

**UNIVERSIDAD PÚBLICA Y AUTÓNOMA DE EL ALTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA: INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**“EFECTO DEL COLOR DE ACOLCHADO PLÁSTICO
SOBRE EL SUELO EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO
DE LA LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) DENTRO DE
MINITUNELES EN LA CIUDAD DE EL ALTO DISTRITO 3”.**

Genaro Marcial Cuba Patana

La Paz – Bolivia

2011

UNIVERSIDAD PÚBLICA Y AUTONOMA DE EL ALTO
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA: INGENIERIA AGRONOMICA

“EFECTO DEL COLOR DE ACOLCHADO PLÁSTICO SOBRE EL SUELO EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE LA LECHUGA (*Lactuca sativa L.*) DENTRO DE MINITUNELES, EN LA CIUDAD DE EL ALTO DISTRITO 3”.

Tesis de grado presentado como
requisito parcial para optar al
Titulo de Ingeniero Agrónomo.

Genaro Marcial Cuba Patana

ASESOR:

Ph.D. Ing. Félix Marza Mamani

TRIBUNAL EXAMINADOR:

M.Sc. Ing. Celia Fernández

Ph.D. Ing. Humberto Sainz Mendoza

M.Sc. Ing. Rubén Jacobo Trigo

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador

“La fortaleza de un hombre no está en creer que todo lo puede.

Está en reconocer que sin Dios... Nada sería posible”

Jackmar Cielo

DEDICATORIA

A las abnegaciones de mis amados padres Severo y Marcelina, por todo el amor, esfuerzo y apoyo incondicional, fue posible alcanzar el mayor anhelo de mi vida, para lograr mi profesión.

A mis apreciados hermanos, por seguirme en los momentos de dichas y desdichas.

Los tendré siempre presente en mi vida!!

Marcial

AGRADECIMIENTOS

A Dios el Padre creador nuestro que esta en los Cielos, dador de sabiduría, guía, sustento, bendición y su infinita misericordia. La gracia de Jesucristo hijo, por la intercesión en mi vida.

A la prestigiosa Universidad Pública y Autónoma de El Alto, por las asistencias entregadas durante mis años de estudio y el perseverante espíritu baluarte de lucha por una autonomía universitaria plena.

A los docentes prácticos de la Carrera Ingeniería Agronómica de la U.P.E.A. por emitir conocimientos y experiencias esenciales, que hicieron posible mi formación profesional.

A mí distinguido, estimado asesor Ph.D. Ing. Félix Marza Mamani, por su generosa cooperación y consagrada orientación durante el desarrollo del trabajo de investigación.

A los miembros del tribunal revisor, conformado por: M.Sc. Ing. Celia Fernández, Ph.D. Ing. Humberto Sainz Mendoza, M.Sc. Rubén Jacobo Trigo. Por las sugerencias y observaciones oportunas realizadas para la redacción del presente trabajo de Tesis de Grado.

A mis amados padres Severo y Marcelina, por la educación, esfuerzo, confianza, comprensión y apoyo incondicional en todo momento. A mis apreciados hermanos: Fidel, Julio, Candelaria, Gladys, Vilma, Bernardo, Moisés y José, R. (Q.E.P.D), por todo el apoyo moral y espiritual, para lograr mis aspiraciones.

A mí apreciada amiga, compañera y esposa amada Jakelin Mercedes Limachi Villalba quien me ha motivado a concluir mis aspiraciones en todos los momentos. A mi mamá Basilia por todo el apoyo inmerecido, a mis cuñados hermanos Freddy, Geovana, Reynaldo y Alex de la misma manera a mis nuevos tíos y familiares.

A mi distinguido compañero y buen amigo Edwin Rossi Mamani Huayta, por el afecto, compromiso, comprensión y solidaridad desmedida en alegres y afligidos momentos. Y a todos los compañeros, amigos del CNP de mí Facultad y la Universidad que me acompañaron brindándome sus valiosas amistades durante todos los años de estudio.

EL AUTOR

CONTENIDO:**CAPITULO I**

| | |
|-----------------------------------|----|
| I. INTRODUCCION..... | 9 |
| 1.1. Justificación..... | 10 |
| 1.2. OBJETIVOS..... | 10 |
| 1.2.1. Objetivo General..... | 10 |
| 1.2.2. Objetivos Específicos..... | 10 |

CAPITULO II

| | |
|--|----|
| 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA..... | 11 |
| 2.1. Generalidades e importancia del cultivo de la Lechuga Waldmann´s. | 11 |
| 2.1.1. Origen..... | 12 |
| 2.1.2. Taxonomía..... | 12 |
| 2.2. Ambientes atemperados en minitúneles o microtuneles..... | 13 |
| 2.2.1. Temperatura..... | 15 |
| 2.2.2. Humedad..... | 16 |
| 2.3. Acolchados o mulching plásticos..... | 16 |
| 2.3.1.Importancia de los Colores plásticos para el control de malezas..... | 17 |
| 2.3.2. Presentación de Colores..... | 18 |
| 2.3.2.1. Transparente..... | 18 |
| 2.3.2.2. Amarillo..... | 19 |
| 2.3.2.3. Rojo..... | 19 |
| 2.3.2.4. Negro..... | 19 |

CAPITULO III

| | |
|--------------------------------------|----|
| III. LOCALIZACION..... | 20 |
| 3.1. Ubicación Geográfica..... | 20 |
| 3.2. Características Ecológicas..... | 20 |

CAPITULO IV

| | |
|--|----|
| IV. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 21 |
| 4.1. Materiales..... | 21 |
| 4.1.1. Materiales y equipos de campo..... | 21 |
| 4.1.2. Materiales de gabinete..... | 21 |
| 4.1.3. Abono orgánico..... | 22 |
| 4.1.4. Material Vegetal..... | 22 |
| 4.2. Metodología de campo..... | 22 |
| 4.2.1. Preparación del terreno..... | 22 |
| 4.2.2. Siembra en almaciguera..... | 22 |
| 4.2.3. Instalación del acolchado plástico y los minitúnel..... | 22 |
| 4.2.4. Trasplante..... | 24 |

| | |
|---|-----------|
| 4.2.5. Cosecha..... | 24 |
| 4.3. Variables de respuesta..... | 24 |
| 4.3.1. Porcentaje de emergencia (%)..... | 24 |
| 4.3.2. Porcentaje de refallo (%)..... | 24 |
| 4.3.3. Altura de planta (cm)..... | 24 |
| 4.3.4. Biomasa del follaje (cm)..... | 25 |
| 4.3.5. Numero de hojas..... | 25 |
| 4.3.6. Profundidad radicular (cm)..... | 25 |
| 4.3.7. Diámetro del área foliar en la cosecha (cm ²)..... | 25 |
| 4.3.8. Rendimiento de materia verde foliar (kg/m ²)..... | 25 |
| 4.3.9. Peso individual de materia verde foliar (g)..... | 25 |
| 4.3.10. Análisis estadístico y económico..... | 26 |
| 4.4. Establecimiento del Diseño experimental..... | 26 |
| 4.4.1. Factores de estudio..... | 26 |
| 4.4.2. Modelo lineal..... | 27 |
| 4.4.3. Croquis del ensayo..... | 27 |
| CAPITULO V. | |
| V. RESULTADOS..... | 28 |
| 5.1. Parámetros climáticos del Mini túnel..... | 28 |
| 5.1.1. Temperatura, Humedad y PH..... | 28 |
| 5.2. Variables de respuesta..... | 30 |
| 5.2.1. Porcentaje de emergencia (%)..... | 30 |
| 5.2.2 Porcentaje de refallo (%)..... | 31 |
| 5.2.3. Altura de planta (cm)..... | 33 |
| 5.2.4 Biomasa del follaje (cm)..... | 35 |
| 5.2.5 Numero de hojas..... | 37 |
| 5.2.6 Profundidad radicular (cm)..... | 38 |
| 5.2.7 Diámetro del área foliar en la cosecha (cm ²)..... | 41 |
| 5.2.8 Rendimiento de materia verde foliar (kg/m ²)..... | 43 |
| 5.2.9 Peso individual de materia verde foliar (gr)..... | 45 |
| 5.2.10. Análisis estadístico y económico..... | 47 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 52 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 54 |
| VIII. BIBLIOGRAFIA..... | 55 |

INDICE DE TABLA

| | | |
|--|----|----|
| 1 La siguiente tabla muestra los valores nutricionales del cultivo de lechuga..... | 12 | 32 |
| 2 Indicadores del cultivo de la Lechuga waldmann's green..... | 13 | |
| 1. Análisis de varianza para el porcentaje de refallo..... | | |
| 2. Análisis de varianza para la Altura de planta..... | | 34 |
| 3. Análisis de varianza para la Biomasa de follaje..... | | 36 |
| Tabla 4. Análisis de varianza para el Número de hoja..... | | 38 |
| Tabla 5. Análisis de varianza para la Profundidad radicular..... | | 40 |
| Tabla 6. Análisis de varianza para el Diámetro del área foliar..... | | 42 |
| Tabla 7. Análisis de varianza para el Rendimiento de materia verde foliar ... | | 44 |
| Tabla 8. Análisis de varianza para Peso individual de materia verde foliar ... | | 46 |
| Tabla 9. Presupuesto parcial del acolchado plástico en el cultivo de la lechuga..... | | 48 |
| Tabla 10. Análisis de dominancia del acolchado plástico..... | | 50 |
| Tabla 11. Análisis marginal, costos beneficios y Tasa de Retorno Marginal sobre el efecto del color de acolchado plástico..... | | 52 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Fig. 1. Túnel bajo tipo Nantes. Vista lateral del túnel (a) y disposición del plástico desde nivel suelo | 15 |
| Fig. 2. Túnel cubriendo cultivo bajo (a) y alto (b)..... | 16 |
| Fig. 3. Evolución de la Temperatura, Humedad y PH durante la ejecución del estudio gestión 2009 – 2010 en el Distrito 3 Ciudad de El Alto..... | 29 |
| Fig. 4. Evaluación del porcentaje de emergencia de la Gestión 2009 – 2010..... | 31 |
| Fig. 5. Efecto del color en el acolchado plástico en el porcentaje de refallo en la Gestión 2009 – 2011..... | 33 |
| Fig. 6. Efecto del color en la variable Altura de planta..... | 35 |
| Fig. 7. Efecto del color en la variable Biomasa de follaje..... | 37 |
| Fig. 8. Efecto del color en la variable Número de hojas..... | 39 |
| Fig. 9. Efecto del color de acolchado plástico en la variable Profundidad radicular..... | 41 |
| Fig. 10. Efecto del color en la variable Diámetro del área foliar..... | 43 |
| Fig. 11. Efecto del color del acolchado plástico en la variable Rendimiento de materia verde foliar..... | 45 |
| Fig. 12. Efecto del color del acolchado plástico en la variable Peso individual de materia verde foliar..... | 47 |
| Fig. 13. La curva de Beneficios netos y Tasa de Retorno Marginal..... | 50 |

CAPITULO I.

I. INTRODUCCION

El altiplano Boliviano, presenta una serie de factores naturales que limitan la intensificación de la agricultura tales como la helada, déficit hídrico y granizos que ocurre con mayor frecuencia durante todo el año. Por tales razones se realiza una producción intensiva de lechuga, en el altiplano normalmente en invernaderos que permite utilizar suelos con serias limitaciones agrícolas.

La producción de lechuga es muy importante, para mejorar la nutrición alimenticia del ser humano tiene alta digestibilidad, proporciona alta cantidad de energía los sistemas de producción de lechuga son sencillos, pudiendo encontrar diferentes tipos y cultivares. En medicina es apreciada por sus propiedades anestésicas para ciertas neuralgias como la ciática, y como inductora del sueño. También se utiliza en ocasiones para el tratamiento del reumatismo y enfermedades cutáneas crónicas. (Encarta 2009)

La lechuga se puede explotar durante todo el año, siendo de esta manera un cultivo rentable. Además se produce a un costo menor, para venderlo a un precio competitivo en el mercado y generar ingresos monetarios a la familia en corto plazo.

Pero existen otras maneras de mejorar la eficiencia económica de sistemas agrícolas a través del uso de plásticos de polietileno (agrofilm), en los varios aspectos de la producción hortícola, como son los acolchados y los minitúneles. A través del uso de la plasticultura se intensifica los rendimientos en los cultivares además que los plásticos utilizados se reciclan para mitigar la contaminación de los suelos.

Es importante remarcar que los plásticos contaminan el medio ambiente únicamente ocurre si los materiales plásticos desechados no son sometidos a una adecuada gestión (recolección, transporte, procesamiento, tratamiento, reciclaje o disposición del material de desecho) u otros esfuerzos para reducir efectos

perjudiciales en la salud humana y la estética del entorno. Los minitúneles se usa para los cultivos de bajo porte (lechuga, repollo, acelga, zanahoria, rabanito, nabo, etc.) cargando un efecto invernadero muy bueno protegiendo a las plantas contra el frío, el viento, nevada y las heladas además de plagas y enfermedades. Este modelo novedoso en ambientes atemperados famoso en Europa en la década de los 60, conocido con el nombre de “túneles bajos”. Es instalado por primera vez en el altiplano boliviano.

1.1. Justificación

Por lo tanto, el presente estudio se justifica en la medida que se pretende generar nuevas alternativas de producción en el cultivo lechuga en mini-túneles con acolchado plástico en la agricultura es como acolchados (mulching), los cuales permiten un control de las malezas alrededor de los cultivos, actualmente se reportan otros beneficios en el uso de esta tecnología. Las coberturas inertes, especialmente las plásticas, se han investigado con bastante detalle para el combate de plagas y enfermedades. La plásticultura es un método de cultivo que provee de beneficios significativos derivados del uso de polímeros plásticos.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Determinar el efecto del color de acolchado plástico sobre el suelo en el rendimiento de la lechuga (*lactuca sativa*) variedad *Waldmann's Green* en minitúneles, en la Ciudad de El Alto, Distrito-3.

1.2.2. Objetivos Específicos

Determinar las características agrofisiológicas de la lechuga variedad *Waldmann's Green* con el uso de minitúneles y acolchado plástico en el suelo.

Determinar el rendimiento de la producción de *Lactuca sativa* en función al color del acolchado plástico en minitúneles.

