

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES –IIA-



TESIS

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS TIPOS DE ACOLCHADO PLÁSTICO, PLATA-NEGRO Y BLANCO-NEGRO SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium Cepa* L.) EN TIUCAL, ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA, GUATEMALA, C. A.

JUAN LUIS FOLGAR CORADO

GUATEMALA, ABRIL DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES –IIA-

TESIS

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS TIPOS DE ACOLCHADO PLÁSTICO, PLATA-
NEGRO Y BLANCO-NEGRO SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE CEBOLLA
(*Allium Cepa L.*) EN TIUCAL, ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA, GUATEMALA, C. A.**

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

POR

JUAN LUIS FOLGAR CORADO

GUATEMALA, ABRIL DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

ING M. Sc. MURPHY OLYMPO PAIZ RECINOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL SEGUNDO	Dr. Gricelda Lily Gutierrez Alvarez
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M.A Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL CUARTO	Per. Electr. Carlos Waldemar León Samayoa
VOCAL QUINTO	Per. Agr. Marvin Orlando Sicajaú Pec
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, ABRIL DE 2019

Guatemala, abril de 2019

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorable miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado:

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS TIPOS DE ACOLCHADO PLÁSTICO, PLATA-NEGRO Y BLANCO-NEGRO SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium Cepa L.*) EN TIUCAL, ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA, GUATEMALA, C. A.

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistema de Producción Agrícola, en el grado de académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los aspectos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

JUAN LUIS FOLGAR CORADO

ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

Por darme la vida, por su inmenso amor, por ser mi camino y mi guía en todo momento, su fidelidad e infinita misericordia, por cada momento que en mi vida han pasado y me ha enseñado a ser mejor y salir adelante para llegar a hacer uno de mis sueños realidad, gracias por este triunfo, que es uno más de muchos que tiene para mí.

A MIS AMADOS PADRES:

Jose David Folgar Hernández y Blanca Lily Corado Esquivel de Folgar, gracias por darme la vida, su amor, apoyo incondicional, confianza, paciencia y esfuerzo en mi formación académica, personal, y por enseñarme a ser una persona de bien, son mi ejemplo a seguir, este triunfo es de ustedes, gracias por ser mis mejores amigos los amo.

A MIS HERMANOS:

David Fernando, Jose Humberto, Karla Jeaneth, David Estuardo, Allan Emanuel, Juan Pablo (†) Q.E.P.D, Oscar Eduardo, Luis Eugenio Ramos gracias por el apoyo incondicional que me han brindado en todo momento, por la confianza, la amistad y por ser ese grupo de hermanos unidos que luchamos contra todo para salir adelante y ser un ejemplo de bien, gracias por hacerme el tío más feliz con tan hermosos sobrinos que me han dado, fruto de amor de cada uno de ustedes, y a mis ahijados Dios los bendiga, gracias los amo.

A MIS ABUELOS:

Leovegildo Folgar (†) Q.E.P.D y Victoria Hernandez (†) Q.E.P.D, Humberto Corado (†) Q.E.P.D y Transito de la Asunción Esquivel, (†) Q.E.P.D, los extraño y sé que desde el cielo disfrutan de este triunfo, gracias por cuidarme siempre.

A MI AMADA ESPOSA:

Berta María Menéndez Rivera de Folgar, gracias por ser una gran esposa y amiga, por estar en las buenas y en las malas, por alentarme a siempre seguir adelante, por tu amor, comprensión, paciencia y apoyo incondicional, te amo.

A MI AMADA HIJA:

Luisa María Folgar Menéndez, a quien con todo mi corazón dedico este triunfo, gracias mi adorada niña por ser mi motor, mi motivación a ser una mejor persona, un mejor padre, un excelente profesional y ser alguien de quien te puedas sentir siempre orgulloso para ser tu ejemplo y tu guía, te Amo hija linda.

A MIS AMIGOS:

Rubén Escobar por su apoyo tanto en lo laboral como en cada momento de la vida, Ing. Agr. Luis Emilio Juárez Suyen (chango) (†) Q.E.P.D, a vos hermano con mi corazón te digo esto va por vos, sé que desde el cielo estas disfrutando este triunfo como lo hubieras echo estando acá en la tierra, un abrazo hasta el cielo campeón. A mis amigos, compañeros y ex compañeros, Como recuerdo de las experiencias compartidas, muestra de amistad y por animarme a seguir adelante, si se encuentran acá es porque son importantes para mí.

A LA FAMILIA MENENDEZ RIVERA

Gracias por el cariño a mi persona Dios los bendiga siempre los quiero mucho.

A MI FAMILIA EN GENERAL

Primos, Tíos, Cuñadas Por todo su cariño gracias Dios los bendiga.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A DIOS:

Por darme la sabiduría en mi vida.

A GUATEMALA:

Mi Patria, el país de la eterna primavera.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Mi casa de estudio, alma mater.

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Por los conocimientos y formación académica.

AGRADECIMIENTOS

A: MI CASA DE ESTUDIOS

Universidad de San Carlos de Guatemala, Gloriosa Facultad de Agronomía, por brindarme los conocimientos necesarios para superarme y contribuir con el desarrollo del país.

MIS CATEDRÁTICOS

Por inculcar el conocimiento y la práctica, con esmero y dedicación para educar y formar mejores profesionales.

MI ASESOR

Ing. Agr. Juan Herrera, un excelente profesional, por su tiempo, su espacio, sus conocimientos y su valiosa asesoría en la elaboración del presente documento.

MI SUPERVISOR

Ing. Agr. Fredy Ola Dios lo bendiga y cuide siempre, gracias por su apoyo, sus consejos y por su supervisión profesional y ejecución del presente trabajo de investigación.

COMISIÓN EVALUADORA:

Ing. Agro. Waldemar Nufio, gracias paisano porque además de ser un gran profesional es un excelente amigo, gracias por sus consejos y apoyo incondicional, Dios lo bendiga siempre.

Ing. Agro. Manuel Martínez y Ing. Agr. Gil Dios los bendiga siempre en cada momento de su vida, gracias por todo su apoyo y comprensión.

OLEFINAS:

Gracias por el apoyo a la elaboración de la investigación

VISAN/MAGA

(Viceministerio de Seguridad Alimentaria y Nutricional). Gracias por su apoyo en todo momento y por darme la oportunidad de servir a mi país.

MUNICIPALIDAD ASUNCIÓN MITA:

Gracias por abrirme las puertas y brindarme el apoyo necesario durante el proceso.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Marco Conceptual	3
2.1.1. Origen de la cebolla.....	3
2.1.2. Taxonomía y morfología de la cebolla	3
2.1.3. Ciclo vegetativo	5
2.1.4. Requerimientos edafo-climáticos.....	7
2.1.5. Plasticultura	10
2.1.6. Cultivos protegidos	10
2.1.7. Acolchados plásticos	10
2.1.8. Invernadero.....	11
2.1.9. Sombráculos.....	11
2.1.10. Umbráculos.....	11
2.1.11. Macro túneles y micro túneles	12
2.1.12. Plásticos y su aplicación en la agricultura.....	12
2.1.13. Acolchado o “MULCHING”	13
2.1.14. Propiedades físicas de los plásticos	14
2.1.15. Características de los plásticos para acolchado	15
2.1.16. Colocación de acolchado plástico.....	16
2.1.17. Tipos de acolchado	17
2.1.18. Efecto del acolchado plástico en el ambiente físico.....	18

	Página
2.1.19. Ventajas del uso de acolchado plástico	20
2.1.20. Desventajas del uso de acolchado	21
2.2. Marco Referencial	22
2.2.1. Localización geográfica	22
2.2.2. Características climáticas	23
2.2.3. Suelos.....	23
2.2.4. Aspectos económicos de la cebolla.....	24
2.2.5. Producción agrícola, en Asunción Mita, Jutiapa	24
3. OBJETIVOS.....	25
3.1. Objetivo general	25
3.2. Objetivos específicos	25
4. HIPÓTESIS.....	25
5. METODOLOGÍA	26
5.1. Descripción de los tratamientos	26
5.1.1. Descripción de los tratamientos.....	26
5.1.2. Diseño experimental	27
5.1.3. Modelo estadístico.....	27
5.1.4. Unidad experimental.....	28
5.1.5. Parcela neta	28
5.1.6. Área experimental.....	29
5.1.7. Aleatorización	29
5.1.8. Manejo del experimento	30
5.1.9. Variables respuesta.....	33
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35

Página

6.1. Evaluar el rendimiento en el cultivo de la cebolla utilizando acolchado plástico color plata-negro y blanco-negro.	35
6.2. Comportamiento de la temperatura en el suelo utilizando acolchado plástico plata-negro y blanco-negro en el cultivo de cebolla	37
6.3. Comportamiento de la humedad en el suelo utilizando acolchado plástico color plata-negro y blanco-negro en el cultivo de la cebolla.....	38
7. CONCLUSIONES	40
8. RECOMENDACIONES.....	41
9. BIBLIOGRAFÍA.....	42
10. ANEXOS	45

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Clasificación botánica del cultivo de cebolla.....	4
Cuadro 2. Descripción de tratamientos de la investigación	26
Cuadro 3. Análisis de varianza del rendimiento de bulbos de cebolla por unidad experimental.	35
Cuadro 4. Resumen de Análisis grupo Tukey por tratamiento.	36
Cuadro 5A. Rendimiento y caracterización de bulbos obtenidos por unidad experimental.	45
Cuadro 6A. Resultados de la calidad de los bulbos de cebolla obtenidos por unidad experimental.	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa aldea Tiucal, del municipio de Asunción Mita, Jutiapa.	22
Figura 2. Características del acolchado plástico “cebollero” de 5 hileras	28
Figura 3. Distribucion de las unidades experimentales en el campo.	29
Figura 4. Comportamiento de la temperature de los tratamientos en el uso de plástico.....	37
Figura 5. Temperatura media diaria del suelo por tratamiento	38
Figura 6. Porcentaje de Humedad del suelo por tratamiento en el uso de plástico	38

1. INTRODUCCIÓN

En Guatemala, la plasticultura está alcanzando niveles sumamente importantes, desde el punto de vista de capacidad técnica para implementar y operar estos sistemas, de diversidad de cultivos, de diversidad de técnicas de plasticultura y principalmente de área cubierta. Los acolchados más utilizados en la actualidad son los de polietileno. Debemos reconocer como país que aún nos hace falta mucho, pero en la región somos los más avanzados y debemos seguir trabajando para lograr que Guatemala sea una potencia agrícola por el logro en la mejora de la productividad, el manejo del ambiente y el uso de estas tecnologías de punta. Esta edición la dedicamos al acolchado, la técnica más expandida en nuestro país, alcanzando las 8,000 ha en este año.

