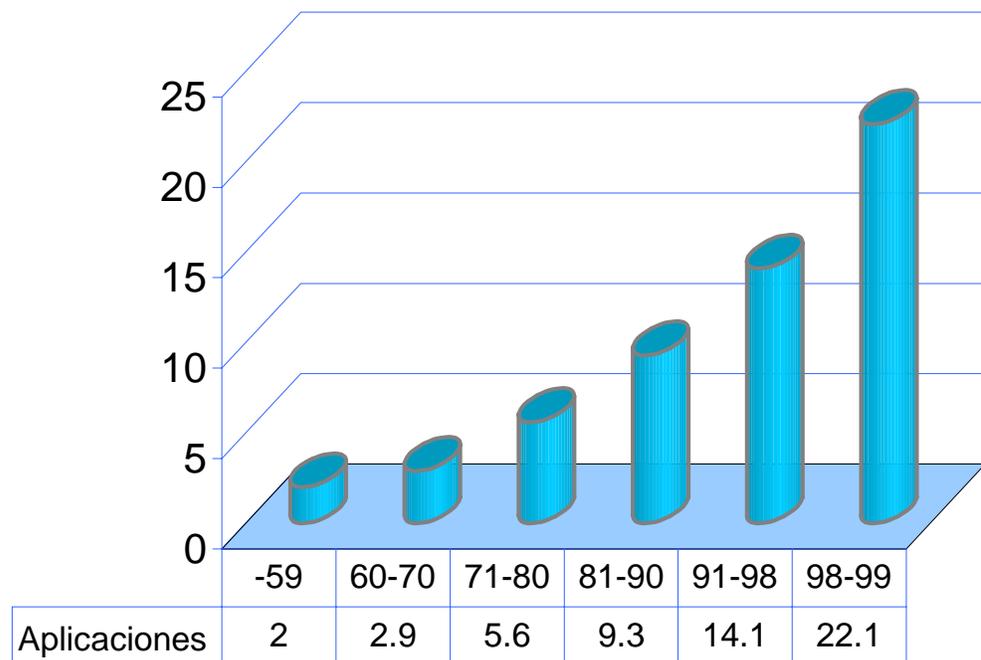


Gráfico No. 1. Promedios de aplicaciones de insecticidas en la zona cebollera de Banao

Al cultivo de cebolla se dedican como promedio 260 ha en el sector no estatal, que siembra alrededor del 83,4 % del total y un 16 % es sembrado por el sector estatal. De acuerdo con Cruz (1997) la zona de Banao asume el 70 % de toda el área cultivada de cebolla en la provincia de Sancti Spiritus.

La zona cebollera está ubicada en la premontaña (Foto No. 1), ya que los campesinos han ido emigrando desde las zonas llanas, en las cuales han sembrado continuamente este cultivo sin tener en cuenta medidas para conservar la fertilidad y productividad de los suelos, lo que ha conducido a su agotamiento.

De acuerdo con Ríos (2004) el 55,96 % del área dedicada al cultivo de cebollas en la zona es considerada de pendiente ondulada a alomada; el 96,41% del área está afectada por erosión y el 93,63 % tiene un contenido de materia orgánica menor de 4 %.

De acuerdo con Santana (1998), excepto en la etapa de semillero, que se utiliza el riego por aspersión, el cultivo de cebolla en esta zona es únicamente irrigado por surcos, debido a que esta especie de planta tiene su área foliar cubierta por una capa cerígena que el agua del riego por aspersión podría deteriorar, perdiendo de esta forma la planta este medio de regulación con el exterior, lo que se manifiesta en el debilitamiento de las defensas del vegetal tanto por agentes biológicos como físicos. Además el agua de riego por aspersión se acumula en el pseudotallo provocando pudriciones precoces del bulbo o baja resistencia al almacenamiento. El riego por aspersión también puede ser un factor para la aparición de enfermedades fungosas debido a que los patógenos del suelo pueden alcanzar las hojas a través de las salpicaduras que este tipo de riego produce.



Foto No. 1. Vista panorámica de campos de cebollas en Banao, Sancti Spiritus, Cuba

Climatología.

En la Tabla No. 6 se muestran los principales datos climáticos de la zona de acuerdo con CITMA (1997).

<i>Tabla No. 6. Datos climáticos de la zona</i>					
Meses	Precipitaciones (mm)	Humedad relativa (%)	Velocidad de Viento (m·h⁻¹)	Dirección del viento	Temperatura (°C)
Enero	30 - 35	80.0	14.1	NE	23.7
Febrero	35 - 40	78.0	14.4	NE	23.8
Marzo	40 - 45	77.0	14.6	NE	24.7
Abril	60 - 70	76.0	13.7	NE	25.3
Mayo	190 -200	80.0	12.2	NE	26.5
Junio	200 - 250	83.0	11.6	NE	27.7
Julio	150 - 160	82.0	12.3	NE	28.2
Agosto	190 - 200	83.0	11.4	NE	27.3
Septiembre	200 - 250	86.0	10.9	NE	26.8
Octubre	150 - 190	89.0	11.9	NE	26.0
Noviembre	60 - 65	84.0	13.7	NE	24.3
Diciembre	20 - 25	82.0	14.2	NE	26.0
Media anual	1325 - 1530	81.7	12.9	NE	25.9

Pluviosidad

La pluviosidad media anual oscila entre 1325 y 1530 mm. Sin embargo estas precipitaciones no se distribuyen de forma uniforme durante todo el

año (Gráfico No 2). Durante el período lluvioso que comprende los meses desde mayo hasta octubre la precipitación acumulada alcanza 1165 mm que representa el 81,6 % del total anual, mientras que en los meses de la temporada seca, que se extiende desde noviembre hasta abril, la precipitación acumulada es de 262,5 mm, que es solo el 18.4 % del total anual.

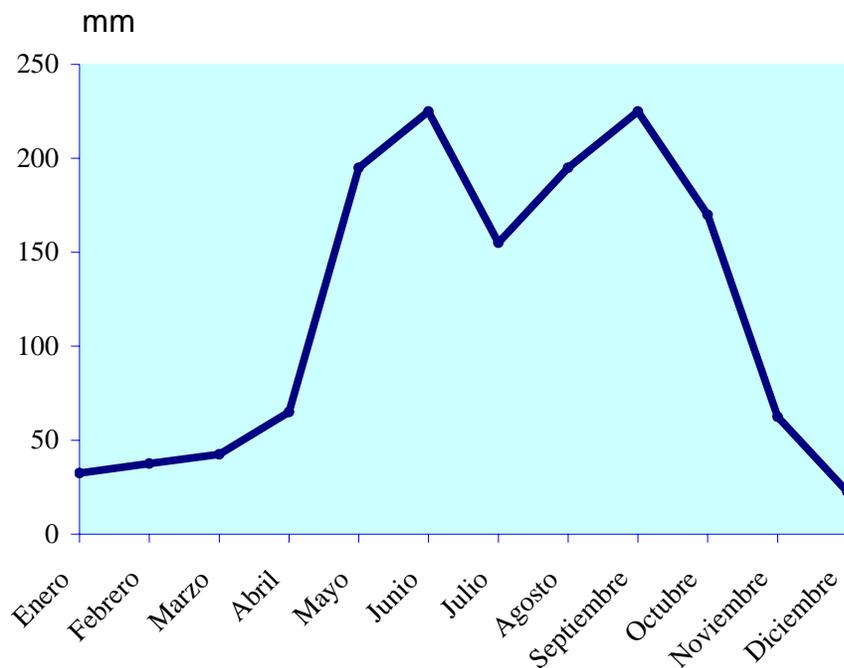


Gráfico No. 2. Precipitaciones

Temperatura

Como se observa en el Gráfico No. 3 las temperaturas más bajas coinciden con los meses de la temporada seca, oscilando entre 23,7 °C en el mes de enero, el más frío de la temporada para la zona, y 26 °C en el mes de diciembre y un promedio de 24,6 °C para la temporada, mientras que las temperaturas más altas se registran en los meses de primavera, oscilando

entre 26,5 °C en el mes de mayo y 28,2 °C en el mes de julio, el más caluroso para la zona, y un promedio de 27°C.

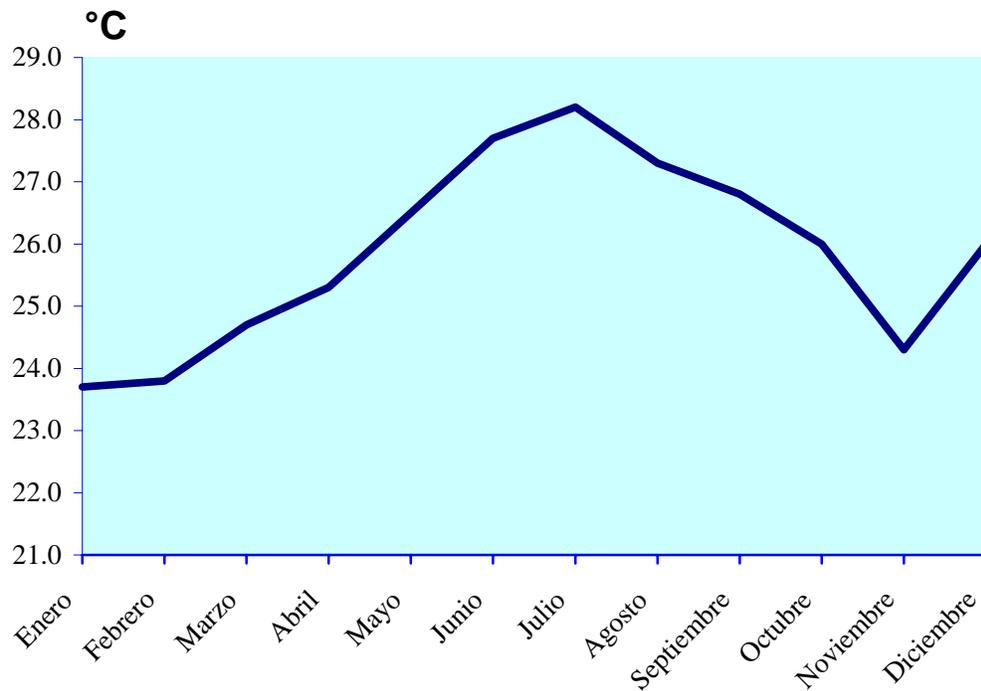


Gráfico No. 3. Temperatura

Humedad relativa.

La humedad relativa del aire se comporta similar durante todo el año siendo siempre alta y oscilando entre 76% en abril y 89% en octubre y un promedio anual de 81,7% (Gráfico No. 4).

Velocidad del viento.

La velocidad media anual del viento es de 12,9 m·h⁻¹ y la dirección predominante es del noreste.

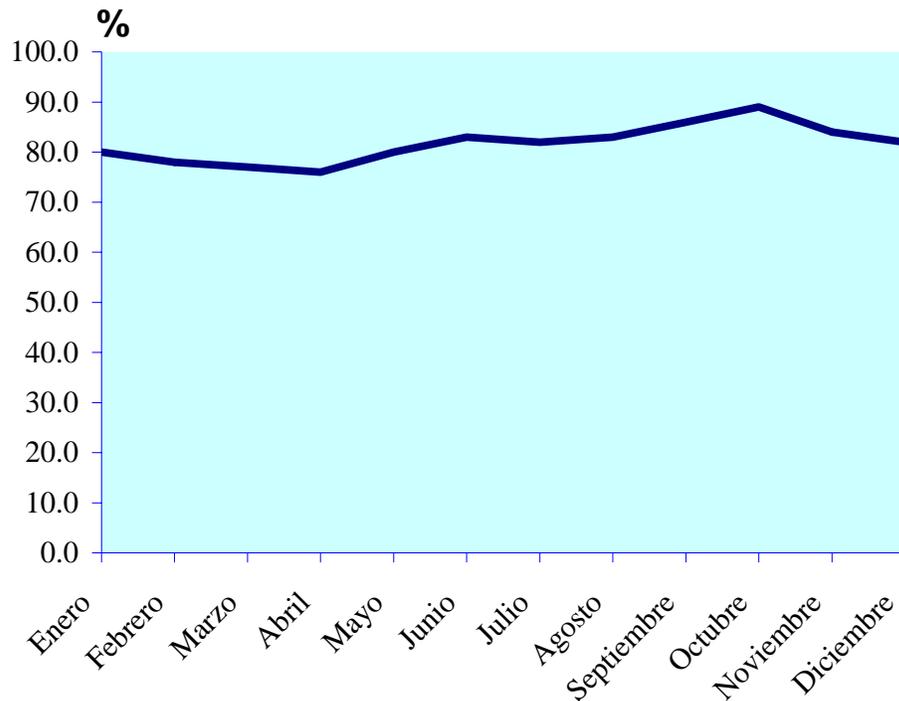


Gráfico No. 4. Humedad relativa

Microlocalización del área para el experimento de campo.

La finca “La Ceja”, ubicada a 2 km del poblado de Banao, pertenece a la Empresa de Cultivos Varios homónima en la provincia de Sancti Spiritus, Cuba.

En la misma se presentan suelos Pardo Grisáceo, típico, sobre calizas y esquistos del jurásico superior, con un pH entre 6,1 y 6,5 y un relieve con ondulaciones medias que oscilan entre los 140 y 200 msnm, las cuales aumentan gradualmente en dirección noroeste.

La flora presente en la finca, de acuerdo con García **et al** (2001), está constituida por 123 especies, de 108 géneros pertenecientes a 52 familias. Las familias mejor representadas son *Poaceae* (9 géneros, 10 especies); *Asteraceae* (9 géneros, 9 especies); *Fabaceae* (7 géneros, 8 especies); *Euphorbiaceae* (7 géneros, 7 especies), *Mimosaceae* (5 géneros, 6

especies) y *Convolvulaceae* (5 géneros y 5 especies). Se destacan por su endemismo “Espuela de caballero”, *Jacquinia aculeata* (*Theophrastaceae*), *Espadea amoena* (*Solanaceae*), “Platanillo de Cuba”, *Piper aduncum* (*Piperaceae*), “Palo Bronco”, *Malphigia suberosa* (*Malphighiaceae*), “Cordobancillo”, *Rhytidophyllum wrighttianum* (*Gesneriaceae*), “Croton” *Croton panduraeformis* (*Euphorbiaceae*) y “Guaco”, *Mikania reticulosa* (*Asteraceae*).

La utilidad de la flora existente es significativa, siendo el 87 % de las especies presentes usadas por el hombre en disímiles actividades, destacándose por su valor como alimento animal el 39,8 % de las especies, alimentación humana el 21,9 % y función melífera el 22,8 %.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en el ecosistema agrícola de Banao, Sancti Spíritus, Cuba, durante el período de septiembre del 2002 y mayo del 2004.