Analizar la Tasa de retorno marginal en los diferentes tratamientos del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.).

CAPITULO II.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Generalidades e importancia del cultivo de la Lechuga

La producción de hortalizas bajo invernadero ha tenido un amplio crecimiento en el mundo y especialmente en nuestro país. Los aumentos de rendimientos y calidad que es posible lograr con este sistema, permitirían una rentabilidad razonable; sin embargo existen problemas limitantes. (Ferratto e, 2006).

La alteración que produce este fenómeno sobre el crecimiento del vegetal depende de varios factores, tales como la distribución de las sales en el perfil, condiciones físicas del suelo, tipo de sal y la sensibilidad al exceso de sales y sodio de las diferentes especies implantadas. Estos aspectos mencionados pueden provocar en el suelo problemas de infiltración (Ruda *et al.*, 2005) y en el cultivo de lechuga, baja germinación y achaparramiento y clorosis de las hojas, provocando importantes pérdidas en la producción y/o calidad (Maroto Borrego *et al.*, 2000).

La lechuga la más importante del grupo de las hortalizas de hojas que se comen en ensaladas, es ampliamente conocida y se cultiva en casi todos los países, su producción es fácil, su calidad se puede mejorar y ampliar los periodos de la disponibilidad de los mejores tipos, mediante sencillas practicas y selección de cultivares apropiados.

Tabla 1 La siguiente tabla muestra los valores nutricionales del cultivo de lechuga. (Churquina, 2001).

| Valor nutricional de la lechuga en 100 g de sustancia | |
|--|------|
| Carbohidratos (g) | 20,1 |
| Proteínas (g) | 8,4 |
| Grasas (g) | 1,3 |
| Calcio (g) | 0,4 |

| | |
|-------------------|-------|
| Fosforo (mg) | 138,9 |
| Vitaminas C (mg) | 125,7 |
| Hierro (mg) | 7,5 |
| Niacina (mg) | 1,3 |
| Riboflavina (mg) | 0,6 |
| Tianina (mg) | 0,3 |
| Vitamina A (U.I.) | 1155 |
| Calorías (cal) | 18 |

2.1.1. Origen

Las lechugas son nativas de las regiones templadas de Eurasia y América del Norte. (Encarta, 2009).

La lechuga es bastante antigua. Existen pinturas de una forma de lechuga que datan del año 4500 A.C., en tumbas de Egipto ya se le conocía bien, 500 A.C. Se origino probablemente en Asia Menor. (Caseres, 1984).

2.1.2. Taxonomía

Planta herbácea de la familia de las Compuestas, con tallo ramoso de cuatro a seis decímetros de altura, hojas grandes, radicales, blandas, nervadas, trasovadas, enteras o serradas, flores en muchas cabezuelas y de pétalos amarillentos, y fruto seco, gris, comprimido, con una sola semilla. Es originaria de la India, se cultiva en las huertas y hay de ella muchas variedades. Las semillas son color negro. (Encarta, 2009).

Tabla 2 Indicadores del cultivo de la Lechuga waldmann's green (Churquina, 2001).

| Época de Siembra | Otoño, Invierno y Primavera |
|-----------------------------------|--|
| Temperatura Germinación Mínima | 5°C |
| Temperatura Germinación Óptima | 15°C |
| Temperatura Germinación Máxima | 25°C |
| Sistema De Siembra | Directa o Almacigo |
| Marco de Plantación | 15cm x 30cm |
| Suelo | Fértil, suelto, bien drenado |
| Época de Cosecha | Invierno, Primavera y Verano |
| Cultivo | Sembrar superficialmente en tierra fina. Fertilizar en forma adecuada, para obtener un rápido crecimiento. Mantener el suelo húmedo evitando excesos. |
| Semillas por gr | 800 Semillas/gr |
| Semillas Aprox. por Sobre | 4800 Semillas |
| Peso Neto por Sobre | 6gr |

2.2. Ambientes atemperados en minitúneles o microtuneles

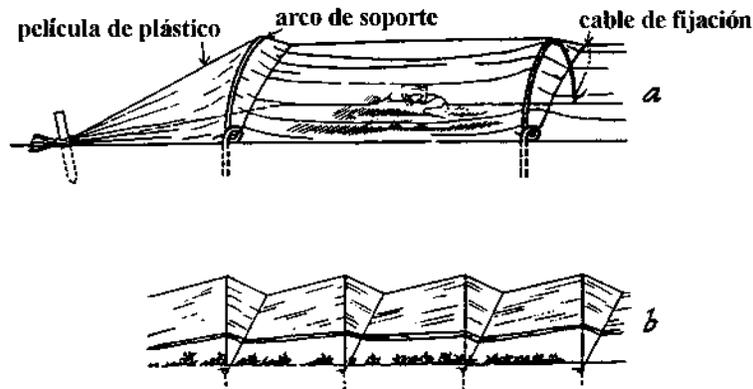
Los plásticos han permitido convertir tierras aparentemente improductivas en modernísimas explotaciones agrícolas. Ejemplo de ello es la provincia de Almería de España, que de una agricultura de subsistencia ha pasado a contar con una gran concentración de invernaderos que la hacen modelo del desarrollo agrícola en muchas partes del mundo. En Almería se encuentra la mayor concentración de invernaderos del mundo, unas 30.000 ha cubiertas por plástico y que han permitido la producción de hortalizas en territorios prácticamente desérticos; así el valor de la producción hortofrutícola en Almería ha pasado de 9.500 millones de pesetas en 1975 a los casi 189.000 millones de pesetas en 1997 (más de 1,2 billones americanos de dólares) (Taber, 2010).

Según el Ministerio de Agricultura del Perú (2009), define a los minitúneles como estructuras semicilíndricas o de formas similares recubiertas por una película transparente de plástico que sirve de abrigo, con el objeto de obtener, mayor calefacción, mayores rendimientos de los cultivos y aumentar su precocidad. Los plásticos más utilizados son principalmente el polietileno (plástico térmico o fitotoldo). Transmitancia: Es la propiedad de los materiales de dejar pasar la radiación solar, se expresaría como la relación entre la radiación en el interior del invernadero y la medida simultáneamente en el exterior. La transmisión depende del ángulo de incidencia de la cubierta.

En comparación con los invernaderos, las ventajas principales de los túneles bajos son: bajo costo, facilidad de construcción y mecanización de la instalación. Las desventajas más importantes son aquellas derivadas de la falta de calefacción, ventilación y cuidado de las plantas.

Túnel Nantes: Se trata de un túnel con arcos dobles desarrollados en la región francesa de Nantes. Los arcos metálicos están anclados al terreno a una profundidad próxima a 30 o 40 cm. La película de plástico se tiende sobre los arcos y se sujeta a los mismos hasta alcanzar la zona del suelo. En algunos casos sus bordes se entierran en el suelo. La altura del túnel es 40 a 60 cm y su ancho es de 120 cm. Se les puede adaptar un sistema que permite que la película se deslice sobre los arcos para conseguir la ventilación. El túnel de tipo nantes es barato en relación de su instalación y mantenimiento. Tiene buena resistencia al viento y es de uso práctico en el cultivo de fresas, pimientos, berenjenas y tomates.

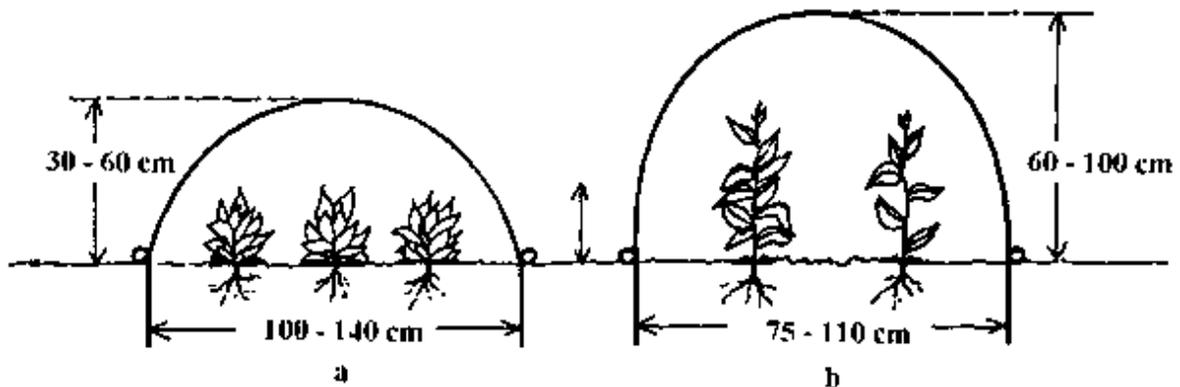
Fig. 1. Túnel bajo tipo Nantes. Vista lateral del túnel (a) y disposición del plástico desde nivel suelo (b). (Acolchado Plástico, 2005).



Los túneles de bajo volumen debido a su forma transmiten generalmente muy bien la luz, pero la condensación de humedad y el polvo reducen a veces la luz transmitida. Las condiciones de luminosidad de los túneles, se mejoran al utilizar películas de plástico de la mayor transparencia, al ventilar para reducir la humedad y la condensación, si es posible al lavar la acumulación de polvo y al instalar los túneles en las regiones más iluminadas, lejos de los árboles y en las pendientes.

El aumento de la humedad no suele ser un problema al final de la primavera y en el verano, pero si puede afectar a los cultivos de otoño e invierno. Si la cubierta es de plástico perforado, no suele haber problemas de enfermedades e infecciones de cultivos.

Fig. 2. Túnel cubriendo cultivo bajo (a) y alto (b). (Acolchado Plástico, 2005)



2.2.1. Temperatura

El comportamiento de la temperatura del suelo así como el efecto de la cobertura plástica sobre la misma es variable según latitud y la época del año considerada. Por tanto, la elección del material a utilizar debería quedar sujeta a ensayos a nivel local y estacional. Desde el punto de vista térmico el acolchado se comporta como un filtro de doble efecto, que acumula calor en el suelo durante el día y deja salir parte de éste durante la noche. Durante la noche, el film detiene, en cierto grado, el paso de radiaciones de onda larga (calor) del suelo a la atmósfera (efecto invernadero) ejercido por el polietileno en la pequeña capa de aire que se encuentra entre este y el suelo. Esto evita o disminuye el riesgo de heladas por bajas temperaturas del aire.

El suelo cubierto con acolchado presenta mayor temperatura que el suelo desnudo; esta diferencia depende fundamentalmente del color del polietileno. El aumento de la temperatura en los meses de invierno favorece la mineralización del nitrógeno y la absorción de nutrientes que se ven afectados por la falta de temperatura. (Hernán, 2000).

2.2.2. Humedad

Usando acolchado de polietileno, se logran efectos importantes, en la economía de agua, ya que impide la evaporación de la superficie del suelo cubierto con el film, quedando esta agua a disposición del cultivo, el que se beneficia con una alimentación constante y regular. La lechuga requiere un suelo húmedo, no menor del 60% de la humedad aprovechable del suelo en los 12 primeros cm. Para un óptimo rendimiento. Esta humedad puede ser proporcionada con la mitad de agua de riego al utilizar acolchado en el cultivo, en comparación con suelo desnudo. (Hernán, 2000).

Los plásticos que evitan el desarrollo de las malezas al no dejar pasar la luz fotosintética, permiten ahorrar el agua que estas pudieran consumir.

2.3. Acolchados o mulching plásticos

El acolchado de suelos es una técnica muy antigua que consiste en colocar materiales como paja, aserrín, cascara de arroz, papel o plástico, cubriendo el suelo, con la finalidad de proteger al cultivo y al suelo de los agentes atmosféricos, promover cosechas precoces, mejorar rendimientos y calidad de los productos.

Las películas de polietileno, fundamentalmente por su bajo costo relativo y su fácil mecanización de su instalación, son los materiales más utilizados en acolchado de suelos a nivel mundial. Es flexible, impermeable al agua y no se pudre ni es atacado por los microorganismos. (Hernán, 2000).

2.3.1. Importancia de los Colores plásticos para el control de malezas

El crecimiento y desarrollo de la vegetación espontánea que se origina debajo de los acolchados, dependerá del color de las mismas, es decir de su permeabilidad a la luz solar, se puede evitar totalmente el crecimiento de malezas utilizando un film de color negro, o film coextruido bicolor donde una de sus caras sea de color negro. Aquellos filmes de colores permitirán el desarrollo proporcional de malezas bajo el filme; a mayor paso de luz mayor cantidad de malezas.

La diferente composición botánica de las malezas que crecen bajo los films, hace que deba recomendarse diferentes tipos según la época de cultivos. Así es como temprano en primavera y en otoño e invierno los tratamientos con plásticos más claros, especialmente naranjas y transparentes, con menor incidencia de malezas en relación a los cultivos de verano, fueron los que presentaron rendimientos mayores debido a que en esta época es más importante la ganancia térmica que los problemas de malezas. Sin embargo en el periodo de verano en que predominan las malezas que compiten agresivamente con el cultivo en velocidad de crecimiento y desarrollo, cuando se usan filmes que dejan pasar la luz, se produce un levantamiento de ellos por la presión que ejercen las malezas bajo el

acolchado, afectando en forma espacial a los cultivos bajos. En cambio, con el uso de acolchados plásticos de baja o nula trasmisividad a la radiación solar como son el negro, aluminizado, blanco/negro, se logra un efectivo control de malezas, asociado también a los mejores rendimientos. (Hernán, 2000).

2.3.2. Presentación de Colores

Los plásticos que contienen filtros selectivos fluorescentes modifican la composición de espectro de la luz que los atraviesan, las características de absorción, reflexión y transmisión de la luz en un plástico empleado como acolchado tienen su influencia sobre la temperatura del suelo. (Papaseit, 2000).

Para el acolchado de suelo actualmente se utilizan diferentes tipos de plástico, en cuanto al color, este varía dependiendo de las necesidades del cultivo y la región, cada uno de ellos posee determinadas características que dan lugar a efectos diferentes sobre los cultivos, por ello es preciso que el agricultor antes de utilizarlos conozca los efectos de cada uno para tomar las decisiones más correctas de acuerdo al cultivo que va a establecer y las condiciones climáticas de la época y región en que se encuentra (Molinar, 2000). Los productores enfrentan serios problemas cuando el tipo y color del plástico empleado no es el correcto o cuando se emplea en una época donde los efectos climatológicos no actúan favorablemente en combinación con el color del acolchado empleado, ya que se ven fuertemente modificados por los diferentes colores, provocando efectos impredecibles pudiendo ser favorables o desfavorables para el cultivo cuando no se tiene el conocimiento necesario (Orzolek, 1993.).

