

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Análisis de Calidad de Cebolla (*Allium cepa*) var. Cristal White Cultivada con  
Diferentes Colores de Acolchado Plástico

Por:

**RUBISEL MARROQUÍN PÉREZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Saltillo, Coahuila, México

Febrero, 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Análisis de Calidad de Cebolla (*Allium cepa*) var Cristal White Cultivada con  
Diferentes Colores de Acolchado Plástico

Por:

**RUBISEL MARROQUÍN PÉREZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada

Dr. Marcelino Cabrera De La Fuente  
Asesor Principal

Dr. Adalberto Benavides Mendoza  
Coasesor

Dr. Luis Ibarra Jiménez  
Coasesor

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Coasesor  
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Febrero 2014

## **AGRADECIMIENTOS**

A **Dios** por darme la oportunidad de superarme y permitirme terminar un proyecto más de mi vida, por las bendiciones y por todo lo que me ha otorgado durante todo este tiempo, hasta hoy en día.

A **Mi Familia** por apoyarme en todo momento, que con su apoyo soy lo que soy hoy en día, y gracias por creer en mí y que a pesar de la distancia siempre estuvieron conmigo y esto es el final de un proyecto en mi vida pero el inicio de otro.

**Mis Compañeros y Amigos** con quienes reía, me divertía, convivía, gracias por compartir cada segundo conmigo, por toda su ayuda y apoyo que me brindaron durante mi preparación profesional.

A **la Alma Terra Mater**, por a ver me acobijado durante todo este tiempo en que radique en sus instalaciones para lograr mi nivel profesional que hoy en día he logrado y por todas las oportunidades que me ha dado durante todo mi camino.

A **los Profesores** de esta universidad y los que han influido en mi preparación profesional, gracias por todo sus enseñanzas, sugerencias y presiones, gracias por compartir sus conocimientos y experiencias de los cuales he aprendido mucho, que con ello llevo un buen tesoro de esta universidad y eso es gracias a ustedes.

A **los Compañeros y Compañeras de Servicio Social**, gracias por todo su apoyo otorgado durante la realización de este proyecto de tesis.

## DEDICATORIA

**A Dios**, por permitirme concluir con un proyecto más en mi vida, por otorgarme salud y fe para salir siempre adelante, que con su bendición siempre he salido adelante.

**A Mis Padres** quienes desde el inicio han puesto un buen cimiento en mí y mis hermanos y que hoy en día están cosechando los primeros frutos en mí, se los dedico a ustedes por todo el apoyo que me han otorgado y por la confianza que depositaron en mí, por toda su dedicación y esfuerzos que han hecho por mí y mis hermanos para que tengamos un mejor futuro.

**A Mis Hermanos, Cuñado, Cuñada, Sobrinos y Familiares**, por todo su apoyo que me ha dado durante todo el tiempo de mi preparación profesional, porque siempre han estado a mi lado apoyándome en todo.

**A Ustedes Mis Compañeros y Amigos**, con quienes he compartido una parte de mi vida, por su amistad que me brindan, a todos ustedes que juntos nos hemos divertido y apoyado unos a los otros.

**A Ustedes Profesores**, a ustedes que han influido mucho en mi preparación profesional, desde el inicio hasta hoy en día, por compartir sus experiencias y conocimientos en cada clase y fuera de clase.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>i</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>ii</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>vii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>viii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Objetivo General:.....	2
1.2 Objetivos Específicos: .....	2
1.3 Hipótesis.....	2
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
2.1 Aspectos generales del cultivo .....	3
2.1.1 Clasificación taxonómica .....	3
2.1.2. Descripción del cultivo .....	3
2.1.2.1. Tallo .....	3
2.1.2.2. Raíz.....	3
2.1.2.3. Hojas.....	4
2.1.2.4. Bulbo.....	4
2.1.2.5. Flores .....	4
2.1.2.6. Fruto.....	5
2.1.3. Fenología del Cultivo .....	5
2.2. Importancia económica.....	5
2.3. Requerimientos climáticos .....	6
2.3.1. Humedad .....	6
2.3.2. Luz .....	7
2.3.3. Suelo.....	7
2.4. Manejo del cultivo de la cebolla .....	7
2.4.1. Fertilización .....	8
2.4.2. Riego.....	9
2.4.3. Plagas y enfermedades .....	9
2.5. Propiedades nutritivas .....	10
2.5.1. Principales componentes .....	10
2.5.2. Antioxidantes .....	10
2.5.3. Quercetinas.....	11

2.6. Acolchado plástico.....	11
2.6.1. Ventajas del acolchado .....	12
2.6.1. Temperatura del suelo .....	13
2.6.2. Humedad del suelo .....	13
2.6.3. Fertilidad del suelo .....	13
2.6.4. Desarrollo radical .....	14
2.6.5. Salinidad del Suelo .....	14
2.6.6. pH del Suelo .....	14
2.6.7. Estructura del suelo .....	14
2.6.8. Actividad microbiana .....	14
2.6.9. Plagas y Enfermedades .....	15
2.6.10. Reflexión de luz.....	15
2.6.11. Precocidad .....	15
2.6.12 Control de malezas .....	15
2.6.13. Colores de acolchado .....	16
2.7. Efecto de la radiación en las plantas .....	17
2.7.1. Efecto del color de la luz en la producción de cultivos .....	19
2.7.2 Efectos de la luz en la concentración de pigmentos. ....	19
2.7.3. Efectos de los antioxidantes en los cultivos .....	20
2.8. Parámetros de la calidad en cebolla.....	20
2.8.1. ° Brix .....	20
2.8.2. Potencial redox .....	21
2.9. Investigaciones prevalentes .....	21
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
3.1. Ubicación del experimento .....	23
3.2. Material vegetativo .....	23
3.3. Siembra .....	23
3.4. Tratamientos.....	23
3.5. Establecimiento del experimento.....	24
3.5.1. Preparación del terreno.....	24
3.5.2. Trasplante.....	24
3.5.3. Fertilización .....	24
3.5.4. Fungicidas.....	25
3.5.5. Riego.....	25
3.6. Variables evaluadas .....	25
3.6.1. Diámetro basal .....	25
3.6.2. Longitud de hoja .....	25
3.6.3. Número de hojas.....	25
3.6.4. Área foliar.....	25
3.6.5. Firmeza .....	25
3.6.6. Grados Brix .....	26
3.6.7. pH .....	26

