



Universidad de Sancti Spiritus
" José Martí Pérez "
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Departamento de Agronomía.



UNISS

Título: Evaluación del rendimiento del cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) bajo condiciones de suelo cubierto y diferentes intervalos de riego en la zona de Banao Sancti Spiritus.

Autor: Enrique Mursuli García

**Tutores: Ing. Alexander Serafin Ramírez,
Dr. Pedro Fuentes Chaviano.**

**Consultante: Dr. Martín Santana Sotolongo
M. Sc. Mayra Cristo Hernández**

2011

RESUMEN.

Esta investigación se realizó en el ecosistema agrícola de Banao en la finca de plantas medicinales, Sancti Spíritus, Cuba, durante el período de la campaña de frió 2010-2011, en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) variedad Grano 2000 F1, sobre un suelo pardo grisáceo típico, con el objetivo de evaluar la influencia de diferentes intervalos de riego en dicho cultivo con suelo cubierto. Los tratamientos utilizados fueron: Suelo descubierto. Régimen de riego según Normas Técnica con intervalo de riego de 3 días, suelo cubierto con restos de cosechas de arroz (RCA) a una dosis de 20 Mg·ha⁻¹ e intervalo de riego de 5 días, suelo cubierto con restos de cosechas de arroz (RCA) a una dosis de 20 Mg·ha⁻¹ e intervalo de riego de 7 días y suelo cubierto con restos de cosechas de arroz (RCA) a una dosis de 20 Mg·ha⁻¹ e intervalo de riego de 9 días. Todas las variantes de diferentes intervalos de riego sobre suelo cubierto fueron superiores a la variante con suelo descubierto, obteniendo un rendimiento de 21,3 T/ha en el tratamiento cubierto con riego cada 5 días, 18,5 T/ha en el tratamiento cubierto con riego cada 7 días, 17,3 T/ha en el tratamiento cubierto con riego cada 9 días y en el caso del tratamiento descubierto con riego cada 3 días el rendimiento fue menor, con un valor de 12,1 T/ha. La variante de mejor comportamiento fue la de suelo cubierto con intervalo de riego de cinco días. Se realizó un análisis económico donde se observa que todos los tratamientos fueron rentables, y se demuestra que la práctica de cubrir el suelo con restos de cosecha de arroz, puede alcanzar mayores rendimientos con un mejor aprovechamiento del agua.

Índice	
Resumen	
Introducción	1
Problema científico	2
Hipótesis	3
Objetivos	4
Revisión bibliográfica	5
Materiales y Métodos	10
Experimento de campo.....	11
Flujo a través del vertedor.....	12
Mediciones y observaciones físicas.....	14
Parámetros biológicos.....	15
Análisis económico.....	16
Rendimientos.....	18
Análisis estadísticos.....	18
Resultados y discusión	19
Flujo a través del vertedor.....	19
Humedad del suelo.....	19
Número de hojas	20
Altura de la planta	21
Diámetro del pseudotallo	22
Materia seca y Materia orgánica.....	22
Clasificación de acuerdo con el calibre del bulbo	23
Rendimientos	24
Análisis económico	26
Conclusiones	27
Recomendaciones	28
Bibliografía	29
Anexo	35

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 mejoramiento de la productividad de los suelos y a la conservación de los recursos edafológicos (FAO, 1992a).

El agua es un recurso agotable y contaminable, mal distribuida y con bajas eficiencias en su uso, constituye hoy fuente de conflictos entre varios estados, donde el acceso a este recurso cada vez es más difícil para países en vías de desarrollo.

El riego es imprescindible para lograr la productividad que necesita la agricultura para satisfacer la demanda por los crecimientos demográficos de los últimos años.

En los últimos años, se ha incrementado el interés por el uso eficiente de la energía y la conservación de los recursos de suelo y agua principalmente donde es escasa, lo que ha traído un cambio en actitudes con respecto a las prácticas de manejo del suelo y los residuos.

El impacto antrópico afecta las cuencas hidrográficas causando deterioros en el suelo, la deforestación y la contaminación de los cauces de agua por la aparición de conglomerados humanos que indiscriminadamente actúan sobre ellas.

En Cuba la política del estado siempre ha sido la protección de los recursos naturales y muy especialmente los recurso hídricos, desde las obras impulsadas por el Comandante en Jefe Fidel Castro para el rescate de la voluntad hidráulica y el manejo integrado de las cuencas.

En la Provincia Sancti Spíritus con la creación de la comisión provincial para la lucha contra la sequía se ha venido trabajando con una serie de medidas para el enfrentamiento a estos fenómenos, proyectos de colaboración, proyectos de

investigación, y un trabajo coordinado entre todos los organismos en especial el Instituto Nacional de Recurso Hidráulicos (INRH) y La Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez" (UNISS).

Según Guenkov (1969) y FAO (1988) el cultivo de la cebolla 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.