La radiación reflejada, absorbida y transmitida por los diferentes acolchados determina en gran medida las temperaturas que se generan en el suelo y el efecto positivo y negativo de estas temperaturas sobre el desarrollo y rendimiento de las plantas.

2.3.2.1. Transparente

Natural o transparente, es el polietileno sin ningún tipo de pigmento ni aditivos, se usa principalmente para elevar la temperatura del suelo. El transparente tiene un poder absorbente de 5 al 30% en los espesores utilizados en agricultura; el poder de reflexión es de 10 al 14%; el poder de difusión es bajo. Según esto, la transparencia está comprendida entre el 70-85%, es decir, dentro del recinto cubierto por el material plástico se percibe un 15-30% menos de luz aproximadamente que en el exterior. El transparente es de baja densidad es el material plástico que menos resistencia tiene a la rotura se desgarrar con facilidad es decir, es el que menos pesa por unidad de superficie a igualdad de grosor, no se oscurece como ocurre con el PVC y el poliéster. Debido a su gran transparencia, el transparente da lugar durante el día a un elevado calentamiento del aire y suelo del interior del invernadero (Acolchado Plástico 2005).

2.3.2.2. Amarillo

El acolchado amarillo no solo refleja las ondas de luz que usan las plantas sino que sobre todo se usa para el control de plagas, a muchas de ellas les encanta el color amarillo y se pegan a pantallas señaladores de plagas o en los plásticos colocados en las bandas de los invernaderos o túneles.

2.3.2.3. Rojo

El acolchado rojo es de larga duración, térmico, anti pulgones y anti condensación que tiene una propiedad llamada fluorescencia. Parece ser que este carácter fluorescente que posee este novedoso filme foto selectivo de origen Israelí esta basada en que una parte de la radiación luminosa de los colores amarillo y verde, poco activos para la fotosíntesis se absorben por los efectos de este plástico y dan lugar a una emisión roja, mas eficaz que se añade a la luminosidad que pasa normalmente. Este plástico según los años de invernaderos y túneles con el cultivo de lechugas muestra efectos térmicos máximos que se añadido a las

ventajas de la mejora en la eficacia agronómica en la calidad de la luz. (Papaseit, 2000).

2.3.2.4. Negro

El plástico negro es el que absorbe en mayor cantidad la radiación de luz. El Acolchado Negro al funcionar como un cuerpo negro, que absorbe el 90-95% de la radiación transformando la misma en calor, por tanto es el que mayor temperatura presenta en su superficie y presenta mayores temperaturas en los primeros centímetros de suelo pero es menos eficiente en el calentamiento en profundidad del suelo. Asegura un perfecto control de malezas, a menor costo que los otros materiales verdes, blanco/negro, plata/negro, es el que más se calienta pudiendo causar quemaduras en aquellas estructuras de la planta en contacto con el film, en cultivos bajos y en sus primeros estadios pues más adelante el propio follaje del cultivo intercepta la radiación. (Hernán, 2000).

III. LOCALIZACION

3.1. Ubicación Geográfica

La Meseta del Altiplano Norte se encuentra localizada al Noreste de Bolivia, a 16° 30' Sur y 68°12' Oeste, a una altitud de 4500 m.s.n.m. (Montes et al, 1989), al borde de la "Hoyada Paceña". El Municipio de El Alto limita al Norte, con el cantón de Songo, de la tercera sección de la Provincia Murillo de El Alto; al Este con el Municipio de La Paz al Sur con el cantón de Viacha de la Provincia Ingavi; al Oeste con el cantón Laja de la segunda sección de la Provincia Los Andes. (Gobierno Municipal de El Alto 2008).

3.2. Características Ecológicas

El clima de la ciudad de El Alto es templado a frío con invierno seco y frío, al decir de los propios habitantes de dicha ciudad. "Esta es una ciudad de dos climas: Frío húmedo y Frío seco".

La temperatura media anual de la región donde se ubica los invernaderos de 8.1 °C en Otoño, 7.4 °C, Invierno 5,6 °C y en Primavera 8,0 °C.

La eficiencia térmica debida a la elevación, presenta severas limitantes de la actividad agropecuaria constituyendo este a cultivos estacionales de ciclo corto.

El régimen pluviométrico de la región corresponde a un promedio anual de 590 mm de lámina de agua, distribuido en una época lluviosa que comprende desde noviembre a mayo, periodo en el que se produce el almacenamiento en el suelo.

La vegetación responde a los pisos altitudinales caracterizados por el clima. En la Ciudad de El Alto hay muy poca vegetación original, siendo en general muy escasa.

El agua potable es proveniente de la red de distribución domiciliar existente en el lugar, química y biológicamente libremente de elementos que constituyen un peligro para la salud, libre de propiedades físicas.

La Ciudad de El Alto presenta diferentes pisos altitudinales con una variedad de paisajes. La Ciudad de El Alto se ubica al pie de la Cordillera de La Paz, la Cordillera Oriental, en una meseta sobre una superficie plana ondulada. (Churquina *et al.*, 2002).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Materiales y equipos de campo

| | |
|--------------------------|--------------------|
| Estacas | Cámara fotográfica |
| Cinta Métrica | Registros de campo |
| Botellas de gaseosas | Tarjetas |
| Tubos de PVC 1/2" (Arco) | Pala |
| Agro film color Amarillo | Picota |
| Nylon de cuatro colores | Pintura |

4.1.2. Materiales de gabinete

| | |
|------------------------|----------------------|
| Computadoras | Lápices y marcadores |
| Calculadoras | Bolígrafo |
| Planillas de registros | Cuaderno de campo |

4.1.3. Abono orgánico

Matera orgánica de bovinos y ovinos.

5.1.4. Material Vegetal

Semilla de lechuga variedad Waldmann's Green.

4.2. Metodología de campo

4.2.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno para el ensayo se realizó un mes antes para el trasplante, se removió el suelo hasta una profundidad de 0,25 m teniendo cuidado de que los agregados sean desterronados en el mismo momento de volteo para evitar el secado y el compactado.

4.2.2. Siembra en almaciguera

La siembra se realizó de manera manual con la ayuda de una surcadora de madera, la distancia entre surco de 5 cm. La distribución de semillas se realizó a chorro continuo.

4.2.3. Instalación del acolchado plástico y los minitúneles

Se procedió al trazado (medición de bloques) y remoción del suelo, mullido, cernido, y finalmente la nivelación de cada parcela experimental de los tratamientos principales. Tomando en cuenta desde la almaciguera, instalación de minitúneles, acolchados plásticos y trasplante. El área de cada unidad experimental es de 3,6 m² (0,90 m. x 4,0 m.), se construyó un total de 15 unidades experimentales. Seguidamente procedimos a colocar en función a la definición del método de bloques al azar los colores de acolchados plástico sobre el suelo fijadas entre sí con cinta adhesiva, con la ayuda de un tubo metálico a rojo vivo de cuatro centímetros de diámetro procedimos a la perforación entre plantas de 28,5 cm., entre surco de 21,6 cm. por cada unidad experimental de las cuales se produjo 585 lechugas, 39 lechugas por tratamiento, en un periodo de 67 días hasta la cosecha, empaquetado y venta.

En la construcción del minitúnel primeramente se colocó las botellas pett (rellenadas con arena) semienterradas bajo el suelo (la boquilla estuvo

descubierta sobre la superficie del suelo), a una profundidad de 0,35 m. y una distancia entre botellas de 0.66 m. en ambos extremos de los camellones. Seguidamente se corto los tubos pvc con una medida de 1.50 m., se arqueó el tubo pvc, con la ayuda del soplete de fuego insertando los arcos de pvc en las boquillas de las botellas pett que se encuentran semienterradas en el suelo, aseguramos los arcos con la ayuda de un alicate y clavos de 1,5", sobre la arquitectura del minitúnel se colocó cuerdas a lo largo del tensado entre las estacas de sujeción en ambos extremos y envueltas a los tubos pvc. Finalmente cubrimos con agrofilm, asegurando ambos extremos el largo del agrofilm de polietileno, con cuerdas de fijación (ligas de goma) cada 2 m se aseguró el ancho del agrofilm. Por último colocamos aserrín en todos los bordes del mini túnel para evitar la germinación de plantas nativas no deseables.

4.2.4. Trasplante

El trasplante se efectuó a los 23 días después de la siembra, cuando las plantas presentaron de 4 a 5 hojas verdaderas, con una altura promedio de 5 cm., tomando en cuenta los horarios de trasplante de 05:00 a 09:00 y 17:00 a 20:00, el sustrato fué humedecido un día antes.

4.2.5. Cosecha

La cosecha del cultivo de lechuga se realizó con la ayuda de una chontilla se extrajeron las plantas juntamente con la raíz, sacudiendo la tierra adherida. Esta tarea se efectuó desde las 6:00 de la mañana hasta las 8:30, de tal modo que se evitó el marchitamiento por efecto de la temperatura.

4.3. Variables de respuesta

4.3.1. Porcentaje de emergencia (%)

Esta variable se evaluó desde el momento de la siembra en la almaciguera al interior del minitúnel, se realizó el seguimiento del número de plántulas que

llegaron a emerger por el lapso de 21 días aproximadamente, para su posterior trasplante.

4.3.2. Porcentaje de refallo (%)

Se registro el numero de plantines que no llegaron a soportar el estrés del trasplante por unidad experimental se registraron por el lapso de tres días, tomando en cuenta los horarios de 06:00 a 09:00 am y 17:00 a 20:00.

4.3.3. Altura de planta (cm)

Se procedió a la medición de la altura de planta en cuatro etapas del ciclo del cultivo, partiendo del trasplante cada 15 días, comprendida desde el cuello o nudo vital hasta la hoja mas elevada de la planta.

4.3.4. Biomasa del follaje (cm)

Esta variable nos permitió conocer la velocidad con que el cultivo ha ido cubriendo el suelo. La medición se realizo cada 15 días a partir del trasplante hasta la cosecha con la ayuda de un bastidor, este instrumento esta dividido en cien Tablas, se coloco sobre la parte superior de la planta de lechuga, se conto los rectángulos cubiertos del tejido vegetal por unidad experimental.

4.3.5. Numero de hojas

Se realizo el conteo de hojas por planta desde la etapa de trasplante hasta la cosecha cada 15 días por unidad experimental.

4.3.6. Profundidad radicular (cm)

Se procedió a la medición de la profundidad radicular en cuatro etapas del ciclo del cultivo, se partió del trasplante cada 15 días, comprendida desde el cuello o nudo vital hasta la zona de crecimiento radicular de la raíz principal mas prolongada.

4.3.7. Diámetro del área foliar en la cosecha (cm²)

Se realizó la representación gráfica en papel milimetrado de la hoja más representativa al momento de la cosecha, de cada unidad experimental.

4.3.8. Rendimiento de materia verde foliar (kg/m²)

La evaluación del rendimiento se realizó por medio de la balanza al momento de la cosecha, determinando el peso de las plantas por metro cuadrado de cada unidad experimental.

4.3.9. Peso individual de materia verde foliar (g)

Se determinó la evaluación por medio de la balanza al momento de la cosecha se retiró la planta más representativa por unidad experimental.

4.3.10. Análisis estadístico y económico

Para determinar los costos por parcela se usó la metodología sugerida por el Centro Internacional del Manejo del Maíz y Trigo (CYMMYT, 1998) para el análisis de costos marginales. Este método permite la evaluación de los costos que varían de un tratamiento para compararlo con otro. Para esto se llevaron los datos de los costos por tratamiento para comparar costos entre los mismos y se determinó la viabilidad del uso de las alternativas presentes.

En el experimento se ejecutó el análisis de los costos marginales para ver la rentabilidad que se genera por cada uno. Se separó los costos que fueron generales para todos los tratamientos de los costos que fueron propios de cada tratamiento. Esto nos permitió evaluar la rentabilidad tomando como rendimiento el promedio del cultivo de lechuga para establecer una base como criterio de recomendación.

4.4. Establecimiento del Diseño experimental

Se empleó el diseño experimental de Bloques Completamente al Azar (DCA), constituido por cinco tratamientos más tres repeticiones, totalizando quince

unidades experimentales, la evaluación de estos tratamientos experimentales se efectuó bajo el modelo lineal aditivo, sugerido por (Calzada, 1998).

4.4.1. Factores de estudio

T1 = Con la aplicación de acolchado plástico transparente.

T2 = Con la aplicación de acolchado plástico amarillo.

T3 = Con la aplicación de acolchado plástico rojo.

T4 = Con la aplicación de acolchado plástico negro.

T5 = Sin aplicación de acolchado plástico ni color.

4.4.2. Modelo lineal

$$X_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \xi_{ij}$$

Donde:

X_{ij} = Una observación cualquiera.

μ = Media general.

β_j = Efecto del j-ésimo bloque del minitúnel.

α_i = Efecto del i-ésimo color de acolchado polietileno.

ξ_{ij} = Error experimental.

Con los datos de cada variable se realizó el análisis estadístico a través del análisis de varianza y la prueba de Duncan para la comparación de medias a una probabilidad de 5%, mediante el paquete estadístico SAS versión 8.0.

CAPITULO V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A continuación se presenta los resultados obtenidos durante el proceso de la investigación.

5.1. Parámetros climáticos del Mini túnel

Observando los datos climáticos registrados durante la campaña agrícola 2009 – 2010 correspondiente al periodo del cultivo en campo, se puede encontrar que en general estos se encuentran en los rangos favorables para el desarrollo del cultivo de lechuga al interior de los mini túneles.

5.1.1. Temperatura, Humedad y PH

Se tomaron datos de Temperatura, Humedad y PH durante el ciclo vegetativo del cultivo de lechuga al interior del mini túnel, los cuales se presenta en la Figura.