3.6.8. Potencial redox .....	26
3.6.9. Quercetina .....	26
3.7. Diseño experimental .....	27
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>28</b>
4.1. Diámetro basal .....	28
4.2. Longitud de hoja .....	29
4.3. Número de hojas .....	30
4.4. Área foliar .....	31
4.5. Firmeza.....	32
4.6. Grados brix .....	33
4.7. pH.....	34
4.8. Potencial redox.....	35
4.9. Quercetina .....	36
<b>V. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>37</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>38</b>
<b>VII. APÉNDICE .....</b>	<b>46</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diámetro basal (mm) en el cultivo de la cebolla, con diferentes colores de acolchado plástico.....	28
Figura 2. Longitud de hoja (cm) en el cultivo de la cebolla, con diferentes colores de acolchado plástico.....	29
Figura 3. Número de hoja en el cultivo de la cebolla, con diferentes colores de acolchado plástico.....	30
Figura 4. Área foliar (cm <sup>2</sup> ) en el cultivo de la cebolla, con diferentes colores de acolchado plástico.....	31
Figura 5. Firmeza (kg·cm <sup>2</sup> ) en el cultivo de la cebolla, con diferentes colores de acolchado plástico.....	32
Figura 6. Grados brix en el cultivo de la cebolla, con diferentes colores de acolchado plástico.....	33
Figura 7. pH en el cultivo de la cebolla, con diferentes colores de acolchado plástico.....	34
Figura 8. Potencial redox (mV) en el cultivo de la cebolla, con diferentes colores de acolchado plástico.....	35
Figura 9. Quercetina (mg·10 g) en el cultivo de la cebolla, con diferentes colores de acolchado plástico.....	36

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla1. Respuestas esperadas de las plantas frente a las modificaciones en la irradiancia fotosintética y el balance espectral de la radiación.....	18
Tabla 2. Tratamientos .....	23
Tabla 1a. Dosis de fertilizantes aplicado.....	46
Tabla 2a. Calendario de aplicación de fertilizante.....	46
Tabla 3a.- Diámetro basal de la cebolla cultivada en diferentes colores de acolchado.....	46
Tabla 4a.- Longitud de hoja de la cebolla cultivada en diferentes colores de acolchado.....	47
Tabla 5a.- Número de hojas de la cebolla cultivada en diferentes colores de acolchado.....	47
Tabla 6a.- Área foliar de la cebolla cultivada en diferentes colores de acolchado.....	47
Tabla 7a.- Firmeza de la cebolla cultivada en diferentes colores de acolchado. ..	48
Tabla 8a.- Grados Brix de la cebolla cultivada en diferentes colores de acolchado.....	48
Tabla 9a.- pH de la cebolla cultivada en diferentes colores de acolchado.....	48
Tabla 10a.- Potencial Redox de la cebolla cultivada en diferentes colores de acolchado.....	49
Tabla 11a. Quercetina de la cebolla cultivada en diferentes colores de acolchado.....	49
Tabla 12a.- Medias de los datos evaluados de la productividad de la cebolla blanca var. Cristal White en los diferentes colores de acolchado plástico. ....	49
Tabla 13a.- Medias de los datos de calidad evaluados de la cebolla blanca var. Cristal White en los diferentes colores de acolchado plástico.....	50

## RESUMEN

El consumo de frutas y vegetales ha sido asociado con una menor incidencia y mortalidad por diferentes enfermedades crónicas, la cebolla es una de las hortalizas de mayor consumo en el mundo. Su demanda ha aumentado en los últimos años debido al mayor desarrollo económico, en lo que respecta la calidad de la cebolla, es una hortaliza con alto contenido de quercetina. En general, estos compuestos están en las hojas más superficiales y en la cascara de fruta y vegetales lo cual se debe principalmente a que su biosíntesis es estimulada por la luz. El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar la incidencia del color de acolchado para la productividad y calidad de la cebolla (*Allium Cepa L.*), evaluando 6 colores de acolchado plástico, que son color negro, blanco, amarillo, rojo, azul y verde. Se utilizó la variedad Cristal White, en un diseño de bloques al azar con 6 tratamientos y 10 repeticiones, aunque para la variable de quercetina se utilizó 3 repeticiones. El trabajo se estableció en el campo experimental del departamento de horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, durante el periodo de abril 2012 a diciembre 2012. Las variables evaluadas fueron: diámetro basal, longitud de hoja, número de hoja, área foliar, firmeza, grados Brix, pH, potencial redox y quercetina. Los resultados obtenidos se examinaron con el software (SAS Versión 9.0.), obteniendo las medias y los análisis de varianza. De las medias obtenidas muestra que existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) para el diámetro basal, longitud de hoja, número de hoja y área foliar. Con respecto a los parámetros de calidad, no se presentó diferencia significativa en la firmeza, grados Brix y quercetina, pero sí para el pH y potencial redox. El acolchado plástico sí influye en la productividad de la cebolla, pero es poco su influencia en la calidad, y al utilizar el acolchado plástico amarillo se obtienen mejores resultados en la productividad, y el acolchado plástico blanco en lo que respecta al potencial redox.

**Palabras claves:** Cebolla, Acolchado Plástico, Color, Quercetina.

## I. INTRODUCCIÓN

El consumo de frutas y vegetales ha sido asociado con una menor incidencia y mortalidad por diferentes enfermedades crónicas, (Jacob, *et al.*, 1996). La protección que las frutas y vegetales brindan contra las enfermedades degenerativas como cáncer y enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares, ha sido atribuida a su alto contenido de varios antioxidantes (Bobák, *et al.*, 1998).

La cebolla es una de las hortalizas de mayor consumo en el mundo. Su demanda ha aumentado en los últimos años debido al mayor desarrollo económico de algunos países asiáticos altamente poblados. En los años (1996-2007), la producción mundial aumentó en más de un 50%, yendo de los 43 M de toneladas a los 65 M de toneladas continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio (Eguillor, 2008).

En lo que respecta la calidad de la cebolla, es una hortaliza con alto contenido de quercetina. En general, estos compuestos están en las hojas más superficiales y en la cascara de fruta y vegetales, (Wolffram, *et al.*, 2002), lo cual se debe principalmente a que su biosíntesis es estimulada por la luz. Esto se hace evidente al comparar las concentraciones de un compuesto polifenólico en diferentes frutos del mismo árbol e incluso en diferentes partes del mismo árbol e incluso en diferentes partes del mismo fruto según su exposición a la luz solar durante su maduración (Manach, *et al.*, 2004).

El uso de materiales plásticos ha tenido una enorme difusión en el campo agrícola debido a las múltiples ventajas que ofrece, tiene un campo de aplicación muy diverso y representa una tecnología importante para el control de factores adversos en la agricultura, como las fluctuaciones microambientales y el control de malas hierbas etc. (Misle y Noreno, 2001).

El uso del material plástico en el cultivo de cebolla se ha demostrado que se obtiene un incremento en la altura y número de hoja en dicho cultivo, también un incremento en el porcentaje de germinación de la semilla al utilizar acolchado plástico negro, transparente y blanco (Anisuzzaman, *et al.*, 2009).

El presente trabajo se realizó con la finalidad conocer la influencia de los colores de acolchado plástico en la cebolla en lo que respecta a la productividad y calidad del cultivo.

El uso de los acolchado plástico es una técnica en la que se tiene una mayor eficiencia del uso de agua y de igual manera la fertilización aunado a esto con el presente trabajo se pretende determinar qué color de acolchado plástico es el adecuado para el cultivo de la cebolla, en la región de Saltillo, Coahuila.

### **1.1 Objetivo General:**

Cuantificar el efecto del color del acolchado sobre parámetros de calidad y productividad en cebolla blanca.

### **1.2 Objetivos Específicos:**

Cuantificar el potencial redox en bulbos de cebolla.

Determinar la producción de quercetina en bulbos de cebolla.

Determinar el comportamiento en cuanto a productividad del cultivo de la cebolla (número de hojas, diámetro basal, longitud de hojas, área foliar).