Confección de los mapas

Para la confección de los mapas se utilizó la cartografía digital aplicando el AUTOCAD MAP 2000. Los mapas se escanearon y se insertaron como imágenes Raster que fueron georeferenciadas y sobre ellas se vectorizaron las líneas de relieves, líneas de comunicación, asentamientos poblacionales, canales de riego, hidrografía y otras informaciones de interés.

Se confeccionaron dos mapas. En el primero de ellos se muestra la ubicación general del ecosistema agrícola de Banao y se refleja el relieve en el mismo.

El segundo mapa muestra las principales líneas de comunicación vial, propias o que pasan por el ecosistema, los principales núcleos poblacionales, la red de canales de riego utilizados, así como los principales ríos y arroyos.

Estimación de la producción de restos de cosechas.

Para la estimación de la producción de restos de cosechas de arroz (*Oriza sativa* L.) en el ecosistema agrícola de Banao se utilizó el coeficiente de producción de residuo de este cultivo que es de 1,5 Mg de residuo por cada Mg de arroz húmedo producido, establecido por Lal (1995) y se multiplicó por la producción de dicho cultivo en el año 2002, tanto en el sector de producción estatal como en el sector privado. Los datos relativos a la producción de arroz en esta zona fueron obtenidos a partir de los modelos del Sistema de Información Estadística Nacional (SIE-N)

suministrados por la Oficina Territorial de Estadísticas (OTE, 2003) de la provincia de Sancti Spiritus

Para conocer preliminarmente la gestión que realizan los agricultores de la zona con el residuo de la producción de arroz se realizó una encuesta a un grupo de 35 agricultores (Anexo No. 1).

EXPERIMENTO DE CAMPO.

EXPERIMENTO No. 1

El experimento de campo No. 1 se realizó en la Finca N0. 1 de la Empresa de Cultivos Varios Banao, de la Provincia de Sancti Spiritus, Cuba, durante los meses de diciembre del 2002 a mayo del 2003, en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) variedad Caribe-71, en un diseño de bloques completos al azar, con tres tratamientos y cuatro repeticiones, sobre suelo Pardo Grisáceo, típico, al cual se le realizó análisis químico en el Laboratorio Provincial de Suelos de Sancti Spiritus antes de la siembra y cuyos resultados aparecen en la Tabla No. 5.

<i>Tabla No. 5. Análisis químico del suelo</i>	
pH	6,2
P₂O₅	14,7 mg/100 g de suelo
K₂O	12,7 mg/100 g de suelo
Ca	5,8 mg/100 g de suelo
Mg	1,3 mg/100 g de suelo
Mat. Org.	1,2 %

Las parcelas tenían 6 m de largo por 2,45 m de ancho. Se sembraron ocho surcos en cada una de las parcelas, a una distancia de siembra de 0,35 m entre líneas y 0,10 m entre plantas, de los cuales se evaluaron los seis surcos centrales. El método de siembra utilizado fue el trasplante, el que se realizó el 26 de diciembre de 2002.

Tratamientos:

Los tratamientos utilizados fueron:

Tratamiento 1: Suelo descubierto (Testigo).

Tratamiento 2: Suelo cubierto con restos de cosechas de arroz (RCA) a una dosis de 20 Mg·ha⁻¹.

Tratamiento 3: Suelo cubierto con hierba de guinea (HG) a una dosis de 20 Mg·ha⁻¹.

Disposición de la cobertura.

La cobertura se dispuso a toda el área de la parcela, cubriéndose tanto el espacio entre líneas como entre plantas. El espesor de la cobertura fue de 4-5 cm y el área se cubrió dos días después del trasplante para no interferir en la recuperación de la crisis que provoca en las posturas el trasplante.

Fertilización.

La fertilización fue la recomendada por las Normas Técnicas (MINAG, 1983)

Riego.

Para todos los tratamientos el riego fue por gravedad por surcos y de acuerdo con las normas técnicas (MINAG, 1983).

MEDICIONES Y OBSERVACIONES FÍSICAS.

Temperatura del suelo.

Para medir la temperatura del suelo se colocaron termómetros de tipo acodado de Savinoff, de forma permanente en cada una de las parcelas experimentales, a la profundidad de 0-5 cm, registrándose la temperatura a las 8:00 AM, 11:00 AM, 2:00 PM y 5:00 PM en una libreta de campo preparada a tal efecto.

Posteriormente se calculó la temperatura decenal para cada hora de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Thd = \frac{\sum_1^n Th}{n}$$

Donde:

Thd: Temperatura horaria decenal.

Th: Temperatura horaria diaria.

N: numero de días (10 u 11)

Se determinó la variación de temperatura de las 2:00 PM. vs. 8:00 AM en cada decena.

Humedad del suelo.

La humedad del suelo se determinó en el Laboratorio del Centro de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos de la Empresa de Cultivos Varios de Banao.

Se determinó la humedad del suelo en cada uno de los tratamientos a las siguientes profundidades:

- 0 – 10 cm.

- 10 – 20 cm.
- 20 – 30 cm.
- 30 – 40 cm.

El método utilizado para determinar la humedad de suelo fue el gravimétrico y se realizó a partir de la sexta semana después del trasplante.

Para ello se tomaron tres puntos en cada parcela: uno en cada extremo de una línea imaginaria entre dos esquinas opuestas de la parcela y uno en el centro de dicha línea. En cada punto se tomaron tres muestras en cada una de las profundidades, las cuales fueron colocadas en pesafiltros previamente tarados. Las muestras fueron pesadas en una balanza analítica ($\pm 0.01g$) y puestas a secar en un horno a una temperatura de $105^{\circ}C$ hasta obtener peso constante. Posteriormente se extrajeron las muestras del horno y se dejaron enfriar y nuevamente se pesó la muestra, pasándose a calcular el porcentaje de humedad en base a suelo seco (bss) utilizando la fórmula:

$$\%hbss = [(a - b) / b] * 100$$

donde:

%hbss: Porcentaje de humedad en base al suelo seco.

a: peso del suelo húmedo

b: peso del suelo seco

PARÁMETROS BIOLÓGICOS.

Incidencia de malezas.

Se realizaron tres evaluaciones de incidencia en los momentos siguientes.

- 10 de enero 2003.
- 31 de enero 2003.
- 21 de febrero 2003.

Se determinó en cada momento el grado de enmalezamiento por el método visual de Matsev (1962) que consta de una escala de cuatro grados:

- **Malezas aisladas:** Cobertura hasta el 5 % del área.
- **Mediano enmalezamiento:** Cobertura entre el 6 y el 25 % del área.
- **Fuerte enmalezamiento:** Cobertura entre el 26 y el 50 % de cobertura.
- **Muy fuerte enmalezamiento:** Cobertura de más del 50 % del área.

Cada parcela se toma como el 100 % y se estima visualmente la proporción del área total que está cubierta.

Una vez determinado el grado de enmalezamiento se procedía, en caso necesario, al desyerbe ya fuera con azadón o escarpe manual.

Mediciones realizadas a las plantas.

Para la medición de los parámetros de las plantas se seleccionaban 20 de ellas en cada parcela a las cuales se les midió:

- a) Número de hojas activas:** Se contaba y anotaba la cantidad de hojas activas que tenía la planta en ese momento.
- b) Altura de la planta:** Se realizó con una regla de mesa, ubicándose el cero de la misma en el cuello de la planta y extendiendo la hoja a lo largo de esta en la dirección vertical. Se anotaba la mayor altura alcanzada por el ápice de la hoja de mayor longitud.

- c) Diámetro del pseudotallo:** Se midió con un pie de rey el grosor del pseudotallo en su parte media.

Las mediciones a, b y c se realizaron semanalmente a partir de la tercera semana después del tratamiento.

- d) Inicio del bulbeo:** Se consideró que una parcela comenzaba el bulbeo cuando el 10% de las plantas estaban en ese momento.

- e) Características de los bulbos:** Se seleccionaron en el momento de la cosecha 25 bulbos por parcelas a los cuales se le midió el diámetro ecuatorial y la altura con el pie de rey. Se determinó el peso fresco y se determinó el % de materia seca en el Laboratorio de Química del Centro Universitario de Sancti Spíritus.

- f) Clasificación de los bulbos por calibres.** Los bulbos seleccionados anteriormente se clasificaron de acuerdo a su diámetro atendiendo a la escala del INIFAT (1999) y se determinó el porcentaje de bulbos en cada clase:

- **1era clase:** Diámetro mayor de 6 cm.
- **Optimo:** Diámetro entre 4 y 6 cm.
- **Tercera clase:** Diámetro entre 3 y 3,9 cm.
- **Cuarta clase:** Diámetro menor de 3 cm.

Rendimientos.

La cosecha se realizó el 16 de abril de 2003. Se pesó toda la producción obtenida en los seis surcos objeto de evaluación, determinándose su peso. Los rendimientos obtenidos son expresados en $\text{kg}\cdot\text{parcela}^{-1}$.

ANÁLISIS ECONÓMICO.

El análisis económico realizado se ha basado en la utilización de las diferentes fuentes de información, como la ficha de costos, informes estadísticos y reportes de trabajo.

Se realizó análisis económico en cada tratamiento para 1 ha. Los parámetros calculados fueron:

- **Costos.** Gastos reales en la producción y la venta, el cálculo del real de toda la producción, así como el control de la utilización de los recursos empleados. Se anotaron los gastos en que se incurrió por todos los conceptos durante el experimento.
- **Valor de la producción.** Se determinó sobre la base de la producción vendida.

$$VP = PF * P$$

Donde:

VP: Valor de la producción mercantil realizada.

PF: Volumen de la producción física.

P: Precio de venta por unidad de venta.

- **Ganancia.** Expresa la diferencia entre los ingresos obtenidos por la realización de la producción y los costos incurridos en su producción y venta. Se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$G = It - Ct$$

Donde:

G: Ganancia total

It: Ingreso total.

Ct: Costo total

- **Rentabilidad.** Capacidad para generar utilidad, constituyendo una medida del éxito. Se determinó de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$R = G / C$$

Donde:

R: Rentabilidad.

G: Ganancia.

C: Costos

- **Costo por peso de producción.** Expresa la cantidad de recursos financieros invertidos por cada peso de producción obtenido. Se determinó sobre la base de la siguiente ecuación:

$$C/P = C_t / VP$$

Donde:

C/P: Costo por peso de producción.

C_t: Costo total.

VP: Valor de la producción

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el paquete estadístico SPSS para Windows versión 9.0.

Para determinar la normalidad de los datos se les aplicó a los mismos la prueba de Kolmogorov – Smirnov y en caso de existir normalidad se verificó la homogeneidad de las varianzas de los tratamientos en estudio, utilizando la dócima de Levene.

Para el análisis estadístico de la humedad del suelo, número de hojas, porcentaje de materia seca de los bulbos y clasificación por calibre de los bulbos se utilizó la prueba de Kruskal – Wallis y, de existir diferencia entre las medias, se comparaban los tratamientos dos a dos mediante la aplicación de la prueba U de Mann – Whitney para determinar los tratamientos que se diferenciaban entre sí, ya que los datos no se distribuyeron normalmente.

En el caso de temperatura de suelo, altura de la planta, diámetro del pseudotallo, diámetro y altura de los bulbos y los rendimientos, los datos sí reunían los parámetros establecidos para las pruebas paramétricas por lo que se procedió a realizar un análisis de varianza simple. Cuando existió diferencias significativas entre las medias a estas se les procesó por la prueba de Rangos Múltiples de Duncan para el 95% de probabilidad del error.

EXPERIMENTO No. 2

El experimento de campo No. 2 se realizó en la Finca N0. 1 de la Empresa de Cultivos Varios Banao, de la Provincia de Sancti Spiritus, Cuba, durante los meses de diciembre del 2003 a mayo del 2004, en el cultivo de la cebolla (*A. cepa* L.) variedad Caribe-71, sobre suelo Pardo Grisáceo.

Se diseñaron tres parcelas de 20 m de largo por 20 m de ancho. Se sembraron 58 surcos en cada una de las parcelas a una distancia de siembra de 0,35 m entre líneas y 0,10 m entre plantas. El método de siembra utilizado fue el transplante y el mismo se realizó el 20 de diciembre del 2003.

Tratamientos:

Los tratamientos utilizados fueron:

Tratamiento 1: Suelo cubierto con restos de cosechas de arroz a dosis de 20 Mg ·ha⁻¹. (RCA)

Tratamiento 2: Suelo descubierto y sin tratar con insecticidas químicos (SDNT)

Tratamiento 3: Convencional. Suelo descubierto y tratado con insecticidas químicos

La aplicación de los insecticidas para el control del trips se realizó de acuerdo con el índice de insectos por plantas que presentara la parcela en cada muestreo. El índice que se tomó para la aplicación de insecticidas fue de 20 insectos por planta (GESIMAP, 1999). Los insecticidas utilizados aparecen en la tabla No. 6.

Tabla No 6. Aplicación de Insecticidas en el tratamiento convencional

Fecha	Insecticida	Ingrediente activo	Grupo químico	Dosis
20 de febrero 2004	Dimetoato CE 40	Dimetoato	Fosforado	0,6 kg ia · ha ⁻¹
5 de marzo 2004	Karate CE 2.5	Cialotrin	Piretroide	12,5 g ia · ha ⁻¹
12 de marzo 2004	Mesuroi SC 50	Metiocarb	Carbamato	2 L pc · ha ⁻¹
19 de marzo 2004	Thiodan PH 50	Endosulfán	Clorado	1 kg ia · ha ⁻¹
26 de marzo 2004	Malation CE 57	Malation	Fosforado	1.1 kg ia · ha ⁻¹

**Fuente: CENTOX (2002).
GESIMAP (1999b).**

Disposición de la cobertura.

La cobertura se dispuso a toda el área de la parcela del tratamiento 1, cubriéndose tanto el espacio entre líneas como entre plantas. El espesor de la cobertura fue de 4-5 cm y el área se cubrió tres días después del trasplante para no interferir en la recuperación de la crisis que provoca en las posturas el trasplante.

Fertilización.

La fertilización fue la recomendada por las Normas Técnicas (MINAG, 1983)

Riego.

Para todos los tratamientos el riego fue por gravedad por surcos y de acuerdo con las normas técnicas (MINAG, 1983).

Determinación de incidencia de trips.

Para determinar la cantidad de insectos por plantas se evaluaron semanalmente 25 plantas que eran extraídas de 25 puntos dispuestos en zigzag en cada parcela, a cada planta se le contaba el número total de insectos que poseía después de ser extraídos estos de la planta..

El procedimiento fue el siguiente: Se extrae una planta de raíz en cada uno de los puntos, introduciendo la misma en una bolsa de nylon y hermetizándola mediante una banda elástica.