Muchos de los campesinos que se dedican al cultivo de la cebolla en la zona de Banao no cuentan con un suministro de agua constante, viéndose limitado este recurso natural a medida que avanzan los meses más secos. Algunos utilizan como alternativa la siembra de bulbillo, el que tiene un ciclo más corto. Esta problemática limita la siembra del cultivo que tan necesaria es en la sustitución de importaciones.

Varias investigaciones se han realizado en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) en la zona de Banao se ha utilizado la técnica de cobertura del suelo utilizando restos de cosecha de arroz y otros materiales con el objetivo, entre otros de evitar la pérdida de humedad del suelo debido a la evaporación por la acción directa de los rayos solares. Sin embargo no han evaluado la posibilidad de disminuir el consumo total de agua del cultivo durante todo su ciclo sin afectar el rendimiento.

Problema científico.

¿Cómo mejorar los rendimientos en el cultivo de la cebolla en Banao, racionalizando el agua para el riego?

Campo de acción.

La agrotecnia en el cultivo de la cebolla.

Objeto de estudio.

Cultivo de la cebolla bajo condiciones de suelo cubierto.

Hipótesis.

Si utilizamos el sistema de siembra con cobertura del suelo utilizando restos de cosecha en el cultivo de la cebolla, podemos obtener rendimientos agrícolas económicamente viables, reduciendo la dotación de agua en el cultivo.

Aporte teórico.

Se estudiará la influencia del uso de la cobertura del suelo utilizando restos de cosecha, con diferentes intervalos de riego, para definir la mejor variante que pueda ser utilizada en la zona de Banao, para el cultivo de cebolla, variedad Grano 2000 F1.

Aporte práctico.

A partir de los resultados, se pueden disminuir las cuotas de agua en el cultivo de la cebolla, incrementar el intervalo de riego y con ello lograr mayor productividad en esta labor.

Aporte social.

Al disminuir la norma total de riego se logra un uso más racional del agua en la comunidad de productores. De esta forma los campesinos que usen este sistema podrán regar mayor cantidad de áreas con la misma cantidad de agua, igualmente utilizarán menor tiempo para esta labor y obtendrán mejores beneficios económicos.

Aporte ambiental.

Con el empleo de esta agrotécnica se realizaría un uso eficiente del agua, se dejará de quemar gran cantidad de restos de cosecha, mejora el microclima del suelo favoreciendo así el desarrollo del cultivo y de los microorganismos benéficos que se desarrollan en el mismo.

Objetivo general.

Disminuir los volúmenes de agua que actualmente se requieren en el cultivo de cebolla mediante el uso de sistema de siembra con cobertura del suelo utilizando restos de cosecha.

Objetivos específicos.

1. Realizar el estudio del arte para la situación problemática descrita.
2. Evaluar el efecto de preservación de la humedad con la utilización de la cobertura del suelo, utilizando restos de cosecha.

3. Estudiar la influencia de diferentes intervalos de riego en el cultivo de la cebolla con suelo cubierto.
4. Evaluar el rendimiento obtenido en los diferentes tratamientos.
5. Determinar la factibilidad económica del uso de los diferentes intervalos de riego bajo condiciones de suelo cubierto.

Revisión bibliográfica

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 CO_2 , N_2O y CH_4 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.

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).

La cobertura con rastrojos sobre la superficie establece una barrera que provoca una reducción de la tasa a la que el agua se evapora desde el suelo. Cuanto más rastrojo haya y cuanto menos se haya movido el suelo, mejor conservación del agua tendremos haciendo que la oportunidad de siembra sea mejor, asimismo se conserva mejor la reserva de agua del suelo para que sea aprovechada por el cultivo, especialmente en los períodos críticos (FAO, 2000, Shaxson y Barber, 2003).

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 profundamente 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).

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 poliacrylamida (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).

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).

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.

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 $5 \text{ mg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{P}$, cantidad que es muy difícil de acumular debido al uso alternativo de los residuos en estas áreas.

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 arroyo con material vegetal traído de los bosques adyacentes a las fincas. Se ha calculado que en Guatemala se llega a aplicar hasta $40 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ 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.

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.

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 de oeste de Asia, extendiéndose posteriormente a Palestina y la India (Guenkov, 1969; Huerres y Carballo, 1988; FAO, 1992b).

En nuestro país 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).

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.

La cebolla, por su importancia como condimento, se siembra en todo el país aunque su producción se centra en la provincia de Sancti Spíritus, 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 %) (Fuentes, 2006).

La principal zona productora en la provincia Sancti Spíritus 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.

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 (Jones y Mann, 1963; Casamayor y Pérez, 1974; Fuentes **et al.**, 1992).

Los campesinos para su autoconsumo siembran arroz (*Oriza sativa* L.), el cual es cosechado en los meses de octubre – 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 interesantes, por lo que no debía procederse a su destrucción por el fuego más que en circunstancias excepcionales (Guibertau y Labrador 1991).