Analizar parámetros físicos de calidad en los bulbos de la cebolla.

### **1.3 Hipótesis**

El cultivo de la cebolla se comportará de manera diferente en cuanto a productividad y calidad en base al color del acolchado.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Aspectos generales del cultivo

La cebolla es originaria de Asia central, sus formas primitivas todavía se encuentran de manera silvestre en Irán, Turquía, Afganistán, y las montañas de Altay. La cebolla es una planta muy antigua, la Biblia hace referencia a ella mencionándola como alimento del pueblo egipcio hacia el año 3000 a.c. Posteriormente el cultivo de cebolla se extendió a la India en el año 600 a.c., (Guenkov, 1966).

#### 2.1.1 Clasificación taxonómica

La cebolla es una planta monocotiledonea, la clasificación mas reciente la ubica en el Superorden *Liliana*, Orden *Amaryllidales*, Familia *Alliaceae*, Genero *Allium* y Especie *Allium capa L.* (Hanelt, 1990).

#### 2.1.2. Descripción del cultivo

##### 2.1.2.1. Tallo

Se divide en dos partes subterráneo en forma de bulbo tunificado, que es la parte utilizada y en aérea es eréctil. Al tallo verdadero se le denomina plato; es en si la base del bulbo y es muy corto, sobre él se forma las yemas y las hojas y de él crecen las raíces adventicias. Los tallos florales son verdes huecos y ensanchados en el centro, carecen de hojas y mueren después de madurar la semilla. La base de estos (patos) continua viviendo y en ella existe muchas yemas vegetativas (Soria, 1993).

##### 2.1.2.2. Raíz

La raíz verdadera de la cebolla muere temprano y la mayor parte de sus raíces son adventicias. Estas nacen del tallo en la base de las vainas de las hojas, su número aumenta gradualmente hasta el final del periodo vegetativo. De una planta se originan hasta 70 raíces fusiformes y sobre estas se forman raíces laterales de 25 a 30 cm (Soria, 1993).

Las raíces son fibrosas y se desarrollan superficialmente. Su volumen más activo se ubica entre los 20 cm y 30 cm de profundidad (Tapia, 1999).

### **2.1.2.3. Hojas**

Nace directamente del tallo. Son tubulares, agujadas en su parte superior y ensanchadas en la parte central, de color verde cada una consta de dos partes; el limbo (hoja verdadera) y vainas cilíndricas que forma el bulbo y el falso tallo, normalmente estas son las partes conocidas como escamas o catafilos de consistencia carnosa e hinchada pudiendo ser abiertas o cerradas, las abiertas se forman en el periodo vegetativo a partir del engrosamiento de la parte inferior de las vainas y dará lugar a las túnicas que envolverán al bulbo, las cerradas son carnosas y se forman a partir de vainas enteras de hojas que no han formado limbo y envuelven las yemas generadas sobre la base del bulbo, esto ocurre después de formada la sexta hoja de la planta, estas últimas escamas tienen función de reserva del material nutritivo necesario para los brotes (Serrano, 1993).

Las hojas en su parte aérea son cilíndricas, huecas y terminadas en punta (Tapia, 1999).

### **2.1.2.4. Bulbo**

Está formado por hojas modificadas llamadas escamas, cuyo tamaño, diámetro y desarrollo depende específicamente del fotoperiodo (Valdez, 1998).

### **2.1.2.5. Flores**

Son hermafroditas de diferentes colores en forma de umbela. Es una inflorescencia simple y ella se puede formar entre 200 y 1000 flores, según la variedad y el tiempo. Las flores son blancas pardas, de pedúnculos largos y tienen seis pétalos y seis estambres. El ovario es supero con tres lóculos y en cada uno se encuentran dos óvulos. Con la vernalización de las yemas axilares la planta estará en condiciones de emitir y dar lugar al crecimiento del tallo floral, el numero de tallos florales es variable según el número de yemas vernalizadas, el tallo floral es generalmente de color verde, erecto, de consistencia herbácea, liso, ahuecado y con la porción inferior ensanchada, por lo común esta parte de la

planta sobresale al follaje llegando a alcanzar una altura de 0.6 a 1.5 metros (Serrano, 1993).

#### **2.1.2.6. Fruto**

Es una capsula tricarpelar, en la cual puede formarse hasta seis semillas, en las fases tempranas la capsula es de color verde pardo y de forma obtusa triangular. La semilla es de color negra, angulosa, aplastada y rugosa (Serrano, 1993).

#### **2.1.3. Fenología del Cultivo**

La primera fase de crecimiento herbáceo se inicia con la germinación, formándose una planta provista de un tallo muy corto, en el que se insertan las raíces y en el que existe un meristemo que origina progresivamente hojas. En esta fase, la planta desarrolla ampliamente su sistema radicular y foliar (Maroto, 1994).

La segunda fase corresponde a la formación de bulbos, esta se inicia una vez que cesa la formación de follaje, y la planta inicia la movilización y acumulación de reservas en la base de las hojas, esto es ocasionando por el estímulo de días largos, (Komochi, 1990). Paralelamente, se produce una síntesis muy intensa de glucosa y fructosa que van siendo acumulados en el bulbo (Maroto, 1994).

La tercera fase o de reposo vegetativo es en la que el bulbo maduro esta en latencia y la planta no se desarrolla (Maroto, 1994).

La cuarta fase se produce en el segundo año del cultivo, comienza con la floración y termina con la producción de semilla. Se produce una vez lograda la inducción floral por efecto de bajas temperaturas. Durante el desarrollo floral, el ápice comienza a elongarse y dar forma al escapo floral (Castillo, 1999).

### **2.2. Importancia económica**

De las hortalizas explotadas comercialmente, la cebolla (*Allium cepa L.*), es una de las más importantes por la superficie cultivada, como por el uso en la dieta alimentaria (Lemus 2009).

El 70% de la superficie mundial se concentra en Asia. El año 2007, América sólo representó el 8,5% de la superficie mundial, pero dio origen al 14% de la

producción mundial, lo que claramente indica la ocurrencia de mayores rendimientos.

En México (*Allium cepa L*) tiene gran importancia socioeconómica, es una de las plantas más prometedoras y ampliamente difundida. Anualmente se cosecha 26 mil ha con un rendimiento promedio de 17 t/ha, siendo los principales productores; Guanajuato, Morelos, Michoacán, Tamaulipas, Chihuahua, Baja California Norte y Puebla (Mendoza, 2004).

### **2.3. Requerimientos climáticos**

La cebolla es de clima templado y es una planta resistente al frío, aunque existen algunas variedades criollas que pueden producir satisfactoriamente durante el verano. La germinación inicia de los 2 a 3 °C pero muy lentamente, la temperatura óptima es de 18 a 25 °C y germina de los 7 a 10 días. La temperatura óptima para el crecimiento de las hojas oscila entre 20 y 23 °C, puede soportar 33 °C, pero arriba de esta temperatura la planta sufre intensamente y se retrasa la formación del bulbo; arriba de 20 °C el crecimiento de las raíces se reduce mientras que el de las hojas se acelera (Ruiz, *et al.*, 1999).