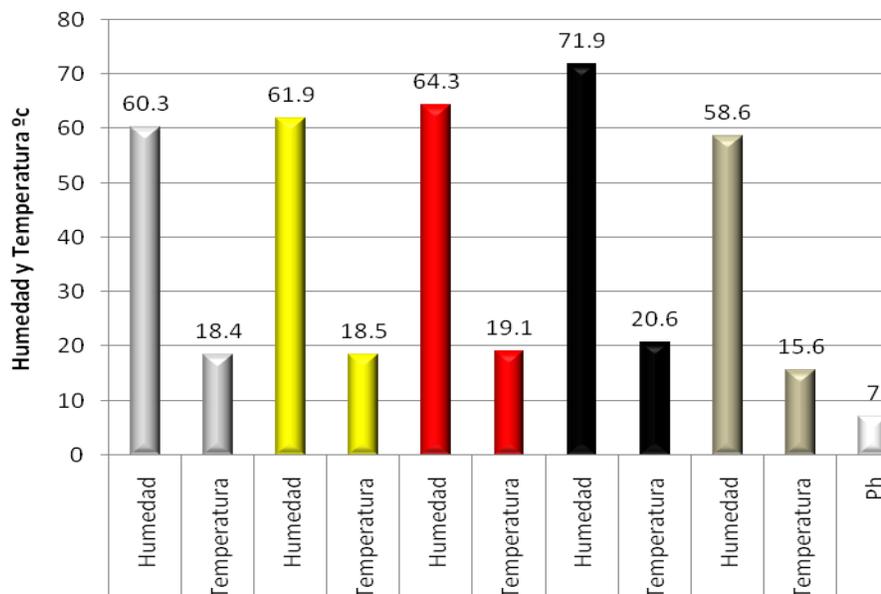


Fig. 3. Evolución de la Temperatura, Humedad y PH durante la ejecución del estudio. Gestión 2009 – 2010 en el Distrito 3 Ciudad de El Alto

En la Figura 3 se puede observar en el tratamiento con acolchado plástico Negro retiene mayor humedad y temperatura esto nos indica que el cultivo de lechuga tuvo mayores rendimientos, a diferencia del tratamiento sin acolchado plástico ni color no llegó a retener temperatura y humedad fue inferior este resultado nos indica que el cultivo de lechuga tuvo plagas como: pulgón, mosca blanca y babosas, además de plantas no deseables (malezas). En comparación los tratamientos con acolchado plástico de color transparente, amarillo y rojo se mantuvieron estables la retención de humedad y temperatura.

A mayor color oscuro de acolchados plásticos mayor incremento en retención de humedad y temperatura. El suelo presenta un PH 7 neutro siendo aceptable para el desarrollo del cultivo de lechuga.

En una investigación realizada por Rodríguez et al, (2009) demuestran en minitúneles que la temperatura se incrementa en las cercanías de los plásticos. Esta condición habitual en cultivos forzados a temperatura y humedades altas, plantea el interrogante de los beneficios potenciales que puede tener la mayor producción en la agricultura hortícola.

El acolchado plástico ocasiona un cambio en el microclima alrededor del cultivo, ya que modifica la temperatura de la superficie y del perfil superior del suelo, (Lamont, 1993). La temperatura en el perfil del suelo depende de la composición química y de las propiedades óptimas del acolchado plástico (Tarara, 2000).

Usando acolchado de polietileno color negro y rojo, se logran efectos importantes en la economía de agua, ya que impide la evaporación de la superficie del suelo cubierto con el film, quedando esta agua a disposición del cultivo, el que se beneficia con una alimentación constante y regular. La lechuga requiere un suelo húmedo, no menor del 60% de la humedad aprovechable del suelo en los 12 primeros cm. Para un óptimo rendimiento.

Esta humedad puede ser proporcionada con la mitad de agua de riego al utilizar acolchado en el cultivo, en comparación con suelo desnudo. (Hernán G. 2005).

Al realizar un experimento bajo diferentes colores de acolchado plástico, se encontró que el polietileno negro produjo las temperaturas más altas del suelo seguidas por el plástico de color amarillo, rojo y transparente. (Ministerio de Agricultura del Perú, Revista 2009).

5.2. Variables de respuesta

A continuación se presenta los resultados de cada una de las variables de respuesta evaluadas, por efecto del color de los acolchados plásticos en ambientes atemperados.

5.2.1. Porcentaje de emergencia (%)

En la Fig. 4, se muestra el porcentaje de emergencia la cual fue evaluada en el periodo del almacigo durante 22 días.

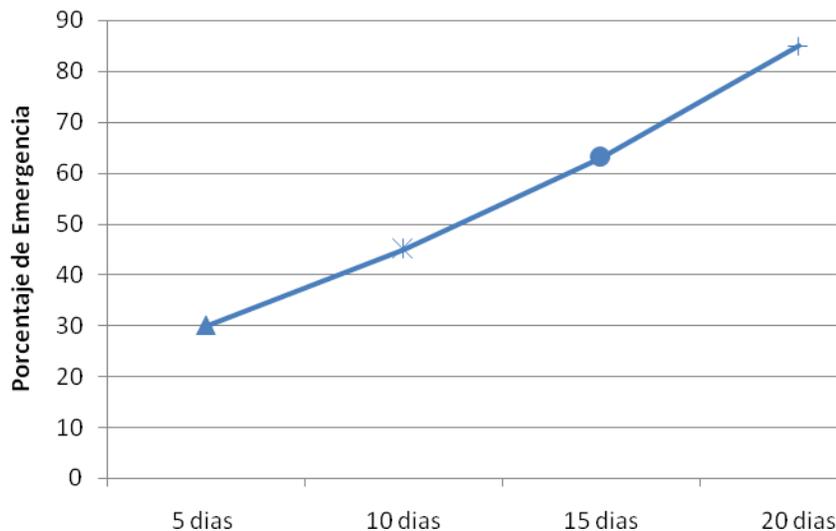


Fig. 4. Evaluación del porcentaje de emergencia de la Gestión 2009 – 2010

En la Figura 4, se observa la evaluación del porcentaje de emergencia cada 5 días, obteniéndose un porcentaje registrado a los 20 días con un 85% de poder

germinativo, razón por lo mencionado es recomendable para el trasplante por las características que presento como: 4 -5 hojas verdaderas y altura de 5 cm en el periodo de los 22 días de la almaciguera.

5.2.2 Porcentaje de refallo (%)

El ANVA de la variable del Porcentaje de refallo corresponde al seguimiento de evaluación a los 3 primeros días después del trasplante de las plántulas de lechuga que presentaron anomalías como estrés y muerte.

Tabla 1. Análisis de varianza para el porcentaje de refallo

| FUENTE DE VARIACION | GL | CM | FC | Pr > F |
|---------------------|----|------|-----------------------|---------|
| BLOQUE | 2 | 0,02 | 0,66 | 0,94 NS |
| TRAT | 4 | 0,86 | 3,14 | 0,02 * |
| ERROR | 53 | 0,27 | | |
| C.V. = 38,22 | | | R ² = 0.19 | |

De acuerdo al Análisis de Varianza descrito en el Tabla 1, no se pudo demostrar que existan diferencias significativas entre bloques de la variable porcentaje de refallo. La significancia del color de acolchado inorgánico nos muestra que el efecto de los colores en el porcentaje de refallo varia, es decir el efecto del color de acolchado plástico es diferente para cada tratamiento.

Las características del porcentaje de refallo nos permite mantener el numero de plantas para su evaluación o análisis estadístico, en un experimento realizado se obtuvo que el mulching plástico de color negro tiene un porcentaje de refallo del 14%, debido al contacto directo de las hojas con el plástico además de las altas temperaturas retenidas. (Díaz *et al.*, 2005).

Dentro de los grados de significancia se acuden a la prueba de Duncan al 0,05%

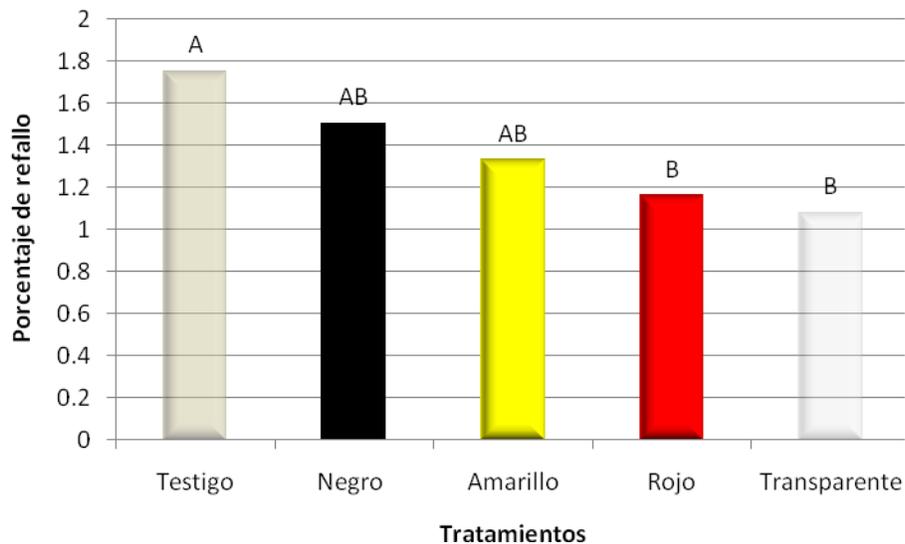


Fig. 5. Efecto del color en el acolchado plástico en el porcentaje de refallo en la Gestión 2009 – 2010

Según la Figura 5, comparando el resultado del tratamiento testigo sin acolchado plástico se observó mayor porcentaje de refallo, a diferencia de los tratamientos con acolchados plástico de colores transparente presentó menor estrés y muerte de las plántulas de lechuga durante el trasplante. Por otra parte los tratamientos con acolchados plásticos de colores rojo y negro nos muestran que son superiores estadísticamente frente a los tratamientos transparente y rojo.

El acolchado de suelo trae como consecuencia la mayor temperatura en la biosfera y mayor conservación de la humedad en dicha zona (Quezada *et al.*, 1995), que permite tener plantas menos estresadas, con menor porcentaje de refallos y mayor absorción de elementos nutritivos, y con más rendimiento de fruto y semilla (Díaz *et al.*, 2005).

5.2.3. Altura de planta (cm)

A continuación se presenta el Análisis de Varianza de la variable Altura de planta la cual fue evaluada a partir del trasplante cada 15 días.

Tabla 2. Análisis de varianza para la Altura de planta (cm)

| FUENTE DE VARIACION | GL | CM | FC | Pr > F |
|---------------------|----|-----------------------|-------|--------------|
| BLOQUE | 2 | 0,42 | 0,12 | 0,88 NS |
| TRAT | 4 | 224,22 | 64,90 | 0,0001 ** |
| ERROR | 53 | 3,45 | | |
| C.V. = 6,64 | | R ² = 0.83 | | |

De acuerdo al Análisis de varianza descrito en el Tabla 2, no se pudo demostrar que existan diferencias significativas entre bloques lo que indica su homogeneidad en cuanto nos referimos al tipo de manejo aplicado. La significancia nos muestra entre los distintos tratamientos lo que indica que los cultivares de lechuga manifestaron respuestas diferentes en el desarrollo del cultivo durante todo el ciclo de vida. Por los resultados del coeficiente de variación para esta variable nos da un valor de 6,64% se deduce que el trabajo de investigación contiene resultados que están dentro del rango permisible de conducción de un trabajo de investigación, por lo tanto los datos obtenidos son altamente confiables.

Se detectaron efectos altamente significativos del acolchado plástico en la altura de planta o desarrollo durante todo el ciclo del cultivo, por el contrario no hubo efectos significativos entre bloques.

Según Quezada et., (2000), nos menciona que se puede inferir entonces que el acolchado plástico provocó cambios en el ciclo del cultivo al modificar factores como temperatura, aire y humedad del suelo, y el balance espectral de la

radiación, los cuales alteran el crecimiento y desarrollo de ciclo del cultivo sobre todo en las primeras etapas de desarrollo cuando la cubierta plástica tuvo mayor exposición a la radiación solar directa.

Para corroborar estas aseveraciones es necesario acudir a las pruebas de Duncan con grado de significancia del 0,05% para los tratamientos en estudio, prueba que de alguna manera permitirán demostrar cuales son los rangos diferentes entre los tratamientos presenta en la Fig. 6.

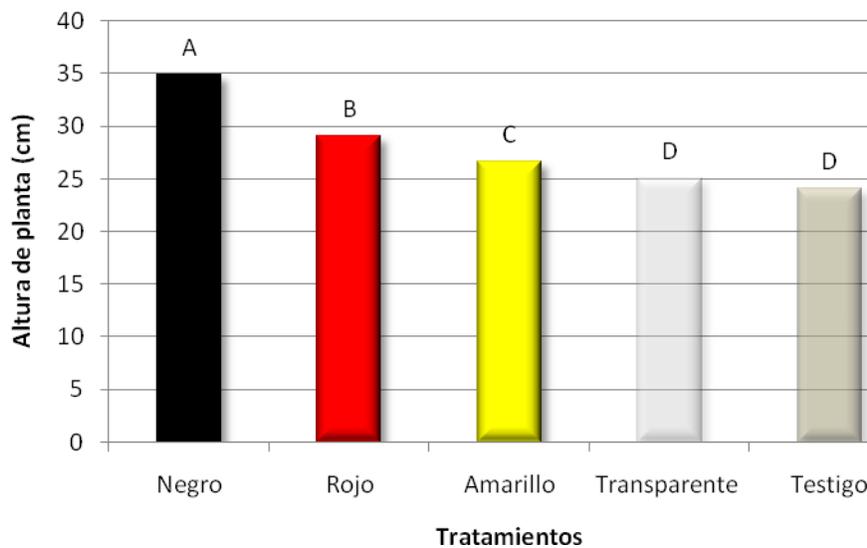


Fig. 6. Efecto del color en la variable Altura de planta

De acuerdo con la Figura 6, la significancia entre los tratamientos se expresa con el acolchado plástico de color negro en cuanto a la altura de planta arrojó los mejores resultados en contraste con los tratamientos testigo no lleva acolchado ni color y el acolchado plástico de color transparente ambos presentaron la menor altura de planta. Por otra parte los tratamientos de colores rojo y amarillo demostraron diferencias significativas en altura de planta, esta variable de cierta forma nos permite medir el crecimiento y desarrollo de un cultivo además de ser a menudo correlacionado con el rendimiento.