Aunque la práctica del arropo es muy utilizada en horticultura ecológica (Guibertau y Labrador, 1991) por sus ventajas, ha sido poco explotada en el país para cultivos hortícolas (Dieguez *et al.*, 1995) y no hemos encontrado reportes de su aplicación en el cultivo de cebolla con el objetivo de la disminución de números de riego.

La aplicación de riego es una de las medidas de mejoramiento que cuando se aplica con eficiencia puede elevar el rendimiento de los cultivos hasta 30-40 % (Hernández Jiménez, A. y col. 2006).

Materiales y métodos

Esta investigación se realizó en el ecosistema agrícola de Banao en la finca de plantas medicinales, Sancti Spiritus, Cuba, durante el período de la campaña de frío 2010-2011, en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) variedad Grano 2000 F1, sobre un suelo pardo grisáceo típico cuyas características se pueden apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 1. Tipo de suelo (Instituto de suelos, 1975)

Descripción del perfil de suelo	Pardo grisáceo típico, sobre esquistos cuarsíticos, micáceos, poco profundos, poco humificados y medianamente erosionados.
Contenido de Materia Orgánica (%)	1,70 – 2,25
Salinización	No salinización
Profundidad efectiva	8 – 20 cm.
pH	5,50 – 6,0

Las parcelas se diseñaron con 10m de largo por 2m de ancho. Se sembraron cinco surcos en cada una de las parcelas, a una distancia de siembra de 0,40 m entre líneas y 0,07m entre plantas, de los cuales se evaluaron los tres surcos centrales, destinando un área efectiva para el experimento de 0.032 ha. La densidad de población fue calculada de acuerdo al marco de siembra planteado.

$$\# P = \left(\frac{\text{Largo}}{\text{DN}} + 1 \right) \left(\frac{\text{Ancho}}{\text{DC}} + 1 \right)$$

$$\# P = 10933$$

El método de siembra a utilizar fue el trasplante, el que se realizó el 31 de diciembre de 2010. El diseño a utilizar fue en bloques al azar con distribución aleatoria (Lerch. 1987), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones (figura 1).

Bloque al azar con distribución aleatoria

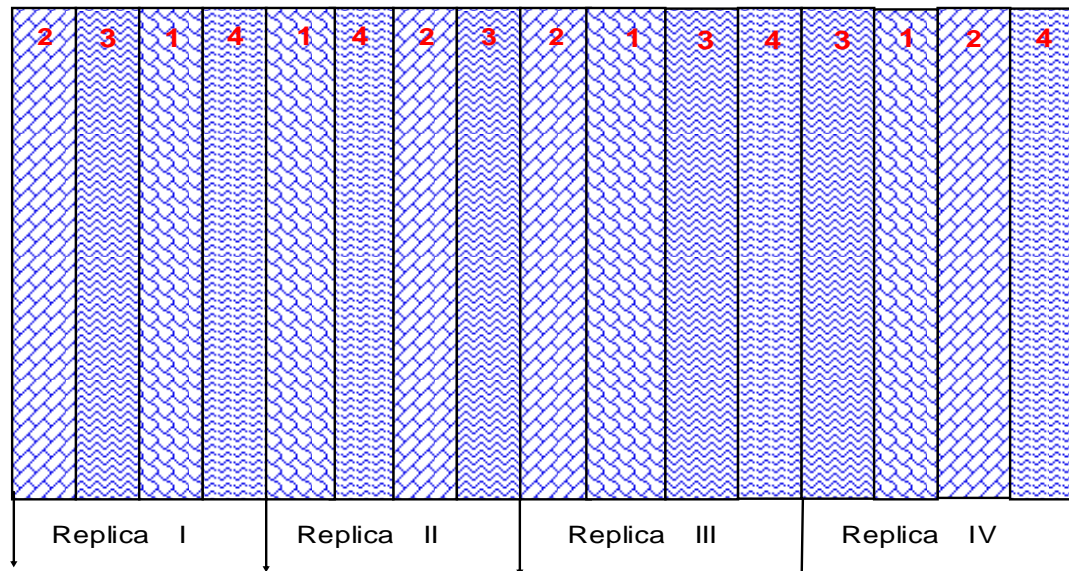


figura 1 Diseño experimental utilizado

Tratamientos:

- ❖ Tratamiento 1: Suelo descubierto. Régimen de riego según Normas Técnica con intervalo de 3 días.
- ❖ Tratamiento 2: Suelo cubierto con restos de cosechas de arroz (RCA) a una dosis de $20 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e intervalo de riego de 5 días.
- ❖ Tratamiento 3: Suelo cubierto con restos de cosechas de arroz (RCA) a una dosis de $20 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e intervalo de riego de 7 días.
- ❖ Tratamiento 4: Suelo cubierto con restos de cosechas de arroz (RCA) a una dosis de $20 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e intervalo de riego de 9 días.

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 a los siete días después del trasplante para no interferir en la recuperación de la crisis que provoca en las posturas el trasplante.

Fertilización.