La experiencia en Guatemala data de más de 10 años pero ha sido en los últimos cinco en donde la expansión se ha acelerado, debido a la expansión del melón que cubre el 65 % de la superficie acolchada de Guatemala y a la diversificación con otros cultivos. Los cultivos que han demostrado una buena o mejor rentabilidad al usar el acolchado son la cebolla, el melón, el tomate, la sandía, la fresa, la arveja, la papaya y otros cultivos en menor escala como ciertas cucúrbitas para exportación.

La Cebolla ocupa el cuarto lugar en la producción mundial de hortalizas, con un volumen de 57,9 millones de toneladas (FAO, 2005). A nivel nacional es de suma importancia en el mercado guatemalteco, es parte de la cultura culinaria e ingrediente indispensable en la comida diaria, por lo que forma parte de la canasta básica familiar (INE, 2010).

Según la perspectiva del Banco de Guatemala (2010), las importaciones de cebolla van en incremento, sin embargo, el área cosechada de cebolla tiende a mantenerse al mismo nivel, al igual que la producción y el rendimiento. Esto da lugar a un incremento de la demanda nacional de cebolla que representa una oportunidad de mercado para los productores nacionales. Desde el punto de vista socioeconómico, la cebolla genera en promedio 5,940 jornales anualmente, llegando a producir hasta 1,976,600 jornales en el año 2012.

De acuerdo con el IV Censo Nacional Agropecuario 2009, el 86.7 % del área sembrada con cebolla a nivel nacional se encuentra concentrada en seis departamentos, Quiché (24.7 %),

Jutiapa (21.4 %), Quetzaltenango (16.7 %), Huehuetenango (10.2 %), Sololá (7.0 %) y Santa Rosa (6.7 %). siendo Jutiapa uno de los más importantes con 21.4 % de la producción nacional. En el municipio de Asunción Mita, el cultivo de cebolla ocupa uno de los primeros lugares en ingresos. (Gonzales 2005).

El valor nutritivo de la cebolla es muy bajo, siendo sus principales fuentes vitamina A y C. En realidad, su principal valor como cultivo es el uso como condimento. En la actualidad su uso como condimento ocupa un lugar preferente en todos los hogares del mundo, pudiendo utilizarse bulbos y tallos verdes en estado fresco, así como también el bulbo seco, deshidratado en polvo (Gudiel, 1987).

La Cebolla ocupa el cuarto lugar en la producción mundial de hortalizas, con un volumen de 57,9 millones de T (FAO, 2005). Según Gudiel (1987) en el mundo se producían más de 20 millones de T³ de cebolla, procedentes de 2 millones de ha. Los rendimientos oscilaban entre 11 T y 15 T (220 qq – 300 qq).

El acolchado plástico ha venido a beneficiar a gran cantidad de agricultores, principalmente horticultores, ya que al utilizarlo se ha logrado incrementar la calidad y el rendimiento de los cultivos, debido a los beneficios que brinda el acolchado, entre ellas: evita germinación de malezas, regula la humedad, proporciona una temperatura adecuada para el desarrollo de raíces y partes aéreas del cultivo de cebolla, reducción de uso de plaguicidas y herbicidas, menor costos en mano de obra, lo cual contribuye a incrementar la rentabilidad del cultivo (Ibarra & Rodriguez, 1994).

El principal objetivo de esta investigación es evaluar los nuevos acolchados plásticos de color plata-negro y blanco-negro, que se adaptaran a la alta densidad de siembra y temperatura del cultivo de cebolla y poder brindar a los productores una nueva alternativa tecnológica que mejore sus cosechas. El experimento se llevará a cabo en la aldea Tiucal, municipio de Asunción Mita, Jutiapa; en los meses de noviembre a febrero de 2013.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Origen de la cebolla

Planta bienal de la familia de las liliáceas de hasta 1 m. Hojas semicilíndricas que nacen de un bulbo subterráneo provisto de raíces poco profundas. Planta cuyo origen primario se localiza en Asia central y como centro secundario el Mediterráneo, pues se trata de una de las hortalizas más comunes. Las primeras referencias se remontan hacia 3,200 a.C. pues fue muy cultivada por los egipcios, griegos y romanos. Durante la Edad Media su cultivo se desarrolló en los países mediterráneos, donde se seleccionaron las variedades de bulbo grande, que dieron origen a las variedades modernas. (InfoAgro.com, 2009).

Las Cebollas se clasifican según las dimensiones, los colores, la época de maduración de los bulbos y el primer destino del producto (Antonio, 1982).

2.1.2. Taxonomía y morfología de la cebolla

Es una planta bianual de días largos, a veces vivaz de tallo reducido a una plataforma que da lugar por debajo a numerosas raíces y encima a hojas, cuya base carnosa e hinchada constituye el bulbo (cuadro 1), existiendo variedades e híbridos para días cortos, que se adaptan perfectamente a las latitudes de Centro América, países del Caribe y otros países cuyo clima sea similar al que se tiene en Guatemala (Gudiel, 1987).

A. Bulbo

Está formado por numerosas capas gruesas y carnosas al interior, que realizan las funciones de reserva de sustancias nutritivas necesarias para la alimentación de los brotes

y están recubiertas de membranas secas, delgadas y transparentes, que son base de las hojas. La sección longitudinal muestra un eje caulinar llamado corma, siendo cónico y provisto en la base de raíces fasciculadas.

Cuadro 1. Clasificación botánica del cultivo de cebolla

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Liliales
Familia	Liliaceae
Subfamilia	Allioideae
Tribu	Allieae
Género	<i>Allium</i>
Especie	<i>Allium cepa</i> L.

Fuente: USDA, 2010.

B. Sistema radicular

Es fasciculado, corto y poco ramificado; siendo las raíces blancas, espesas y simples.

C. Tallo

El tallo que sostiene la inflorescencia es derecho, de 80 cm a 150 cm de altura, hueco, con inflamamiento ventrudo en su mitad inferior.

D. Hojas

Envainadoras, alargadas, fistulosas y puntiagudas en su parte libre.

E. Flores

Hermafroditas, pequeñas, verdosas, blancas o violáceas, que se agrupan en umbelas.

F. Fruto

Es una cápsula con tres caras, de ángulos redondeados, que contienen las semillas, las cuales son de color negro, angulosas, aplastadas y de superficie rugosa.

G. Inflorescencia

Esta sostenida por un tallo erecto, de 80 cm a 150 cm de altura. El fruto es una cápsula con tres caras, de ángulos redondeados, que contienen las semillas, las cuales son de color negro, angulosas, aplastadas y de superficie rugosa (InfoAgro.com, 2009).

2.1.3. Ciclo vegetativo

En el ciclo vegetativo de la cebolla se distinguen cuatro fases:

- Ciclo Herbáceo,
- Formación de Bulbos,
- reposo Vegetativo
- Reproducción sexual.

El período vegetativo varía de acuerdo a la época de siembra, cultivar y manejo del cultivo, pero en general el almácigo es de 40 días - 45 días y luego del trasplante a cosecha en campo es de 120 días - 150 días (Nicho, 2006).

A. Crecimiento herbáceo

Comienza con la germinación, formándose un tallo muy corto, donde se insertan las raíces y en el que se localiza un meristemo que da lugar a las hojas. Durante esta fase tiene lugar el desarrollo radicular y foliar (InfoAgro.com, 2009).

B. Formación de bulbos

Se inicia con la paralización del sistema vegetativo aéreo y la movilización y acumulación de las sustancias de reserva en la base de las hojas interiores, que a su vez se engrosan y dan lugar al bulbo. Durante este periodo tiene lugar la síntesis de glucosa y fructosa que se acumulan en el bulbo. Se requiere fotoperiodos largos, y si la temperatura durante este proceso se eleva, esta fase se acorta (InfoAgro.com, 2009).

C. Reposo vegetativo

La planta detiene su desarrollo y el bulbo maduro se encuentra en latencia (InfoAgro.com, 2009).

D. Reproducción sexual

Se suele producir en el segundo año de cultivo. El meristemo apical del disco desarrolla, gracias a las sustancias de reserva acumuladas, un tallo floral, localizándose en su parte terminal una inflorescencia en umbela (InfoAgro.com, 2009).

2.1.4. Requerimientos edafo-climáticos

A. Clima y suelos

Se adapta a clima cálido, templado y frío, alturas comprendidas entre los 300 m s.n.m y 2,750 m s.n.m¹, produciéndose mejor en altitudes de 300 m s.n.m a 1,800 m s.n.m.

B. Temperatura

La temperatura óptima para el desarrollo del cultivo está alrededor de los 13 ° C y 14 ° C con máxima de 30 ° C una mínima de 7 ° C. La temperatura es uno de los factores que influyen en la formación del bulbo. Los niveles de 25 ° C a 30 ° C aceleran este proceso si el fotoperiodo es el adecuado. En cambio, se produce un retraso progresivo en la medida que descienda la temperatura (Alvarado, 2000).

C. Suelo

La cebolla prefiere suelos sueltos Franco arenoso y arcillo-arenoso, adaptándose a otras clases siempre que no sean demasiado pesado, con un pH de 6 – 7, sanos, profundos, ricos en materia orgánica, de consistencia media y no calcárea. y no tolera suelos ácidos. Se ha observado que la siembra en suelos muy pesados induce la formación de bulbos deformes, pero no se tiene referencia de su efecto sobre el rendimiento (Gudiel, 1987).

D. Luminosidad

La formación del bulbo está influenciada por varios factores, pero el más importante es el fotoperiodo. Esto significa que las condiciones de días largos, estimulan la formación de los bulbos. El umbral crítico en la longitud del día permite clasificar los cultivares en tres grupos: de día corto 12 h a 13 h, día intermedio 13 h a 14 h y de día largo 14 h a 16 h (Alvarado, 2000).