Para extraer los trips cada planta es lavada en solución de alcohol al 30 % auxiliándose de un pincel. Los insectos en la solución son filtrados a través de una tela fina transparente con celdas de 0,2 mm² colocadas en la base de un embudo. La tela conteniendo los trips se pasa a un frasco con alcohol al 70 %, para matar los mismos. Posteriormente la tela se extiende sobre una placa cuadrículada, añadiendo una gota de agua para que la misma se adhiera a la superficie de la placa y se esparcen los trips utilizando un fino

pincel, procediéndose al conteo debajo de un microscopio de disección (Ashir, 1968)

Posteriormente se calcula la media de insectos/plantas y se plotea en un gráfico.

Rendimientos.

La cosecha se realizó el 12 de abril de 2004. Se pesó toda la producción obtenida en cada una de las parcelas objeto de evaluación, determinándose su peso. Los rendimientos obtenidos son expresados en $\text{kg}\cdot\text{parcela}^{-1}$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Producción estimada de residuos de cosechas de arroz en ecosistema agrícola de Banao.

En la tabla No. 9 se muestra el estimado de la cantidad de restos de cosechas producido en el ecosistema de Banao, solo en el cultivo de arroz. Se observa que los productores estatales producen 4 756,68 Mg mientras que los productores privados producen 879,41 Mg. La cantidad de residuos total alcanza los 5 636,09 Mg, de la cual una gran parte no es retornada al suelo sino que es, en la mayoría de los casos, destruido por el fuego con el objetivo de dejar el área limpia para la próxima cosecha. El manejo de estos residuos de cosechas así como el de otros cultivos del mencionado ecosistema agrícola debe ser estudiado más al detalle.

Tabla No. 9. Estimado de la producción de restos de cosechas de arroz en el ecosistema agrícola de Banao.

	Producción de arroz¹ (Mg.)	Coefficiente de producción de rastrojo	Producción de residuos. (Mg.)
Sector estatal	3 171,12	1,5	4 756,68
Sector no estatal	586,27	1,5	879,41
Total	3 757,39	1,5	5636,09
1. OTE, 2003.			

Teniendo en cuenta una dosis de 20 Mg·ha⁻¹ de restos de cosechas de arroz para utilizar como material de cobertura muerta en cebolla se podrían cubrir aproximadamente 281 ha de cultivo que representa cerca del 66,2 % de toda el área sembrada de este cultivo en esta zona.

Existe un gran potencial de residuos de cosechas en el ecosistema agrícola de Banao, que debe ser bien manejado para impedir que los mismos puedan ser emitidos a la atmósfera como gases de invernadero durante el proceso de incineración. Según Lal, (2000) los suelos en los países subdesarrollados especialmente aquellos usados para la agricultura de subsistencia han sido la mayor fuente de gases de invernadero radiactivamente activo, CO₂, CH₄ y N₂O.

Tomando en cuenta que cada Mg de residuo contiene entre 40 y 100 kg de los principales nutrientes necesarios para las plantas (Lal, 1995) la cantidad de nutrientes (N + P+ K) contenidas en estos restos de cosechas oscilarían entre 225,4 y 563,6 Mg, se podrían ahorrar una gran cantidad de fertilizantes haciendo retornar, de forma adecuada, estos residuos de cosechas al suelo.

Los residuos de cosechas son un recurso renovable, produciéndose anualmente una gran cantidad en el mundo que alcanzó la cifra de 3461,6 millones de Mg en 1991 (Lal, 1995).

Gestión sobre el residuo

La encuesta realizada a 35 productores de cebolla arrojaron los siguientes resultados:

El 100 % de los encuestados utilizan fertilizantes químicos solubles y 31, 8 % utilizan fertilización orgánica siendo el estiércol vacuno la principal fuente de fertilizantes de este tipo. El 27,3 % de los agricultores usan cobertura muerta del suelo con restos de cosechas en lo fundamental residuos de sus propios cultivos de arroz y conocen los efectos positivos que esta proporciona. En la aplicación de esta tecnología predominaron los productores de una Cooperativa de Producción Agropecuaria cercana a la Estación de Producción de Semillas donde se han realizados experimentos de este tipo por López **et al.** (1995) y

López **et al.** (1996) por lo que los productores han adoptado la tecnología. El 77,3 % de los productores encuestados queman mediante el fuego los restos de la cosecha de arroz alegando que deben tener el área limpia para la próxima cosecha de cebolla (Tabla No. 10). Sin embargo solo el 8,6 % del total de encuestados conoce de los efectos perjudiciales que provoca la quema de los residuos.

Aunque se conocen, de forma general, los gases que esta incineración desprende a la atmósfera, son necesarios estudios rigurosos de los tipos y cantidades que estos emiten al aire en el ecosistema agrícola que se estudia ya que hasta el momento no se han hecho estudios de este tipo en la zona..

Tabla No. 10. Gestión sobre el residuo

		Cooperativista	Estatal	Total
		27	8	35
<i>Experiencia como agricultores</i>	1 - 5 años	-	-	-
	6 – 10 años	61,1	54,5	54,5
	11 – 20 años	27,7	27,3	27,3
	Mas de 20 años	11,12	50,0	18,2
<i>Usan Fertilizante químico</i>		100,0	100,0	100,0
<i>Usan Fertilizante orgánico</i>		38,9	-	31,8
<i>Usan Cobertura del suelo</i>		33,3	-	27,3
<i>Conocen los efectos de la cobertura de suelo</i>		33,3	-	27,3
<i>Usan residuo de cosechas</i>		38,9	-	31,8
<i>Queman residuo de cosechas</i>		77,8	75	77,3
<i>Conocen los efectos de la quema</i>		11,1	-	8,6

EXPERIMENTO DE CAMPO No. 1.

TEMPERATURA DEL SUELO.

Temperatura del suelo a las 8:00 AM.

En la tabla No. 11 se muestran las temperaturas del suelo a las 8:00 AM, observándose que ellas son similares en los tres tratamientos, no existiendo diferencias significativas en ninguna decena.

En el tratamiento descubierto la temperatura del suelo osciló entre 18,0 °C en la primera decena después del trasplante y 23,3 °C en la séptima decena después del trasplante y un promedio general de 20,2 °C durante todo el experimento.

En el tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz la temperatura del suelo osciló entre 18,7 °C en la quinta decena después del trasplante y 23,3 °C en la séptima decena después del trasplante registrándose un promedio general de 20,4 °C, que es 0,2 °C superior a la registrada en el testigo.

En el tratamiento cubierto con hierba de guinea la menor temperatura del suelo se obtuvo en la quinta decena después del trasplante con 18,3 °C y la mayor en la séptima decena después del trasplante donde se registró 22,3 °C, siendo el promedio general de 19,8 °C, es decir 0,4 °C menor que la registrada en el testigo y 0,6 °C menor que la del tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por López **et al.** (1995) y López **et al.** (1996) que en el cultivo del ajo, los tratamientos cubiertos con restos de cosechas y los descubiertos no mostraron diferencias significativas en las primeras horas de la mañana con respecto a la temperatura.

También se puede observar que las mayores temperaturas se registran en la séptima decena después del trasplante para todos los tratamientos y las menores temperaturas para los tratamientos cubiertos fueron en la quinta decena después del trasplante.

Tabla No.11. Temperaturas decenales del suelo a las 8:00 AM (°C).											
	DECENAS DESPUES DEL TRASPLANTE										
Tratam.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Promedio	Dif (1)
<i>Testigo</i>	18,0	19,4	19,7	18,7	18,4	22,0	23,3	21,2	21,4	20,2	
<i>RCA</i>	19,2	18,9	20,4	19,0	18,7	22,2	23,3	21,1	21,1	20,4	0,2
<i>HG</i>	18,6	18,4	19,9	18,6	18,3	21,4	22,3	20,6	20,1	19,8	(0,4)
<i>ES ±</i>	0,44	0,31	0,24	0,33	0,44	0,45	0,29	0,25	0,4		
(1) Diferencia con respecto al testigo no cubierto.											

Temperatura del suelo a las 11:00 AM.

El comportamiento de la temperatura del suelo a las 11:00 AM se muestra en la tabla No. 12. En el tratamiento testigo se registraron las mayores temperaturas, mostrando en todas las decenas diferencias significativas con respecto a ambos tratamientos cubiertos. La menor temperatura en este tratamiento se registró en la segunda decena después del trasplante con 21,7 °C y la mayor en la séptima decena después del trasplante con 28,3 °C y un promedio general de 25,0 °C. Por tanto el suelo en este tratamiento tuvo una ganancia con respecto a las 8:00 AM de 4,8 °C.

Tabla No.12. Temperaturas decenales del suelo a las 11:00 AM (°C).

DECENAS DESPUES DEL TRASPLANTE											
Tratam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prom.	Dif (1)
Testigo	22,7a	21,7a	24,5a	22,6a	23,8a	28,0a	28,3a	26,4a	26,9a	25,0	
RCA	22,6b	20,8b	22,9b	21,3b	22,1b	25,9b	26,1b	24,5b	25,5b	23,5	(1,5)
HG	20,9b	20,3b	22,3b	20,5c	20,5c	24,1c	24,9c	22,6c	22,3c	22,0	(3,0)
ES ±	0,28	0,13	0,46	0,06	0,35	0,23	0,28	0,3	0,29		

(1) Diferencia con respecto al testigo no cubierto.
a, b, c: Medias con letras diferentes en la misma columna difieren a $\alpha < 0,05$

El tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz mostró, en todos los casos, temperaturas del suelo significativamente menores que el testigo descubierto y mayores que las registradas en el tratamiento cubierto con hierba de guinea aunque estas no tuvieron diferencias significativas en el período desde la primera hasta la tercera decena después del trasplante pero a partir de la cuarta decena después del trasplante estas diferencias se hicieron significativas. El menor valor se registró en la segunda decena después del trasplante con 20,8 °C y el mayor registro fue de 26,1 °C en la séptima decena después del trasplante; el promedio general fue de 23,5 °C que es 1,5 °C menor que la del testigo. La ganancia de calor con respecto a las 8:00 AM fue de 3,1 °C.

El tratamiento cubierto con hierba de guinea fue el que menos se calentó durante la mañana, siendo su menor valor en la segunda decena después del trasplante con 20,3 °C y la mayor en la séptima decena después del trasplante con 24,9 °C. El promedio general durante las nueve decenas fue de 22,0 °C que es 3,0 °C menor que el registrado por

el testigo y $1,5^{\circ}\text{C}$ menor que en el tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz. La ganancia de calor por la mañana fue de $2,2^{\circ}\text{C}$.

Las menores temperaturas en los tres tratamientos se registraron en la segunda decena después del trasplante y las mayores en la séptima decena después del trasplante.

Temperatura a las 2:00 PM

En la Tabla No. 13 se muestran los datos de la temperatura que alcanza el suelo a las 2:00 PM. Como se puede observar a esta hora es cuando el suelo muestra los mayores valores de temperatura en todos los tratamientos.

El tratamiento con el suelo sin cubrir alcanza las mayores temperaturas, oscilando estas entre $27,7^{\circ}\text{C}$ en la segunda decena después del trasplante y $34,8^{\circ}\text{C}$ en la séptima decena después del trasplante. En todas las decenas existen diferencias significativas con las temperaturas del suelo de los tratamientos cubiertos. Como promedio el suelo desnudo promedió $31,6^{\circ}\text{C}$, que es $4,4^{\circ}\text{C}$ mayor que el promedio alcanzado por el tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz y $5,2^{\circ}\text{C}$ mayor que la temperatura alcanzada por el tratamiento cubierto con hierba de guinea. La ganancia de temperatura continúa incrementándose y registra un incremento de $6,6^{\circ}\text{C}$, con respecto a las 11:00 AM, que es $1,8^{\circ}\text{C}$ más que el registrado entre las 8:00 AM y las 11:00 PM

El tratamiento cuyo suelo estuvo cubierto con restos de cosecha de arroz mostró a esta hora una temperatura que osciló entre $24,2^{\circ}\text{C}$ en la cuarta quincena después del trasplante y $30,1^{\circ}\text{C}$ en la séptima quincena después del trasplante. Estos valores son estadísticamente menores que los obtenidos por el tratamiento descubierto pero son

significativamente mayores que las temperaturas registradas en el tratamiento cubierto con hierba de guinea a partir de quinta decena después del trasplante, pero las primeras cuatro decenas muestran temperaturas similares. El promedio del tratamiento fue de $27,2^{\circ}\text{C}$, el cual es $4,4^{\circ}\text{C}$ menor que el tratamiento con el suelo descubierto y solo $0,8^{\circ}\text{C}$ mayor que la temperatura promedio del tratamiento cubierto con hierba de guinea. La ganancia de temperatura con respecto a las 11:00 AM fue de $3,7^{\circ}\text{C}$, que es solo $0,6^{\circ}\text{C}$ más que el registrado entre las 8:00 AM y las 11:00 PM.

El tratamiento cubierto con hierba de guinea fue el que registró las menores temperaturas a esta hora del día. Estas oscilaron entre $24,5^{\circ}\text{C}$ en la segunda decena después del trasplante y $29,7^{\circ}\text{C}$ en la séptima decena después del trasplante. Las temperaturas registradas en este tratamiento siempre son significativamente inferiores que las registradas en el tratamiento sin cobertura en todas las decenas y significativamente inferiores a las registradas en el tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz a partir de la quinta decena. El promedio general de temperatura en este tratamiento fue de $26,4^{\circ}\text{C}$, que es $5,2^{\circ}\text{C}$ inferior a la temperatura alcanzada en el tratamiento sin cubrir y $0,8^{\circ}\text{C}$ inferior al alcanzado en el tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz. En este tratamiento la ganancia de temperatura del suelo con respecto a las 11:00 AM fue de $4,4^{\circ}\text{C}$, esto es $2,2^{\circ}\text{C}$ mayor que el registrado entre las 8:00 AM y las 11:00 AM.

El tratamiento descubierto tuvo la mayor ganancia de calor con respecto a las 11:00 AM entre los tres tratamientos registrando $6,6^{\circ}\text{C}$ de ganancia, siguiendo en orden descendente el tratamiento cubierto con hierba de guinea con $4,4^{\circ}\text{C}$ y por último el tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz con $3,7^{\circ}\text{C}$.

Tabla No.13. Temperaturas decenales del suelo a las 2:00 PM (°C).

DECENAS DESPUES DEL TRASPLANTE											
Tratam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prom	Dif (1)
<i>T</i>	29,3a	27,7a	30,4a	29,3a	30,2a	34,5a	34,8a	33,8a	34,5a	31,6	
<i>RCA</i>	26,5b	24,8b	26,6b	24,2b	27,2b	26,8b	30,1b	28,7b	29,6b	27,2	(4,4)
<i>HG</i>	26,3b	24,5b	26,5b	24,8b	25,6c	25,5c	29,7c	27,3c	27,4c	26,4	(5,2)
<i>ES ±</i>	0,413	0,431	0,553	0,754	0,582	0,620	0,698	0,839	0,902		

**(1) Diferencia con respecto al testigo no cubierto.
a, b, c: Medias con letras diferentes en la misma columna difieren a $\alpha < 0,05$**

Temperatura a las 5:00 PM.