La fertilización se realizó de la siguiente manera. Una primera de fórmula completa antes de colocar la cobertura y otra nitrogenada a los sesenta días del trasplante según recomienda las Normas Técnicas (MINAG, 1983).

Riego.

Para todos los tratamientos el riego se realizó por gravedad por surcos y de acuerdo con las normas técnicas (MINAG, 1983). El tratamiento 1 Suelo descubierto con riego cada 3 días, tratamiento 2 Suelo cubierto con restos de cosechas de arroz (RCA) a una dosis de 20 Mg·ha⁻¹ e intervalo de riego de 5 días, tratamiento 3 Suelo cubierto con restos de cosechas de arroz (RCA) a una dosis de 20 Mg·ha⁻¹ e intervalo de riego de 7 días, tratamiento 4 Suelo cubierto con restos de cosechas de arroz (RCA) a una dosis de 20 Mg·ha⁻¹ e intervalo de riego de 9 días.

Flujo a través del vertedor

Para determinar el gasto medio, utilizamos un vertedor triangular de lámina metálica de 40 x 25cm. con escotada de 90⁰, las mediciones de la altura del agua sobre la cresta del vertedor fueron hecha por medio de una escala que se le realizó al vertedor. El vertedor se colocó en la entrada de un surco en los dos tratamientos, uno suelo descubierto y otro suelo cubierto, el largo de los surco fueron de 10 m y se midió el tiempo desde que el agua comenzó a pasar por el vertedor hasta que llegó a los 10 m. Para el valor de gasto se puede acudir a la tabla que está presente en el libro de (Hansen, 1965).

Para transformar la unidad lineal (cm.) de las mediciones del tirante en gastos (l/s) utilizando la ecuación siguiente:

$$Q = 1.38. H^{5/2}$$

donde:

Q = Gasto que pasa por el vertedor (l/s)

H = Tirante (cm.) altura del vertedor

El término vertedor, tal como se emplea en la medida del agua, se define como una hendidura hecha en una pared transversal a la corriente o una lámina de

metal que cumpla el mismo fin. La hendidura puede ser rectangular, trapezoidal o triángulo. El empleado en nuestro experimento es con una hendidura triangular como bien se observa en la figura 2 .

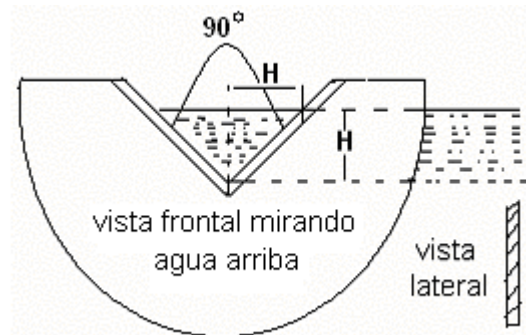


Figura 2 Vertedor triangular de 90° , de paredes delgadas.

Tabla 2 Gasto a través de un vertedero triangular con un ángulo recto.

Altura en cm	Gasto en l/s	Altura en cm	Gasto en l/s
1.0	0.014	8.5	3.34
1.5	0.038	9.0	3.85
2.0	0.078	9.5	4.36
2.5	0.136	10.0	4.92
3.0	0.215	10.5	5.54
3.5	0.316	11.0	6.20
4.0	0.441	11.5	6.91
4.5	0.592	12.0	7.65
5.0	0.731	12.5	8.41
5.5	0.977	13.0	9.27
6.0	1.21	13.5	10.2
6.5	1.49	14.0	11.0
7.0	1.79	14.5	12.0
7.5	2.11	15.0	13.1
8.0	2.90	15.5	14.0

Fuente:

Hansen, 1965

Mediciones y observaciones físicas.

Humedad del suelo.

La humedad del suelo se determinó en el laboratorio de biogás de la Universidad de Sancti Spíritus (UNISS).

Se determinó la humedad del suelo a las setenta y dos horas después del riego en el tratamiento descubierto y el cubierto, a las siguientes profundidades:

- 0 – 10 cm.
- 10 – 20 cm.
- 20 – 30 cm.
- 30 – 40 cm.

El método utilizado para determinar la humedad del suelo fue el gravimétrico y se realizó en la última semana antes de la cosecha.

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 cuatro muestras en cada una de las profundidades, las cuales se colocaron en pesa filtros previamente taradas. Las muestras se pesaron en una balanza analítica ($\pm 0.01g$) y puestas a secar en un horno a una temperatura de $110^{\circ}C$ hasta obtener peso constante. Posteriormente se extrajeron las muestras del horno y se dejaron enfriar en la campana 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.

Mediciones realizadas a las plantas.

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

- a) Número de hojas activas:** Se contó y anotó la cantidad de hojas activas que tenía la planta en ese momento.
- b) Altura de la planta:** Se realizó con una cinta metálica, 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 trasplante.

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

Características de los bulbos: Se seleccionaron en el momento de la cosecha 20 bulbos por parcelas a los cuales se le determinó el peso fresco y el % de materia seca. Este se realizó en el laboratorio de biogás de la Universidad de Sancti Spíritus (UNISS).