E. Riego

El primer riego se debe efectuar inmediatamente después de la plantación. Posteriormente los riegos serán indispensables a intervalos de 15 días a 20 días. El número de riegos es mayor para las segundas siembras puesto que su vegetación tiene lugar sobre todo en primavera o verano, mientras que las siembras de fin de verano y otoño se desarrollan durante el invierno y la primavera. El déficit hídrico en el último período de la vegetación favorece la conservación del bulbo, pero confiere un sabor más acre. Se interrumpirán los riegos de 15 días a 30 días antes de la recolección. La aplicación de antitranspirantes suele dar resultados positivos.

Después del trasplante se debe mantener el terreno con humedad adecuada para lograr un buen “prendimiento”; asimismo no debe faltar agua en la etapa de desarrollo vegetativo y desarrollo de bulbo. Cuando se inicia a doblarse las plantas (15 días a 30 días antes de la cosecha) se debe dejar de regar con el fin de obtener bulbos compactos y buena conservación en post cosecha (Nicho Salas, 2006).

F. Siembra

En las zonas cálidas, regiones comprendidas entre los 300 m s.n.m y 1,000 m s.n.m, se siembra en los meses de septiembre a noviembre. En la zona templada y fría, regiones

comprendidas entre los 1200 m s.n.m a 1800 m s.n.m, de agosto a noviembre. La cebolla es una planta típica de trasplante, pero se puede sembrar directamente. Para la siembra de una hectárea se requiere preparar alrededor de 200 m² de semillero. Si el terreno ha sido convenientemente preparado y desinfectado, se requiere de 1,5kg a 2 kg de semilla para sembrar una hectárea en la época lluviosa y de 3 kg/ha a 4 kg/ha para la siembra de verano.

La siembra se hace en líneas separadas de 20 cm a 25 cm y la semilla se esparce a chorro seguido y se abona con 50 g/m² a 100 g/m² de fertilizante 10-30-10. Durante la etapa de semillero, las plántulas se deben proteger contra el ataque de las plagas y enfermedades del cultivo. La cebolla también se puede sembrar directamente en el campo para lo cual se prefiere la semilla recubierta o pele tizada. La siembra directa acorta la duración del cultivo en el campo y se evita el costo del trasplante, pero aumenta los costos para el combate de malezas y la protección de las plántulas.

En nuestro país no es común la siembra por bulbillos, aunque algunos agricultores lo practican. Para este método, se preparan semilleros en los últimos meses de invierno, una vez que las plantas han formado bulbillos y el follaje se ha secado, se cosechan los bulbillos y se secan en el campo; las cebollas así obtenidas se siembran en la siguiente estación lluviosa.

Este sistema permite ganancia de tiempo, ya que equivale a una "semilla adelantada". Para este sistema, las variedades deben tener un adecuado período de reposo. El trasplante se hace cuando las plantas tienen entre 10 cm a 15 cm de altura y aún no se ha iniciado la formación del bulbo. zonas bajas, debido a que las temperaturas son más altas, el semillero está listo para el trasplante entre cuarenta y cincuenta días después de la siembra. La edad de la plántula para trasplantarla es muy importante, si se atrasa, los rendimientos se reducen notoriamente.

2.1.5. Plasticultura

La aplicación de los plásticos a la producción agrícola se conoce bajo el término 'plasticultura'. Este tipo de aplicación de los materiales plásticos ha permitido convertir tierras aparentemente improductivas en zonas de modernísimas explotaciones agrícolas.

Las distintas aplicaciones de la plasticultura se manifiestan en todo el mundo, y las técnicas actuales son muy variadas. Esta técnica productiva ha alcanzado uno de los mayores desarrollos en los últimos tiempos, siendo el acolchado, los pequeños túneles y los invernaderos los más extendidos en todo el mundo.

2.1.6. Cultivos protegidos

Consiste en cultivar plantas protegiéndolas de los factores externos como condiciones climáticas, plagas, enfermedades e igualmente son fertilizadas de acuerdo a los requerimientos diarios de las plantas, por lo cual los rendimientos y calidad obtenidos por éstas, son superiores a los alcanzados en campo abierto (Cardona, 2010).

Una primera clasificación de los diversos tipos de protección puede hacerse distinguiendo entre túneles, invernaderos, sombráculos, umbráculos, micro túneles, macro túneles y acolchado plástico (América, 2010).

2.1.7. Acolchados plásticos

- a) Tienen como finalidad varios objetivos, los cuales son:
- b) impedir el crecimiento de las malas hierbas.
- c) disminuir el gasto de agua de riego por menor evaporación del suelo.
- d) y consecuentemente también menor gasto de fertilizantes por menor lavado de nutrientes.

- e) controlar la temperatura del suelo. e) impedir el contacto de los frutos con el suelo para disminuir la incidencia de plagas y enfermedades, etc.

2.1.8. Invernadero

Es una construcción de plástico en la que se cultivan plantas, a mayor temperatura que en el exterior. es el sistema de protección más utilizado por ser el único que permite el cultivo totalmente fuera de temporada. Este ha experimentado un gran desarrollo acompañado de una notable diversificación de formas, tamaños. (América, 2010).

2.1.9. Sombráculos

Teniendo como objetivo disminuir la incidencia de los rayos solares durante el día y moderar la temperatura durante las noches frías sirven para el sostén de todo tipo de mallas permeables, proporcionando a los cultivos un ambiente adecuado a sus requerimientos desde la plantación, mejorando el arraigue, como así también a lo largo de todo su ciclo. que tienen como función el sombreado de los cultivos en terrenos abiertos. (América, 2010).

2.1.10. Umbráculos

Son estructuras con techo plano, diseñadas para proteger del sol a las especies vegetales sensibles al mismo, y que no necesitan de la protección que aporta un invernadero convencional.

Gracias a su simplicidad y resistencia, hacen del montaje e instalación una tarea fácil y económica. Además, ofrecen la posibilidad de instalar un sistema automático que nos permita extender o recoger la malla de la cubierta en función de las necesidades luminosas

de las plantas. en cambio, tienen como utilidad el sostener mallas anti-granizo y/o mallas anti-pájaros y/o anti-insectos, permitiendo, una menor incidencia del ataque de estas plagas y consecuentemente disminuir la utilización de agroquímicos, sin disminuir en demasía la ventilación del cultivo (América, 2010).

2.1.11. Macro túneles y micro túneles

Son una clase de invernaderos que difieren en tamaños (altura y anchura) y generalmente se clasifican en base al volumen de aire encerrado por cada metro cuadrado de suelo, la precocidad de cosecha es en menos tiempo, se protege la cosecha de lluvias, fríos, granizos etc. (Iturbo, 2006).

2.1.12. Plásticos y su aplicación en la agricultura

La diversidad de formas que se le puede dar al plástico permite crear productos específicos para la agricultura, (cubiertas de invernaderos, macro túneles, micro túneles, acolchados, mallas, empaques, solarizado, tuberías de riego, etc.) siendo la película de polietileno la de mayor consumo y los empaques utilizados para almacenar, transportar y comercializar los productos finales.

La introducción del plástico en las actividades agrícolas ha generado beneficios en la producción de los cultivos incrementando sus rendimientos; mejorando la calidad de los productos; y haciendo más eficiente su manejo pos-cosecha, pero quizá la ganancia más importante haya sido poder cultivar en tierras aparentemente improductivas (Ocampo, 2009).

2.1.13. Acolchado o “MULCHING”

El plástico puede ser blanco, negro o transparente. Sus funciones son similares al acolchado orgánico, aunque no producen nutrientes para las plantas:

- Mantiene la humedad del suelo.
- Aumenta la temperatura del suelo y acelera la cosecha.
- Permite adelantar la siembra y que la germinación sea rápida.
- Refleja calor hacia la fruta para madurar.
- Se conservan las hortalizas limpias y libres de salpicaduras.
- Mejora la calidad del fruto al impedir el contacto con el suelo.
- Evitan la erosión y el endurecimiento de la tierra.
- Los negros impiden que salgan malas hierbas.
- Los blancos se emplean para reflejar la luz y calor sobre frutas en maduración como tomates y melones.
- Los transparentes se emplean para calentar el suelo en primavera o evitar salpicaduras.

A. Plástico negro

se extiende antes de sembrar y después de poner el goteo. No permiten el paso de la luz.

- Hay que perforarlos para la emergencia de la planta o si se plantan plantones, con un corte en forma de cruz con el cuchillo. Puede hacerse en el momento de colocar la lámina o después.
- La película plástica puede atraer babosas. Levanta los bordes y retíralas o emplea un producto anti limacos.

2.1.14. Propiedades físicas de los plásticos

A. Espesor

Las unidades de medida generalmente utilizados para vidrio y plásticos rígidos son milímetros, y para filmes son micras (μ) y galgas²; 100 μ m equivalen a 400 galgas. (1 mm = 1000 μ m). En filmes el espesor recomendado para proteger el cultivo en las bajas temperaturas es de 50 - 200 micrómetros.

B. Resistencia a la rotura

Es de importancia especialmente en zonas de granizo, nieve o viento; indica la resistencia a la deformación por altas temperaturas y bajas temperaturas en los cultivos, ayudándolos así al desarrollo de ellos.

C. Peso

Los filmes de plástico tienen poco peso lo que reduce su exigencia en estructuras y por tanto aumenta la uniformidad de la luz en el interior al reducir el sombreo.

D. Envejecimiento

El envejecimiento de los materiales utilizados como cubierta viene determinado por la degradación de sus propiedades físicas, cambios en la transmisión de luz y mecánicas.

E. Propiedades ópticas

Es la propiedad de los materiales de dejar pasar la radiación solar, se expresaría como la relación entre la radiación en el interior de la cubierta y la medida simultáneamente en el exterior. (Infoagro.com, 2009).

2.1.15. Características de los plásticos para acolchado

A. Duración de los plásticos

Los plásticos comúnmente empleados tienen diferentes propiedades de elongación tanto a lo largo como a lo ancho. Todos los plásticos son eventualmente degradados por su exposición a la radiación ultravioleta. La velocidad de este proceso varía en cada plástico y puede ser disminuida por la incorporación de aditivos que inhiben la degradación por radiación ultravioleta. La duración de los plásticos depende principalmente de la latitud y de la estación de crecimiento del cultivo a que se sea expuesto (Ibarra & Rodríguez, 1991).