La cebolla requiere durante su ciclo vegetativo de un periodo de bajas temperaturas que deben oscilar en 10 y 17 °C durante 3 o 4 semanas, a este periodo se le llama vernalización y debe ocurrir después de la fase juvenil (bulbos mayores de 2.5 cm) para que pueda emitir la planta el vástago floral. La temperatura óptima para el desarrollo de la planta es de 12 a 24 °C ya que favorece la producción de bulbos (Soria, 1993).

#### **2.3.1. Humedad**

Por su sistema radicular poco desarrollado y de poca absorción, exige mucha humedad. El crecimiento de las plantas se demora por falta de humedad y si después se restablece a la modalidad y se renueva el crecimiento; se intensifica la tendencia de los bulbos a deformarse (Serrano, 1993).

Durante la segunda mitad de su ciclo vegetativo la planta se comporta relativamente resistente a la sequía y durante el periodo de maduración necesita tiempo seco. En tales condiciones se obtienen bulbos más robustos y sólidos que

se almacenan mejor, además la humedad del suelo no debe sobrepasar el 80% de la capacidad de campo. Debe evitarse tanto la alta humedad del suelo como del aire para evitar o disminuir el ataque de enfermedades fungosas (Casseres, 1981).

### **2.3.2. Luz**

Fotoperiodo. La amplitud crítica de fotoperiodo va de 12 a 16 horas, dependiendo de las necesidades del cultivar para formar bulbo, lo que da lugar a la agrupación de los cultivares en tres, según (Casseres, 1981):

De fotoperiodo largo. Requieren más de 14 horas luz.

De fotoperiodo intermedio. Requieren de 12 a 14 horas luz.

De fotoperiodo corto. Requieren de 10 a 12 horas luz.

Intensidad. Para el crecimiento normal del sistema de hojas en general, es necesaria la luz intensa, la sombra influye desfavorablemente sobre el crecimiento de las plantas y la formación de bulbos (Ruiz, *et al.*, 1999).

### **2.3.3. Suelo**

Los mejores suelos para la cebolla son aquellos que tengan buena estructura y buen contenido de materia orgánica. Se prefieren los suelos ligeros o arenosos, limosos y limo arenosos, o incluso los arenos arcillosos que tengan una buena retención de humedad (Soria, 1993).

No se recomiendan suelos arcillosos debido a que deformar la parte comestible y retrasar su desarrollo. Por lo que respecta a la salinidad, la cebolla está catalogada como medianamente tolerante con valores de 6400 a 2560 (10 a 4 mmhos) (Serrano, 1993).

Es ligeramente tolerante a la acidez (pH 6.8-6.0) y medianamente tolerante a la salinidad (Hanelt, *et al.*, 1990; Perez, *et al.*, 1997).

## **2.4. Manejo del cultivo de la cebolla**

La preparación del cultivo es parte fundamental para el desarrollo de la cebolla y lograr un buen establecimiento del cultivo en un suelo que tenga las mejores condiciones posibles lo cual se logra barbechando a una profundidad no menor de

25 cm; debe seguirse dos pasos de rastra, de manera que el terreno que de lo mas mullido posible, posteriormente se realiza una nivelación y por último, el trazo de los surcos facilitando con los dos puntos anteriores los riegos al cultivo (Serrano, 1993).

Para la siembra se utilizan tres métodos.

1. Siembra directa. Este método es poco usual, pero cuando se realiza se recomiendan de 4.5 a 6 kg/ha.
2. Plantación de bulbillos. Este se recomienda para siembra temporal.
3. Trasplante. Es el más usado por los mejores resultados que ha dado, en este caso se requieren de 1.5 a 2.0 kg de semilla por hectárea (Serrano, 1993).

Densidad de plantación. La densidad entre surcos varia de 30 a 92 cm y se usan de acuerdo a varias condiciones, en general en distancias que varían de 30 a 60 cm, se coloca la planta a una sola hilera y los que varían de 75 a 92 se colocan a doble hilera, en todos los casos la distancia entre plantas es de 10 a 12 cm (Serrano, 1993).

#### **2.4.1. Fertilización**

La cebolla tiene un sistema de raíces relativamente poco desarrollada y de insuficiente capacidad de absorción; no obstante, extrae gran cantidad de sustancias nutritivas durante el periodo que se forman sus hojas, que equivale a la primera mitad de su ciclo vegetativo, por lo tanto durante este periodo el suelo debe tener la cantidad adecuada de nutrientes. Por otro lado, no deben aplicarse grandes cantidades de fertilización rápidamente solubles porque sus raíces no toleran una alta concentración en la solución del suelo. La cebolla aprovecha mejor el nitrógeno en las fases de crecimiento intensivo de las hojas. Las formas adecuadas son la nítrica y amoniacal, la nítrica para suelos compactos y amoniacal para suelos ligeros. La aplicación en exceso de nitrógeno provoca que las plantas crezcan más vigorosas, de grueso tallos falsos que maduren tardíamente y hacen que el cuello de los bulbos no cierren bien (Castro, 2004).

El fósforo ayuda que los bulbos maduren y logra que mejore su almacenamiento. El sistema radicular de la cebolla difícilmente absorbe el fósforo tomando de los compuestos fosfóricos de poca solubilidad, por lo tanto, el superfosfato es el abono fosfórico más adecuado para la cebolla. Por otra parte el fósforo está relacionado con la calidad de los bulbillos, resistencia al transporte y mejor conservación, favorece la emisión de raíces, proporciona buena coloración al bulbo y adelanta la madurez. Las plantas responden de buena manera cuando se adicionan fertilizantes en suelos con bajos niveles a moderados, las dosis utilizadas son 40-50 kg por hectárea de P al momento de la siembra o en pre trasplante (Sobrino y Sobrino, *et al.*, 1989).

El potasio ayuda que se formen bulbos de túnicas más gruesas y a que maduren mejor. La cebolla se considera una de las hortalizas más sensibles al calcio ó/y potasio. Parcialmente desde el trasplante y hasta la madurez de la planta, el bulbo presenta una tendencia negativa en la acumulación del potasio total, mientras que en el follaje se registra diferente comportamiento de acuerdo a la fase fenológica, permitiendo observar una máxima concentración de K durante el crecimiento acelerado de la parte aérea, después disminuyeron los contenidos al momento del bulbo y posteriormente, durante el crecimiento rápido del bulbo se vuelve a mostrar un incremento en la concentración de K (Torres, 1999).

#### **2.4.2. Riego**

Además del riego de trasplante se recomienda dar otros después, a intervalos de 15 a 20 días para mantener el nivel adecuado de humedad y depende el tipo de suelo y de la precipitación que se presente durante el ciclo. Cuando esto próxima a la cosecha, a aproximadamente 15 a 20 días antes no se debe regar (Serrano, 1993).

#### **2.4.3. Plagas y enfermedades**

El cultivo de la cebolla enfrenta la incidencia de plagas como los trips (*Thrips tabaci* Linderman) y el minador de la hoja (*Liriomyza spp.*) y enfermedades como la mancha púrpura (*Alternaria purri* Ell.), el mildiú veloso (*Peronospora destructor* Berk) y botrytis (*Botrytis spp.*) que se presenta en el follaje y la pudrición blanca causada por el hongo *Sclerotium cepivorum* Berk (Latorre, 1990).