- e) Clasificación de los bulbos por calibres (variedad Grano 2000 F1):** Se tomaron todos los bulbos de los tres surcos centrales y se clasificaron de acuerdo a su diámetro atendiendo a la escala del INIFAT (1999) y se determinó el porcentaje de bulbos en cada clase: a los cuales se le midió el diámetro ecuatorial.
 - **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.

Análisis económico.

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

Se realizó un análisis económico en cada tratamiento para 1ha. Los parámetros a calcular serán:

- **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.

Ct: Costo total.

VP: Valor de la producción

Mediciones realizadas

Variables:

- A. Humedad
- B. Parámetros morfológicos
- C. Rendimiento

Instrumentos de medición utilizados

- A. Cinta metálica.
- B. Pie de rey
- C. Balanza analítica
- D. Báscula

Rendimientos.

La cosecha se realizó el 24 de abril del 2011. Se peso toda la producción obtenida en los tres surcos objeto de evaluación, determinándose su peso. Los rendimientos obtenidos son expresados en t/ha.

Análisis estadísticos.

Materiales y métodos

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el paquete estadístico SPSS para Windows versión 15.0.

Para determinar la normalidad de los datos se le realizaron a los mismos la prueba de Kolmogorov – Smirnov y en caso de existir normalidad se verifica 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 altura de la planta y los rendimientos, los datos reunieron los parámetros establecidos para las pruebas paramétricas por lo que se procedió a realizar una análisis de varianza simple. Cuando exista diferencias significativas entre las medias se procesara por la prueba de rangos múltiples de Duncan para el 95% de probabilidad del error. Siempre medias con letras diferentes (a,b,c) en la misma columna difieren a $\alpha < 0,05$.

Resultados y Discusión

Flujo a través del vertedor

El flujo del agua a través del vertedor de 90° se comporto de igual forma para ambos tratamientos el cual admitió un tirante máximo de 2 cm y para este corresponde un gasto de 0.078 l/s según Hanen, 1965; como bien se observa en la tabla 3. El gasto fue mayor en el tratamiento cubierto el cual es de 93.28 m³ /ha y el descubierto 29.83 m³ /ha, esto se debe a que el agua al pasar por la cobertura es retenida y a su vez mejor absorbida por el suelo, cosa que no pasa con el descubierto ya que al pasar el agua no encuentra ningún obstáculo y pasa libremente sin ninguna dificultad.

Tabla 3 Gasto de agua.

Tratamiento	H (cm)	Gasto (l/s)	Tiempo (s)	Largo del surco (m)	Ancho del surco (m)	Área (m ²)	Gasto en un surco (l)	Gasto (m ³ /ha)
Cubierto	2	0.078	478.31	10	0,40	4	37.31	93,28
Descubierto	2	0.078	226	10	0,40	4	11.93	29.83

Humedad del suelo

La humedad del suelo a las setenta y dos horas del riego se muestra en la tabla 4. En ella se puede observar que en todos los casos la humedad fue mayor en el tratamiento cubierto, el cual siempre mostró diferencia significativa con respecto al tratamiento con suelo descubierto.

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) y Fuentes, 2006).

Resultados y discusión

Tabla 4 Humedad del suelo a la profundidad de 0-40 cm (%hbss).

Profundidad	0-10	10-20	20-30	30-40
%hbss Suelo Cubierto	15,98a	15,28a	13,16a	11,96a
%hbss Suelo descubierto	13,03b	9,73b	7,54b	7,45b

Parámetros Biológicos.

Número de hojas.

En la tabla 5 se muestran los resultados obtenidos en el número de hojas activas durante el período vegetativo.

En el tratamiento descubierto con riego cada 3 días el número de hojas oscila entre 3,29 en la tercera semana después del trasplante y 5,15 en la décima semana, mientras que en el tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz con riego cada 5 días estas oscilaron entre 3,11 y 5,7 hojas en la tercera y décima semana después del trasplante respectivamente, en el tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz con riego cada 7 días fue de 3,05 en la semana tercera y 5,36 en la décima semana después del trasplante, y en tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz con riego cada 9 días el número de hojas activas fue de 3,19 en la semana tercera y 5,76 en la décima semana después del trasplante no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos en ninguna evaluación. Este comportamiento coincide con los resultados obtenidos por Marí et al. (1997) y Fuentes (2006). Esto se debe a una característica genética de la variedad.

Tabla 5 Número de hojas

Semanas después del trasplante												
Trat,	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	3,29a	4,29a	5,16a	5,54a	5,55c	5,61b	5,20b	5,15b	4,94a	4,51a	3,64a	3,64a
2	3,11ab	4,06b	5,03a	5,53a	6,06a	6,21a	5,91a	5,70a	5,31a	4,74a	3,76a	3,76a
3	3,05b	4,03b	5,00a	5,63a	5,76bc	6,03a	5,84a	5,71a	5,36a	5,05a	4,13a	4,13a
4	3,19ab	3,99b	5,03a	5,60a	5,95ab	5,91a	5,65a	5,76a	5,36a	4,84a	3,90a	3,90a

Altura de la planta.