B. Espesor de los plásticos para plasticultura

Los plásticos pueden ser producidos en rangos de espesor, normalmente es dado en micrómetros ($1\ \mu\text{m} = 0.001\ \text{mm}$). El término calibre fue utilizado previamente ($1\ \text{calibre} = 1\ \text{milésimo de pulgada} = 25.4\ \mu\text{m}$).

Algunos estudios sugieren que un espesor de 37.5 micrones tanto en los plásticos negro y transparente, es suficiente para cubrir un ciclo vegetativo hasta de 7 meses. Para un cultivo de 1 año en adelante se sugiere un espesor de 50 a 200 micrómetros

2.1.16. Colocación de acolchado plástico

La colocación del plástico puede ser mecánica o manual, dependiendo la cantidad de tierra a trabajar.

A. Mecánica

Para la aplicación mecanizada de los acolchados sintéticos se utilizan maquinarias de distinto tipo. Algunas máquinas pueden ajustarse para cubrir anchuras entre 60 cm y 180 cm. La película puede tenerse en su sitio antes o después de plantar.

B. Manual

Cuando las áreas a acolchar son pequeñas o con inclinaciones que impiden la instalación mecanizada, la instalación debe ser manual. Fernández (1995) recomienda la siguiente metodología:

Una vez realizadas las labores preparatorias del suelo deben seguirse los siguientes pasos:

- a.** Se cava una zanja al inicio del surco.
 - Se coloca el extremo de la película dentro del surco.
 - Se rellena la zanja con tierra una vez que se ha centrado la película.
 - Para cargar el rollo de plástico se pasa una barra por el interior de la bobina para ser trabajado de mejor manera.
 - Para desenrollar la película se necesita de dos personas a cada costado del rollo de plástico.

- b.** Se deposita la película sobre el surco este se hace lentamente.
 - Luego de ser colocada la película sobre el surco se estira aproximadamente dos metros para que la colocación este bien.
 - Una tercera persona pondrá paladas de tierra sobre los lados.

- c. la película se debe colocar en días de poco viento de lo contrario se dificultará el trabajo.
- d. Una vez puesta la película a lo largo del surco córtese el extremo con una navaja y entiérrese como se hizo al inicio del trabajo.

2.1.17. Tipos de acolchado

Los más utilizados han sido los plásticos negros, pero se han descubierto grandes beneficios adicionales con el desarrollo de los plásticos de dos caras, plata/negro y blanco/negro, que además de bloquear el paso de luz producen también reflexión, con lo cual aportan luz al reverso de las hojas, estimulando la fotosíntesis y por lo tanto la precocidad y el tamaño de los frutos, además de que inciden en la reducción de áfidos y por lo tanto de ciertos virus de los cuales los insectos son vectores.

Martínez (2009) realizó la siguiente clasificación de los acolchados de polietileno:

A. Acolchados color blanco

Este color reduce la temperatura en relación a los acolchados negros y plata/negro, asemejándose a la temperatura del suelo. Además, mejora la eficiencia de la difusión de la luz provocando que las porciones inferiores de las hojas del cultivo también realicen la fotosíntesis.

B. Combinación de colores

Son dos caras, normalmente la cara inferior es color negro para el control de malezas y la cara superior puede ser de color gris, blanco, aluminio, etc. Para acumular calor, control de insectos, captación de luz.

2.1.18. Efecto del acolchado plástico en el ambiente físico

El uso de acolchado plástico en los cultivos genera importantes modificaciones en el ambiente físico que rodea las plantas, cuya intensidad depende del tipo de plástico que se utilice. Los factores que se alteran con el uso de acolchado son (Ibarra & Rodriguez, 1991).

- Humedad
- Temperatura,
- Estructura y fertilidad del suelo,
- Vegetación espontanea debajo del acolchado
- Actividad microbiana

A. Modificación de la humedad

La impermeabilidad del polietileno impide el escape del agua evaporada del suelo, consiguiendo que el líquido permanezca disponible para las plantas cultivadas, beneficiándose con una alimentación constante y regular (FAO, 2002).

B. Modificación de la temperatura

El calentamiento del suelo se explica por el efecto invernadero ejercido por el polietileno en la pequeña capa de aire que se encuentra entre éste y el suelo. La magnitud de dicho efecto varía según la transividad del polietileno a la radiación solar (Alvarado & Castillo, 1999).

El acolchado se comporta como un amortiguador térmico debido al efecto invernadero producido por el polietileno, que acumula calor en el suelo durante el día y deja salir parte de éste durante la noche, lo que evita o disminuye el riesgo de heladas por bajas temperaturas del aire. Durante la noche, el filme detiene, en cierto grado, el paso de las radiaciones de onda larga (calor) del suelo a la atmósfera (Alvarado & Castillo, 1999).

Con el aumento de la temperatura del suelo hasta un cierto umbral se obtiene un mayor desarrollo radical, que a su vez se expresa en mayor rendimiento y una producción más precoz y de mejor calidad, pero si la temperatura excede dicho umbral los efectos térmicos del acolchado pueden perjudicarlo. La temperatura óptima del suelo para el desarrollo radicular es de 20 ° C a 25 ° C para la mayoría de las especies. (Alvarado & Castillo, 1999).

C. Modificación de la estructura del suelo y actividad microbiana

El acolchado ayuda a mantener la estructura del suelo, ya que previene la formación de la costra y la compactación mediante la humedad superficial. El suelo permanece poroso, suelto y aireado. El acolchado previene que las lluvias o el riego deterioren la estructura del suelo, además mejoran la tasa de infiltración del agua. Todo ello contribuye a la salud del sistema radicular y al uso más eficaz de los nutrientes. Puesto que las condiciones de aireación son buenas la actividad biológica de los microorganismos del suelo se ve favorecida también (FAO, 2002).

D. Modificación de la fertilidad del suelo

El efecto de la temperatura sobre la nitrificación, ya que su valor límite para retener la nitrificación se encuentra entre 45 ° C y 52°C, con una situación óptima que varía según el terreno (muy suelto o muy compacto), entre 25 ° C y 45 ° C. Estos límites de temperatura y humedad son fácilmente obtenibles por medio de acolchado; el abono nítrico queda a disposición en gran parte del acolchado y con un suministro de agua de irrigación; la

percolación que es causa de pérdidas de abono nítrico por lavado es reducida al mínimo (Ibarra & Rodriguez, 1991).

Con el aumento de la temperatura y humedad, en asociación con la actividad de la flora microbiana y la reacción química y bioquímica del terreno, se favorece la mineralización del suelo, lo que lleva a una mayor disponibilidad de nitrógeno para las plantas. Por otro lado, al reducir la lixiviación evita las pérdidas de este elemento (Ibarra & Rodriguez, 1991).

E. Acción del acolchado sobre las malezas

El crecimiento de malezas bajo el acolchado depende del color del plástico, es decir, de su transmisividad a la luz solar. El plástico transparente posee una alta transmisión de radiación solar fotosintéticamente activa, lo que favorece el crecimiento de malezas que compiten por agua y nutrientes con el cultivo y además le provocan daño mecánico por levantamiento del acolchado plástico (Alvarado & Castillo, 1999).

Sin embargo, se puede evitar totalmente el crecimiento de malezas utilizando una película que impida el paso de luz, como es el de color negro o algún coextruido bicolor en que una de sus caras sea de color negro. Aquellas películas de colores, con valores intermedios de transmisividad, permitirán el desarrollo proporcional de malezas bajo la película, a mayor paso de luz mayor cantidad de malezas (Alvarado & Castillo, 1999).

2.1.19. Ventajas del uso de acolchado plástico

Las principales ventajas del uso de acolchado son.

- Reducción de los costos por mano de obra, herbicidas e insecticidas.
- Control de malezas efectivo.
- Supresión de labores como: cultivado, desmalezado y aspersiones, evitando así daño mecánico al cultivo.
- Mejor desarrollo radicular y de la flora microbiana del suelo.

- Mayor relación beneficio costo.
- Incremento en rendimiento total.
- Mejor aprovechamiento del agua.
- Reducción de la compactación del suelo permaneciendo suelto y aireado.
- Mayor precocidad a la cosecha para aprovechar ventanas de oportunidad
- Reflexión de luz para beneficiar la fotosíntesis.
- Mejora fertilidad del suelo.
- Mayor concentración de CO₂ que favorece la fotosíntesis.
- Reduce el ahogamiento de las plantas por exceso de humedad.
- Reducción de la lixiviación de fertilizantes.
- Mejora fertilidad del suelo.
- Productos más limpios y de mejor calidad al evitar el contacto con el suelo.
- Alta productividad.

2.1.20. Desventajas del uso de acolchado

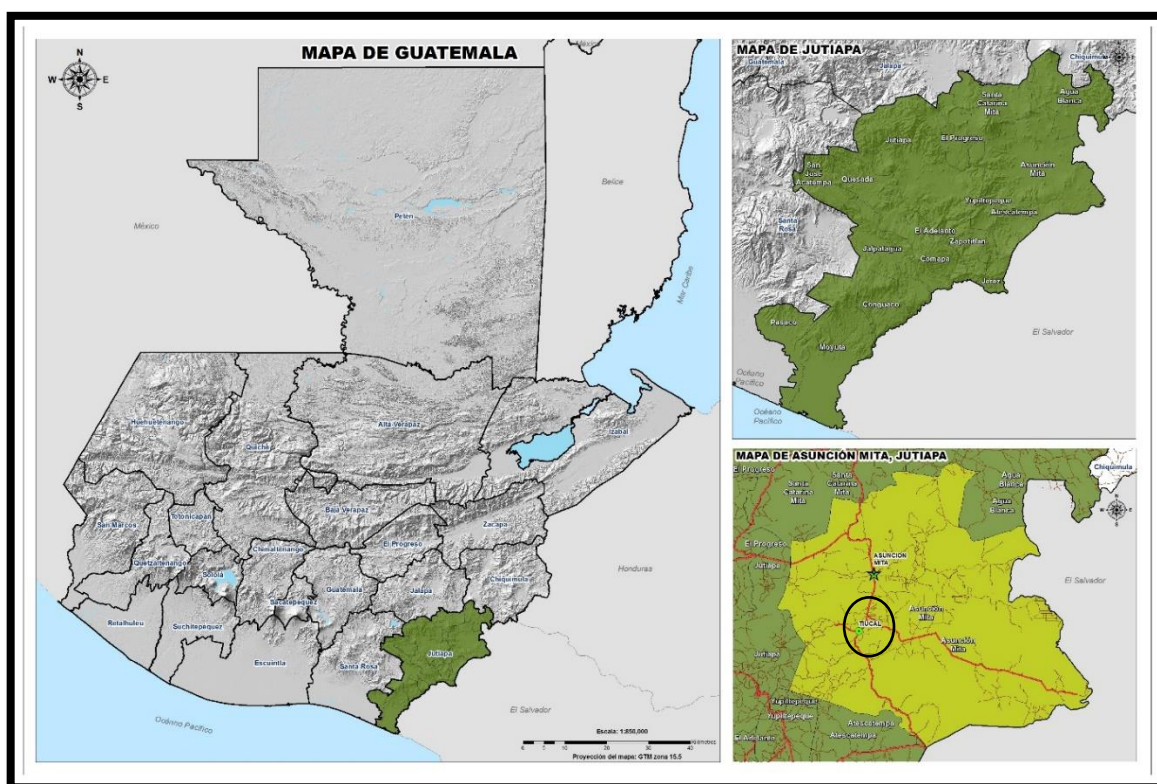
Las principales desventajas del uso de acolchado son:

- La colocación del acolchado es costoso.
- Puede producir contaminación ambiental.
- Incrementan los costos de producción.
- Se necesita de mayor conocimiento para su aplicación correcta.
- Incrementa la erosión del suelo entre las camas de siembra.
- En terrenos de mayor extensión, debe de recurrirse a una colocación mecanizada, lo cual incide fuertemente en los costos de producción.
- Realizar medición en base al diámetro del acolchado, la cual el trabajo o mano de obra sube su costo.

2.2. Marco referencial

2.2.1. Localización geográfica

La investigación se realizará en la aldea Tiucal, del municipio de Asunción Mita, Jutiapa (figura 1). Asunción Mita, se encuentra situado en la parte Este del departamento de Jutiapa, en la Región IV o Región Sur-Oriental. Limita al Norte con los municipios de Santa Catarina Mita y Agua Blanca (Jutiapa); al Sur con los municipios de Atescatempa y Yupiltepeque (Jutiapa) y con la República de El Salvador; al Este con la República de El Salvador; y Oeste con los municipios de Jutiapa y Yupiltepeque (Jutiapa). Una distancia de la ciudad capital de 146 km. La distancia de esta cabecera municipal a la ciudad de Jutiapa es de 30 km Y Tiucal a 3.5 km de la cabecera municipal, Se localiza en la latitud $14^{\circ} 19' 58''$ y en la longitud $89^{\circ} 42' 34''$ (Oficina Municipal de Planificación, 2005).



Fuente: Oficina Municipal de Planificación, 2005

Figura 1. Mapa aldea Tiucal, del municipio de Asunción Mita, Jutiapa.

2.2.2. Características climáticas

Se encuentra a una altura de 470.05 m s.n.m, por lo que su clima es generalmente caluroso y sub tropical. Siendo la temperatura media anual de 24 °C, oscilando entre 22 °C y 30 °C. La dirección del viento generalmente es de Norte a Sureste, intensificándose en los meses de noviembre a marzo (Oficina Municipal de Planificación, 2005).

2.2.3. Suelos

Los suelos de la comunidad de Tiucal pertenecen al orden **Alfisoles** los cuales tienen un horizonte argílico, kándico o nátrico; o un fragipán que tiene películas de arcilla de 1 mm o más de espesor en alguna parte (Luzio, 1982).

A. Orden Alfisoles

Los Alfisoles se caracterizan por presentar un horizonte sub-superficial de enriquecimiento secundario de arcillas, desarrollado en condiciones de acidez o de alcalinidad sódica, y asociado con un horizonte superficial claro, generalmente pobre en materia orgánica o de poco espesor. Los suelos que pertenecen al orden presentan una alta saturación con bases en todo el perfil (CITAB, 2005).

B. Suborden Ustalfs

Los suelos están dentro del suborden **Ustalfs**, que se caracterizan por tener un régimen de humedad ústico; un epipedón que es masivo duro o muy duro cuando se seca y un régimen de humedad que es arídico y/o marginal a ústico. Dentro de 1.5 de la superficie o dentro de los 50cm bajo la base del horizonte argílico tiene un horizonte cálcico, o material calcáreo finamente dividido, de formas esferoidales o como recubrimientos sobre los agregados o

diseminados en partículas de tamaño arcilla y un régimen de humedad údico pero marginal a ústico (Luzio, 1982).

2.2.4. Aspectos económicos de la cebolla

En el año 2013 el cultivo de la cebolla generó 5,225,450 jornales. La cantidad de empleos permanentes por año es de 10,560 jornales (Banco de Guatemala, 2013).

2.2.5. Producción agrícola, en asunción mita, Jutiapa

Estudio realizado, el municipio de Asunción Mita se caracteriza por ser eminentemente agrícola, destacándose los siguientes cultivos: Tomate, cebolla, maíz, frijol, maicillo, tabaco, sandía y pepino, los cuales son cultivados en diferentes estratos de fincas que se clasifican de acuerdo a la extensión territorial y el nivel tecnológico empleado para la producción. Según estudio se consideró tres estratos:

- a) Micro fincas (una cuerda y menos de 1 mz)
- b) Fincas Subfamiliares (de 1 mz a menos de 10 mz)
- c) Fincas Familiares (de 10 mz hasta 64 mz).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de dos tipos de acolchado plástico en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.).

3.2. Objetivos específicos

1. Evaluar el rendimiento en el cultivo de la cebolla utilizando acolchado plástico color plata-negro y blanco-negro.
2. Evaluar el comportamiento de la temperatura en el suelo utilizando acolchado plástico plata-negro y blanco-negro en el cultivo de cebolla.
3. Evaluar el comportamiento de la humedad en el suelo utilizando acolchado plástico color plata-negro y blanco-negro en el cultivo de la cebolla.

4. HIPÓTESIS

1. La utilización del acolchado plástico plata-negro presentara un mayor rendimiento en el cultivo de cebolla, en caso distinto del plástico blanco-negro.
2. La temperatura en el acolchado plástico plata-negro será más elevada que en el acolchado plástico blanco-negro.
3. La humedad del suelo utilizando acolchados plásticos presentara el mismo comportamiento para el cultivo de cebolla.

5. METODOLOGÍA

5.1. Descripción de los tratamientos

Los tratamientos a evaluar son los diferentes acolchados plásticos “cebolleros” de color plata-negro y blanco-negro comparado con el testigo absoluto, sin acolchar (cuadro 2).

Cuadro 2. Descripción de tratamientos de la investigación

Tratamiento	Descripción de tratamiento
T1	Acolchado plástico “cebollero”, color Plata-negro
T2	Acolchado plástico “cebollero”, color Blanco-negro
T3	Testigo (sin acolchado)

Fuente: elaboración propia

5.1.1. Descripción de los tratamientos

A. Los Acolchados plástico “cebollero” plata-negro y blanco-negro

Consisten en la utilización de los acolchados Plata/Negro y blanco-negro de cinco hileras, con medidas de 1.32 m de ancho, por 1,220 m de longitud (4,000 ft), 18.75 μm de grosor (0.75×10^{-3} in) y un ciclo de duración de 10 a 12 meses dependiendo del manejo. El distanciamiento entre hileras es de 0.20 m y entre planta de 0.12 m (figura 2).

B. Testigo

Es el manejo tradicional que los productores le dan al cultivo de cebolla en cuanto al factor “acolchado del suelo”, que para la región del oriente es sin acolchado o “campo abierto”, pareciéndose poco con el distanciamiento del acolchado, solo q a campo abierto la siembra

es un poco más junta, ya que no tienen un distanciamiento concreto. Además, este sistema de siembra contempla el uso de herbicidas para el control de malezas.

5.1.2. Diseño experimental

El factor correspondiente se evaluaron a la variable independiente“ los colores de acolchados plásticos (cebollero), plata-negro y blanco-negro.

Debido a que se trata de dos tratamientos comparado con el testigo, el diseño en campo será de bloques al azar. Se realizaran 21 repeticiones en total. Considerando la homogeneidad del material experimental y la disponibilidad de área experimental es de (0.0600 ha).

5.1.3. Modelo estadístico

El modelo estadístico utilizado en la investigación fue Diseño Bloques al Azar

Siendo:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + E_{ij} \quad \begin{cases} i = 1, 2 \dots t \\ j = 1, 2, \dots r \end{cases}$$

Donde:

Y_{ij} = variable de respuesta observada o medida en el i-ésimo tratamiento y el j-ésimo bloque

. μ = media general de la variable de respuesta

τ_i = efecto del i-ésimo tratamiento

β_j = efecto del j-ésimo bloque

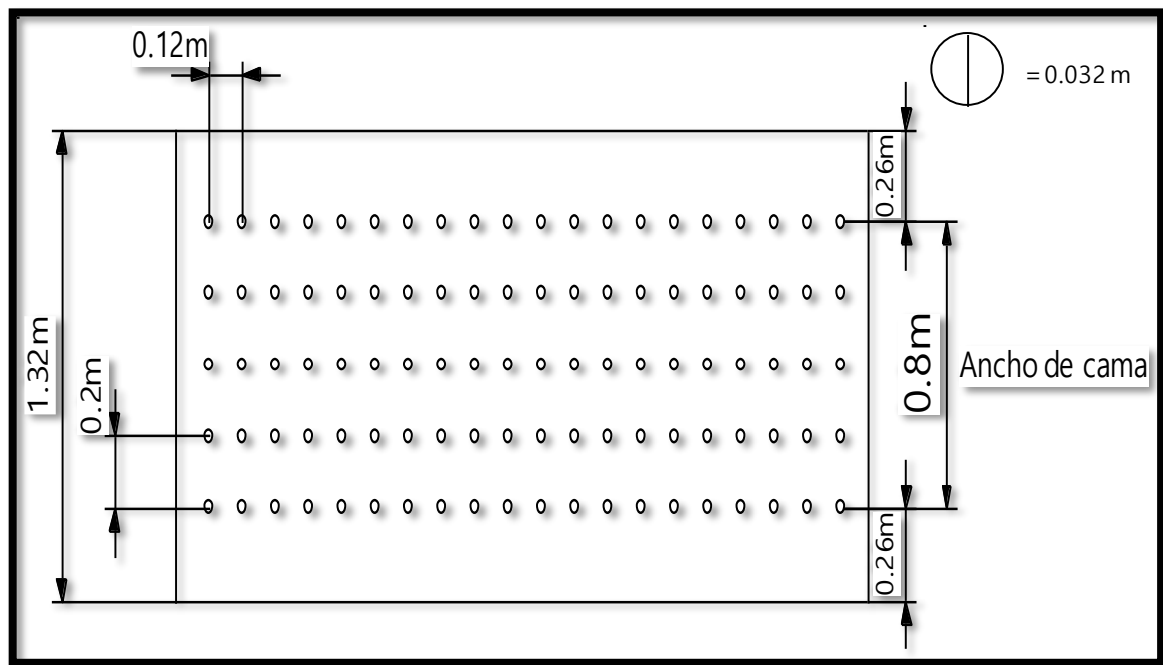
ε_{ij} = error asociado a la ij-ésima unidad experimental.