## **2.5. Propiedades nutritivas**

### **2.5.1. Principales componentes**

El bulbo contiene un aceite esencial pungente rico en compuestos sulfurados, como el disulfuro de alilpropilo y otros, vitamina E, B, y C, carotenos, derivados flavónicos, sales, minerales, varios azúcares y almidón, además contiene vitamina A; los minerales como el potasio, fósforo, magnesio, entre otros. Su sabor picante característico, se debe a la presencia de un aceite esencial que se recomienda en el caso de afecciones respiratorias (Luz, 2008).

En cuanto a su contenido vitamínico, las cebollas son ricas en vitaminas del grupo B, como los folatos y las vitaminas B3 y B6 (Internet.6).

Presentan cantidades discretas de vitamina E y C, ambas con efecto antioxidante; además esta última interviene en la formación de colágeno, glóbulos rojos, huesos y dientes (Internet.6).

Las propiedades salutíferas de las cebollas se deben, más que a su composición nutritiva, a su abundancia de antioxidantes, entre ellos los flavonoides y los compuestos azufrados. Estos últimos son sustancias precursoras de compuestos volátiles que son los que aportan a la cebolla ese olor y sabor tan característico (Internet 5).

### **2.5.2. Antioxidantes**

Los radicales libres están implicados en la causa de estas enfermedades por ocasionar daño oxidativo a proteínas, lípidos y ácidos nucleicos. Es por esto que los antioxidantes, los cuales neutralizan la acción de los radicales libres, desempeñan una función fundamental en la prevención de estas enfermedades (Daymy, *et al.*, 1999).

Se trata de un grupo de vitaminas, minerales, colorantes naturales y otros compuestos de vegetales y enzimas (sustancias que en nuestro organismo interviene en múltiples procesos metabólicos), y bloquean el efecto perjudicial de los denominados radicales libres; es decir, los antioxidantes son sustancias que pueden retrasar o reducir el comienzo de oxidación de las sustancias

autooxidables. Existen infinidad de compuestos naturales y sintéticos con propiedades antioxidantes (Fennema, 2000).

### **2.5.3. Quercetinas**

La quercetina (3,3', 4', 5, 7 –pentahidroxiflavano) es uno de los flavonoides más abundantes, se encuentra de manera natural en manzana, cebolla, té y vino tinto, siendo la cebolla la que presenta concentraciones superiores (1.2 g·kg de peso fresco) (Manach, *et al.*, 2004).

Estudios estadísticos reportado, sugieren que por medio de la dieta se ingiera a diario de 20 a 100 mg de este compuesto, lo cual, se traduce a una concentración en plasma que alcanza valores de 1 a 2  $\mu\text{M}$ , sin embargo, en el intestino esta concentración puede ser aproximadamente 50 veces mayor (Ross y Ksum, 2002 y Kwon, *et al.*, 2007).

Numerosos estudios han demostrado que la quercetina tiene un efecto protector frente al desarrollo de tumores, debido principalmente a que sus metabolitos tienen actividades citotóxicas (Gross, *et al.*, 1996).

## **2.6. Acolchado plástico**

Hoy en día la agricultura dispone de las películas plásticas, principalmente las de polietileno para cubrir el suelo, siendo las de color negro las más utilizadas a nivel mundial. La película actúa como una barrera de separación entre el suelo y el ambiente amortiguando los efectos negativos. Las camas cubiertas con polietileno ofrecen muchas ventajas como son la opacidad a la luz solar que impide el desarrollo de la vegetación espontánea que compite por los fertilizantes; la absorción de calor durante el día y su posterior restitución al ambiente exterior durante la noche generando un microclima que se convierte en un excelente medio de defensa contra las bajas temperaturas nocturnas, contribuyendo notablemente en la aceleración del desarrollo que se traduce en precocidad e incremento en los rendimientos. El uso de polietileno como cobertura de las camas proporciona excelentes resultados y su utilización se incrementa de manera sustantiva alrededor del mundo (Henaó, 2001).

Los acolchados con polietileno son ampliamente usados en la producción de hortalizas. Los cambios en el microambiente de la planta y del suelo provocados por el uso de acolchados permiten lograr un crecimiento y desarrollo del cultivo más acelerado y por consecuencia tener mayores ventajas que aquellos manejados en forma tradicional (Decoteau *et al.*, 1988).

La cantidad de radiación reflejada, absorbida y transmitida por efecto de los diferentes tipos de acolchados determina fundamentalmente las temperaturas generadas en la zona radical, así como el efecto positivo o negativo de la temperatura sobre el desarrollo y rendimiento de los cultivos (Berardocco, 2010).

El acolchado con películas plásticas hechas de polietileno de baja densidad son usadas en la agricultura para incrementar el rendimiento (Wang *et al.*, 2004; Berglund *et al.*, 2006; Kapanen *et al.*, 2008) y mejorar la calidad de los productos hortícolas; además reduce el consumo de agua y pesticidas (Kapanen, *et al.*, 2008).

Los beneficios reportados para los cultivos desarrollados con acolchado plástico incluyen: adelanto en las cosechas, incremento en los rendimientos y mayor calidad de la producción, entre otros (Bellha, *et al.*, 1988; Wien, *et al.*, 1997). Estas respuestas han sido atribuidas a un incremento de la temperatura del suelo, un uso más eficiente y uniforme del agua y de los fertilizantes y menor competencia de malezas (Munguía *et al.*, 2000; Kasperbauer *et al.*, 2000).

También la producción de materia seca y el área foliar se modifica por el color del acolchado, teniendo efectos positivos el acolchado blanco y negro y efectos más negativos en las mismas variables con el acolchado transparente, rojo y azul (Quezada-Martín, 2004).

### **2.6.1. Ventajas del acolchado**

Las camas cubiertas con acolchado plástico sufren importantes modificaciones en el ambiente donde se desarrollan las plantas, principalmente en la zona radical, dichas modificaciones estarán en función del tipo de material utilizado así como del color. Entre los factores que sufren modificaciones podemos mencionar: Temperatura, Humedad, Estructura, Fertilidad y en algunos casos la iluminación, además de ofrecer los siguientes beneficios inhibe el desarrollo de malezas,

mejorar la calidad de los frutos, inducir precocidad en los cultivos, favorecen la reducción de las poblaciones de plagas, además de brindar protección contra bajas temperatura, lo que se refleja con un incremento en la calidad y rendimiento de los cultivos (Alvarado y Castillo, 2003).

### **2.6.1. Temperatura del suelo**

Los suelos acolchados presentan una diferencia de temperatura de 2-3°C más alta con respecto al suelo desnudo en cualquier época del año incluso en invierno, el incremento en la temperatura dependerá principalmente del color de la película utilizada, pero estas no llegan a afectar el desarrollo de las plantas, inclusive provocan un incremento en los rendimientos (Internet.1).

### **2.6.2. Humedad del suelo**

La impermeabilidad de las películas de polietileno impide la evaporación del agua del suelo, favoreciendo con esto una mayor retención de agua la cual permanecerá disponible durante más tiempo, proporcionando con esto un abasto regular y constante de agua el cual favorecerá el movimiento hacia la zona radicular ofreciendo un mejor aprovechamiento. Logrando además reducir considerablemente el consumo de agua (Ibarra y Rodríguez, 1991).