La altura de la planta se muestra en la tabla 6, observándose que en general existe diferencia significativa entre el tratamiento descubierto y los tratamientos cubiertos, en el período comprendido entre la tercera y quinta semana después del trasplante. No existiendo diferencias significativas entre los tratamientos cubiertos.

En estas semanas la altura de las plantas en el tratamiento descubierto osciló entre 23,6cm y 37,1cm, mientras en el tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz con riego cada 5 días fue de entre 25,8cm y 40,6cm, en el tratamiento cubierto restos de cosecha de arroz con riego cada 7 días osciló entre 24,9cm y 40,5cm y en el tratamiento cubierto restos de cosecha de arroz con riego cada 9 días osciló entre 25,8cm y 39,8. A partir de la sexta semana las diferencias comienzan a hacerse más 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 entre la sexta y décima semana la mayor altura se logra en el tratamiento cubierto restos de cosecha de arroz con riego cada 9 días con valores que oscilan entre 48,7cm y 53,4cm que no presentan diferencias significativas con los valores alcanzados por el tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz con riego cada 5 días (36,5 cm a 42,2 cm) y el tratamiento cubierto con restos de cosecha de arroz con riego cada 7 días (46,8cm a 53,3). Sin embargo en la octava semana no existe diferencia significativa entre los cuatro tratamientos pero sí presenta diferencia matemática con respecto al descubierto el cual logra valores entre 41,5 cm y 38,0 cm.

Resultados y discusión

Tabla 6 Altura de la planta (cm)

SEMANAS DESPUES DEL TRASPLANTE												
Trat.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	23,6b	30,7b	37,1b	41,5c	42,7b	47,0a	37,3b	38,0b	34,3b	30,6b	24,9b	24,9b
2	25,8a	32,7a	40,6a	46,8b	50,7a	52,1a	55,3a	52,1a	48,0a	43,2a	34,2a	34,2a
3	24,9a	32,7a	40,5a	46,8b	51,2a	52,4a	55,3a	53,3a	49,1a	45,3a	36,0a	36,0a
4	25,8a	32,0a b	39,8a	48,7a	52,4a	54,9a	53,1a	53,4a	48,0a	42,2a	33,5a	33,5a

Diámetro del pseudotallo.

El diámetro del pseudotallo, que aparece en la tabla 7 como podemos observar; durante la tercera y sexta semanas no existe diferencia significativa entre los cuatro tratamientos. Sin embargo, posteriormente ocurre un crecimiento en el grosor que comienza a manifestar diferencias significativas a partir de la séptima 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 descubierto.

Tabla 7 Diámetro del pseudotallo (mm)

SEMANAS DESPUES DEL TRASPLANTE												
Trat.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	5,19a	6,04a	6,83a	8,36a	8,36b	8,95b	9,26b	9,21b	8,79b	14,11a	8,10a	8,10a
2	5,31a	5,92a	6,93a	9,10a	9,46a	10,63a	10,87a	11,00a	10,49a	9,95b	8,25a	8,25a
3	5,26a	5,68a	6,89a	8,59a	9,19a	10,43a	11,23a	11,04a	10,51a	9,99b	8,58a	8,58a
4	5,02a	5,75a	6,83a	8,47a	9,42a	10,58a	10,87a	11,05a	10,38a	9,72b	8,29a	8,29a

Materia seca y Materia orgánica.

En cuanto al porcentaje de materia seca en la tabla 9 el comportamiento es similar en los cuatro tratamientos no existiendo diferencias significativas entre ellos, coincidiendo esto con los resultados obtenidos por Fuentes (2006). Sin embargo en cuanto al porcentaje de materia orgánica podemos señalar que existe

diferencia significativa entre el tratamiento cuatro (cubierto con riego cada 9 días) sobre el dos y tres (cubierto con riego cada 5 y 9 días respectivamente), no siendo así con el tratamiento uno con el que no tiene diferencia significativa.

Tabla 9 Por ciento de materia seca y orgánica

Tratam.	% Materia seca	% Materia orgánica
1	5,95a	53,17ab
2	6,30a	44,22bc
3	5,97a	36,64c
4	6,45a	56,98a

Clasificación de acuerdo con el calibre del bulbo

En la tabla 10 se puede observar que hubo un incremento significativo en la calidad comercial del bulbo en los tratamientos cubiertos.

En cuanto a los bulbos con calibres mayores de seis centímetros (primera clase) se puede apreciar que el mejor resultado fue el tratamiento dos, seguido del cuatro y tres respectivamente. En el caso del tratamiento descubierto no se obtuvo ningún bulbo con este calibre.

Los calibres de cuatro a seis (óptimo) los mejores resultados fueron los tratamientos cubiertos donde no existieron diferencia significativa entre ellos sin embargo si con el tratamiento descubierto donde se obtuvo el menor valor.