$$\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$$

5.1.4. Unidad experimental

La unidad experimental estará compuesta por 1 surco con acolchado plástico plata-negro y blanco-negro con 5 hileras, cada hilera de 0.80 m de ancho y de 20 m de largo de cama. La distancia entre camas será de 1.5 m. Cada unidad experimental contendrá 825 cebollas. El experimento estará compuesto por un total de 30

unidades experimentales.



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 2. Características del acolchado plástico “cebollero” de 5 hileras

5.1.5. Parcela neta

Para la parcela neta se tomara un espacio de 18 m lineales ubicados en la parte central de la unidad experimental, considerando las 5 hileras de la cama de siembra, dejando 2 m laterales para efecto de borde. Para así tener mejor inferencia. El tamaño de la parcela neta será de 10.8 m².

5.1.6. Área experimental

- Área Total: 600 m^2 ($10 \text{ m} \times 60 \text{ m}$) = 0.0600 ha
- Unidad Experimental: 30 m^2 ($1.5 \text{ m} \times 20 \text{ m}$)
- Parcela Neta: 10.8 m^2 ($0.60 \text{ m} \times 18 \text{ m}$)
- Tratamientos 3×10 repeticiones = 30 unidades experimentales

5.1.7. Aleatorización

La distribución de los tratamientos se realizó al azar, quedando como se muestran en la figura 3.

T2-R10 20m	T1-R10 20m	T3- R10 20m	T2-R9 20m	T3-R9 20m
T3-R8 20m	T2-R8 20m	T1-R8 20m	T2-R7 20m	T1-R9 20m
T1-R6 20m	T2-R6 20m	T3-R6 20m	T3-R7 20m	T1-R7 20m
T2-R5 20m	T1-R5 20m	T2-R5 20m	T2-R4 20m	T3-R4 20m
T3-R3 20m	T2-R3 20m	T1-R3 20m	T1-R2 20m	T1-R4 20m
T1-R1 20m	T2-R1 20m	T3-R1 20m	T2-R2 20m	T3-R2 20m

BLOQUES

Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 3. Distribución de las unidades experimentales en el campo.

5.1.8. Manejo del experimento

A. Material experimental

El material vegetal a utilizar será AGROSEMILLAS S.A, variedad a utilizar es holandesa. Es una cebolla de día intermedio, de maduración precoz y amplia adaptación que produce bulbos redondos que llegan a lograr tamaños grandes, de color blanco intenso; siembras de septiembre a diciembre han dado muy buenos resultados en la región centroamericana. Presenta tolerancia contra Fusarium.

B. Época de siembra

La siembra se realizará en época de seca, a partir del mes de mayo y finalizando en Agosto. Esta es la época adecuada de siembra de cebolla, aunque los precios suelen variar en esta época, por lo regular se mantienen estables en esta época para venta del mercado (fig. 6).

Se comprara la semilla y se mandará a elaborar los pilones. Esto permitirá tener un material homogéneo al momento de ser trasplantado al campo.

C. Preparación del terreno

Se pasara dos veces la rastra en una forma adecuada para que el suelo quede adecuado al momento de realizar los surcos, ya que estos se harán a un distanciamiento de 1.5 m, luego se realizaran las camas de forma manual, utilizando azadón para ajustarlas a una altura entre 0.25 – 0.30 m y de 0.80 de ancho ya que esa es la medida en la que viene el acolchado plástico.

D. Colocación del acolchado plástico

Antes de la colocación del acolchado de diferente color, plata-negro y blanco-negro, debe realizarse una fertilización base y aplicación para desinfestar el suelo. Una vez hecho lo

anterior se procederá a la colocación del acolchado manualmente de acuerdo a la aleatorización.

E. Transplante

Los pilones se trasplantaran a campo de 40 días a 45 días después de estar en almácigos.

F. Distanciamiento de siembra

La siembra se hará en camas. Cada cama de siembra estará integrada por 5 hileras separadas 0.20 m entre ellas y 0.12 m entre planta. La distancia entre camas será de 1.5 m.

G. Control de plagas

Para el control de plagas se tiene como opción la aplicación de varios insecticidas en forma alterna, La primera aplicación se realizará 15 días después del trasplante para que la planta este a un 90 % de pegue y posteriormente una aplicación cada 8 días. Las principales plagas q atacan el cultivo de cebolla son: Escarabajo de la cebolla, Mosca de la cebolla. Trips (insecto cuyas larvas se meten entre las capas de las cebollas), Polilla de la cebolla. Nematodos.

H. Control de malezas

Se realizará una aplicación de herbicida pre-emergente a los 3 - 5 días después del trasplante en el caso del testigo (sin acolchado). Posteriormente se realizaran limpiezas manuales en cuanto los tratamientos lo necesiten.

I. Control de enfermedades

Se desinfectará el suelo utilizando cianamida cálcica 15 días antes del trasplante, previo a la colocación del acolchado plástico. Para el control de enfermedades se tiene contemplado la aplicación de fungicidas como estrobilurinas y benzimidazoles, utilizando dosis recomendadas. Entre las principales enfermedades: Mildiu, Hongos (Botrytis y Sclerotinia), Roya (hongos), Abigarrado de la cebolla (virus), Tizón (hongo), Alternaría (hongo)

J. Riego

La época a ser trabajado el cultivo será en época seca lo que se espera que no ocurran muchas precipitaciones, el mismo día que se termina la siembra de inmediatamente debe ser colocado el riego, y luego se pone el riego cada dos días para que la planta se mantenga en condiciones adecuadas. Por ser época seca instalaran 4 cintas de riego por goteo por cama de siembra para que la planta no se mantenga escasa de humedad

Se instalaran tensiómetros en los 3 tratamientos para y monitorear la humedad y asegurar que ésta se mantenga en niveles recomendados para el mejor desarrollo del cultivo, alrededor de 35 - 40 centibares.

K. Fertilización

La primera fertilización se realizara a los 8 días después de la siembra, ya que la plántula tenga fuerte la raíz ya que el fertilizante suele quemar la raíz al estar muy pequeña de tamaño.

A partir del trasplante los fertilizantes se aplicarán disueltos con el agua de riego. En la primera etapa se utilizó un iniciador (20-18-20) durante un mes. La segunda aplicación de fertilizantes es a los 28 días de siembra, y la tercera aplicación es a los 48 días de siembra, y si es necesario una cuarta aplicación de fertilización se hace a los 20 días antes de la primera cosecha.

L. Cosecha

La cosecha se realizó cuando la cebolla haya terminado su fase de formación de bulbo, aproximadamente entre 105 a 120 días. La forma de cosechar será de manera manual.

5.1.9. Variables respuesta

A. Rendimiento por calidad

El cálculo del rendimiento de la calidad se tomaron datos de 15 plantas al azar de la parcela neta, anotando la calidad de bulbo y peso, si es de primera, segunda o tercera.

B. Rendimiento total

En la parcela neta se cosecharan 15 plantas en forma al azar y se anotara el número de bulbos cosechados y su peso, con la ayuda de una balanza de 100 L.

C. Diámetro y peso de bulbo

Para conocer el diámetro y peso de bulbo se tomó de manera aleatoria una cantidad de 10 bulbos por cada U.E y luego se pasó con la balanza de reloj de 1 kg.

D. Humedad

Para medir el comportamiento de la humedad en el suelo se utilizarán 2 tensiómetros, los cuales se colocaron en unidades experimentales representativas de cada tratamiento. Los tensiómetros se colocarán a una profundidad de 15 cm. Las lecturas se realizaron en la mañana (8:00 h), ya que en este momento el flujo de agua en el suelo está en equilibrio y por lo tanto el dato es más preciso.

E. Temperatura del suelo

Se tomaron lecturas de temperaturas a 5 cm y 10 cm de profundidad del suelo con un termómetro digital de vástago, y en el caso del acolchado se tomará una lectura más en el espacio intermedio entre el suelo y el acolchado. Además se tomará la temperatura ambiente utilizando un termómetro ambiental digital. Las Lecturas se tomaran en la mañana (8:00 h), a medio día (12:00 h) y en la tarde (17:00 h), durante todo el experimento.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los muestres de campo del efecto de dos tipos de acolchado plástico en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.).

6.1. Evaluar el rendimiento en el cultivo de la cebolla utilizando acolchado plástico color plata-negro y blanco-negro.

Los datos obtenidos de los diferentes tratamientos, referentes al rendimiento y calidad de bulbos de cebolla que se obtuvieron por cada unidad experimental, se presentan en el cuadro 5A.

En cuadro 3 se presenta análisis de varianza del rendimiento de los bulbos de cebolla.

Cuadro 3. Análisis de varianza del rendimiento de bulbos de cebolla por unidad experimental.

F.V	SC	gl	CM	F	valor-p
Modelo	123456.08	11	1122.37	4.29	0.0032
Tratamiento	2582.98	2	1292.49	4.93	0.0196
Repetición	9763.1	9	1084.79	4.14	0.005
Error	4713.17	18	261.84		
Total	17059.25	29			

CV=21.77%

FV: Fuente de variación
 SC: Suma de cuadrados
 GL: Grados de libertad
 CM: Cuadrado medio
 F: Valor de F

Al realizar el resumen del análisis de varianza en el cuadro 3, se observó que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos (p-valor menor a 0.05). Por lo que, puede decirse que los tratamientos utilizados no se ven influenciado por el tipo de acolchado que se utiliza como cobertura en el cultivo de cebolla. Además, en cuanto a la calidad del

bulbo, son estadísticamente significativos por lo que se realizó un análisis de media utilizando Tukey.