Con el uso del acolchado se favorece la conservación de un 27–31% de la humedad, logrando incrementar la producción. En condiciones climáticas semiáridas se puede ahorrar hasta un 50% del agua de riego, obteniendo una producción equivalente a otra con un suelo sin acolchado (Pawar, 1990).

El acolchado puede conservar el agua suministrada a un suelo, pero no puede suplirla en un suelo seco. La capacidad para conservar el agua está en función del tipo de plástico (Ibarra, 1997).

### **2.6.3. Fertilidad del suelo**

El incremento en la temperatura y humedad del suelo, favorecen la mineralización de los suelos generando una mayor asimilación y absorción de nutrientes de la materia orgánica del suelo como el nitrógeno y fósforo. También mantiene más adecuados y uniformes las temperaturas y la humedad, ocurriendo una descomposición más rápida de la materia orgánica, favoreciendo la liberación de

nutrientes, al brindar protección del viento y del efecto de las lluvias se disminuye el lavado de los suelos por lo que los fertilizantes no son arrastrados a profundidades donde las raíces no llegan. Eliminando casi por completo la lixiviación de nutrientes por acción del lavado de suelo (Hochmuth, 1995).

#### **2.6.4. Desarrollo radical**

El uso del acolchado favorece una estructura adecuada del suelo para un óptimo desarrollo de las raíces. Como consecuencia las plantas desarrollaran un sistema radical más abundante y horizontal debido a las condiciones de humedad. Provocando un incremento en el número de raicillas las cuales estimulan una mejor succión de agua, sales minerales y demás fertilizantes, ocasionando con esto un incremento en los rendimientos (Internet 7).

#### **2.6.5. Salinidad del Suelo**

El movimiento del agua debajo del acolchado es dirigido hacia arriba del bordo o surco, entre la película y el suelo, ocasionando la acumulación de sales sobre el bordo. La conductividad eléctrica en la superficie del suelo es más alta en un suelo cubierto con plástico, en comparación con un suelo desnudo (Toshio, 1991).

#### **2.6.6. pH del Suelo**

El pH es más bajo en los suelos acolchados, el N, P, K, Ca y Mg son absorbidos de 1.4–1.5 veces más que en un suelo desnudo (Toshio, 1991).

#### **2.6.7. Estructura del suelo**

Con la implementación de los acolchado se brinda protección al suelo con lo que se asegura la conservación de una estructura óptima para el desarrollo radical permaneciendo mullido, por efecto del abasto constante de humedad en la superficie del suelo, evitando de esta manera la compactación del suelo por la acción de deshidratación además de prevenir la erosión (Robledo y Martín, 1988).

#### **2.6.8. Actividad microbiana**

El intercambio gaseoso entre el aire y el suelo también es modificado por las películas plásticas ya que el CO<sub>2</sub> liberado por las raíces se acumula debajo del plástico y se difunde hacia la parte aérea de la planta a través de las

perforaciones del acolchado. Por lo que la cantidad de CO<sub>2</sub> disponible para las hojas estará en función de los factores climáticos, condiciones de humedad, así como la estructura del suelo (Serrano, 1990).

### **2.6.9. Plagas y Enfermedades**

La utilización de películas de colores plata o blanco en la parte superior consiguen un efecto de reflexión de la luz solar. Teniendo gran influencia en la presencia de algunos insectos como mosca blanca y otros áfidos debido a su propiedad de reflexión. Además de que no les es atractivo el color del acolchado. Disminuyendo la incidencia de plagas portadoras de enfermedades (Internet. 1).

### **2.6.10. Reflexión de luz**

Algunos tipos de acolchados como los de colores claros en las caras superiores (blancos y platas) tienen la propiedad de reflejar la luz solar por el reverso de las hojas proporcionando una mayor cantidad a las plantas, estimulando incrementos en la fotosíntesis, dando como consecuencia un incremento en la calidad de los frutos así como la ventaja de obtener cosechas tempranas (Internet. 1).

### **2.6.11. Precocidad**

El incremento en la temperatura de la zona radical ocasionado por el acolchado es determinante para el desarrollo de las plantas, está directamente relacionado en el número de días necesarios en cada una de las etapas de desarrollo del cultivo, por lo que se acortan los periodos requeridos para la etapa de maduración ocasionando un adelanto en la entrada a producción (Alvarado y Castillo, 2003).

### **2.6.12 Control de malezas**

La impermeabilidad a la luz solar de casi todos los polietilenos, impide e inhibe el crecimiento de casi la totalidad de las malezas, excepto algunas como el “coquillo” (*Cyperus rotundus* L.). Por lo que la presencia y desarrollo de malezas estará en función del color utilizado el cual determina la transmitancia de radiación solar. Las películas transparentes favorecen su desarrollo mientras que las opacas las inhibirán, debido a que a mayor transmitancia mayor desarrollo (Ibarra, 1997).

## **2.6.13. Colores de acolchado**

### **2.6.13.1. Negro**

Asegura un perfecto control de malezas, a menor costo que los otros materiales. Presenta la menor reflexión 9% y absorbe un 91% de la radiación solar que incide sobre él, como consecuencia es el que más se calienta pudiendo llegar a ocasionar causas quemaduras en aquellas estructuras de la planta o frutos que se encuentren en contacto con el plástico principalmente en cultivos de porte bajo y en los primeros estadios de desarrollo pues más adelante follaje del cultivo intercepta la radiación evitando el calentamiento excesivo de la película (Berardocco, 2010).

### **2.6.13.2. Plata/negro**

Asegura un perfecto control de malezas mientras que la capacidad de reflexión va del 20-30% de la luz, repele ciertos insectos protegiendo la planta, su transmisión de energía al suelo es menor que la del negro disminuyendo la temperatura del suelo evitando el calentamiento excesivo en climas cálidos, aumenta la radiación fotosintética que llega a la planta (Berardocco, 2010).

### **2.6.13.3. Blanco/Negro**

El acolchado blanco se recomienda para los meses más calurosos ya que presenta la cualidad de mantener el suelo fresco se calienta menos que los negros, además tiene la propiedad de brindar una excelente reflexión de luz por el lado blanco e impide el paso de la luz por el lado negro, asegurando un perfecto control en el desarrollo de malezas por debajo del plástico (Orzoleky, 1996).

Este tipo de película coextruidas conocida también como bicolor debido a su coloración blanca refleja parte de la radiación con lo cual proporciona una mayor iluminación, al refleja los rayos solares disminuye la temperatura del suelo y aumenta la radiación que llega a la planta por lo que habrá mayor fotosíntesis induciendo precocidad en los cultivos y mejor tamaño de frutos. También presenta un efecto de disminución de insectos (Berardocco, 2010).

#### **2.6.13.4. Aluminio**

La utilización de estos plásticos es recomendable en siembras de primavera y verano, porque reflejan los rayos solares, evitando el calentamiento excesivo del suelo y posibles daños al sistema radicular y repele algunos insectos. Su inconveniente es que durante la noche no aporta calor a la planta dejándolo completamente al riesgo de heladas, su costo es más alto que las películas tradicionales. Este plástico no aumenta la temperatura del suelo, debido a que el mayor porcentaje de radiación es irradiada hacia la atmósfera, no se recomienda en zonas con riesgo de heladas y no provoca quemaduras de frutos (Berardocco, 2010).