En el caso de los calibres de tres a cuatro (tercera clase) no existió diferencia significativa entre ninguno de los tratamientos.

Y en los menores de tres centímetros (cuarta clase) el tratamiento que mayor cantidad de bulbos presenta en esta categoría es el tratamiento descubierto el cual presenta diferencia significativa con los tratamientos cubiertos y ellos a su vez no presentan diferencia significativa entre si

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. Y Fuentes 2006 donde 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.

Tabla 10 Selección de la cebolla por calibre

Tratam.	>6 cm	4-6	3-4	<3
1	0,00b	57,75b	160,25a	304,50a
2	3,50a	175,75a	200,25a	131,25b
3	1.25ab	161,75a	189,00a	173,75b
4	1,50ab	138,75a	199,50a	160,25b

Rendimientos.

Como se observa en la tabla 8, los rendimientos obtenidos en los tratamientos cubiertos con cobertura de arroz son mayores que el obtenido en el tratamiento con suelo descubierto. En este último tratamiento se obtuvo 12,1t/ha que es significativamente menor que los obtenidos en los tratamientos con cobertura, los cuales fueron de 21,3, 18,5 y 17,3 t/ha respectivamente, no existiendo diferencia significativa entre ellos. Los incrementos de rendimiento de los tratamientos cubiertos con restos de cosecha de arroz con respecto al tratamiento descubierto fueron de 76.03%, 52, 89% y 42, 98 % 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.

Resultados y discusión

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Fuentes (2006) quien reportó rendimientos superiores en el cultivo de la cebolla con suelo cubierto con restos de cosecha de arroz y tratamiento cubierto con hierba de guinea con respecto al tratamiento descubierto.

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 78g de peso seco por bulbo mientras que en el segundo fue de 59g.

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.

Tabla 8 Rendimientos obtenidos por tratamientos.

<i>Tratam.</i>	t/ha
1	12,1c
2	21,3a
3	18,5ab
4	17,3b

Análisis económico.

En la tabla 11 se muestran los resultados económicos del experimento.

Se puede observar que el costo de producción del tratamiento descubierto fue mayor que en los tratamientos cubiertos debido, en lo fundamental, a las labores de desyerbe y números de riego en este tratamiento. En el caso de los tratamientos cubiertos el costo va disminuyendo ligeramente desde los tratamientos con riego cada cinco, siete y nueve días respectivamente, esto se debe al número de riego.

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

Los cuatro tratamientos fueron rentables. La rentabilidad del tratamiento descubierto fue de 2.06, esto significa que por cada peso de costo se obtiene \$2.06 de ganancia. En los tratamientos cubiertos la rentabilidad fue mayor, lográndose en ellos, por cada peso de costo, \$6.74, \$7.15 y \$7.73 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 que el costo de producción es menor y el valor de la producción mayor que en el tratamiento con suelo descubierto, esto coincide con los resultados obtenidos por Fuentes (2006) donde la práctica de cubrir el suelo con restos de cosechas resultó menos costosa y con mayor rentabilidad que el tratamiento con el suelo sin cubrir con dicho material.

Tabla 11 Análisis económico

	TRATAMIENTOS			
Rendimiento	Riego 3 días	Riego 5 días	Riego 7 días	Riego 9 días
Número de riego	31	19	14	11
t/ha	12.1c	21.3a	18.5ab	17.3b
Costo (\$·ha-1)	15841.24	11001.08	9079.46	7926.48
Valor de la producción (\$·ha-1)	48400	85200	74000	69200
Ganancia (\$·ha-1)	32558.76	74198.92	64920.54	61273.52
Rentabilidad	2.06	6.74	7.15	7.73
Costo / peso	0.33	0.13	0.12	0.11

Conclusiones

1. Existen estudios anteriores en la zona de Banao en el cultivo de las aliáceas en el empleo de suelo cubierto, pero no abordan el tema de los intervalos de riego como objetivo central.
2. La preservación de la humedad fue mayor en el suelo cubierto con restos de cosecha de arroz.
3. Todas las variantes de diferentes intervalos de riego sobre suelo cubierto fueron superiores a la variante con suelo descubierto.
4. La variante de mejor comportamiento fue la de suelo cubierto con intervalo de riego de cinco días, la cual mostró un rendimiento de 21,3 t/ha.
5. Las prácticas de cubrir el suelo con restos de cosechas resultó menos costosa y con mayor rentabilidad que la del suelo descubierto.
6. El análisis económico demostró que los cuatro tratamientos fueron rentables, pero los tratamientos cubiertos fueron superior al descubierto.

Recomendaciones

1. Seguir trabajando en el método de siembra con suelo cubierto con restos de cosecha.
2. Profundizar los estudios sobre el gasto de agua para cada tratamiento.
3. Analizar la humedad del suelo antes del riego para cada tratamiento.