Según Ibarra y Rodriguez, 1991. El uso de acolchado plástico en el cultivo de cebolla produjo un incremento del 20.81 % sobre el testigo relativo, quienes indican que puede obtenerse incrementos de producción de 20 % a 200 % respecto a los métodos convencionales. Según otras investigaciones en otros cultivos Calderón y Dardón, 1995 obtuvieron un incremento del 91 % en arveja china.

Cuadro 4. Resumen de Análisis grupo Tukey por tratamiento.

Tratamiento	Medias	Grupo Tukey	
Acolchado Negro – Planta	87.06	A	
Acolchado Blanco – Negro	70.74	A	B
Testigo	65.2		B

En el cuadro 4, se presenta el resumen del análisis de Tukey se puede identificar tratamiento 1 (Acolchado Negro – Plata) existe diferencia significativa, es decir que el, logro retener mayor calidad respecto a las otras tratamientos una media de 87.06 %, seguida del tratamiento 2 (Acolchado Blando – Negro) quedando con 70.74 % y por último la testigo es decir sin con un valor promedio de 65.2 %.

6.2. Comportamiento de la temperatura en el suelo utilizando acolchado plástico plata-negro y blanco-negro en el cultivo de cebolla

En la figura 4, se observa el comportamiento de temperatura en suelo, al utilizarse dos tipos de acolchado la plata – negro y el blanco – negro, así mismo se utilizó un testigo, sin acolchado.

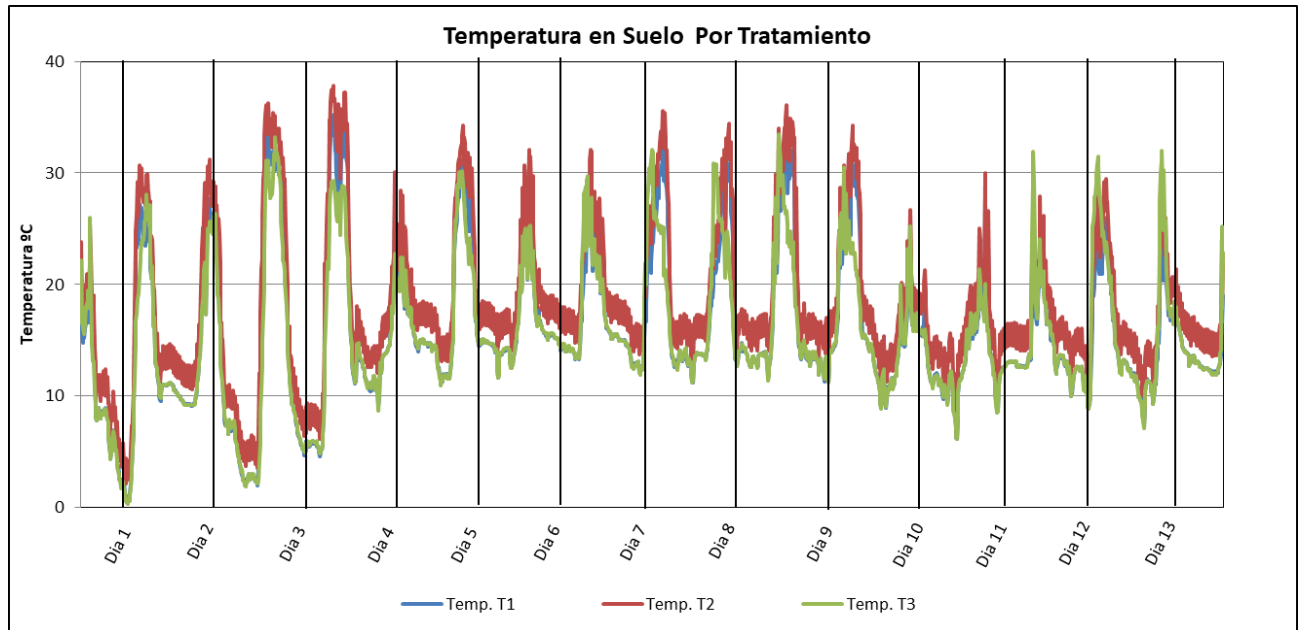


Figura 4. Comportamiento de la temperature de los tratamientos en el uso de plástico.

En comportamiento de la temperatura del uso de los plásticos, se debe a que en la mañana la transferencia de energía entre el suelo y la atmosfera es más estable, mientras que a medio día la transferencia de energía es más activa considerando que los rayos del sol llegan en ángulo recto a la tierra, por lo cual las lecturas son más inestables.

En la Figura 5, se puede observar la temperatura del suelo siendo los tratamientos 1 y 2 que presenta menores temperatura donde el plástico actúa como barrera de retención de las ondas largas, por lo que a medio día los valores de temperatura sobrepasan a la temperatura ambiente, la reflexión que produce el color planta negro de la superficie exterior del acolchado, por ende el tratamiento 3 que no presenta acolchado tiende a tener altas temperaturas en suelo y así mismo presenta estrés a la planta.

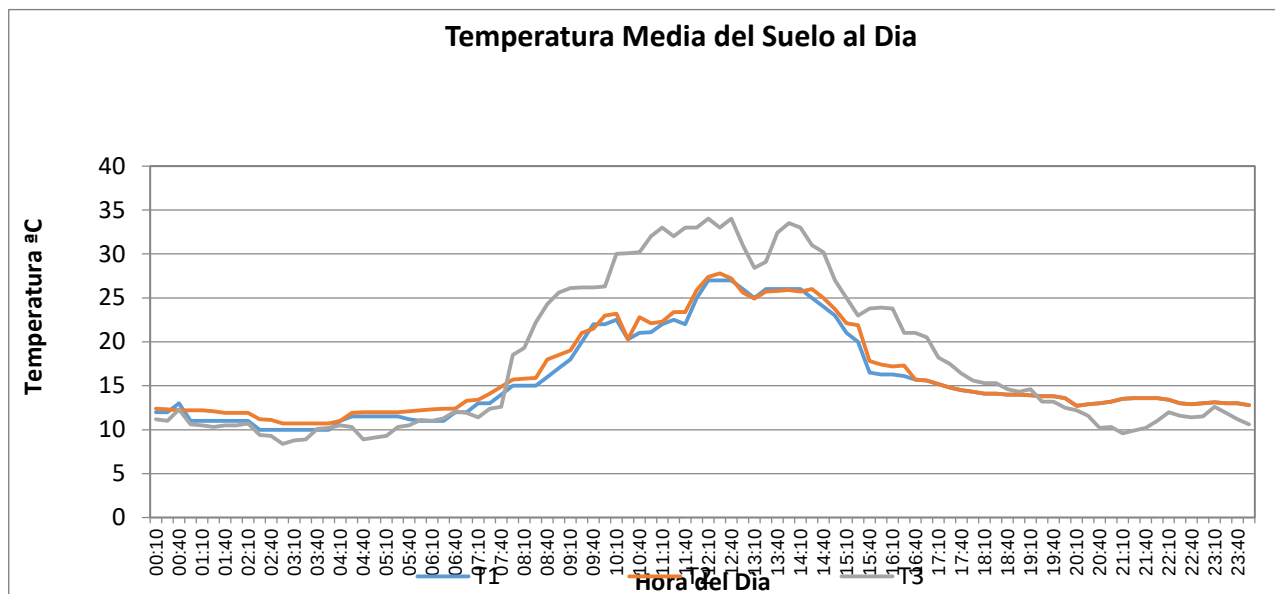


Figura 5. Temperatura media diaria del suelo por tratamiento

6.3. Comportamiento de la humedad en el suelo utilizando acolchado plástico color plata-negro y blanco-negro en el cultivo de la cebolla.

El comportamiento de humedad del suelo, depende del efecto de la profundidad, donde hay mayor profundidad el contenido de agua es mayor y por consiguiente el efecto amortiguador es aún más marcado, tal como se muestra en la figura 6.

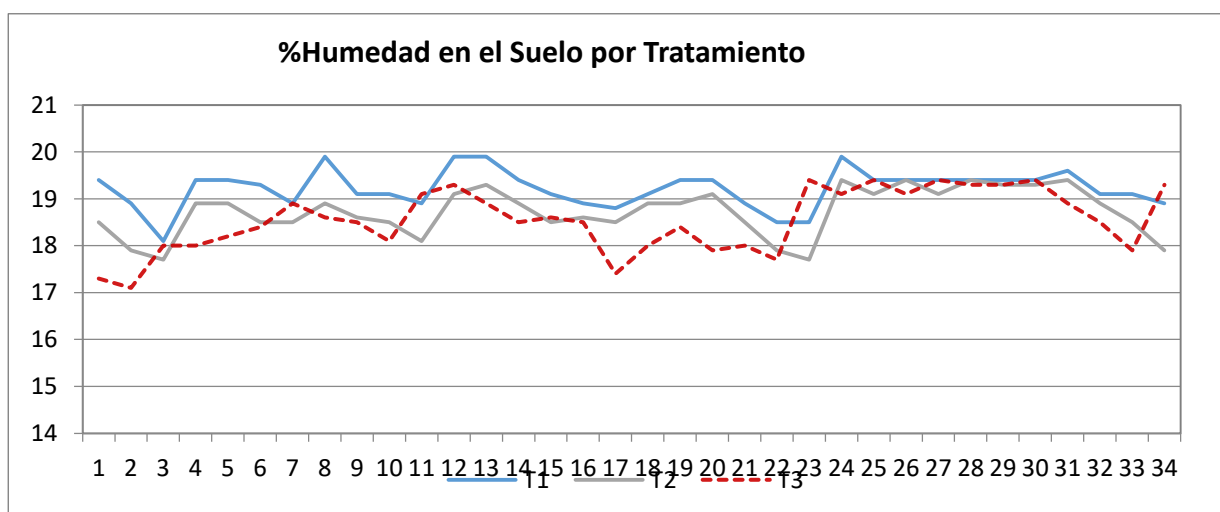


Figura 6. Porcentaje de Humedad del suelo por tratamiento en el uso de plástico

En la figura anterior, se presentan los resultados obtenidos del porcentaje de humedad, donde el tratamiento 1 y 2 que utilizan acolchado plástico presenta menor dispersión de los datos comparado con el testigo, lo cual puede atribuirse al mayor contenido de humedad que actúa como amortiguador térmico.