Los registros de temperatura del suelo que aparecen en la Tabla No. 14 corresponden a las 5:00 PM. A esta hora ya el suelo ha perdido calor. El tratamiento cuyo suelo estaba descubierto registró las temperaturas más altas, las cuales, en todos los casos muestran diferencias significativas con respecto a los tratamientos con cobertura. El menor registro de temperatura en este tratamiento se produjo en la cuarta decena después del trasplante con 24,2 °C y el mayor registro fue de 33,1 °C en la sexta decena después del trasplante y una temperatura promedio de 28,6 °C. La pérdida de temperatura en el suelo con respecto a las 2:00 PM. fue de 3,0 °C.

El tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz le siguió en orden descendente de temperatura de suelo, pero siempre mayores que en las obtenidas en el tratamiento cubierto con hierba de guinea siendo estas diferencias significativas a partir de la quinta decena después del trasplante. Los valores oscilan entre 22,0 °C en la segunda decena después del trasplante y 28,8 °C en la sexta decena

después del trasplante y un promedio para todo el período de 25,0 °C, que es 3,6 °C menor que el tratamiento descubierto. La pérdida de temperatura con respecto a las 2:00 PM fue de 2,2 °C, esto es 1,8 °C menos que la pérdida producida en el testigo.

Tabla No.14. Temperaturas decenales del suelo a las 5:00 PM (°C).

DECENAS DESPUES DEL TRASPLANTE											
Tratam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Prom	Dif (1)
<i>T</i>	25,5a	24,5a	27,5a	24,2a	28,8a	33,1a	31,4a	30,0a	32,1a	28,6	
<i>RCA</i>	22,4b	22,0b	23,8b	22,5b	24,2b	28,8b	27,7b	25,2b	28,1b	25,0	(3,6)
<i>HG</i>	22,0b	21,6b	20,7b	22,1b	22,2c	25,6c	26,2c	24,2c	22,6c	23,0	(5,6)
<i>ES ±</i>	0,27	0,4	0,73	0,24	0,47	0,25	0,43	0,23	0,24		

**(1) Diferencia con respecto al testigo no cubierto.
a, b, c: Medias con letras diferentes en la misma columna difieren a $\alpha < 0,05$**

En el tratamiento cubierto con hierba de guinea se registraron los menores valores de temperatura del suelo, oscilando esta entre 20,7 °C en la tercera decena después del trasplante y 26,2 °C en la séptima decena después del trasplante y una media general de 23,0 °C. Esta es 5,6 °C menor que la del testigo y 2,0 °C menor que la del tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz. Durante la tarde, el suelo en este tratamiento tuvo una pérdida de 3,4 °C, que es 0,4 °C mayor que la pérdida registrada por el suelo que no estuvo cubierto y 1,2 °C mayor que la pérdida registrada por el tratamiento cubierto con restos de cosechas de arroz.

Como se observa durante todo el experimento la temperatura del suelo es siempre mayor en el testigo cuyo suelo estaba descubierto con respecto al que tenía cobertura muerta, reafirmando que la cobertura del suelo protege al mismo de la incidencia directa de los rayos solares y por tanto de

las altas temperaturas (Medcalf, 1956; Krug y Malatova, 1966; Bansal **et al.**, 1971; FAO, 1990; Primavesi 1990; Anónimo, 1994; Altieri, 1995).

Variaciones de temperatura 2:00 PM vs 8:00 AM.

Las variaciones diarias de temperaturas (2:00 PM vs. 8:00 AM) fueron muchos mayores en el tratamiento cuyo suelo estaba descubierto que los protegidos con coberturas, existiendo diferencias significativas entre ellos. En el suelo descubierto estas variaciones fueron como mínimo de 8,3 °C en la segunda decena después del trasplante y llegó a ser de 13,1 °C en la novena decena después del trasplante y un promedio para el tratamiento de 11,4 °C.

Entre los tratamientos cubiertos las variaciones térmicas sólo mostraron diferencias significativas hacia el final del experimento. El suelo cubierto con restos de cosecha de arroz tuvo su menor variación en la sexta decena después del trasplante con 4,6 °C y el mayor en la novena decena después del trasplante con 8,5 °C y un promedio para el tratamiento de 6,7 °C, mientras que el suelo cubierto con hierba de guinea estas variaciones oscilaron entre 4,1 °C en la sexta decena y 7,7 °C en la primera decena y un promedio general de 6,5 °C, que es muy similar al promedio alcanzado en el tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz. (Tabla No.15).

El suelo descubierto desde la 8:00 AM hasta las 2:00 PM se calentó 11,4 °C perdiendo ese calor en horas de la noche, mostrando cambios de temperaturas muy bruscos con respecto a los tratamientos cubiertos, lo que puede traer como consecuencias estrés térmico en el cultivo. Este comportamiento ha sido reportado por otros autores (Medcalf, 1956; López **et al.**, 1995; López **et al.**, 1996).

Tabla No. 15. Variaciones de temperaturas a las 2:00 PM vs. 8:00 AM (°C).

DECENAS DESPUES DEL TRASPLANTE										
Tratam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Promedio
Testigo	11,3a	8,3a	10,7a	10,6a	11,8a	12,5a	11,5a	12,6a	13,1a	11,4
RCA	7,3b	5,9b	6,2b	5,2b	8,5b	4,6b	6,8b	7,6b	8,5b	6,8
HG	7,7b	6,1b	6,6b	6,2b	7,3c	4,1b	7,4c	6,7c	7,3c	6,6
ES ±	0,29	0,37	0,52	0,21	0,66	0,59	0,6	0,49	0,48	

a, b, c: Medias con letras diferentes en la misma columna difieren a $\alpha < 0,05$

Como se observa en el Gráfico No. 5 todos los tratamientos amanecen con una temperatura de suelo similar, aunque el tratamiento cuyo suelo está desprotegido presenta una temperatura ligeramente menor que los tratamientos con el suelo cubierto. Posteriormente a medida que transcurren las horas el tratamiento descubierto se calienta en mayor grado sobrepasando ya a las 11:00 AM a los tratamientos cubiertos.

A las 2:00 PM se registra la mayor temperatura del suelo en todo el día, haciéndose mayores las diferencias entre el suelo descubierto con aquellos cuyos suelos están cubiertos con restos de cosecha de arroz o hierba de guinea, calentándose menos en estos dos últimos tratamientos.

Entre 2:00 PM y 5:00 PM el suelo ya comienza a perder calor y las temperaturas registradas van disminuyendo ligeramente. El suelo descubierto tiene una tendencia a perder más calor que los demás tratamientos.

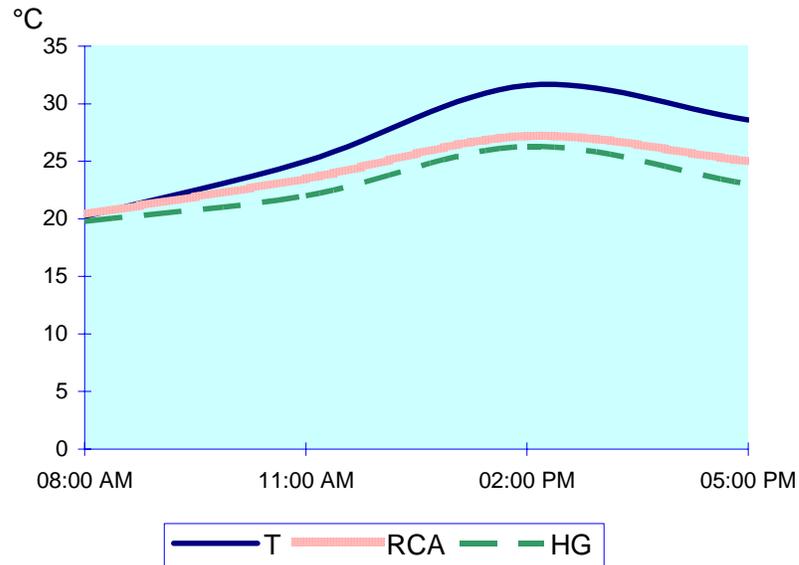


Gráfico No. 5. Temperatura del suelo promedio diaria.

HUMEDAD DEL SUELO.

Humedad del suelo a la profundidad de 0 – 10 cm.

La humedad del suelo a la profundidad de 0 –10 cm, donde la raíz de la cebolla realiza su mayor actividad (Lacasa, 1975), se muestra en la tabla No. 16. En ella se puede observar que en todos los casos la humedad fue mayor en los tratamientos cubiertos, los cuales siempre mostraron diferencias significativas con respecto al testigo descubierto.

En el tratamiento con el suelo desnudo los valores de humedad oscilaron entre 21,8 % en la semana décima y oncenada después del trasplante y 24.9 % en la séptima semana después del trasplante. El promedio de humedad fue de 23,0 %.

La humedad del suelo en los tratamientos cubiertos fueron superiores significativamente al tratamiento desnudo pero tuvieron la misma humedad entre ellos, no existiendo diferencias significativas, con excepción de las semanas décima, duodécima y decimotercera después del trasplante. La

menor humedad registrada en el tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz fue de 23,9 % en la duodécima semana después del trasplante y la mayor en la séptima con 29,0 %. El promedio total del experimento fue de 26,0 %, que es 3,0 % mayor que el obtenido en el testigo sin cobertura.

En el tratamiento con cobertura con hierba de guinea, la humedad osciló entre 25,0 % en la oncenava semana después del trasplante y 28,6 % en la sexta y un promedio general de 27,0 %, que fue 4,0 % mayor que el testigo sin cobertura y 1,0 % mayor que el tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz.

Este comportamiento se debe a que sobre el suelo descubierto inciden directamente los rayos solares produciéndose una mayor evaporación, por lo que se producen pérdidas importantes de agua, mientras que la cobertura muerta no deja pasar a los rayos solares, siendo menor la evaporación (Bansal **et al.**, 1971; Thomas **et al.**, 1973; Hill y Blevins, 1973; Müller **et al.**, 1981; Patten **et al.**, 1988; Altieri, 1994).

Tabla No. 16. Humedad del suelo a la profundidad de 0-10 cm (%BSS).

Tratam	SEMANAS DESPUES DEL TRASPLANTE								Prom
	6	7	8	9	10	11	12	13	
<i>Testigo</i>	24,3b	24,9b	22,6b	23,7b	21,8c	21,8b	22,0c	23,2b	23,0
<i>RCA</i>	28,1a	29,0a	26,2a	26,8a	24,3b	24,0a	23,9b	25,4b	26,0
<i>HG</i>	28,6a	28,5a	27,1a	26,8a	27,0a	25,0a	26,8a	26,0a	27,0
<i>ES ±</i>	0,03	0,05	0,04	0,03	0,03	0,04	0,0	0,06	

a, b, c: Medias con letras diferentes en la misma columna difieren a $\alpha < 0,05$

Humedad del suelo a la profundidad de 10 – 20 cm.

La humedad del suelo a la profundidad de 10 – 20 cm no presentó diferencias significativas hasta la oncenava semana después del trasplante, a partir de la cual esta en los tratamientos cubiertos fueron superiores estadísticamente, con respecto al testigo descubierto (Tabla No. 17).

El tratamiento con suelo descubierto registró valores que oscilaron entre 25,0 % y 28,1 %. Desde la oncenava y hasta la decimotercera semana después del trasplante la humedad fue significativamente inferior con respecto a los tratamientos cubiertos. Esto se debe a que en este período los riegos son más espaciados, produciéndose una evaporación acumulada mayor en la superficie del suelo descubierto por lo que el agua que está en esta profundidad tiende a subir por capilaridad a la capa superficial.

El tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz tuvo una humedad que osciló entre 26,1 % y 27,3 % y no presenta diferencias significativas con respecto al tratamiento con hierba de guinea, pero sí fue estadísticamente superior al testigo en las semanas oncenava a la decimotercera después del trasplante.

En el suelo cubierto con hierba de guinea se registraron los mayores valores de humedad, las cuales oscilaron entre 26,6 % en la decimotercera semana y 28,3 % en la séptima semana después del trasplante, mostrando diferencias significativas con respecto al testigo en las últimas tres semanas pero no muestra nunca diferencias significativas con respecto al otro tratamiento cubierto.

Tabla No. 17. Humedad del suelo a la profundidad de 10-20 cm (%BSS).									
	SEMANAS DESPUES DEL TRASPLANTE								
Tratam.	6	7	8	9	10	11	12	13	Prom
<i>Testigo</i>	28,1	27,8	25,0	27,3	28,1	25,1b	25,3b	24,7b	26,5
<i>RCA</i>	26,7	27,4	26,9	27,2	27,1	27,3a	26,1a	26,3a	26,8
<i>HG</i>	27,1	28,3	27,8	27,5	28,2	27,1a	27,7a	26,6a	27,5
<i>ES ±</i>	0,053	0,048	0,057	0,030	0,038	0,052	0,056	0,051	
a, b, c: Medias con letras diferentes en la misma columna difieren a $\alpha < 0,05$									

Humedad del suelo a la profundidad de 20 – 30 cm.

A la profundidad de 20 – 30 cm (Tabla No. 18) ya no existe una tendencia de comportamiento definido. En algunas evaluaciones se registró una humedad mayor en el testigo, en otras ocasiones la humedad es mayor en el tratamiento con hierba de guinea y en la semana oncenava y duodécima no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

El tratamiento con el suelo descubierto registró una humedad de 29,0 % en la sexta semana después del trasplante que es significativamente superior a la alcanzada por el tratamiento con restos de cosecha de arroz pero no con respecto al tratamiento cubierto con hierba de guinea que son de 27,4 % y 27,6 % respectivamente, mientras que en la décima semana su humedad fue de 29,8 %, que no difiere estadísticamente de la alcanzada en el tratamiento cubierto con hierba de guinea (29,1 %) pero sí presenta diferencias significativas con respecto a la humedad alcanzada en el tratamiento con cobertura de restos de cosecha de arroz (27,1 %).

En las semanas séptima, novena y decimotercera después del trasplante la humedad es mayor en el tratamiento cubierto con hierba de guinea mostrando diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos entre los cuales no hay diferencias.

En las semanas octava, oncen y duodécima no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Tabla No. 18. Humedad del suelo a la profundidad de 20-30 cm (%BSS).

Tratam.	SEMANAS DESPUES DEL TRASPLANTE								Prom.
	6	7	8	9	10	11	12	13	
<i>Testigo</i>	29,0a	28,0b	28,1	27,9b	29,8a	27,1	26,4	26,7b	27,9
<i>PA</i>	27,4b	27,9b	26,8	27,1b	27,1b	27,2	27,1	26,6b	27,1
<i>HG</i>	27,6ab	30,0a	28,5	29,1a	29,1a	27,8	28,2	29,6a	28,7
<i>ES ±</i>	0,02	0,036	0,041	0,029	0,052	0,039	0,048	0,04	

a, b, c: Medias con letras diferentes en la misma columna difieren a $\alpha < 0,05$.