Bibliografía

1. Anónimo. 1959. Cultivo de cafetales mediante uso de coberturas muertas. *El Agricultor Venezolano*. :35-38.
2. 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.
3. 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.
4. Ali, M. 1976. Effects of mulches and reflectant on the yield of rainfed wheat. *Indian J. Agron*. 21.61-63.
5. Altieri, M. A. 1994. Conversión Orgánica de la Agricultura Cubana. *Hoja a Hoja del MAELA* 4(6) : 115 – 17.
6. 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.
7. Benoit, G. R. and M. J. Lindstrom. 1987. Interpreting Tillage Residues Management Effects. *J. Soil and Water Conservation* 4(2) : .87 – 90.
8. 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.
9. 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.
10. 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.

Bibliografía

11. 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.
12. ECAF (European Conservation Agriculture Federation). 2004. Situation of Conservation Agriculture in Europe. <http://www.ecaf.org/>. (30 de noviembre de 2004)
13. FAO. 1988. Efectos del Agua Sobre el Rendimiento de los Cultivos. Estudio FAO de Riego y Drenaje No. 33. 210 pp.
14. FAO. 1992a. Carta Mundial de Suelos, Roma, Italia.
15. FAO. 1992b. Ajo, Cebolla y Tomate. Oficina Regional de la FAO, Santiago de Chile, Chile
16. FAO. 2000a. Manual on integrated soil management and conservation practices. Land and Water Bulletin 8. Rome, Italy. 214 pp.
17. 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.
18. 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.
19. Fuentes Chaviano, Pedro. 2006. Evaluación de sistema de siembra con cobertura muerta del suelo en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.). Tesis en opción a Título de Doctor en ciencias en gestión ambiental y desarrollo sostenible. Universidad de Girona. España. 115pp.
20. Gilbert, S. M. 1945. The Mulching of Coffee arabica. *The East African Journal*. 13 : 42 – 54.
21. Guenkov, G. 1969. Fundamentos de la Horticultura Cubana. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba.

22. Guibertau, A. y Juana Labrador. 1991. Técnicas de Cultivo en Agricultura Ecológica. Hojas Divulgadoras No. 8. 43 pp.
23. Guibertau, A. y Juana Labrador. 1991. Técnicas de Cultivo en Agricultura Ecológica. *Hojas Divulgadoras* No. 8. 43 pp.
24. Hansen I. Principios y Aplicaciones del Riego. Editorial Revete, S.A. Barcelona – Buenos Aires – Mexico (MCMLXV), 1965.-106 – 111p.
25. Hernández Jiménez, A. y col. 2006. El suelo: Fundamentos sobre su formación, los cambios globales y su manejo. Primera Edición. Universidad Autónoma de Nayarit, Mexico 255 pp.
26. 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.
27. Holland, J. M. 2004. The Environmental Consequences of Adopting Conservation Tillage in Europe: Reviewing the Evidence. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 103: 1-25
28. Huerres, Consuelo y Nelia Carballo. 1988. Horticultura. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 193 pp.
29. INIFAT. 1999. Técnicas de Producción de Semillas de Cebolla. *Hojas Divulgativa del INIFAT* No. 9.
30. Instituto de suelos de la ACC. Segunda clasificación Genética de los suelos de Cuba. 1975
31. Jonnes, A. H. y L. K. Mann. 1963. Onion and Their Allies. Botany, Cultivation and Utilization. Leonard Hill Books, London, England.
32. Lal, R. 2000. Soil management in the developing countries. *Soil Science*. Vol. 165 No. 1 57-72
33. 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.

34. 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.
35. 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.
36. Medcalf, J. C. 1956. Experimentos Preliminares de Cobertura de Suelo en Cafetales Nuevos en Brasil. *Instituto IBEC de Investigaciones Técnicas* No. 12. 70 pp.
37. MINAG. 1983. Instructivo Técnico del Cultivo de la Cebolla. Dirección Nacional de Cultivos Varios, 32 pp.
38. 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.
39. Müller, D. H.; T. C. Daniel and R. C. Wenot. 1981. Conservation Tillage Best Management Practice for Nonpoint Runoff. *Environment Management*. 5 : 33 – 53.
40. 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.
41. 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.
42. 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.
43. 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.

44. 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.
45. 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.
46. Shaxson, F. and R. Barber. 2003. Optimizing soil moisture for plant production. Soil Bulletin 79. FAO, Rome, Italy.
47. 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. Hortechonology April-June 9 (2) : 251 – 253.
48. 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.
49. 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.
50. 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.
51. 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.
52. 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.

Anexo 1 Vista general del experimento.



Anexo 2 Muestra de suelo cubierto



Anexo 3 Muestra de suelo cubierto y descubierto.



Anexo 4 Muestra de suelo cubierto y descubierto.



Anexo 5 Conteo de número de hojas.



Anexo 6 Medición del pseudotallo.



Anexo 6 Medición de la altura de la planta.



Anexo 7 Muestra del flujo de agua.