7. CONCLUSIONES

1. El uso de acolchado mejora el rendimiento del cultivo de cebolla, ya que el rendimiento del Tratamiento 1 (Negro – Plata) tiene un mejor comportamiento donde limita la cantidad de energía solar que el suelo puede recibir, evitando que se alcancen temperaturas que estresan a la planta.
2. El acolchado produjo un efecto amortiguador de la temperatura, disminuyendo las temperatura máximas y aumentando las mínimas” con respecto al testigo , es por eso los productores deben de utilizar el acolchado
3. El uso de acolchado mantuvo mayor porcentaje humedad del suelo, dándole mejor condición al cultivo.

8. RECOMENDACIONES

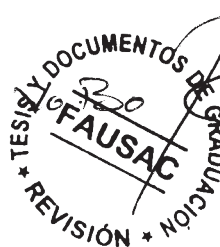
1. Se recomienda utilizar acolchado de plastico en los cultivos ya que ayuda, a humedad del suelo y así mismo a mejor las condiciones de temperaturas en el suelo.
2. Los acolchados plasticos tienden a reducir propagación de malezas, por lo cual es necesario utilizar los acolchados.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Alvarado, P. A. (2000). *Consultoría: Monitoreo de la producción y comercio de ajo y cebolla en Chile (en línea)*. Chile. Recuperado el 28 de feb de 2010, de Programa de reconversión y desarrollo de la Granja: http://74.125.47.132/search?q=cache:hh6GJpDGZFIJ:mazingersisib.uchile.cl/repositorio/pa/ciencias_agronicas/a20021022112707informeajoccebolla.doc+cebolla+fotoperiodo&cd=10&hl=es&ct=clnk&gl=gt&client=firefox-a
2. América. (2010). *Cultivos protegidos (en línea)*. Montevideo, Uruguay. Recuperado el 20 de Marzo de 2010, de <http://www.america.com.uy/productos/index.php?IndexId=42>
3. Antonio, F. (1982). *Horticultura práctica*. México: Editorial Diana. 2da. Ed.
4. Banco de Guatemala. (2007). *Cebolla. Aspectos productivos, comercio exterior y mercado nacional (en línea)*. Guatemala. Recuperado el 28 de Febrero de 2010, de http://portal.maga.gob.gt/portal/page/portal/uc_upie/documentos/17-cebolla.pdf
5. FAO. (2002). *El cultivo protegido en clima mediterráneo (en línea)*. Roma, Italia. Recuperado el 20 de Marzo de 2010, de <http://www.fao.org/docrep/005/S8630S/s8630s05.htm>
6. Fernández Cabrera, C. E. (1995). *efectos de trampas amarillas en el control de trips (Thysanoptera: Thripidae) y mosca minadora (Diptera: Agromyzidae) y análisis de su fluctuación poblacional en arveja china (Pisum sativum L.)*. Guatemala: (Tesis Ing. Agr.) USAC, Facultad de Agronomía: Guatemala. 66 p.
7. Gudiel, V. M. (1987). *Manual agrícola SUPERB*. (6 ed.) Guatemala: Productos Superb.

8. Holdridge, L. R. (1982). *Ecología basada en zonas de vida*. San José, Costa Rica: IICA. (Trad. Humberto Jiménez Saa). 216 p.
9. Ibarra Jimenez, L., & Rodríguez, A. (1991). *Acolchado de suelo con películas plásticas*. México: Limusa. 131 p.
10. INE. (Mayo de 2010). *Canasta básica de alimentos*. Recuperado el 22 de Mayo de 2010, <http://www.ine.gob.gt/index.php/estadisticasdeprecios/58-estadisticasdeprecios/137-cba>
11. InfoAgro.com. (2009). *El cultivo de la cebolla (en línea)*. Madrid, España. Recuperado el 28 de Feb de 2010, de <http://www.infoagro.com/hortalizas/cebolla.htm>
12. Infoagro.com. (2009). *Los plásticos en la agricultura (en línea)*. España. Recuperado el 20 de Marzo de 2010, de http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/plasticos.htm
13. Luzio Lighton, W. (1982). *Taxonomía de Suelos*. Chile: Agency for International Development for the Soil Support Service.
14. MAGA. (2002). Base de datos digital del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Guatemala.
15. Martínez de la Cerda, J. (2009). *Acolchado en hortalizas (en línea)*. Nuevo León, México. Recuperado el 20 de Marzo de 2010, de facultad de Agronomía, UANL: <http://www.camponl.gob.mx/oeidrus/hortalizas/8alcolchado.pdf>
16. Nicho Salas, P. (2006). *Cultivo de cebolla roja (en línea)*. Perú. Recuperado el 14 de Marzo de 2010, de <http://www.inia.gob.pe/SIT/consPR/adjuntos/730.pdf>

17. Ocampo, S. A. (2009). *Ventajas de los plásticos en la agricultura (en línea)*. México. Recuperado el 20 de Marzo de 2010, de http://www.imagenagropecuaria.com/articulos.php?id_sec=1&id_art=733
18. Simmons, C. S., Tarano, J. M., & Pinto, J. H. (1959). *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala*. (Trad. Pedro Tirado Sulsona). Guatemala: Instituto Agrícola Nacional. 1000 p.
19. Steelr, R., & Torrie, J. (1989). *Bioestadística: Principios y procedimientos*. (2 ed.). México: McGraw-Hill.
20. USDA. (2010). *Plant database: Allium cepa L. (en línea)*. E.E.U.U. Recuperado el Marzo de 2010, de <http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=ALCE>

 *Polando Barrios*

10. ANEXOS

Cuadro 5A. Rendimiento y caracterización de bulbos obtenidos por unidad experimental.

Tratamiento	Repetición	Rendimiento	1ra. Calidad	2da. Calidad	3ra. Calidad
1	1	92	322	241	108
1	2	95.6	403	280	132
1	3	98	381	273	138
1	4	67	242	205	127
1	5	103	349	309	105
1	6	68	306	252	133
1	7	113	482	248	95
1	8	78	339	245	129
1	9	61	208	180	90
1	10	95	368	146	32
2	1	81.1	341	241	102
2	2	77.8	409	283	98
2	3	90.7	403	289	122
2	4	79.2	239	246	93
2	5	105	385	270	129
2	6	63.2	186	199	44
2	7	109	255	194	121
2	8	9	221	227	137
2	9	48.9	342	293	111
2	10	43.5	323	258	100
3	1	80	277	321	160
3	2	60.3	198	226	111
3	3	68	312	247	199
3	4	89	324	418	102
3	5	56	165	286	228
3	6	48.5	160	355	119
3	7	101	400	268	120
3	8	39	81	182	207
3	9	59.4	236	240	98
3	10	50.8	188	195	43

Fuente: elaboración propia, 2017.

Cuadro 6A. Resultados de la calidad de los bulbos de cebolla obtenidos por unidad experimental.

	MUESTRAS	1		2		3		4		5	
	Rep/Variab le	Diam. (cm)	Peso (gr)	Diam. (cm)	Peso (gr)	Diam. (cm)	Peso (gr)	Diam. (cm)	Peso (gr)	Diam. (cm)	Peso (gr)
Tratamien to 1	T1R1	7.8	320	6.9	225	7.2	155	5.9	160	7.1	195
	T1R2	5.6	290	8.3	160	7.6	200	8	190	6.1	110
	T1R3	7.3	211	6.1	95	8	210	7.8	165	5.7	90
	T1R4	6.8	84	5.9	147	7.2	235	6.6	185	6.3	95
	T1R5	8.1	65	7.9	255	5.3	95	6.9	170	5.9	105
	T1R6	7.1	170	8.3	205	6	90	6.1	125	7.1	185
	T1R7	7.4	215	7.5	165	7.1	155	5.9	95	6.7	150
	T1R8	9.1	204	8.6	195	5.6	120	7.5	165	5.3	195
	T1R9	7	135	4.9	210	6.1	90	6.4	165	4.8	155
	T1R10	6.9	125	8.8	325	5.8	100	7.1	95	7.3	80
Tratamien to 2	T2R1	7.2	240	6.2	155	7.8	215	8.8	155	7	330
	T2R2	7.6	155	5.7	170	6.8	140	5.9	200	6.4	70
	T2R3	8	90	5.9	175	6.8	205	6.7	210	5.7	140
	T2R4	7.2	145	6.5	240	3.8	50	5.3	235	6.2	90
	T2R5	5.3	270	5.4	240	5.6	90	8.1	95	5.8	245
	T2R6	6	175	7.5	110	5.3	100	7.1	90	6.3	170
	T2R7	7.1	165	6.3	140	6.8	180	7.4	155	4.1	215
	T2R8	5.6	195	5.9	160	5.7	95	9.1	120	5.9	320
	T2R9	6.1	210	4.3	160	7.9	225	6.4	90	5.7	135
	T2R10	5.8	340	8.8	140	5.9	140	7.2	100	4	160
Tratamien to 3	T3R1	5.5	145	6.5	145	8.2	165	8	250	7.8	215
	T3R2	6.8	155	7	140	6.5	100	7.2	185	6.8	140
	T3R3	7.1	143	6.9	95	5.6	110	6.7	190	6.8	205
	T3R4	4.8	105	4.8	175	5.9	90	8.4	310	3.8	50
	T3R5	6.8	95	7.1	200	4.4	160	4.4	55	5.6	90
	T3R6	6.8	205	8.4	125	5.3	145	4.4	60	5.3	100
	T3R7	5.4	170	6.1	55	8.4	245	5.9	115	6.8	180
	T3R8	5.8	175	4.6	160	8	225	5.6	90	5.7	95
	T3R9	4.8	135	5.3	95	6.7	120	6.5	160	7.9	225
	T3R10	7.1	125	4.6	70	7.2	90	8.2	150	5.9	140

Fuente: elaboración propia, 2017.