Humedad del suelo a la profundidad de 30 –40 cm.

En la tabla No.19 se observa que la humedad a la profundidad de 30 – 40 cm presenta un comportamiento similar al que presenta a la profundidad de 20 – 30 cm. En las semanas sexta, séptima y oncen después del trasplante no existen diferencias significativas.

Sin embargo en la octava semana el testigo tiene una humedad de 29,4 %, que exhibe diferencias significativas con respecto al tratamiento cubierto con hierba de guinea que presentó una humedad de 27,0 % pero no tiene diferencias significativas con el 28,5 % de humedad del tratamiento

cubierto con restos de cosecha de arroz y entre los dos tratamientos cubiertos no existen diferencias significativas.

En la décima semana después del trasplante la humedad del tratamiento con hierba de guinea fue de 30,5 % la cual no presenta diferencias significativas con el 29,6 % de humedad del testigo y ambas difieren significativamente de la humedad obtenida en el tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz que fue de 28,4 %. En las semanas novena y decimotercera después del trasplante la humedad fue de 30,0 % y 30,2 % respectivamente, superior significativamente a las obtenidas por los otros dos tratamientos.

Como se puede notar la humedad es conservada por la cobertura del suelo solo en la superficie, mientras que esta permanece más o menos constante en las capas más profundas, resultados que coinciden con otros autores como Medcalf (1956), Bansal **et al.** (1971), Hill y Blevins (1973), Chaudhary y Prihar (1974), Alí y Prasad (1974), Nachtergaele **et al.** (1998).

Tabla No. 19. Humedad del suelo a la profundidad de 30-40 cm (%BSS).

Tratam.	SEMANAS DESPUES DEL TRASPLANTE								Prom.
	6	7	8	9	10	11	12	13	
<i>Testigo</i>	29,3	28,7	29,4a	28,6b	29,6a	27,6	28,1ab	28,2b	28,7
<i>RCA</i>	27,7	28,3	28,5ab	28,1b	28,4b	27,2	27,5b	26,9b	27,8
<i>HG</i>	28,8	29,3	27,0b	30,0a	30,5a	28,5	29,0a	30,2a	29,1
<i>ES ±</i>	0,054	0,035	0,057	0,02	0,023	0,045	0,03	0,052	

a, c: Medias con letras diferentes en la misma columna difieren a $\alpha < 0,05$

PARÁMETROS BIOLÓGICOS.
Incidencia de malezas.

Como se observa en la tabla No. 20 la incidencia de malezas fue menor en los tratamientos cuyos suelos estaban cubiertos, donde el enyerbamiento no sobrepasó el 5% del área, mientras que el tratamiento cuyo suelo estaba descubierto tuvo un enyerbamiento mediano (entre el 6% y el 25 % del área). Esto provocó que en este último fuera necesario realizar tres desyerbes con azadón mientras que en los tratamientos cubiertos sólo se realizaron dos escardes manuales ligeros, ya que en la tercera evaluación el grado de enyerbamiento de las parcelas con coberturas fue ligero y como ya estaba próximo a concluir el período crítico de competencia se consideró que esto no constituía un peligro para el cultivo, decidiéndose no hacer el escarde. Esto, por supuesto, benefició a los tratamientos cubiertos, ya que el escarde es menos costoso, se realiza en menos tiempo y es más fácil de realizar. Sin embargo el desyerbe con azadón trae consigo varios perjuicios. Fuentes y Romero (1991) plantean que esta actividad es un método muy erosivo ya que remueve una capa de varios centímetros que después es arrastrada por las aguas de las lluvias y riego, así como por el viento y, por otra parte, si se hace con el suelo húmedo resulta muy deficiente, ya que lo que se logra es trasladar las malezas de un lugar a otro.

Así mismo el desyerbe con azadón es agotador y puede dañar muchas plantas causando lesiones fundamentalmente en las raíces y heridas en los tallos (Fuente y Romero, 1991; López **et al.**,1996).

Además la competencia por nutrientes, luz, agua y espacio es mucho menor en aquellos tratamientos donde la incidencia de malezas es menor. Por su parte Singh **et al.** (2003) plantean que también puede existir efecto alelopático de la cobertura con restos de cosechas sobre las malezas

En el cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) con cobertura de restos de cosecha de arroz en Banao, provincia de Sancti Spíritus, no se realizaron

labores de desyerbe durante todo el ciclo de cultivo (López **et al.**, 1996). Esto permite reducir los daños mecánicos a que son sometidas un gran número de plantas cuando se realiza limpieza con azadón (Fuentes y Romero, 1991) o no utilizar herbicidas.

<i>Tabla No. 20. Incidencia de malezas.</i>			
	Enyerbamiento		
Tratam.	1^{era} Eval.	2^{da} Eval.	3^{era} Eval.
<i>Testigo</i>	Mediano	Mediano	Mediano
<i>RCA</i>	Ligero	Ligero	Ligero
<i>HG</i>	Ligero	Ligero	Ligero

Número de hojas.

En la tabla No. 21 se muestran los resultados obtenidos en el número de hojas activas durante el período vegetativo.

En el tratamiento testigo el número de hojas oscila entre 4,5 en la tercera semana después del trasplante y 8.0 en la décima semana, mientras que en el tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz estas oscilaron entre 4,2 y 8,4 hojas en la tercera y décima semana después del trasplante respectivamente y en el tratamiento con cobertura de hierba de guinea el número de hojas activas fue de 4,1 en la semana tercera y 9 en la décima semana después del trasplante, no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos en ninguna evaluación. Este comportamiento de acuerdo con Marí **et al.** (1997) se debe a una característica genética de la variedad.

Tabla No. 21. Número de hojas

Tratam	SEMANAS DESPUES DEL TRASPLANTE											Prom.
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
<i>Testigo</i>	4,5	5,4	6,3	6,9	7,2	7,4	7,8	8,0	7,9	7,7	6,9	6,90
<i>RCA</i>	4,2	5,4	6,1	6,8	7,1	7,5	8,2	8,4	8,1	7,3	6,4	6.86
<i>HG</i>	4,1	5,2	6,1	6,7	7,2	7,9	8,8	9,0	8,9	7,7	6,8	7.12
<i>ES ±</i>	0,03	0,06	0,09	0,08	0,27	0,25	0,34	0,32	0,41	0,53	0,09	

Altura de la planta.

La altura de la planta se muestra en la tabla No. 22, observándose que en el período comprendido entre la tercera y quinta semana después del trasplante no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En estas semanas la altura de las plantas en el tratamiento testigo osciló entre 20,9 cm y 32,2 cm, mientras en el tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz fue de entre 21,7 cm y 33,0 cm y en el tratamiento cubierto con hierba de guinea osciló entre 22,5 cm y 35,7 cm. Sin embargo a partir de la sexta semana las diferencias comienzan a hacerse significativas alcanzando su valor máximo en la décima semana después del trasplante, momento a partir del cual comienza el período de “regresión del crecimiento” ya que ocurre un desecamiento progresivo de las hojas que provoca pérdida de la altura de las plantas (Huerres y Carballo, 1988). En este período la mayor altura se logra en el tratamiento cubierto con hierba de guinea con valores que oscilan entre 40,1 cm y 45,9 cm que no presentan diferencias significativas con los valores alcanzados por el

tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz (36,5 cm a 42,2 cm) con excepción de la novena semana después del trasplante pero sí siempre presenta diferencia significativa con respecto al testigo descubierto el cual logra valores entre 33,4 cm y 38,1 cm. Entre estos dos últimos tratamientos sólo existe diferencia significativa en la décima semana.

Tabla No. 22. Altura de la planta (cm)

	SEMANAS DESPUES DEL TRASPLANTE										
Trat.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>T</i>	20,9	30,4	32,2	33,4b	34,7b	36,1b	36,7b	38,1b	31,2b	28,4	24,8
<i>RCA</i>	21,7	31,0	33,0	36,5ab	37,6ab	39,9ab	39,2b	42,2a	35,2a	29,2	25,7
<i>HG</i>	22,5	28,0	35,7	40,1a	40,7a	43,4a	44,5a	45,9a	33,6a	32,2	27,6
<i>ES ±</i>	0,75	1,12	1,29	1,14	1,00	1,25	1,25	1,15	1,16	1,80	1,10

a, b: Medias con letras diferentes en la misma columna difieren a $\alpha < 0,05$

Diámetro del pseudotallo.

El diámetro del pseudotallo, que aparece en la tabla No. 23, en el tratamiento testigo fue mayor en la tercera semana después del trasplante mostrando diferencias significativas con respecto a los tratamientos con coberturas. Esto puede deberse a que las plantas donde el suelo está cubierto el pseudotallo queda dentro del material utilizado como cobertor predominando entonces el crecimiento longitudinal. Sin embargo, posteriormente ocurre un crecimiento en el grosor que comienza a manifestar diferencias significativas a partir de la octava semana después del trasplante. A partir de esta semana los valores mayores se obtienen en los tratamientos cubiertos entre los cuales no existen diferencias significativas pero sí la manifiestan con respecto al testigo.

Tabla No. 23. Diámetro del pseudotallo (cm)

Tratam	SEMANAS DESPUES DEL TRASPLANTE										
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>T</i>	0,60a	0,75	1,05	1,30	1,53	1,62b	1,79b	1,94b	1,75b	1,64b	1,50b
<i>RCA</i>	0,55b	0,75	1,06	1,32	1,59	1,74a	1,94a	2,13a	1,98a	1,86a	1,68a
<i>HG</i>	0,53b	0,72	1,08	1,34	1,67	1,69a	2,01a	2,15a	2,13a	1,95a	1,77a
<i>ES ±</i>	0,01	0,01	0,02	0,33	0,30	0,03	0,03	0,27	0,19	1,01	0,01

a, b: Medias con letras diferentes en la misma columna difieren a $\alpha < 0,05$

Principales parámetros al inicio del bulbeo.

El inicio del bulbeo se produjo en la décima semana después del trasplante. El número de hojas en este momento alcanzó los valores mayores en todos los tratamientos pero sin diferencias significativas entre ellos.

También la mayor altura de las plantas en todos los tratamientos se alcanzó en este momento, siendo de 45,9 cm en el tratamiento con cobertura de hierba de guinea y de 42,2 cm en el cubierto con restos de cosecha de arroz entre los cuales no existe diferencia significativa pero sí presenta diferencia significativa con respecto al testigo cuya altura en este momento fue de 38,1 cm. Esto significa que las plantas que crecieron en suelos cubiertos fueron 4,1 y 7,8 cm mayores que las plantas que crecieron en suelo desnudo. Resultados similares en este parámetro, pero en otros cultivos alcanzaron Medcalf (1956), López *et al.* (1996) y Márquez (1996).

Similar comportamiento se presenta en el diámetro del pseudotallo donde el tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz alcanzó un valor de 2,13 cm y el cubierto con hierba de guinea un valor de 2,15 cm los cuales no difieren significativamente. El testigo alcanzó un diámetro de 1,94 cm que es significativamente menor que los alcanzados por los tratamientos cubiertos (Tabla No. 24).

Tabla No. 24. Número de hojas, altura de la planta y grosor del pseudotallo al inicio del bulbo.

Tratam.	Número de hojas	Altura de la planta (cm)	Diámetro del pseudotallo (cm)
<i>T</i>	8,0	38,1b	1,94b
<i>RCA</i>	8,4	42,2a	2,13a
<i>HG</i>	9,0	45,9a	2,15a
<i>ES ±</i>	0,32	1,15	0,27

a, b: Medias con letras diferentes en la misma columna difieren a $\alpha < 0,05$

Características de los bulbos.

En la tabla No. 25 se ofrecen los valores obtenidos con respecto al diámetro, altura, peso fresco y porcentaje de materia seca de los bulbos.

El diámetro mayor se obtuvo en los tratamientos cubiertos, entre los cuales no existe diferencia significativa. En el tratamiento con hierba de guinea el diámetro fue de 5,3 cm y el diámetro alcanzado por los bulbos en el tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz fue de 5,1 cm. El tratamiento tuvo un diámetro de 4,3 cm que es estadísticamente menor que los obtenidos por los tratamientos cubiertos.

La altura de los bulbos fue mayor en los tratamientos cubiertos, alcanzándose valores de 6,1 cm en el cubierto con hierba de guinea y 5,9 en el cubierto con restos de cosecha de arroz entre los cuales no existe diferencia significativa, pero sí muestran diferencias significativas con respecto al testigo descubierto que fue de 5,6 cm.

El peso fresco de los bulbos en el tratamiento con hierba de guinea fue de 54,6 g, y el del tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz que fue de 51,7 g entre los cuales no existe diferencia significativa. El peso fresco de los bulbos del tratamiento con suelo descubierto fue de 38,1 g que es significativamente menor que los alcanzado por los tratamientos cubiertos.

Sin embargo en el porcentaje de materia seca el comportamiento es similar en los tres tratamientos no existiendo diferencias significativas entre ellos.

Tabla No. 25. Características de los bulbos				
Tratam.	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso fresco(g)	% Mat. Seca
<i>T</i>	4,3b	5,6b	38,1b	13,6
<i>RCA</i>	5,1a	5,9a	51,7a	11,6
<i>HG</i>	5,3a	6,1a	54,6a	13,1
<i>ES ±</i>	0,07	0,09	0,036	0,13
<i>a, b: Medias con letras diferentes en la misma columna difieren a $\alpha < 0,05$</i>				

Clasificación de acuerdo con el calibre del bulbo

En la tabla No. 26 se puede observar que hubo un incremento significativo en la calidad comercial del bulbo en los tratamientos cubiertos.

El tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz alcanzó un 15 % de bulbos con grado de 1era. clase siguiéndole en orden ascendente el tratamiento cubierto con hierba de guinea con un 16 %, entre los cuales no existen diferencias significativas. En el caso del tratamiento sin cobertura de suelo se observa que solo se alcanzó un 6 % de bulbos de esta categoría, resultado que es significativamente menor que los tratamientos cubiertos. Estos resultados repercuten directamente en los rendimientos agrícolas obtenidos por el cultivo

Similares resultados encontraron Reeh y Jensen (2002) cuando en el cultivo de ajo porro (*Allium porrum* L. Var. Siegfried Frost) cultivado en suelo cubiertos con un mulch de compost obtuvieron más ajos de primera clase que en el suelo donde el compost fue incorporado al suelo.

Todos los tratamientos alcanzan un valor similar de bulbos con categoría de óptimo. El testigo obtuvo un 66 % bulbos de esta categoría mientras que el tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz obtuvo un 65 % y el cubierto con hierba de guinea obtuvo un 64 %, no existiendo diferencias significativas entre ellos.

Los bulbos de tercera clase son obtenidos en mayor cantidad por el tratamiento testigo el cual obtiene un 16 % el cual es significativamente superior que los obtenidos por el tratamiento cubierto con restos de cosechas de arroz (15 %) y con hierba de guinea (16 %). Entre los valores alcanzados por estos dos últimos tratamientos no existen diferencias significativas.