Estos resultados indican que mientras el plástico negro indujo a una precocidad en el desarrollo del cultivo, el plástico transparente y el tratamiento sin acolchar retrasaron el crecimiento del mismo.

Durante el período de los 48-75 días después del trasplante los plásticos negro, rojo y azul indujeron el mayor crecimiento dentro del régimen de riego 20-60, en cambio el plástico transparente mostró un claro atraso; este tuvo la tasa de crecimiento más baja al igual que la del testigo. (Mendoza, 2004).

La luz desempeña un papel fundamental en el crecimiento y desarrollo vegetativo de las plantas ya que estas dependen de la energía que les suministra la radiación solar para la fotosíntesis. Independientemente, existen también diversos efectos lumínicos que controlan la estructura y desarrollo de la planta. Al evaluar y modificar la cantidad, calidad, dirección y duración de la luz se pueden optimizar y controlar los complejos procesos del desarrollo. (Revista hortícola, 2000).

5.2.4 Biomasa del follaje (cm)

En el Tabla 3, se muestra el análisis de varianza para la variable Biomasa de follaje la cual fue evaluada después del trasplante cada 15 días.

Tabla 3. Análisis de varianza para la Biomasa de follaje (cm)

| FUENTE DE VARIACION | GL | CM | FC | Pr > F |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------------------|------------------|
| BLOQUE | 2 | 1,11 | 0,30 | 0,74 NS |
| TRAT | 4 | 317,14 | 86,37 | 0,0001 ** |
| ERROR | 53 | 3,67 | | |
| C.V. = 8,54 | | | R ² = 0.87 | |

El Análisis de varianza efectuado en el Tabla 3, para la variable Biomasa del follaje señala que no presento diferencias significativas entre bloques, sin

embargo hubo diferencias altamente significativas entre tratamientos, sobre el coeficiente de variación se obtuvo 8,54% se deduce que el trabajo de investigación contiene resultados que están dentro del rango permisible.

Al final del ciclo, la máxima acumulación de Biomasa del follaje se observó en los tratamientos acolchados con plástico negro y rojo, mientras que en el testigo apenas se produjo alrededor de la mitad de Biomasa del follaje de esos plásticos.

Dentro de los grados de significancia se acude a la prueba de Duncan al 0,05% donde se vio que existe diferencia entre tratamientos, se presenta en la Figura 7.

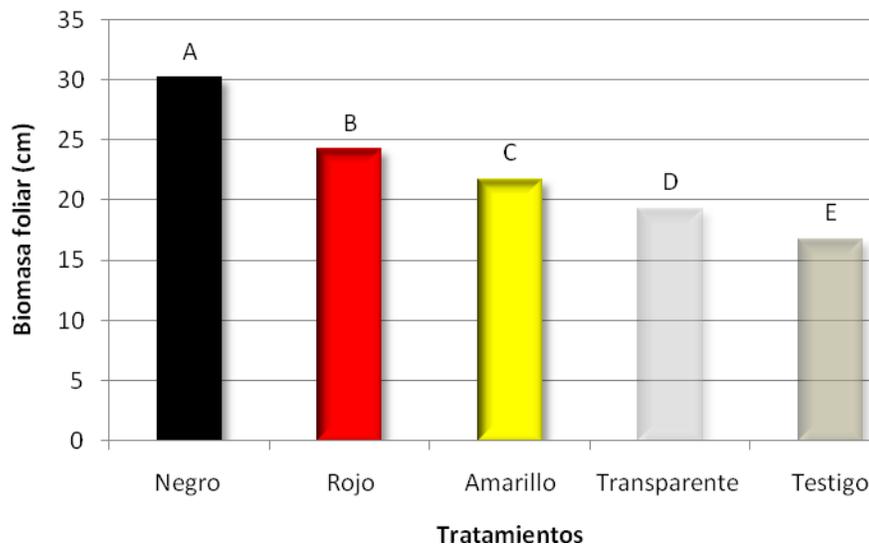


Fig. 7. Efecto del color en la variable Biomasa de foliar.

Según la Figura 7, se verifica que el tratamiento con acolchado plástico de color negro obtuvo los mejores resultados en la variable Biomasa del follaje, en contraste con el testigo la cual no lleva acolchado plástico ni color presentando el menor desarrollo de la Biomasa del follaje. Seguidamente se presentó el tratamiento con acolchado plástico de color rojo mayor al tratamiento con

acolchado plástico de color amarillo y el tratamiento con acolchado plástico transparente por último.

5.2.5 Numero de hojas

El Tabla 4, muestra el análisis de varianza para la variable Número de hojas la cual fue evaluada después del trasplante cada dos semanas.

Tabla 4. Análisis de varianza para el Número de hojas

| FUENTE DE VARIACION | GL | CM | FC | Pr > F |
|---------------------|----|--------|-----------------------|-----------|
| BLOQUE | 2 | 0,95 | 0,28 | 0,75 NS |
| TRAT | 4 | 553,56 | 163,51 | 0,0001 ** |
| ERROR | 53 | 3,38 | | |
| C.V. = 7,60 | | | R ² = 0.93 | |

El Análisis de varianza efectuado en el Tabla 4, para la variable Número de hojas señala que no presento diferencias significativas entre bloques, sin embargo hubo diferencias altamente significativas entre tratamientos, sobre el coeficiente de variación se obtuvo 7,60% se deduce que el trabajo de investigación contiene resultados que están dentro del rango permisible.

Los plásticos rojo y azul permiten el paso de cerca del doble de radiación, comparados con el verde oliva. El plástico verde oliva reflejó cerca del 50% menos que el suelo descubierto y seco. Como era de esperar, el plástico transparente permitió el paso del 92% de luz solar directa. Las propiedades de transparencia de los acolchados de polietileno podrían ser beneficiosas en primavera frescas ante condiciones de suelos húmedos, ya que ayudan a incrementar la temperatura del suelo, favoreciendo el crecimiento. (Taber, 2010).

Para aseverar es necesario acudir a las pruebas de Duncan con grado de significancia del 0,05% para los tratamientos en estudio, prueba que de alguna manera permitirán demostrar cuales son los rangos diferentes entre los tratamientos presentes en la Figura 8.

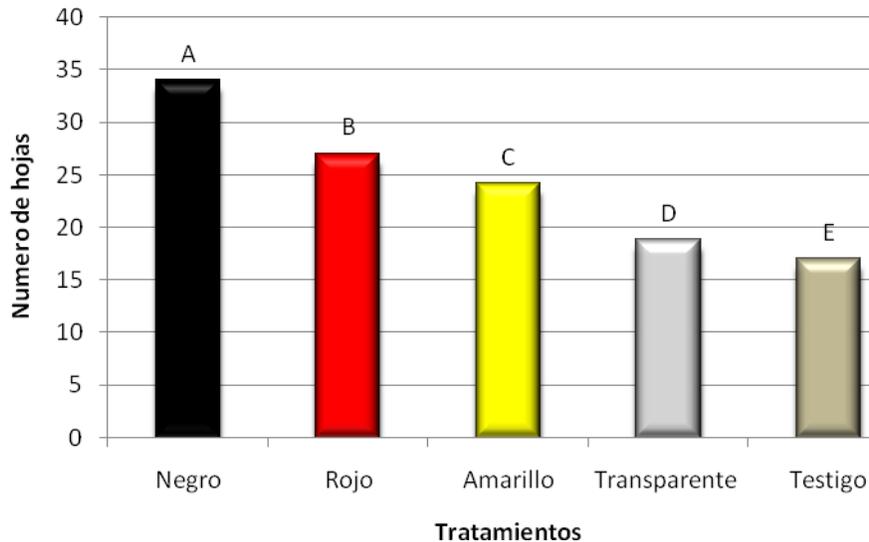


Fig. 8. Efecto del color en la variable Número de hojas.

La Figura 8, identifica el tratamiento con acolchado plástico de color negro consiguió los mejores resultados en la variable Número de hojas, en discrepancia con el testigo la cual no lleva acolchado plástico ni color presentando el menor desarrollo de Número de hojas. Posteriormente el tratamiento con acolchado plástico de color rojo presento la mayor variable en comparación al tratamiento con acolchado plástico de color amarillo y el tratamiento con acolchado plástico transparente sucesivamente decreciente.

5.2.6 Profundidad radicular (cm)

En el Tabla 5, se muestra el análisis de varianza para la variable Profundidad radicular la cual fue evaluada después del trasplante cada 30 días.

Tabla 5. Análisis de varianza para la Profundidad radicular (cm)

| FUENTE DE VARIACION | GL | CM | FC | Pr > F |
|----------------------------|-----------|-----------------------------|-----------|------------------|
| BLOQUE | 2 | 0,95 | 0,28 | 0,75 NS |
| TRAT | 4 | 553,56 | 163,51 | 0,0001 ** |
| ERROR | 53 | 0,86 | | |
| C.V. = 8,31 | | R² = 0.89 | | |

De acuerdo al Análisis de varianza descrito en el Tabla 5, no se pudo demostrar que existan diferencias significativas entre bloques muestra su homogeneidad descrito al tipo de manejo aplicado. La significancia máxima nos muestra entre los distintos tratamientos lo que indica que este cultivar de lechuga presento respuestas diferentes en el desarrollo del cultivo durante toda la etapa de producción. Por los resultados del coeficiente de variación para esta variable nos da un valor de 8,31% se deduce que el trabajo de investigación contiene resultados que están dentro del rango permisible de conducción de un trabajo de investigación, por lo tanto los datos obtenidos son altamente confiables.

Para aseverar es necesario acudir a las pruebas de Duncan con grado de significancia del 0,05% para los tratamientos en estudio, prueba que de alguna manera permitirán demostrar cuales son los rangos diferentes entre los tratamientos presentes en la Figura 9.

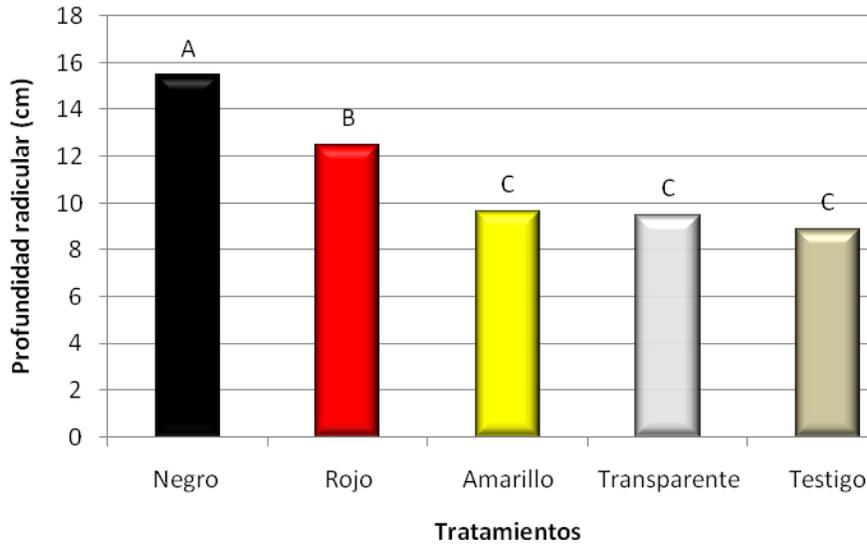


Fig. 9. Efecto del color de acolchado plástico en la variable Profundidad radicular (cm)

De acuerdo con la Figura 9, el resultado del tratamiento testigo sin color de acolchado plástico se observó menor porcentaje de profundidad radicular a diferencia del tratamiento con acolchado plástico de color negro presento mayor porcentaje de profundidad radicular, seguido por el tratamiento con acolchados plásticos de color rojo. Por otra parte los tratamientos con acolchados plásticos de colores amarillo y transparente se constato similar porcentaje de profundidad radicular.

El suelo con cubierta plástica presenta una estructura ideal para el desarrollo de las raíces, éstas se hacen más numerosas, se desarrollan lateralmente sin necesidad de profundizar en búsqueda de agua, aprovechando más eficientemente los nutrientes retenidos en superficie. Con el aumento de raicillas aseguramos a la planta una mayor succión de agua, sales minerales y demás fertilizantes, que conducen a un mayor rendimiento. (Hernán, 2005).

En una tesis realizadas con el acolchado rojo y negro las plántulas lograron una raíz mas grande, con un peso fresco 87 % mayor ($P \leq 0.05$) que las plántulas

crecidas con acolchado amarillo y transparente como señalan (Salisbury y Ross, 1994).

5.2.7 Diámetro del área foliar en la cosecha (cm²)

El Tabla 6, muestra el análisis de varianza para la variable Diámetro del área foliar la cual fue evaluada durante la cosecha a los 65 días.

Tabla 6. Análisis de varianza para el Diámetro del área foliar (cm²)

| FUENTE DE VARIACION | GL | CM | FC | Pr > F |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------------------|------------------|
| BLOQUE | 2 | 201,34 | 6.87 | 0.0022 NS |
| TRAT | 4 | 36,22 | 1.24 | 0.3070 ** |
| ERROR | 53 | 29,31 | | |
| C.V. = 22,89 | | | R ² = 0.26 | |

De acuerdo al Análisis de varianza descrito en el Tabla 6, no se pudo demostrar que existan diferencias significativas entre bloques lo que indica su semejanza al tipo de manejo aplicado. La significancia nos muestra entre los distintos tratamientos lo que señala que los cultivares de lechuga manifestaron respuestas diferentes en el desarrollo del cultivo durante toda la fase de producción. Por los resultados del coeficiente de variación para esta variable nos da un valor de 22,89% se concluye que el trabajo de investigación contiene resultados que están dentro de la categoría permisible de conducción de un trabajo de investigación, por lo tanto los datos obtenidos son altamente confiables.

Para ratificar esta afirmaciones es necesario acudir a las pruebas de Duncan con grado de significancia del 0,05% para los tratamientos en estudio, prueba que de alguna manera permitirán demostrar cuales son los rangos diferentes entre los tratamientos presentes en la Figura 10.