Proporciona un perfecto control de malezas, se calienta menos que los negros, disminuye la temperatura del suelo al reflejar la radiación aumentando la radiación fotosintética que llega a la planta ocasionando precocidad y mejor tamaño de frutos, es una excelente alternativa por sus propiedades (Berardocco, 2010).

#### **2.7. Efecto de la radiación en las plantas**

En el límite superior de la atmosfera la irradiancia total es de  $1.360 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$  (constante solar), que varía 2% por la órbita elíptica de la Tierra e incluye las longitudes de onda ultravioletas e infrarrojas; sin embargo, cuando esta radiación atraviesa la atmosfera hasta la superficie terrestre, gran parte se pierde por la absorción y dispersión producidas por vapor de agua, polvo,  $\text{CO}_2$  y ozono, por lo que solamente llegan a las plantas alrededor de  $900 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ , dependiendo de la época del año, hora del día, altitud, latitud, condiciones atmosféricas y otros factores. De este valor, cerca de la mitad corresponde al infrarrojo, un 5% es ultravioleta y el resto tiene longitudes de onda comprendidas entre 400 y 700 nm, capaces de inducir fotosíntesis. Esta radiación, expresada en unidades de energía, se conoce como radiación fotosintéticamente activa (RFA), cuyos valores generalmente pueden estar comprendidos entre 400 y 500  $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ , dependiendo de los factores mencionados (Azcón J. y Talón M., 2008).

La cantidad efectiva de luz en la fotosíntesis se conoce como flujo fotónico fotosintético (FFF). La luz solar se encuentra en el intervalo micromolar; en un día despejado, equivale a un valor comprendido entre 2.000 y 2.300  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ .

En cualquier entorno, la irradiancia varía dentro de una misma cobertura vegetal. Entre 80% y 90% del FFF lo absorbe una hoja representativa, aunque este valor varía de manera considerable con la edad y la estructura de la hoja. El resto, que en su mayor parte lo constituyen longitudes de onda del verde y del rojo lejano, se transmite a las hojas inferiores o al suelo o se refleja hacia los alrededores. Por tanto, de la radiación que se absorbe y que tiene la capacidad potencial de inducir la fotosíntesis, es habitual que más de 95% se transforme en calor, capturándose durante la fotosíntesis menos de 5% (Salisbury y Ross, 2000).

**Tabla1.** Respuestas esperadas de las plantas frente a las modificaciones en la irradiancia fotosintética y el balance espectral de la radiación.

Modificación inducida por el plástico	Respuesta esperada en la planta	Referencia
Fotosíntesis y acumulación de biomasa seca		
Mayor irradiancia fotosintética	Aumento en la actividad fotosintética y mayor acumulación de biomasa seca	Benavides <i>et al.</i> , 1999
Enriquecimiento relativo en azul	Menor actividad fotosintética	Benavides <i>et al.</i> , 2000
Enriquecimiento relativo en rojo	Mayor actividad fotosintética	Benavides <i>et al.</i> , 2000
Reparto selectivo de biomasa y morfogénesis		
Balance Azul/Rojo con sesgo al azul (valor alto)	Reparto selectivo que favorece a la raíz, plantas con entrenudos cortos y hojas con tejido denso y pocos espacios aéreos intercelulares	Benavides <i>et al.</i> , 1993
Balance Azul/rojo con sesgo al rojo (valor bajo)	Reparto selectivo que favorece a la parte aérea, plantas con entrenudos largos y hojas expandidas con mayor cantidad de espacios aéreos intercelulares	Benavides <i>et al.</i> , 1993
Balance rojo/rojo lejano ( $\zeta=R/RL$ ) con sesgo al rojo (valor alto)	Reparto selectivo que favorece a la raíz, plantas con entrenudos cortos y mayor amacollamiento.	Kasperbauer, 1992 Ballaré <i>et al.</i> ,

		1995
Balance rojo/rojo lejano ( $\zeta=R/R$ ) con sesgo al rojo lejano (valor bajo)	Reparto selectivo que favorece a la parte aérea, plantas con entrenudos largos y menor amacollamiento.	Kasperbauer, 1992 Ballaré <i>et al.</i> , 1995

### 2.7.1. Efecto del color de la luz en la producción de cultivos

El pimiento es una planta muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la floración. La capacidad fotosintética de la planta de pimiento es menor que la del tomate, por lo que alcanzar un equilibrio adecuado entre la parte aérea y radical y conseguir el mayor índice de área foliar específica antes de que se inicien los procesos de diferenciación floral puede ser un factor determinante sobre la calidad de la producción (Guzmán y Sánchez, 2000).

### 2.7.2 Efectos de la luz en la concentración de pigmentos.

En las plantas, la luz destinada a impulsar el proceso fotosintético es absorbida por dos principales pigmentos: clorofila y carotenoides, que son moléculas cromóforas sensibles a la radiación luminosa y genéricamente llamadas pigmentos fotosintéticos (Azcón J. y Talón M., 2008).

El pigmento fotosintético más importante es la clorofila, ya que es la biomolécula cromófora que interviene más directamente en el proceso de absorción y conversión de la energía luminosa (Azcón J. y Talón M., 2008).

Los carotenos son más abundantes en los centros de reacción de los fotosistemas, y las xantofilas abundan más en las antenas. Además estos carotenoides, comunes a todas las plantas superiores, en ciertas especies vegetales se dan algunos otros tipos. La función fotosintética principal de los carotenoides es proteger el aparato fotosensible mediante mecanismos de disipación y extensión de energía (Azcón J. y Talón M., 2008).

La calidad de la radiación también influye en la actividad fotosintética. En general, la mayor actividad fotosintética, en respuesta a la calidad de la radiación, coincide con el pico de mayor absorción de radiación para el pigmento fotosintético, esto es, con la regiones naranjas-rojo y azul-violeta de espectro de la luz de radiación que se trasmite a través del dosel, tiende a ser rica en la región del verde, que se absorbe menos (se trasmite y se refleja mas) y, por lo tanto, es menos eficiente que las otras longitudes de ondas mencionadas (Villalobos, 2001).

### **2.7.3. Efectos de los antioxidantes en los cultivos**

Los flavonoides se encuentran en frutas, verduras, semillas y flores, así como en cerveza, vino, té verde, té negro y soja, los cuales son consumidos en la dieta humana de forma habitual y también pueden utilizarse en forma de suplementos nutricionales, junto con ciertas vitaminas y minerales. Los flavonoides se encuentran también en extractos de plantas como arándano, ginkgo biloba, cardo, mariano o crataegus. Desempeñan un papel importante en la biología vegetal; así, responden a la luz y controlan los niveles de las auxinas reguladoras del crecimiento y diferenciación de las plantas. Otras funciones incluyen un papel antifúngico y bactericida, confieren coloración, lo que puede contribuir a los fenómenos de polinización y tienen una importante capacidad para fijar metales como el hierro y el cobre (Formica, *et al*, 1995).