Todos los tratamientos obtuvieron bajos porcentajes de bulbos clasificados como de 4ta clase oscilando entre 5 % en el tratamiento testigo y el cubierto por restos de cosechas de arroz y 4 % en el cubierto por hierba de guinea no existiendo diferencias significativas entre ellos.

Tabla No. 26. Clasificación de los bulbos de acuerdo a su calibre (%)

	1era clase	Optimo	3ra clase	4ta clase
<i>T</i>	6 b	66	23 a	5
<i>RCA</i>	15 a	65	15 b	5
<i>HG</i>	16 a	64	16 b	4
<i>ES±</i>	0.35	0.28	.037	0.22

a, c: Medias con letras diferentes en la misma columna difieren a $\alpha < 0,05$

Rendimientos.

Los rendimientos agrícolas obtenidos en los tratamientos con cobertura son mayores que el obtenido en el tratamiento con suelo descubierto. En este último tratamiento se obtuvo 10,1 kg.·parcela-1 que es significativamente menor que los obtenidos en ambos tratamientos con cobertura, los cuales fueron de 12,6 kg.·parcela-1 en el cubierto con restos de cosecha de arroz y de 13,7 kg.·parcela-1 en el cubierto con hierba de guinea, no existiendo diferencia significativa entre ellos(Tabla No 27). Los incrementos de rendimiento de los tratamientos cubiertos con restos de cosecha de arroz y hierba de guinea con respecto al testigo desnudo fueron de 26% y 37,5% respectivamente.

Este aumento en los rendimientos se debe a que se crean mejores condiciones físicas en los suelos cubiertos,

fundamentalmente con respecto a humedad y temperatura de suelo, causa fundamental que sostiene Gilbert (1945), Medcalf (1956), Adams (1967), Adams (1970), y Alí (1976), Benoit y Lindstrom (1987), Guibertau y Labrador (1971) y Sanidad (2000).

Además los tratamientos cubiertos se mantuvieron con menor incidencia de malezas por lo que la competencia por luz, humedad y nutrientes fue menor, unido al menor daño a las plantas ya que a ellos no se les hizo desyerbes con azadón.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Salas (2004) quien reportó rendimientos superiores en el pimentón (*Capsicum annum* L) cuando creció en suelo cubierto con cáscara de arroz o cobertura plástica, siendo los rendimientos de 12 708 kg·ha y 14.236 kg·ha respectivamente, mientras que el rendimiento de los tratamientos que crecieron con suelo desnudo osciló entre 2 430 y 11 153 kg·ha.

Por su parte Reeh y Jensen (2002) obtuvieron rendimientos superiores en ajo porro cuando el compost fue utilizado como mulch que cuando este fue incorporado al suelo. En el primer caso obtuvo un promedio de 78 g de peso seco por bulbo mientras que en el segundo fue de 59 g.

Así mismo Shock et al., (1999) reportaron que cuando se cubre con paja de trigo como mulch los surcos de riego en el cultivo de cebolla en los Estados Unidos de América, los rendimientos se incrementaron entre un 30% y un 38% en aquellos surcos compactados por las ruedas de los equipos agrícolas mientras que en los surcos donde no había compactación por las ruedas de los equipos tuvieron un incremento de los rendimientos entre 24 y 38 % con respecto a la cebolla sembrada en el suelo desnudo.

Por su parte Russo et al. (1997) encontraron que al cubrir el suelo con trozos de kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) no afectó los rendimientos del cultivo de cebolla.

Brito et al. (2004) reportan que el cultivo de ajo porro (*Allium ampeloprasum* var *Porrum*) incrementó los rendimientos en un 21,4%, 32.3% y 55,5 % en zonas de laderas de la región Centro-occidental de Venezuela, cuando el suelo donde se siembra este se cubre con mulch de pergamino de café, cascarilla de arroz o restos de cosechas de maíz.

<i>Tabla No. 27. Rendimientos.</i>	
Tratam.	Rendimientos (kg-parcela⁻¹)
<i>T</i>	10,1b
<i>RCA</i>	12,6a
<i>HG</i>	13,7a
<i>ES ±</i>	0,71
<i>a, b: Medias con letras diferentes en la misma columna difieren a $\alpha < 0,05$</i>	

ANALISIS ECONOMICO.

En la tabla No. 28 se muestran los resultados económicos del experimento.

Se puede observar que el costo de producción del testigo fue mayor que en los tratamientos arropados debido, en lo fundamental, a las labores de desyerbe que se le realizaron a este tratamiento. En el caso del tratamiento cubierto con hierba de guinea el costo es

ligeramente superior al cubierto con restos de cosecha de arroz debido a que en el primero es necesario cortar la hierba, operación que en el caso del arroz no se incluye, pues constituye una labor de la cosecha de este cultivo.

Tabla No. 28. Análisis económico			
	TRATAMIENTOS		
Índice	Testigo	RCA	HG
<i>Rendimiento (Mg·ha⁻¹)</i>	13,70	17,30	18,90
<i>Costo (\$·ha⁻¹)</i>	2480,78	1836,46	1893,12
<i>Valor de la producción (\$·ha⁻¹)</i>	6630,80	8373,20	9147,60
<i>Ganancia (\$·ha⁻¹)</i>	4150,02	6536,74	7254,48
<i>Rentabilidad</i>	1,67	3,56	3,83
<i>Costo / peso</i>	0,37	0,22	0,21

Por lo anteriormente expresado la ganancia fue mayor en los tratamientos cubiertos.

Los tres tratamientos fueron rentables. La rentabilidad del testigo descubierto fue de 1,67, esto significa que por cada peso de costo se obtiene \$1,67 de ganancia. En los tratamientos cubiertos la rentabilidad fue mayor, lográndose en ellos, por cada peso de costo, \$3,56 y \$3,83 de ganancia respectivamente.

Con respecto al índice costo/peso de producción se puede observar que también los mejores resultados se logran en los tratamientos cubiertos. Sin embargo entre ellos los resultados son prácticamente iguales, debido a los costos en que se incurre por el corte de hierba de guinea.

EXPERIMENTO DE CAMPO NO. 2

Incidencia de trips.

En el gráfico No. 6 se observa el comportamiento de las poblaciones de trips de la cebolla en cada una de las parcelas. En las primeras tres observaciones no se presentaron insectos en el cultivo.

Los primeros trips se presentaron en la cuarta observación (29 de enero de 2004) y se mantuvo a un nivel bajo hasta la séptima observación (19 de febrero de 2004) en las parcelas con suelo cubierto y la no tratada, no sobrepasando el índice de aplicación, mientras que en la convencional el número de insectos sí rebasó el índice de aplicación existiendo en ese momento una población de 26,5 insectos/plantas y por tanto se le realizó una aplicación de insecticida que produjo una reducción de la población hasta los 18 insectos/por plantas en la octava fecha de muestreo. Sin embargo volvió a incrementar sus poblaciones en la novena fecha hasta los 36,3 insectos por planta por lo que se realizó una nueva aplicación de insecticidas la cual no controló ya que la población se incrementó en el próximo muestreo hasta los 46,1 insectos por plantas. Este no control se debe a que el insecticida utilizado Karate CE 2,5 (Cialotrín) a pesar de ser un piretroide, ha dejado de ser efectivo para el trips ya que este ha desarrollado insecto resistencia al insecticida (Ayala y Barceló, 1999). Debido a esto en la novena observación se decidió aplicar Mesurol SC 50 (Metiocarb) el cual se estaba aplicando por primera vez en la zona y tuvo un buen control logrando bajar las poblaciones hasta 25,3 insectos/plantas, que aunque aun estuvo por encima del índice de aplicación lograron una significativa disminución de los insectos. En las demás observaciones las poblaciones se comportaron con tendencias al incremento en este tratamiento hasta llegar el momento de la cosecha en “verde” donde existía una población de 55,3 insectos/plantas.

El tratamiento con suelo cubierto tuvo un comportamiento similar al tratamiento anterior independientemente que nunca fue tratado con insecticidas químicos. Se aprecia una tendencia al crecimiento de las poblaciones durante todo el período vegetativo de la planta pero estos son incrementos ligeros aunque por encima de los 20 insectos/plantas a partir del octavo muestreo (26 de febrero del 2004). Obsérvese que después de esta fecha y hasta el décimo muestreo las poblaciones de este tratamiento y el convencional se mantienen prácticamente similares a pesar que al último tratamiento se le aplicó una dosis de insecticida para el control de los trips. A partir del décimo tratamiento los incrementos fueron muy ligeros. Esto puede deberse a que al no aplicarse insecticidas los insectos, arañas y ácaros predadores o parásitos no eran destruidos y el *mulch* constituía un refugio para los mismos. Estos resultados coinciden con los de Jensen **et al.** (2002) que en Estados Unidos de América encontraron que un método alternativo de control de trips de la cebolla donde utilizaban el *mulch* combinado con productos biológicos funcionó igual o mejor que el método convencional de control químico con insecticidas piretroides de última generación.

En el tratamiento donde el suelo no estuvo cubierto y no se aplicó insecticidas se produjo un incremento constante de las poblaciones durante todo el experimento hasta llegar en la última observación hasta los 136,5 insectos/plantas.

Salas (2004) encontró disminución en las poblaciones de thrips en el cultivo del pimentón que crecieron bajo suelo cubierto con cáscara de arroz y argüía que esto se debía al efecto repelente de la cobertura.

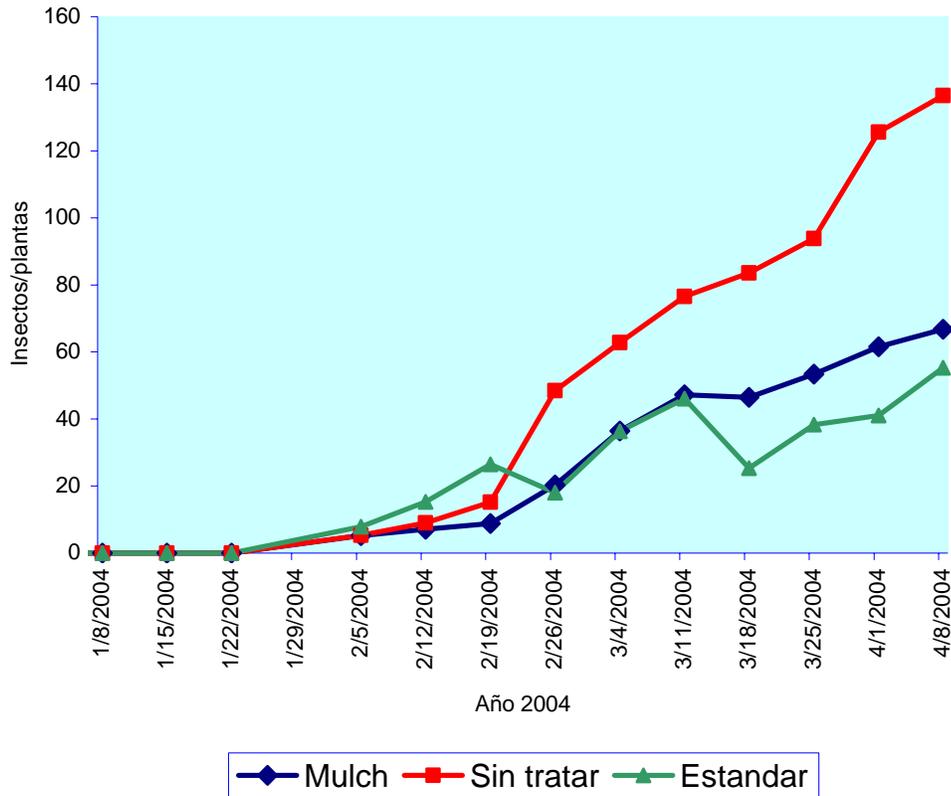


Grafico No 6. Incidencia de trips

Rendimientos

Estos resultados afectaron los rendimientos. Como se observa en la tabla No. 29 el mejor rendimiento se obtuvo en la parcela convencional con $285,6 \text{ kg}\cdot\text{parcela}^{-1}$ que fue la que menos incidencia de insectos tuvo durante el desarrollo del cultivo. Le siguió en orden descendiente la parcela cuyo suelo estaba cubierto con una producción del $276,8 \text{ kg}\cdot\text{parcela}^{-1}$ es decir, solo $8,8 \text{ kg}$ menos que la convencional pero con un ahorro considerable ya que no se le realizó aplicación de insecticidas, lo cual hace menos costoso el tratamiento y además disminuye el impacto ecológico del sistema de siembra. Por ultimo la parcela de menor rendimiento fue la no tratada con insecticidas y suelo desnudo con una producción de $206,3 \text{ kg}\cdot\text{parcela}^{-1}$, es

decir 79,3 kg menos que el tratamiento convencional y 70,5 kg menos que el tratamiento con cobertura de suelo.

<i>Tabla No. 29. Rendimientos.</i>	
Tratam.	Rendimientos (kg-parcela⁻¹)
<i>RCA</i>	276,8
<i>SDNT</i>	206,3
<i>Convencional</i>	285,6

CONCLUSIONES.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye lo siguiente:

1. En el ecosistema agrícola de Banao los agricultores producen una gran cantidad de residuos de cosechas de arroz que son incineradas mediante fuego en un alto porcentaje y no conocen estos agricultores los perjuicios de dicha acción.
2. La cantidad de restos de cosechas de arroz producido en el agroecosistema bajo estudio podrían ser empleados como cobertura muerta del suelo en el cultivo de la cebolla y de esta forma proteger al suelo de los rayos solares y serían fuentes de materia orgánica del suelo.
3. Es necesario diseñar una estrategia de Educación Ambiental para los agricultores y otros actores de la zona que juegan un rol importante en la preservación del medio ambiente local.
4. La cobertura de los suelos con restos de cosechas impide el sobrecalentamiento del suelo, mostrando la cobertura con hierba de guinea mejores resultados que los restos de cosechas de arroz, aunque ambos tuvieron resultados satisfactorios. No obstante se recomienda el uso de los restos de cosechas de arroz ya que es un material que está disponible inmediatamente después que el arroz es cosechado mientras que la hierba de guinea necesita ser cortada con el fin de utilizarla como cobertura, actividad que resulta engorrosa. Además esta última es utilizada por los agricultores también como alimento de sus animales de tiro.
5. Las menores temperaturas en el suelo se alcanzaron a las 8:00 AM mientras que las mayores se alcanzaron a las 2:00 PM. Este comportamiento es independiente a si el suelo está cubierto o no.