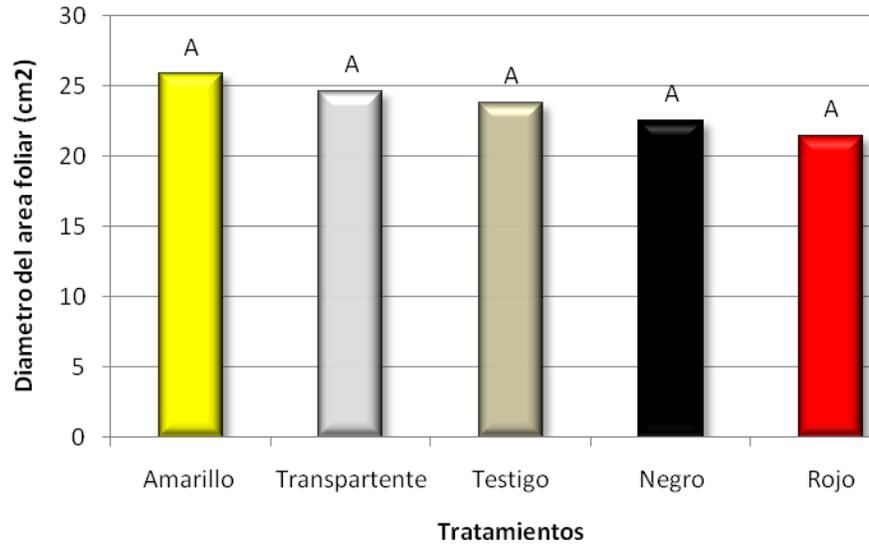


Fig. 10. Efecto del color en la variable Diámetro del área foliar (cm²)

Tal la Figura 10, nos delata en la variable Diámetro del área foliar que el tratamiento testigo sin color y acolchado plástico cerciorando entre los tratamientos con acolchados plásticos de colores amarillo transparente, negro y rojo ocupó el lugar intermedio en cuanto a la variable mencionada anteriormente. Los resultados indican que el acolchado plástico incrementa el diámetro del área foliar; el color del plástico afectó de manera diferencial estas variables durante el ciclo del cultivo.

Según Taber (2010), nos menciona que los acolchados de polietileno poseen resinas con pigmentos que cambian la longitud de onda de la radiación reflectante — roja y azul. Otros colores tienen más efecto en la temperatura que en la radiación reflectante — verde oliva y transparente. Por otra parte, el incremento de la temperatura del suelo con el consecuente mejoramiento del crecimiento y superficie foliar, podría tener un efecto directo en la fotosíntesis, al contrario que la radiación reflectante específica.

5.2.8 Rendimiento de materia verde foliar (kg/m²)

El Tabla 7, muestra el análisis de varianza para la variable Rendimiento de materia verde foliar la cual fue evaluada durante la cosecha a los 67 días.

Tabla 7. Análisis de varianza para el Rendimiento de materia verde foliar (kg/m²).

| FUENTE DE VARIACION | GL | CM | FC | Pr > F |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------------------------|------------------|
| BLOQUE | 2 | 22,24 | 8.13 | 0.0008 ** |
| TRAT | 4 | 4,16 | 1.52 | 0.2093 NS |
| ERROR | 53 | 2,36 | | |
| C.V. = 46,31 | | | R² = 0.30 | |

De acuerdo al ANVA descrito en el Tabla 7, no se pudo demostrar que existan diferencias significativas entre tratamientos en el Rendimiento de materia verde foliar, la significancia nos muestra entre bloques en vista que las mediciones se realizaron por metro cuadrado.

Los resultados de este estudio del acolchado plástico de diversos colores aumentan el rendimiento y calidad de las lechugas. El acolchado de suelos es una técnica muy antigua que consiste en colocar materiales como paja, aserrín, cascara de arroz, papel o plástico, cubriendo el suelo, con la finalidad de proteger al cultivo y al suelo de los agentes atmosféricos, promover cosechas precoces, mejorar rendimientos y calidad de los productos. (Hernán G. 2005).

A continuación se presenta en la Figura 11 el Rendimiento de materia verde foliar (kg/m²).

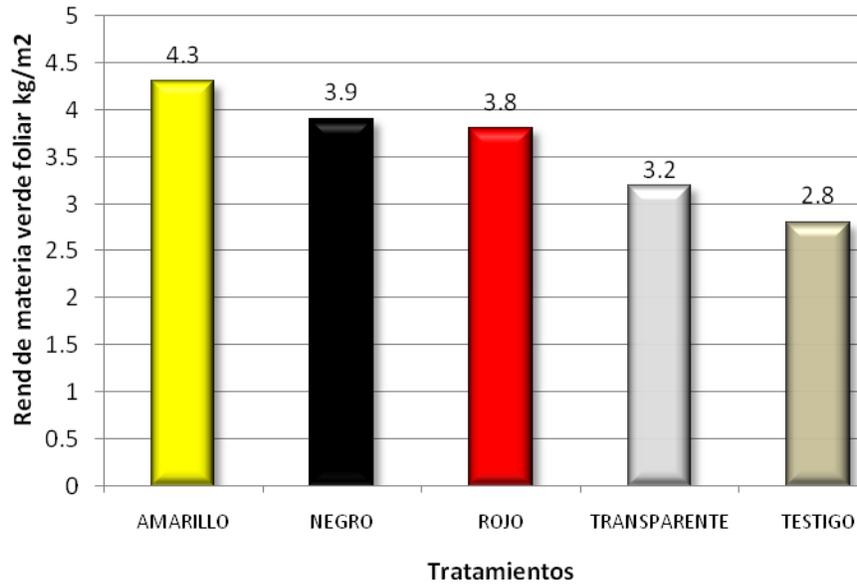


Fig. 11. Efecto del color del acolchado plástico en la variable Rendimiento de Materia verde foliar (kg/m^2) en el cultivo de la lechuga variedad Waldmann's green.

Tal la Figura 11, nos delata en la variable Rendimiento de materia verde foliar el tratamiento de color amarillo con acolchado plástico presenta el rendimiento óptimo de $4,3 \text{ Kg}/\text{m}^2$, frente al tratamiento testigo sin color ni acolchado plástico con $2,8 \text{ Kg}/\text{m}^2$ que carece de mayores rendimientos. Seguido por los tratamientos de colores; negro con peso promedio de $3,9 \text{ kg}/\text{m}^2$ y rojo de $3,8 \text{ kg}/\text{m}^2$ ambos con acolchados plásticos, en comparación con el tratamiento de color transparente con acolchado plástico con un peso promedio mínimo de rendimiento de materia verde foliar de $3,2 \text{ Kg}/\text{m}^2$

La mayor productividad del ciclo del cultivo se alcanzó con los tratamientos que se desarrollaron con acolchados plásticos, en comparación del tratamiento sin acolchar.

Según Gea *et al.*, (2008) nos reportan la cosecha a los 36 días después del trasplante fue manual, los mayores rendimientos lo obtuvieron Waldmann's Strain ($358,89 \text{ g-planta}^{-1}$) y Waldmann's Green ($329,97 \text{ g-planta}^{-1}$) sin

diferencias significativas entre ellas pero sí de las demás. En comparación con la actual tesis muestra la cosecha a los 67 días con rendimientos mayores de 4,3 kg/m²

5.2.9 Peso individual de materia verde foliar (gr).

El Tabla 8, muestra el análisis de varianza Peso individual de materia verde foliar la cual fue registrada durante la cosecha a los 67 días.

Tabla 8. Análisis de varianza para Peso individual de materia verde foliar (gr).

| FUENTE DE VARIACION | GL | CM | FC | Pr > F |
|----------------------------|-----------|-----------------------|-----------|------------------|
| BLOQUE | 2 | 359,01 | 0.24 | 0,78 NS |
| TRAT | 4 | 244177,17 | 165.77 | 0,0001 ** |
| ERROR | 53 | 1472,95 | | |
| C.V. = 11,08 | | R ² = 0.93 | | |

De acuerdo al ANVA descrito en el Tabla 8, no se pudo demostrar que existan diferencias significativas entre bloques en el Peso individual de materia verde foliar, la significancia nos muestra entre tratamientos en vista que las mediciones se realizaron a tres plantas indicadoras mas representativas por tratamientos.

Por lo tanto, las temperaturas máximas durante el ciclo vegetativo fueron más elevadas en los tratamientos con acolchado plástico con respecto al sin acolchar, lo que significó un mayor Peso individual de materia verde foliar y una mayor eficiencia productiva.

Se comprueba la utilización favorable de los microtúneles en la producción de lechuga.

A continuación se presenta en la Figura 12 el Peso individual de materia verde foliar en (gr) en el cultivo de lechuga variedad Waldmann's Green.

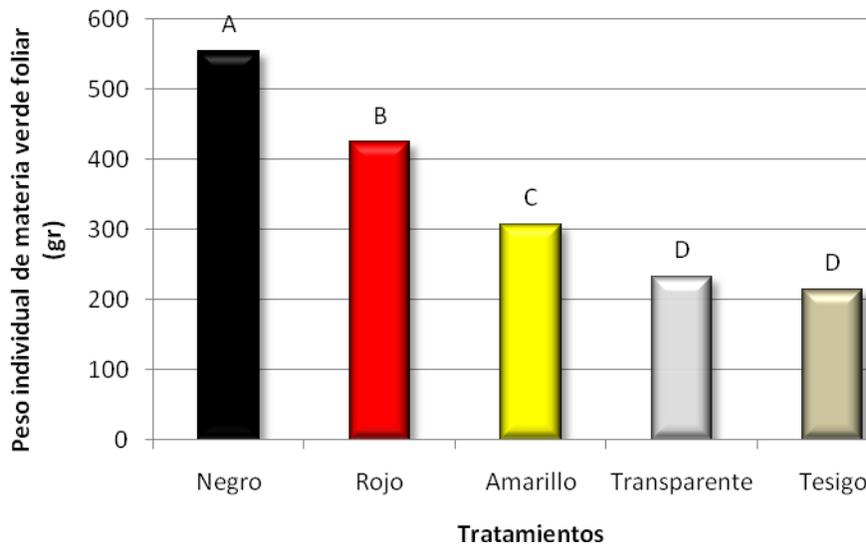


Fig. 12. Efecto del color del acolchado plástico en la variable Peso individual de materia verde foliar (gr) en el cultivo de la lechuga variedad Waldman Green

Según la Figura 12, nos revela en la variable Peso individual de materia verde foliar, el tratamiento con acolchado plástico de color negro presenta el rendimiento máximo, frente al tratamiento testigo sin color ni acolchado plástico con menores rendimientos al igual que el tratamiento con acolchado plástico de color transparente. Seguido por el tratamiento con acolchado plástico de color rojo en opuesto al tratamiento con acolchado plástico de color amarillo la cual presenta menores datos de peso individual del rendimiento.

Según Bai, (2008) el trasplante fue realizado a los 33 días y la cosecha 22 días después del trasplante obteniéndose así el peso comercial de las variedades Amarillo y Waldman Green se destacan significativamente con 323 g y 381 g por planta, respectivamente cultivadas en micro túneles cubiertos con mulching de 100 μ y se cubrieron con microtúneles de 0,6 m de altura con polietileno LDT de 100 μ .

5.2.10. Análisis estadístico y económico

El análisis económico del presente estudio se realizó en base a los presupuestos parciales, donde la posibilidad de los diferentes tratamientos de ser económicamente rentables, resultan de la Tasa de Retorno Marginal, los costos de producción fueron calculados para una Hectárea en Bolivianos para identificar con mayor precisión el tratamiento que mayor Beneficio Neto proporcione al agricultor de esta manera poder dar alternativas de producción para el cultivo lechuga variedad Waldmann's Green. (CIMMYT 1998).

En el Tabla 9 nos muestra el presupuesto parcial del análisis estadístico y económico del efecto del color de acolchado plástico y minitunel.

Tabla 9. Presupuesto parcial de acolchado plástico en el cultivo de la lechuga Kg/Ha.

| TRAT | | NEGRO | ROJO | AMARILLO | TRANSPARENT | TESTIGO |
|------------------------|-------------------|----------|----------|----------|-------------|---------|
| Rend. Medio | kg/ha | 1539,47 | 1178,33 | 851,28 | 646,31 | 593,44 |
| Rend. Ajustado | (10%) | 1421,64 | 1093,21 | 786,65 | 586,96 | 593,44 |
| BB de Campo | bs/ha | 5686,56 | 4372,82 | 3146,59 | 2347,84 | 1483,61 |
| Acolchado plástico | bs/m ² | 10,8 | 9,6 | 9 | 9 | 0 |
| Mano de obra | | 120 | 100 | 80 | 80 | 40 |
| Total Costos Variables | Bs/ha | 130,8 | 109,6 | 89 | 89 | 40 |
| Beneficio Neto | Bs/ha | 5555,756 | 4263,222 | 3057,589 | 2258,844 | 1443,61 |

El Presupuesto Parcial de los costos de producción se refleja en Tabla 9, donde el mayor Beneficio Bruto de campo correspondió al tratamiento con acolchado plástico de color negro con 5686,56 Bs/Has, por tener un rendimiento ajustado de 1421,64 Kg/Has, este Beneficio Bruto de Campo bajo a medida que los rendimientos bajaron hasta alcanzar el 1483,61 Bs/Has correspondiente al tratamiento sin acolchado plástico ni color. También se observó que los costos totales por tratamiento fueron mayores a medida que se invertían

económicamente con los colores y acolchados plásticos para tener una producción óptima.

Los beneficios brutos provienen de multiplicar los rendimientos de verdura comercial por tratamiento, por el precio por kilogramo de lechuga al momento de la cosecha. Para el caso de este estudio fue evidente que los rendimientos y los costos varían para cada tratamiento (Tabla 9). Ya que no hubo buena producción en el testigo, los análisis de costo se centraron en los tratamientos con acolchado plásticos. Sin embargo se presentan los datos de costos del tratamiento testigo para que se aprecie la diferencia con respecto a los otros tratamientos.

Las películas de polietileno, fundamentalmente por su bajo costo relativo y su fácil mecanización de su instalación, es el material más utilizado en acolchado de suelos a nivel mundial. Es flexible, impermeable al agua y no se pudre ni es atacado por los microorganismos. (Hernán G. 2005).