6. Durante las mañanas existe ganancia de calor en los suelos y a partir de las 2:00 PM se produce pérdida de calor.
7. Las variaciones de temperaturas de 2:00 PM con respecto a las 8:00 AM son menores en los tratamientos cubiertos que las producidas en el testigo con el suelo descubierto.
8. La cobertura del suelo permite una mayor conservación de la humedad en el mismo en la profundidad de 0 – 10 cm comparado con el suelo sin cobertura, mientras que en las demás profundidades la humedad es más o menos similar.
9. La cobertura de suelo disminuye el grado de enyerbamiento del cultivo de cebolla, disminuyendo el grado de competencia de estas y el cultivo. Por consiguiente se reduce la cantidad de desyerbes con azadón, así como los costos y perjuicios que esta labor trae para el cultivo. Se puede reducir la utilización de herbicidas.
10. El número de hojas no fue afectado por el cubrimiento del suelo pero este sí favorece a la altura de la planta y el diámetro del pseudotallo en el cultivo de cebolla.
11. El tamaño de los bulbos así como su peso fresco son favorecidos por la cobertura del suelo pero esto no tiene influencia con respecto al porcentaje de su materia seca.
12. La cobertura de suelo influyó positivamente en el calibre de los bulbos, obteniéndose en los tratamientos cubiertos un porcentaje mayor de bulbos de primera clase y disminuyendo la cantidad de bulbos pequeños (de tercera clase) producidos.
13. Los rendimientos de los tratamientos cubiertos se incrementan con respecto al testigo descubierto debido a un mejor ambiente físico, sobre

todo de humedad y temperatura de suelo y a una menor presencia de malas hierbas.

14. La práctica de cubrir el suelo con restos de cosechas resultó menos costosa y con mayor rentabilidad que el testigo con el suelo sin cubrir con dicho material.
15. La cebolla que crece bajo el sistema de siembra con suelo cubierto con paja de arroz, muestra similares incidencias del trips que las que se cultivan en el sistema convencional.

De acuerdo con las conclusiones formuladas anteriores se recomienda lo siguiente:

1. Tanto los restos de cosechas de arroz como la hierba de guinea previamente cortada y secada pueden ser utilizadas como materiales para cobertura de suelo en el cultivo de la cebolla. El agricultor podrá utilizar uno o ambos a la vez con este fin, en dependencia de las disponibilidades y otros usos en la finca.
2. Realizar estudios relacionados con la capacidad de la cobertura con restos de cultivo para disminuir las pérdidas de suelo por escorrentía y por movilidad durante el riego o por las aguas de las lluvias.
3. Conducir estudios sobre la influencia de esta práctica en la biota del suelo y la influencia de esta última para el buen desarrollo del cultivo.
4. Estudiar la influencia de la cobertura de suelo con restos de cosechas en la incidencia de plagas insectiles y enfermedades en el cultivo.

5. Realizar estudios relacionados con la composición química de los restos de cosechas de arroz y sobre la emisión de gases a la atmósfera debido a la destrucción por el fuego de dichos restos de cosechas.
6. Diseñar una Estrategia de Educación Ambiental para los agricultores y demás actores claves en el ecosistema agrícola de Banao.

BIBLIOGRAFÍA

- Adams, J. E. 1967. Effect of Mulches and Bed Configuration I. Early Season Soil Temperature and Emergence of Grain Sorghum. *Agronomy Journal*. 57: 471 – 474.
- Adams, J. E. 1970. Effect of Mulches and Bed Configuration II. Soil Temperature and Growth and Yield Responses of Grain Sorghum and Corn. *Agronomy Journal*. 62 : 785 – 790.
- Ali, M. 1976. Effects of mulches and reflectant on the yield of rainfed wheat. *Indian J. Agron.* 21.61-63.
- Ali, M. and R. Prasad. 1974. Effects of Mulches and Type of Seed Bed on Pearl-millet. (*Pennisetum typhoides*) Under Semiarid Conditions. *Expl. Agric.* 10 (4) : 263 – 272.
- Altieri, M. A. 1994. Conversión Orgánica de la Agricultura Cubana. *Hoja a Hoja del MAELA* 4(6) : 115 – 17.
- Altieri, M. A. 1995. Agroecología. Bases Científicas para una Agricultura Sustentable. CLADES. Santiago, Chile.
- Altieri, M. A. 1996. Bases Agroecológicas Para una Agricultura Sustentable. Curso para Diplomado de Postgrado en Agroecología y Agricultura Sostenible. Módulo 1: *Agroecología, Bases Históricas y Teóricas*. CLADES, CEAS-ISCAH, ACAO. : 122 – 147.
- Anónimo. 1959. Cultivo de Cafetales Mediante Uso de Coberturas Muertas. *El Agricultor Venezolano*. :35 – 38.
- Anónimo. 1994. La Arveja, Sustituto del Acolchado Plástico. *Productores de Hortalizas* :18 – 19.
- Ashir, K. 1968. Comparison of Three Methods of Extracting the Flower-trips From Roses. *J. Econ. Entomology*. 61(6): 1754 – 1755.
- Ayala, J. L. y W. Barceló. 1999. Las Principales Plagas de la Cebolla. Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal, Sancti Spiritus. *Boletín Especial*. 19 pp.
- Bansal, S. P.; P. R. Gajri and S. S. Prihar. 1971. Effect of Mulches on Water Conservation, Soil Moisture and Growth of Maize (*Zea mays* L.) and Pearl-millet. (*Pennisetum typhoides* (Burm. F.) Stapf. and C. E. Bulb). *Indian J. Agric Sci.* 41(5):467 – 473.
- Benoit, G. R. and M. J. Lindstrom. 1987. Interpreting Tillage Residues Management Effects. *J. Soil and Water Conservation* 4(2) : .87 – 90.

- Bond, W. and A. C. Grundy. 2001. Non-chemical Weed Management in Organic Farming System. *Weed Research* 41: 383 – 405.
- Brito Borges, J. J.; María Elena Morros y W. J. Armas. 2004. Conservando el Agua Para Aumentar los Beneficios en Sistemas Hortícolas de Ladera. *LEISA Revista de Agroecología*. 19 (2): 10 – 12.
- Carrizo, Paola. 1996. Especies de Thrips (Insecta: Thriysanoptera) Presentes en Flores de Malezas en el Area Hortícola de La Plata (Provincia de Buenos Aires, Argenmtina) *Rev. Chilena de Entomología* 23: 89-95.
- Casamayor, R. y Oneida Pérez. 1974. Período Crítico de Competencia Entre Malas Hierbas y la Cebolla (*Allium cepa* L.). *Centro Agrícola* 1(1) : 1-12.
- CENATOX. 2002. Lista Oficial de Plaguicidas Autorizados. Centro Nacional de Toxicología. República de Cuba. 383 pp.
- Chatzivassiliou, E. K; T Nagata; N. I. Katis, and D . Peters. 1999. Transmission of Tomato Spotted Wilt Toposvirus by Thrips tabaci Populations Originating From Leek. *Plant Patology* 48 (6):700-706.
- Chaudhary, M. R. y S, S. Prihar. 1974. Root Development and Growth Response of Corn Following Mulching, Cultivation, or Interrow Compaction. *Agron. J.* 66 (3) : 350 – 355.
- CITMA, 1997. Archivo del Centro Provincial de Meteorología Aplicada.
- Companioni, N.; Yanet Ojeda; E. Páez y Catherine Murphy. 2001. La Agricultura Urbana en Cuba. **En:** Funes, F; L. García; M. Bourque; Nilda Pérez y P. Rosset (Eds). *Transformando el Campo Cubano. Avances de la Agricultura Sostenible*. La Habana, Cuba. : 93 – 109.
- Cranshaw, W, S. 1999. Onion Thrips. Colorado Sate University Cooperative Extension 1995-1999. Home Page: www.colostate.edu/Depts/CoopExt/
- Crüger, G. and Hommes, M. (1990) Krankheiten und Schädlinge an Porree. *Gemüse* (26) 2/1990: 130-135.
- Cruz, Juana. 1997. Proyecto de Desarrollo del Cultivo de Cebolla en Banao. *Empresa Nacional de Proyecto* (ENPA). Sancti Spiritus
- CTIC (Conservation Tillage Information Center). 2004. Conservation Tillage and Other Tillage Types In the United States,1990-2004. <http://www.ctic.purdue.edu/ctic/CRM2004/1990-2004data.pdf>. (29 de noviembre de 2004)

- Dern, R. (1983) Wirtschaftlich wichtige Thripse (Thysanoptera) in der BR Deutschland. *Gesunde Pflanzen* 35: 91-95.
- Derpsch, R. 2001. Keynotes: Frontiers in Conservation Tillage and Advances in Conservation Practice. In: D. E. Stott, R. H. Mohtar and G. C. Steinhardt (eds) 2001. Sustaining the Global Farm. Selected paper from 10th International Soil Conservation Organization Meeting May 24 – 29. 1999. Purdue University and USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory. : 248 -254.
- Dieguez, J.; Amarilis Sigarreta; A. Casanova; Siria Espinosa y E. Tamayo. 1995. Cantero Permanente con Cobertores Orgánicos para la Producción Temprana de Tomate en Cuba. *II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica*. La Habana. 17 – 19 Mayo. 1995.
- Durán, J. L. 1996. Los Suelos Tropicales y su Manejo Ecológico. Curso para Diplomado de Postgrado en Agroecología y Agricultura Sostenible. Módulo 2: *Diseño y Manejo de Sistemas Agrícolas Sostenibles*. CLADES-ISCAH, ACAD. :64-73.
- ECAF (European Conservation Agriculture Federation). 2004. Situation of Conservation Agriculture in Europe. <http://www.ecaf.org/>. (30 de noviembre de 2004)
- Ellison, W. D. 1952. Raindrop Energy and Soil Erosion. *Emp. J. of Exp. Agric.* 20:81-97.
- Ester, A., de Vogel, R. and Bouma, E. 1997. Controlling Thrips tabaci (Lind.) in Leek by Film-coating Seeds With Insecticides. *Crop Prot.* 16: 673-677.
- FAO. 1988. Efectos del Agua Sobre el Rendimiento de los Cultivos. *Estudio FAO de Riego y Drenaje* No. 33. 210 pp.
- FAO. 1990. Conservación de Suelos Para los Pequeños Agricultores de las Zonas Tropicales Húmedas.
- FAO. 1992a. Carta Mundial de Suelos, Roma, Italia.
- FAO. 1992b. Ajo, Cebolla y Tomate. Oficina Regional de la FAO, Santiago de Chile, Chile
- FAO. 2000. Manual on Integrated Soil Management and Conservation Practices. *Land and Water Bulletin* 8. Rome, Italy. 214 pp.
- Fowler, R and J. Rockstrom. 2001. Conservation Tillage for Sustainable Agriculture. An Agrarian Revolution Gathers Momentum in Africa. *Soil and Tillage Research.* 61:93 – 107.

- Franco, S.; P. Beignet; E. Rat et E. Thibout. 1999. Les Thysanopteres Sur les Aliacees Cultivees. Et sauvages en France. *Phytoma la defense de Vegetaux* 514: 41-44.
- Fuentes Chaviano, P. y J. L. Ayala Sifontes. 2004. Incidencia del Uso de Barreras de Maíz (*Zea maiz* L.) en las Poblaciones de Trips de la Cebollas, *Thrips tabaci* Lindem. (Thysanoptera; Thripidae) en el Cultivo de Cebolla en Banao, Sancti Spiritus, Cuba. Cuadernos de Fitopatología, *Revista de Fitopatología y Entomología*. Año XXI. No. 79. :23 – 25.
- Fuentes Chaviano, P., L. Hondal, J. Marí, J. Martínez y Mayra Cristo. 1992. Período Crítico de Competencia Entre Malezas y Cebolla (*Allium cepa* L.) en las Condiciones de Banao. *Informe Final de Investigación*. Sede Universitaria Sancti Spíritus. 21 pp.
- Fuentes, Cilia y C. Romero. 1991. Una Visión del Problema de las Malezas en Colombia. *Agronomía Colombiana* 8 (2) : 364 – 378.
- Funes, F. 2001. El Movimiento Cubano de Agricultura Orgánica. **En:** Funes, F; L. García; M. Bourque; Nilda Pérez y P. Rosset (Eds). *Transformando el Campo Cubano. Avances de la Agricultura Sostenible*. La Habana, Cuba. : 15 –38.
- García Lahera, J. P.; M. Santana Sotolongo y L. Veliz Guerra. 2001. Estado de la Conservación de la Cubierta Vegetal de la Finca “La Ceja”, Banao, Sancti Spíritus. *Centro Agrícola* 28(2) : 77 – 84.
- GESIMAP. 1999a. Las Principales Plagas de la Cebolla. Grupos Especializado en Sistemas Integrados de Manejos de Plagas. Boletín Espcial. Sancti Spiritus, Cuba. 19 pp.
- GESIMAP. 1999b. Programa de Manejo Agroecológico de Plagas de Cebolla. Grupos Especializado en Sistemas Integrados de Manejos de Plagas. Sancti Spiritus, Cuba. 15 pp.
- Gilbert, S. M. 1945. The Mulching of Coffee arabica. *The East African Journal*. 13 : 42 – 54.
- Gómez Iznaga, R; J. L. Ayala Sifontes; J. L. Armas García; P. Fuentes Chaviano y R. Gómez González. 2002. Manejo Agroecológico de Plagas en el Cultivo de la Cebolla. *V Encuentro Provincial de Agricultura Orgánica*, Sancti Spíritus, 23 de Noviembre 2002.
- González Ramírez, I. 2002. Estudio Geográfico Integral de la Reserva Ecológica Alturas de Banao. *Estudios Medioambientales*. Geocuba. Inédito. 12 pp.
- Guenkov, G. 1969. Fundamentos de la Horticultura Cubana. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba.

- Guibertau, A. y Juana Labrador. 1991. Técnicas de Cultivo en Agricultura Ecológica. *Hojas Divulgadoras* No. 8. 43 pp.
- Heckratha, G., J. Djurhuusa, T. A. Quineb, K. Van Oostc, G. Goversc and Y. Zhangb. 2005. Tillage Erosion and Its Effect on Soil Properties and Crop Yield in Denmark. *J. Environ. Qual.* 34:312-324.
- Hill, J. D. and R. L. Blevins. 1973. Quantitative Soil Moisture in Corn Grown Under Conventional and No-Tillage Methods. *Agron. J.* 65(6) : 945 – 949.
- Holland, J. M. 2004. The Environmental Consequences of Adopting Conservation Tillage in Europe: Reviewing the Evidence. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 103: 1-25
- Horsfall, J. L. And F. A. Felton. 1922. The Onion Thrips in Iowa. Agr. Exp. Stn. Iowa State College of Agriculture and Mechanic Arts. Bull. 205, 55 pags.
- Huerres, Consuelo y Nelia Carballo. 1988. Horticultura. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 193 pp.
- INIFAT. 1999. Técnicas de Producción de Semillas de Cebolla. *Hojas Divulgativa del INIFAT* No. 9.
- INIFAT. 2001. Producción de Semillas de Hortalizas Para la Agricultura Urbana. La Habana, Cuba. 146 pp.
- Jensen, L.; B. Simko; C. Shock and L. Saunders. 2002. Alternative Methods for Controlling Onion Thrips (*Thrips tabaci*) in Spanish Onions. 2002 National Allium Research Conference. December 11- 14, 2002. Pasco. Washington.
- Jonnes, A. H. y L. K. Mann. 1963. Onion and Their Allies. Botany, Cultivation and Utilization. Leonard Hill Books, London, England.
- Kaumbutho P.G. and T.E Simalenga. (editors), 1999. Conservation Tillage with Animal Traction. A Resource Book of Animal Traction Network for Eastern and Southern Africa (ATNESA). Harare. Zimbabwe.
- Krugg, C. A. y A. Malatova. 1966. Cultivo y Abono en Cafeto. Edición Revolucionaria. La Habana, Cuba.
- Lacasa, A. La Cebolla. 1975. Análisis de Aspectos que Influyen en su Explotación. *Boletín de Reseñas* No. 4. *Hortalizas, Papa, Granos y Fibras*. CIDA. Ciudad de La Habana, Cuba. 46 pp.
- Lal, R. 1995. The Role of Residues Management in Sustainable Agricultural System. *Journal of Sustainable Agriculture*. Vol. 5(4) : 51 – 78.

- Lal, R. 2000. Soil Management in the Developing Countries. *Soil Science*. Vol. 165 No. 1 : 57 – 72.
- Liu, T.-X. 2004. Seasonal Population Dynamics, Life Stage Composition of *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae), and Predaceous Natural Enemies in South Texas. *Southwest. Entomol.* 29(2):127135.
- López, M.; Lisis Jimenes; A. Castañeda, Susana Pérez y R. Ronda. 1996. Aumento de los Rendimientos del Ajo y Reducción de sus Atenciones Culturales Mediante el Empleo de Paja de Arroz Como Cobertura. *X Seminario Científico del INCA*. 6 – 8 Nov.
- López, M.; R. Ronda; Lisis Jimenes y A. Castañeda. 1995. El Uso de la Paja de Arroz en el Ajo. *Ponencia presentada en el X Forum Provincial de Ciencia y Técnica*, Sancti Spíritus.
- Machado, P. y J. Méndez. 1986. Descripción de Gramíneas y Leguminosas, **En:** Sistachas, M.; G. Crespo; G. Febles; R. Herrera y T. E. Ruiz (Eds). *Los Pastos de Cuba*. Tomo I. Producción. EDICA, La Habana, Cuba. 801 pp.
- Marí, J.; L. Hondal; P. Fuentes y M. Santana. 1997. Estudio de las Principales Característica del Cultivo de Cebolla (*Allium cepa* L.) en Banao. *Informe Final de Investigación*. Sede Universitaria Sancti Spíritus. 25 pp.
- Marquez, C. M. 1996. Efecto del Arrope con Restos de Cosecha de Arroz en el Cultivo del Ajo (*Allium sativum* L.), Clon Criollo. *Tesis presentada en opción del título de Ingeniero Agrónomo*. Sede Universitaria Sancti Spíritus. 61 pp.
- Martín, Lucy. 2001. Reordenamiento Agropecuario y Estructura social. **En:** Funes, F; L. García; M. Bourque; Nilda Pérez y P. Rosset (Eds). *Transformando el Campo Cubano. Avances de la Agricultura Sostenible*. La Habana, Cuba. :57 – 69.
- Medcalf, J. C. 1956. Experimentos Preliminares de Cobertura de Suelo en Cafetales Nuevos en Brasil. *Instituto IBEC de Investigaciones Técnicas* No. 12. 70 pp.
- Mendoza, F. y J. Gómez. 1982. Principales Insectos que Atacan a las Plantas Económicas de Cuba. Editorial Pueblo y Educación. 304 pags.
- MINAG. 1983. Instructivo Técnico del Cultivo de la Cebolla. Dirección Nacional de Cultivos Varios, 32 pp.
- Mora, E. 1979. Efecto de la Labranza de Suelo en la Incidencia y Severidad de Enfermedades Fungosas en al Maíz (*Zea mays* L) y el Frijol Común (*Phaseolus vulgaris* L.) en Diferentes Sistemas de Cultivo. Tesis Mg. Sc. Turrialba. Universidad de Costa Rica. CATIE. 168 pp

- Moreno, R. H. y J. F. Sánchez. 1994. Efectos del Uso del Mantillo en la Práctica de Intercultivo. **En:** Thurston, D. H, Margaret Smith, G. Abawi y S. Kearl (Eds.) *Tapado, los Sistemas de Siembra con Cobertura*. CIIFAD, Cornell University, Ithaca, New York. : 201-216.
- Müller, D. H.; T. C. Daniel and R. C. Wenot. 1981. Conservation Tillage Best Management Practice for Nonpoint Runoff. *Environment Management*. 5 : 33 – 53.
- Nachtergaele, J.; J. Poesen y B. van Wesemael. 1998. Gravel Mulching in Vineyards of Southern Switzerland. *Soil and Tillage Research* 46 : 51 – 59.
- Nova, A. 2001. La Agricultura Cubana Previo a 1959 Hasta 1990. **En:** Funes, F; L. García; M. Bourque; Nilda Pérez y P. Rosset (Eds). *Transformando el Campo Cubano. Avances de la Agricultura Sostenible*. La Habana, Cuba. : 1-14.
- Nyagumbo, I, 1998. Experiences with Conservation Tillage Practices in Southern and Eastern Africa: A Regional Perspective. Paper presented at Conservation Tillage for Sustainable Agriculture International Workshop, Harare, Zimbabwe 22-26 June 1998
- Oficina Nacional de Estadística (ONE). 2001. Anuario Estadístico de Cuba, 2000. La Habana, Cuba. 340 pp.
- Oficina Territorial de Estadística (OTE). 2002. Anuario Estadístico de Sancti Spíritus, 2002. Sancti Spíritus, Cuba. 223 pp.
- Oficina Territorial de Estadísticas (OTE). 2003. Modelos Estadísticos del SIE-N.
- Osborn, B. 1953. How Rainfall and Runoff Erode Soil. *USDA Yearbook, Water*.
- Patten, K. D.; E. W. Nevendorff; A. T. Leonard and V. A. Haby. 1988. Mulch and Irrigation Placement Effects on Soil Chemistry Properties and Rabbiteye Blueberry Plants Irrigated With Sodic Water. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113 (1) : 4-8.
- Peña, M. 1991. Explotación de Pastos y Forrajes. Tomo 1. ISCAH. 336 pp.
- Primavesi, A. M. 1990. Manejo Ecológico do Solo. Editorial Nobel. Sao Paulo, Brasil.
- Primavesi, A. M. 1995. Siete Puntos Básicos de la Agricultura Orgánica. *Hoja a Hoja del MAELA* 7 (5) : 16 – 17.
- Reeh, Ulrik and Marina Bergen Jensen. 2002. Yield and Quality of Leek in Response to Compost Applied as Mulch Incorporated Into the Soil. **Compost Science & Utilization**. Vol. 10. No. 3: 244 -248.

- Restrepo Rivera, J. 1994. Sol, Termodinámica y Agricultura. San José, Costa Rica. 13 pp.
- Ríos A. y F. Ponce. 2001. Tracción Animal, Mecanización y Agricultura Sostenible. **En:** Funes, F; L. García; M. Bourque; Nilda Pérez y P. Rosset (Eds). *Transformando el Campo Cubano. Avances de la Agricultura Sostenible*. La Habana, Cuba. :15 – 38.
- Ríos Orellana,, Tomas. 2004. Comportamiento de la Producción de Cebolla (*Allium cepa* L.) Sembrada en suelos Degradados del Ecosistema Banao. Tesis en Opción al Título de Master en Ciencias. Universidad de Ciego de Avila. 76 pp
- Rueda, A. And A. M. Shelton. 1995. Onion Thrips. Cornell International Institute for Food, Agriculture and Development, Cornell University. Global Crops Pests. Home Page: www.nysaes.cornell.edu/ent/hortcrops/english/
- Russell, J y W. Russell. 1967. Condiciones del Suelo y Desarrollo de las Plantas. Edición Revolucionaria, La Habana, Cuba.
- Russo, V. M.; Cartwright, B. y Webber III, C. L. 1997. Mulching Effects on Erosion of Soil Beds and on Yield of Autumn Spring Vegetables. *Biological Agriculture and Horticulture* 14 : 85 – 93.
- Salas, Jorge. 2004. Evaluación de Prácticas Culturales para el Control de *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) en Pimentón. *Entomotropica*. Vol. 19(1): 39-46.
- Sanidad, W. B. 2000. Groth and Yield Response of Grain Legumes to Different Soil Management Practices After Rainfed Lowland Rice. *Soil and Tillage Research*. Vol 5 (1-2): 51 – 66.
- Santana, M. 1998. Determinación de los Parámetros Tecnológicos Para el Diseño de la Técnica de Riego por Surcos en el Cultivo de la Cebolla (*Allium cepa* L.) en la Zona de Banao. *Tesis en opción al grado de Master en Ciencias Técnicas*. Universidad de Ciego de Avila, Cuba. 92 pp.
- Santiesteban Anazco, R. e I. Garcé Palmero. 2002. La Sostenibilidad de altos Rendimientos en la Producción de Organopónicos. *V Encuentro Provincial de Agricultura Orgánica*, Sancti Spíritus, 23 de Noviembre 2002.
- Sanz Aguilar, Ana, Antonia D. Asencio Martínez, Juana M. Botía Aranda y E. D. Mínguez Díaz. 2004. La Truficultura Gana Terreno a los Cultivos de Secanos Tradicionales en Carrión (Teruel). Cuadernos de Fitopatología, *Revista de Fitopatología y Entomología*. Año XXI. No. 79. :9 – 13.

- Schmidt, O.; O. Nitzche; B. Zimmerling and S Krück. 2004. Implementation of Conservation Tillage as Erosion Control Strategy on Cropland in Saxony. Eurosoil 2004. September 4 -12. Freiburg, Germany.
- Shock, C . C.; L. B. Jensen; J. H. Hobson; M. Seddigh; B. M. Shock; L. Saunders and Timothy. D. Stieber. 1999. Improving Onion Yield and Market Grade by Mechanical Straw Mulch Application to irrigation Furrows. *Hortechology* April-June 9 (2) : 251 – 253.
- Shock, C. C. and B. M. Shock. 1997. Comparative Effectiveness of Polyacrylamide and Straw Mulch to Control Erosion and Enhance Water Infiltration . **In:** Wallece, A. *Handbook of soil conditioners* . Marcel Dekker, New York. : 429 – 444.
- Shock, C. C.; J. H. Hobson; M. Seddigh; B. M. Shock; Timothy D. Stieber and L. D. Saunders. 1997. Mechanical Straw Mulching of Irrigation Furrows: Soil Erosion and Nutrient Losses. *Agronomy J.* Vol. 89. No. 6.: 887 – 893.
- Singh, H.P.; Daizy R Batish and R.K. Kohli. 2003. Allelopathic Interactions and Allelochemicals: New Possibilities for Sustainable Weed Management. *Critical Reviews in Plant Sciences*. Vol. 22. No. 3&4: 239:311.
- So, H.B.; R. C. Dalal; K. Y. Chan; N. M. Menzies and D. M. Freebairn. 2001. Potential of Conservation Tillage to Reduce Carbon Dioxide Emission in Australian Soils. **In:** D. E. Stott, R. H.Mohtar and G. C. Steinhardt (eds) 2001. Sustaining the Global Farm. Selected paper from 10th International Soil Conservation Organization Meeting May 24 – 29. 1999. Purdue University and USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory. :821-826
- Tascón, R. 1993. El Manejo Ambiental en el Japón. Proyectos de Conservación de Tierra. *ICA Informa* 28 (2) : 37 – 52.
- Tetro, Eolia; Margarita García; R. Martínez Viera y J. Febles. 2001. Avances en Manejo de Suelos y la Nutrición Orgánica. **En:** Funes, F; L. García; M. Bourque; Nilda Pérez y P. Rosset (Eds.). *Transformando el Campo Cubano. Avances de la Agricultura Sostenible*. La Habana, Cuba. : 167 – 190.
- Thomas, C. W., R. L. Blevins, R. E Phillips and M. A. Mc Mahon. 1973. Effect of Killed Sod Mulch on Nitrate Movement and Corn Yield. *Agronomy Journal*. 65 (6) : 925 – 928.
- Thurston, D. H. 1994. Historia de los Sistemas de Siembra con Cobertura Muerta o Sistema de Tumba y Pudre en América Latina. **En** : Thurston, D. H.; Margaret Smith; G. Abawi y S. Kearl (Eds.). *Tapado, los Sistemas de Siembra con Cobertura*. CIIFAD, Cornell University, Ithaca, New York. : 1-4.

UNEP(United Nations Environment Programme).2000. Sourcebook of Alternative Technologies for Freshwater Augumentation in Africa. <http://www.unep.or.jp/ietc/publications/techpublications/TechPub-8a/tillage.asp> .(30 noviembre de 2004)

Weber, A., M. Hommes und S. Vidal. 1997. Einfluß unterschiedlicher Kulturmaßnahmen im Porreeanbau auf die Populationsentwicklung des Zwiebelthrips (Thrips tabaci Lind.) *Mitt. Dtsch. Ges. Allg. angew. Ent* 11: 271-275

Weber, A.; M. Hommes and S. Vidal. 1999. Thrips Damage or Yield Reduction in Undersown Leek: Replacing One Evil by Another. *Integrated Control in Field Vegetable Crops. IOBC Bulletin* . 22 (5): 181-188.

Zhang, M.; S. S, Malhi; E. Solberg; J. Thurston; M, Nyborg y J. Harapiak. 2001. Greenhouse Gas Emission in Alberta Crop Production Sector: Opportunities and Challenge. *World Resource Review* Vol. 13. No. 4 : 555 – 568.

Agricultor:

La siguiente encuesta solo persigue un objetivo científico. No constituye una declaración de sus producciones ni es un instrumento oficial. Las respuestas son voluntarias pero necesitamos que sean sinceras para lograr datos confiables.

Gracias.

1. Productor

Privado _____ Estatal _____

2. Años de experiencia

1 – 5 años _____

6 – 10 años _____

11 – 20 años _____

más de 20 años _____

3. ¿Aplica fertilizantes químicos?

Si _____ NO _____

4. ¿Aplica Fertilizantes orgánicos?

Si _____ NO _____

5. ¿Emplea cobertura?

Si _____ NO _____

6. ¿Conoce los efectos que produce la cobertura de suelo?

Si _____ NO _____

7. ¿Produce arroz?

Si _____ NO _____

8. Uso del residuo de la cosecha de arroz

Alimento animal _____

Combustible _____

Construcción _____

Quema _____

Compost _____

Otros usos _____

9. ¿Conoce los efectos que produce la quema de los residuos agrícolas?