Los resultados obtenidos por el conjunto de técnicas propuestas se comparan entre sí, costos que varían y beneficios netos por tratamiento, logrando definir los costos y beneficios marginales para los tratamientos que no fueron dominados (Tabla 9). El margen de beneficio indicara que los resultados obtenidos en los rendimientos de una u otro conjunto de técnicas al ser implementadas serán o no mejores para la producción de lechuga, quedando dominados aquellos tratamientos en los que los costos para su implementación son menores que los beneficios obtenidos (por debajo de la línea de tasa de retorno marginal Fig. 13).

Tabla 10. Análisis de dominancia del acolchado plástico

| TRATAMIENTOS | TOTAL CV's | BENEFICIOS NETOS Bs/Ha | DOMINANCIA |
|--------------|------------|------------------------|------------|
| Testigo | 40 | 1443,61 | D |
| Transparente | 89 | 2258,844 | D |
| Amarillo | 89 | 3057,589 | |
| Rojo | 109,6 | 4263,222 | |
| Negro | 130,8 | 5555,756 | |

Efectuando el análisis de dominancia en el Tabla 10 se observa un mayor Beneficio Neto con el tratamiento con acolchado plástico de color negro con 5555,756 Bs/Ha, seguido por el tratamiento con acolchado plástico de color rojo con 4263,222 Bs/Ha, consecutivamente por el tratamiento con acolchado plástico de color amarillo con 3057,589 Bs/Ha y por ultimo el tratamiento con acolchado plástico de color transparente con 2258,844 Bs/Ha, resultando ser dominado el tratamiento testigo sin color ni acolchado plástico por obtener un bajo rendimiento de 1443,61Bs/Ha.

A continuación se presenta en la Figura 13 la curva de beneficios netos del efecto del color de acolchado plástico.

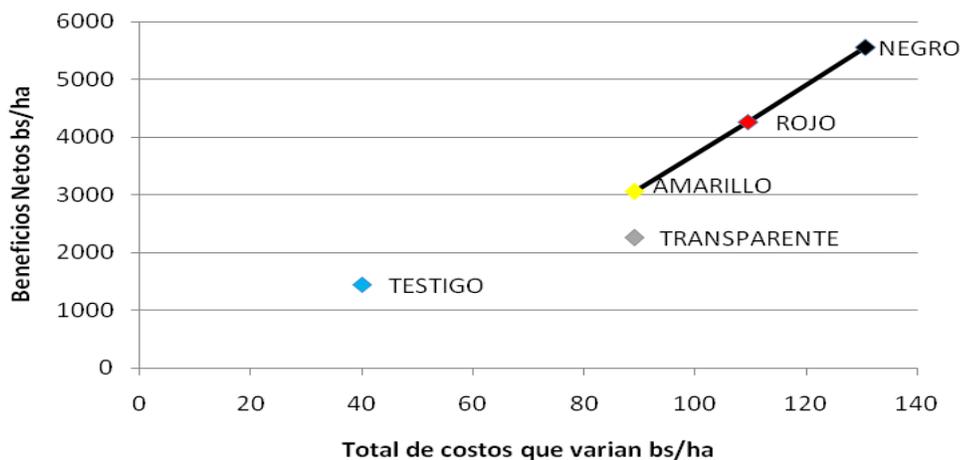


Fig. 13. La curva de Beneficios netos y Tasa de Retorno Marginal (TRM) ensayo del color con acolchado plástico.

Efectuando la curva de beneficios netos se observa que han sido eliminados el tratamiento testigo sin acolchado ni color y el tratamiento de color transparente con acolchado plástico por encontrarse por debajo de la curva de beneficios netos. Debido a que los tratamientos no dominados se incluyen en la curva su pendiente siempre será positiva.

Así que el agricultor puede tomar como alternativa cualquiera de los tratamientos de colores negro, rojo y amarillo con acolchado plástico siendo que la Tasa de Retorno Marginal son aceptables, pero si quiere optimizar su producción tendrá que elegir el T4 (tratamiento con acolchado plástico de color negro con 5555,756 Bs/Ha), pues esta reporta los mayores beneficios netos debido a los rendimientos obtenidos para este tratamiento.

Los beneficios netos de los tratamientos testigo sin acolchado ni plástico y plástico transparente quedan dominados, es decir que no hay beneficios o los beneficios que se obtienen son menores al esfuerzo y la inversión, tomando en cuenta los rendimientos obtenidos.

Para presentar un criterio de cuál alternativa es mejor para su uso en el manejo comercial del cultivo, se realizó un análisis marginal de costos, diferenciando entre cada tratamiento por actividad realizada y materiales utilizados, así como el manejo ejercido. Se desarrolló un presupuesto parcial por cada tratamiento presentado en el Tabla 10 realizándose un análisis de costos marginales.

Tabla 11. Analisis marginal, costos beneficios y Tasa de Retorno Marginal sobre el efecto del color de acolchado plastico en el cultivo de la lechuga variedad Waldmann's Green.

| TRATAMIENTOS | COSTOS QUE VARÍAN Bs/ha | COSTOS MARGINALES Bs/ha | BENEFICIOS NETOS Bs/ha | BN MARGINALES Bs/ha | TASA DE RETORNO MARGINAL |
|-----------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|--------------------------|
| Amarillo | 89 | | 3057,589 | | |
| | | 20,6 | | 1205,633 | 58% |
| Rojo | 109,6 | | 4263,222 | | |
| | | 21,2 | | 1292,534 | 60% |
| Negro | 130,8 | | 5555,756 | | |

Aunque el análisis económico indico que los costos aumentaron en un 50% respecto al testigo, los mayores ingresos obtenidos determinaron una rentabilidad superior al testigo en todos los casos.

La tasa de retorno marginal indica lo que el agricultor puede esperar ganar en promedio con su inversión cuando decide cambiar una práctica o conjunto de prácticas por otra. Los resultados nos muestran que bajo las condiciones en que se realizó este ensayo el tratamiento con acolchado color negro en ambientes atemperados es el que genera mejores beneficios económicos (Tabla 11). La tasa de retorno marginal (TRM) que resulta de la división de los beneficios netos marginales entre los costos variables marginales fue de 58% al pasar por el tratamiento de color amarillo con acolchado plástico y el tratamiento de color rojo con acolchado plástico. Al pasar de manejar el cultivo con acolchado plástico de color rojo y con acolchado plástico de color negro la tasa de retorno marginal es de 60%. Esto quiere decir que el productor, al invertir Bs 1(Bolivianos) en implementar una de estas técnicas, recupera el boliviano invertido y gana además Bs 0,58 en el primer caso y Bs 0,6 en el segundo caso.

VI. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en los parámetros climáticos nos indican que el tratamiento con acolchado plástico de color negro retiene mayor HR de 71,9 y una temperatura de 20,6 °C, por los resultados expuestos se dice que el cultivo de lechuga llegó a obtener mayores rendimientos por la retención de humedad y temperatura al interior del minitunel y acolchado plástico. Para el porcentaje de emergencia se realizó una almaciguera siendo registrado a los 20 días se obtuvo un poder germinativo del 85% en la que presentó 4 a 5 hojas verdaderas dispuestas para el trasplante al lugar definitivo de la parcela.

Para la variable porcentaje de refallo se recurre a la prueba de Duncan obteniéndose, el tratamiento cinco (testigo) sin acolchado plástico ni color es la que tuvo mayor porcentaje de refallo. En la variable altura de planta se acudió a la prueba de Duncan, el tratamiento con acolchado plástico de color negro obtuvo mayor altura de planta aproximadamente 35 cm en contraste con tratamiento testigo sin acolchado plástico ni color. En la variable biomasa del follaje se obtuvo el tratamiento con acolchado plástico de color negro con los mejores resultados aproximadamente 30 cm de biomasa follaje. Para la variable número de hojas se identifica que el tratamiento con acolchado plástico de color negro logró los mejores resultados aproximadamente 34 hojas en comparación con el testigo sin acolchado plástico ni color.

En la variable profundidad radicular el tratamiento con acolchado plástico negro logró 15 cm de longitud, es la que aprovecha eficientemente los nutrientes del suelo y el agua. Para la variable peso individual de materia verde foliar nos revela que el tratamiento con acolchado plástico de color negro presenta el rendimiento máximo de 530 gr de peso individual de materia verde foliar.

Para el análisis estadístico se presenta el presupuesto parcial donde el mayor Beneficio Bruto de Campo corresponde al tratamiento con acolchado plástico de color negro con 5686,56 Bs/ha por tener un rendimiento ajustado de 1421,64 kg/ha, el beneficio bajo a medida que los rendimientos bajaron. Se realizó el

análisis de dominancia, tratamientos con acolchado plástico de color negro, rojo y amarillo no fueron dominados por obtener un mayor beneficio neto. Realizando la tasa de retorno marginal se observa que los tratamientos con acolchados plásticos con tonalidades oscuros como el negro y rojo son los que generaron mejores beneficios económicos ya que por cada 1 Bs invertido recupera 0,6 Bs y los tratamiento con acolchado plástico claros como los colores amarillo y transparente son los que generaron beneficios económicos por cada 1 Bs. Invertido recupera 0,58 Bs.

VII. RECOMENDACIONES

Mediante esta Tesis de investigación se recomienda a todos los lectores y agricultores de lechuga, puedan difundir y optar en sus parcelas los acolchados plásticos en minitúneles conocidos también como ambientes atemperados para obtener cosechas precoces, orgánicas, sanas, limpias, con mayores rendimientos, minimizando el consumo de agua de riego, contrarrestando nevadas, heladas y reduciendo la incidencia de plagas en el altiplano.

Se recomienda a los cultivadores de lechugas aplicar el color de acolchado plástico de color negro en vista de que genera mayores rendimientos en la producción e ingresos económicos. Para recuperar los costos de inversión en acolchados plásticos y mini túneles, se recomienda optar por este cultivo para ganar peso, tamaño, calidad y precocidad para abastecer la demanda de la producción de la lechuga en los mercados locales durante todo el año.

XIII. BIBLIOGRAFIA

ACOLCHADO PLASTICO 2005. Ing. Hernán G. Berardocco Departamento Técnico Inplex Venados SA Tel.: (54-11) 4742-2476 – Fax: (54-11) 4742-1556

BAI, M.I. 2008. Respuesta productiva de variedades de lechuga (*Lactuca sativa*) cultivadas en microtúneles, en primavera de 2008. Trelew. (43° 16' 22,1" S), INTA AER Virch. Ex ruta 25 (9100) Trelew, Chubut, Argentina.

CACERES, E. 1984. Producción de Hortalizas. Instituto Interamericano de corporación para la agricultura. Madrid-España. 387 p.

CALZADA, B. J. 1998. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Editorial Jurídica S.A. Tercera edición Lima – Perú.

CIMMYT (Centro Internacional de mejoramiento de maíz y trigo, MX). 1998. la formulación de recomendaciones a partir de Datos Agronómicos un manual metodológico de Evaluación económica. Ed. Rev. México.

CHURQUINA, V. Y ZENTENO V. 2002 Clima suelo Obtenido de pagina web "http://es.wikipedia.org/wiki/El_Alto".

CHURQUINA M., V. 2001. Agricultura (entrevista).

DÍAZ PÉREZ J C, S C PHATAK, D GIDDINGS, D BERTRAND, H A MILLS (2005). Root zone temperature, plant growth, and fruit yield of tomatillo as affected by plastic film mulch. Universidad Andina Simon Bolívar. Consultado 24/05 pagina e-mail.: hgb@inplexvenados.com - www.inplexvenados.com

ENCARTA 2009. 1993-2008. Producción de lechuga. Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

FERRATTO, J. A. LONGO R. GRASSO Y M. MONDINO. 2006. Diagnóstico Agronómico del Proyecto Hortícola de Rosario 2005/2010. INTA. Publicación Miscelánea N° 38, ISSN 0326-256.

GEA, P.D. Y MISERENDINO. 2008. Ensayo comparativo de rendimiento de siete variedades de lechuga (*Lactuca sativa*) en macrotúneles en Río Grande, Tierra del Fuego.

GOBIERNO MUNICIPAL DE EL ALTO. 2008. «Base legal de creación del municipio de El Alto». Consultado el 06/07. La Paz Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés

HERNÁN G. B. 2000. Acolchado Plástico. Tesis de Grado de Licenciatura en Ingeniería Agronómica. Universidad Andina Simon Bolívar.

LAMONT, JR. W. J.1993. Plastic mulches for production of vegetable crops Hort.Technology 3:35-39.

MAROTO BORREGO, J. A. MIGUEL GÓMEZ C. Y BAIXAULI SORIA. 2000. La lechuga y la Escarola. Fundación Caja Rural Valencia. Ediciones Mundiprensa. España.

MENDOZA M. F. 2004. Crecimiento y rendimiento de chile jalapeño acolchado con plástico y regado con cintilla. Chile.

MINISTERIO DE AGRICULTURA DEL PERÚ 2009. Protección de cultivos – Minitúneles.

MOLINAR, R. 2000. Plásticos agrícolas. Selección de colores. Revista mensual. Agosto: 38–40. Productores de hortalizas. Fresno, CA, USA.

ORZOLEK, M. MURPHY, J. CIARDI, J. 1993. Efecto de los colores de acolchados de polietileno en la producción de Pepino, tomate y coliflor. Centro para la plásticultura, Pensilvania State University. (on line) Consulta: 08/05/11. Disponible en: <http://plasticulture.cas.psu.edu/JOURNALS.HTM>.

PAPASEIT P. 2000. El diseño de los plásticos de colores para la agricultura. Horticultura Internacional.

QUEZADA M. R. MUNGUÍA J. P. LINARES C. (1995). Acolchado plástico y disponibilidad de nutrimentos del suelo en el cultivo de pepino. Terra 13:136-146.

QUEZADA M R, J P MUNGUÍA, M DE LA ROSA IBARRA, R FAZ (2000). Uso de acolchados plásticos biodegradables en el crecimiento y desarrollo de un cultivo de melón (*Cucumis melo* L.).

REVISTA HORTÍCOLA 2000, varios números

REVISTA. (2009), Ministerio de Agricultura del Perú, Protección de cultivos – Minitúneles. Pág.: 1- 3.

REVISTA. (1999), “El Agroeconómico de la Fundación Chile”, Acolchado en la agricultura. Pág.: 5 – 10.

ROBLEDO TORRES V. J M LÓPEZ, F R GODINA, J H DÁVILA, A B MENDOZA, R K MAITI .2006. Responses of yield and xilem vessel to the use of photo-selective films as soil covers. Crop Res. 27:250-257.

RUDA, E.; A. MONGIELLO, A. & A. ACOSTA. 2005. Calidad del Agua Subterránea con Fines de Riego Suplementario en Agricultura del Centro de Santa Fe, Argentina.

SALISBURY F. B. ROSS C. W. (1994). Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica. México, D.F. pp.: 487-514.

TARARA, L. M. 2000. Microclimate modification with plastic mulch. Hort. Science 35: 169-180.

TABER G. H. 2010. El color del plástico desempeña una función importante en madurez y rendimiento del maíz dulce.

GMA, (2004). Gobierno Municipal de El Alto. Plan de Ordenamiento Urbano y Territorial. Pág.: 9 – 10.

LAREDO, Y. 2000. Apuntes de producción de semillas. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia.

Producción de hortalizas ecológicas en invernaderos de Jalsuri en el altiplano central boliviano. Editorial asociación boliviana para el avance de la ciencia. ABAC. Academia Nacional de Ciencias de Bolivia ANCB .La Paz Bolivia 32 p.

RANDALL, C. 1999. Malas hierbas. Ministerio de Agricultura Australia Occidental. Pág.: 56 – 59.

RODRÍGUEZ TORRESSI, A.; BOUZO, C.A.; FERNÁNDEZ, F. Y ANRIQUEZ, A 2009. Aproximaciones al estudio del efecto del fósforo y boro sobre las cualidades del polen en un cultivo de melón en invernadero. EEA Santiago del Estero INTA (4200) Santiago del Estero. arodriguez@intasgo.gov.ar Horticultura Argentina 28(67): Sep.-Dic.

XIV ANEXO:

Acolchados plásticos de colores a la intemperie por temperaturas elevadas, cubierta de barro a los alrededores.



Aplicación de trampas para contra restar las plagas como moscas, pulgones y otros.



Acolchados plásticos de colores después del trasplante y riego tradicional en la lechuga, con mulching para evitar malezas.



Preparación de biol de ajo, ajis cascara de naranjas y ceniza todo macerado.



Instrumentos de mediciones empleados como el hidrómetro, Phmetro, termómetros ambientes, termómetros del suelo y lupa.



Aplicación de biol en la lechuga para contrarrestar plagas.



Producción de la lechuga variedad waldman`ns green, al interior del ambiente atemperado o minituneles



Tecnica de apertura laterales de los minituneles para reducir las temperaturas y humedades elevadas.



Trampas para contra restar las plagas malélicas como moscas y pulgones, etc.



Invasión de plantas no deseables al interior del minitúnel sin acolchado plástico (testigo)



Mulching exterior con aserrín de madera para evitar malezas en los bordes del minitunel



Tratamiento sin acolchado plástico al interior del mini túnel etapa de cosecha.



Etapa de evaluación para la cosecha a los 65 días después del trasplante.



Tratamiento 4 con mayor tamaño y peso con calidad de hojas.



Mayor rendimiento en la cosecha por m² del tratamiento 5 con acolchado plástico color negro al interior del mini túnel.



Tratamiento 4 de color rojo con mayor número de hojas y tamaño regular en raíz



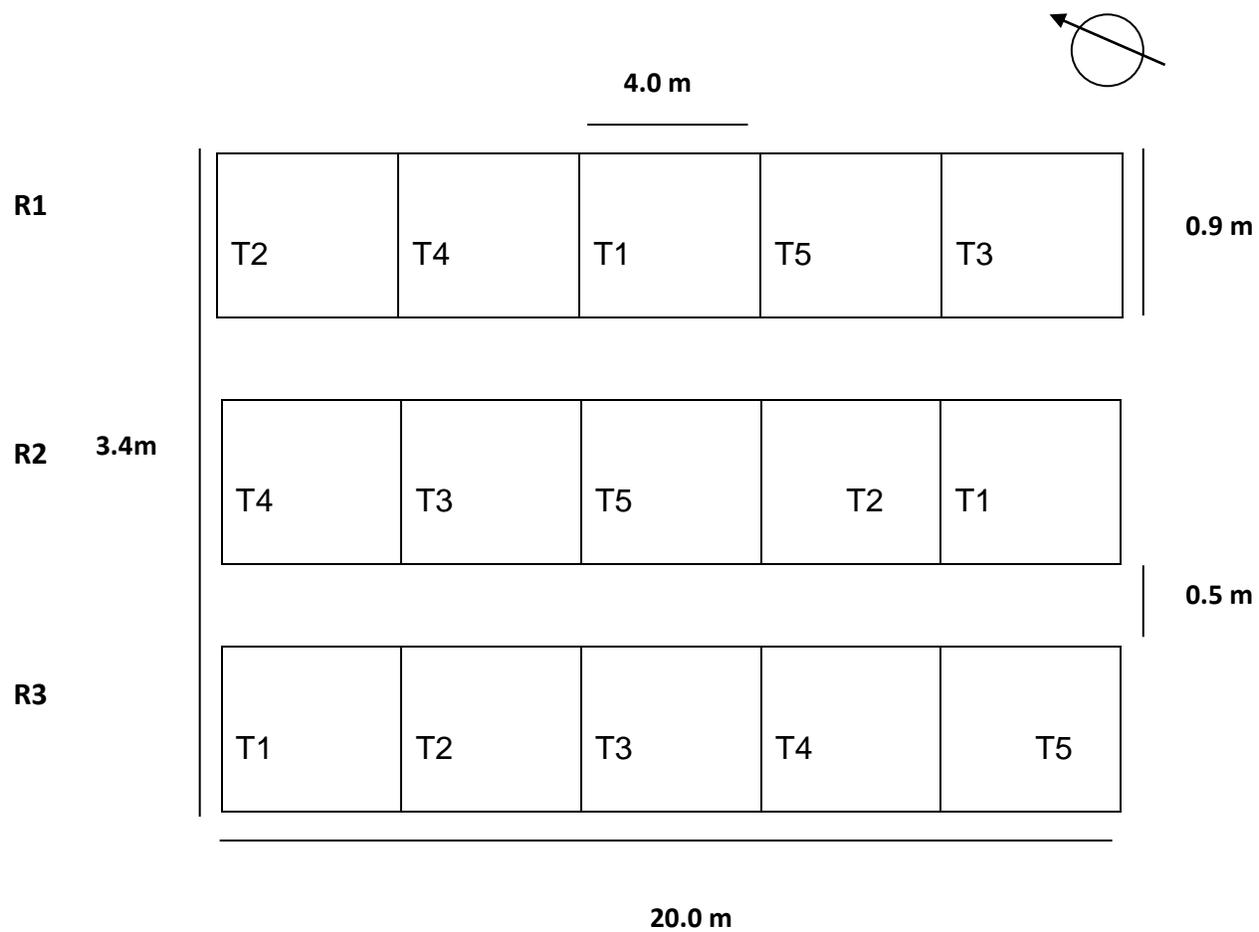
Mayor rendimiento en peso individual en el tratamiento de color negro



Venta directa al consumidor en el Mercado local de Rodríguez (La Paz)



La presente tesis de Grado se ejecuto en el Departamento de La Paz Ciudad de El Alto Zona Cosmos 79, próximo al Estadium Andino de El Alto, entre las Avenidas Caquingora y la Avenida Periférica pasando la parada del minibus "W" 687.

Croquis del ensayo

Análisis de varianza para cada variable de respuesta:

| ANVA PORCENTAJE DE REFALLO | | | | | |
|----------------------------|----|-----------------------|------|------|--------|
| FUENTE DE VARIACION | GL | SC | CM | FC | Pr > F |
| BLOQUE | 2 | 0.03 | 0.02 | 0.66 | 0.94 |
| TRAT | 4 | 3.43 | 0.86 | 3.14 | 0.02 |
| ERROR | 53 | 14.47 | 0.27 | | |
| TOTAL | 59 | 17.93 | | | |
| C.V. = 3,822,819 | | R ² = 0.19 | | | |

| TRAT | DUNCAN | APROX |
|--------------|--------|-------|
| Testigo | 1.75 | A |
| Negro | 1.5 | AB |
| Amarillo | 1.33 | AB |
| Rojo | 1.16 | B |
| Transparente | 1.08 | B |

| ANVA ALTURA PLANTA | | | | | |
|---------------------|----|-----------------------|--------|-------|-----------|
| FUENTE DE VARIACION | GL | SC | CM | FC | Pr > F |
| BLOQUE | 2 | 0.84 | 0.42 | 0.12 | 0,88 NS |
| TRAT | 4 | 896.89 | 224.22 | 64.90 | 0,0001 ** |
| ERROR | 53 | 183.1 | 3.45 | | |
| TOTAL | 59 | 1080.84 | | | |
| C.V. = 6,64 | | R ² = 0.83 | | | |

| TRAT | DUNCAN | APROX |
|--------------|--------|-------|
| Negro | 34.92 | A |
| Rojo | 29.06 | B |
| Amarillo | 26.61 | C |
| Transparente | 25.06 | D |
| Testigo | 24.1 | D |

| ANVA BIOMASA FOLIAR | | | | | |
|---------------------|----|-----------------------|--------|-------|-----------|
| FUENTE DE VARIACION | GL | SC | CM | FC | Pr > F |
| BLOQUE | 2 | 2.22 | 1.11 | 0.30 | 0,74 NS |
| TRAT | 4 | 1268.57 | 317.14 | 86.37 | 0,0001 ** |
| ERROR | 53 | 194.6 | 3.67 | | |
| TOTAL | 59 | 1465.4 | | | |
| C.V. = 8,54 | | R ² = 0.87 | | | |

| TRAT | DUNCAN | APROX |
|--------------|--------|-------|
| Negro | 30.17 | A |
| Rojo | 24.22 | B |
| Amarillo | 21.69 | C |
| Transparente | 19.3 | D |
| Testigo | 16.75 | E |

| ANVA NUMERO DE HOJAS | | | | | |
|----------------------|----|-----------------------|--------|--------|-----------|
| FUENTE DE VARIACION | GL | SC | CM | FC | Pr > F |
| BLOQUE | 2 | 1.9 | 0.95 | 0.28 | 0,75 NS |
| TRAT | 4 | 2214.26 | 553.56 | 163.51 | 0,0001 ** |
| ERROR | 53 | 179.43 | 3.38 | | |
| TOTAL | 59 | 2395.6 | | | |
| C.V. = 7,60 | | R ² = 0.93 | | | |

| TRAT | DUNCAN | APROX |
|--------------|--------|-------|
| Negro | 34 | A |
| Rojo | 27 | B |
| Amarillo | 24.16 | C |
| Transparente | 18.83 | D |
| Testigo | 17 | E |

| ANVA PROFUNDIDAD RADICULAR | | | | | |
|----------------------------|----|-----------------------|--------|--------|--------------|
| FUENTE DE VARIACION | GL | SC | CM | FC | Pr > F |
| BLOQUE | 2 | 1.9 | 0.95 | 0.28 | 0,75 NS |
| TRAT | 4 | 2214.26 | 553.56 | 163.51 | 0,0001 ** |
| ERROR | 53 | 45.92 | 0.86 | | |
| TOTAL | 59 | 410.91 | | | |
| C.V. = 8,31 | | R ² = 0.89 | | | |

| TRAT | DUNCAN | APROX |
|--------------|--------|-------|
| Negro | 15.46 | A |
| Rojo | 12.47 | B |
| Amarillo | 9.63 | C |
| Transparente | 9.5 | C |
| Testigo | 8.9 | C |

| ANVA DIAMETRO FOLIAR | | | | | |
|----------------------|----|------------------------|--------|------|--------------|
| FUENTE DE VARIACION | GL | SC | CM | FC | Pr > F |
| BLOQUE | 2 | 402.69 | 201.34 | 6.87 | 0.0022 NS |
| TRAT | 4 | 144.89 | 36.22 | 1.24 | 0.3070 ** |
| ERROR | 53 | 1553.62 | 29.31 | | |
| TOTAL | 59 | 2101.2 | | | |
| C.V. = 22,89 | | R ² = 0.261 | | | |

| TRAT | DUNCAN | APROX |
|--------------|--------|-------|
| Amarillo | 25.85 | A |
| Transparente | 24.62 | A |
| Testigo | 23.82 | A |
| Negro | 22.52 | A |
| Rojo | 21.42 | A |

| ANVA REND.MATERIA VERDE FOLIAR | | | | | |
|--------------------------------|----|-----------------------|-------|------|--------------|
| FUENTE DE VARIACION | GL | SC | CM | FC | Pr > F |
| BLOQUE | 2 | 44.48 | 22.24 | 8.13 | 0.0008 ** |
| TRAT | 4 | 16.65 | 4.16 | 1.52 | 0.2093 NS |
| ERROR | 53 | 145.05 | 2.36 | | |
| TOTAL | 59 | 206.2 | | | |
| C.V. = 46,31 | | R ² = 0.30 | | | |

| TRAT | DUNCAN | APROX |
|--------------|--------|-------|
| Amarillo | 4.25 | A |
| Transparente | 3.89 | A |
| Testigo | 3.75 | A |
| Negro | 3.15 | A |
| Rojo | 2.79 | A |

| ANVA PORCENT.INDIVIDUAL DE MAT. VERDE FOLIAR | | | | | |
|--|----|-----------------------|-----------|--------|--------------|
| FUENTE DE VARIACION | GL | SC | CM | FC | Pr > F |
| BLOQUE | 2 | 718.03 | 359.01 | 0.24 | 0,78 NS |
| TRAT | 4 | 976708.68 | 244177.17 | 165.77 | 0,0001 ** |
| ERROR | 53 | 78066.69 | 1472.95 | | |
| TOTAL | 59 | 1055493.41 | | | |
| C.V. = 11,08 | | R ² = 0.93 | | | |

| TRAT | DUNCAN | APROX |
|--------------|--------|-------|
| Negro | 554.21 | A |
| Rojo | 424.20 | B |
| Amarillo | 306.46 | C |
| Transparente | 232.67 | D |
| Testigo | 213.64 | D |