Los flavonoides se ubican principalmente en las hojas y en el exterior de las plantas, apareciendo sólo rastros de ellos en las partes de la planta por encima de la superficie del suelo. Una excepción son los tubérculos de cebolla, que contienen una gran cantidad de quercetina 4'-D-glucósidos ( Hertog, 1996).

## **2.8. Parámetros de la calidad en cebolla**

### **2.8.1. ° Brix**

Los grados Brix (símbolo °Bx) miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido. Una solución de 25 °Bx tiene 25 gramos de azúcar (sacarosa) por 100 gramos de líquido o, dicho de otro modo, hay 25 gramos de sacarosa y 75 gramos de agua en los 100 gramos de la solución. Los grados Brix se miden con un

sacarímetro, que mide la gravedad específica de un líquido, o, más fácilmente, con un refractómetro (Internet. 3).

### **2.8.2. Potencial redox**

El potencial redox (Eh) es un valor relativo medido contra el punto 0 del electrodo normal de hidrógeno u otro electrodo secundario de referencia.

Cualquier sistema o ambiente que acepte electrones de un electrodo normal de hidrógeno es una media celda con un potencial redox positivo. En contraposición, cualquier ambiente o sistema que done electrones al electrodo normal de hidrógeno se define como una media celda con un potencial redox negativo. El potencial redox se mide en milivoltios o voltios. Un valor Eh positivo y de alta magnitud es indicativo de un ambiente que favorece las reacciones de oxidación. Del otro lado, un valor Eh negativo y de baja magnitud es indicativo de un ambiente altamente reductor (Internet. 2).

## **2.9. Investigaciones prevalentes**

Se evaluaron películas de acolchado de colores de polietileno y policloruro de vinilo. Las películas de polietileno para acolchado fueron blanca, amarilla, azul, verde, café, roja y negra. Los tratamientos fueron evaluados en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. La temperatura de suelo fue mayor en los tratamientos de suelo acolchado que suelo desnudo. El menor rendimiento fue obtenido en plantas crecidas en suelo desnudo (26.3 t•ha<sup>-1</sup>): Las plantas crecidas en suelo acolchado anticiparon la producción en 7 días e incrementaron la cantidad de biomasa. En adición el tratamiento acolchado blanco tendió a registrar la mayor temperatura y duplicó el rendimiento con relación al testigo. La composición química de la película (PE o PVC) no tuvo influencia significativa sobre el rendimiento (Flores e Ibarra *et al.*, 2001).

Las películas utilizadas para acolchado fueron negra, gris, café, amarilla, naranja, plata, verde (IRT) y azul en 1995. En 1996 fueron de color roja, plata, amarilla, negra y verde IRT. El mayor rendimiento de fruto en 1995 fue cosechado de plantas provenientes de acolchado plástico negro para ambas variedades "Sunbeam" y "Mountain Supreme". El menor rendimiento comercial provino de

plantas cosechadas en IRT verde o amarillo para “Mountain Supreme”. Las plantas de tomate crecidas en acolchado color azul, plata y café tuvieron los menores tamaños de fruto en comparación con plantas crecidas en otros colores. En 1996 el mayor rendimiento de fruto fue obtenido de plantas “Sunbeam” crecidas en acolchado rojo en comparación con plantas con acolchado color amarillo, negro y verde IRT. Se observó que plantas crecidas en acolchado color rojo tuvieron un mayor número de frutos por planta comparado con plantas crecidas en acolchado color negro. El menor rendimiento de fruto comercial fue cosechado de plantas cultivadas en acolchado verde IRT en comparación con los colores rojo y plata. Basado en el reporte, las plantas desarrolladas en acolchado rojo o plata produjeron mayor cantidad de fruta en comparación con el acolchado plástico negro (Orzolek *et al.*, 2000).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del experimento

El presente trabajo se estableció en el campo experimental del departamento de horticultura ubicada en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buena Vista, Saltillo, Coahuila, México, cuya ubicación geográfica se encuentra a 25° 22" latitud norte y 101° 00" longitud oeste, con una altitud sobre el nivel del mar de 1742 m, durante el periodo abril 2012 a diciembre del 2012.

#### 3.2. Material vegetativo

Para este experimento se utilizó la cebolla blanca variedad Cristal White, la cual se caracteriza por ser una especie de fotoperiodo corto, la forma del bulbo es achatada de tamaño mediano de color blanco. Esta variedad de cebolla es preferida para zonas productoras donde la exigencia de mercado no es tan selecta, y donde no es necesario los tamaños jumbo. La carne es blanca y suave. Para consumo en fresco y/o encurtidos. La duración del ciclo es en promedio de 180 a 185 días. Resistencia a enfermedades más comunes (Internet. 4.).

#### 3.3. Siembra

La siembra se realizó el 30 de marzo del 2012, en charola de 200 cavidades, utilizando como sustrato el peat moss, esto se realizó en el interior del invernadero del departamento de horticultura, para el 9 de abril emergieron al 100%.

#### 3.4. Tratamientos

**Tabla 2.** Tratamientos

Tratamiento 1 (testigo)	Acolchado plástico negro
Tratamiento 2	Acolchado plástico blanco
Tratamiento 3	Acolchado plástico amarillo
Tratamiento 4	Acolchado plástico rojo
Tratamiento 5	Acolchado plástico azul
Tratamiento 6	Acolchado plástico verde

### **3.5. Establecimiento del experimento**

#### **3.5.1. Preparación del terreno**

Esta actividad se realizó el 2 de junio del 2012 de forma manual con el apoyo de herramientas, de azadones y picos, aflojando el suelo a 60 cm de profundidad aproximadamente, posteriormente se levantaron 7 camas de 1m x 0.5m, a 40 cm de separación entre cama, a cada cama se le colocó la cinta Netafim calibre 6000 con 30 cm de espaciamiento entre emisores y un gasto por emisor  $1 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1}$ .

Posteriormente se acolcharon las 7 camas de forma manual con plástico negro, las perforaciones se realizó con un tubo de pvc de 2 pulgadas con un distanciamiento de 20-25 cm en tres bolillos.

El acolchado plástico de colores (rojo, amarillo, blanco, azul y verde) se realizó el 30 de junio del 2012.

#### **3.5.2. Trasplante**

Para el trasplante se tomaron las plántulas más vigorosas y con buen sistema radicular, humedeciendo el sistema radicular con agua y Turbo Root a una dosis de 2 ml/L, esta actividad se llevo a cabo el 4 de junio en las camas realizadas, con una densidad de plantación de 200,000 plantas  $\cdot \text{ha}^{-1}$  con una distancia de 20 a 25 cm de distancia entre plantas (Lardizabal, 2007).

#### **3.5.3. Fertilización**

En plántula se le aplico Turbo Root el 3 y 17 de mayo del 2012 a una dosis de 2ml/L, por plántula se le aplicaba 10 ml.

La fertilización se realizo a base de productos de la empresa de Tradecorp. Con las dosis especificada en la (Tabla a.1). Distribución de las aplicaciones en la semana (Tabla a.2).

Aplicando por planta 20 ml, a los 15 días se dobló la dosis a 40 ml por planta y a los otros 15 días a 60 ml por planta y se mantuvo a esta dosis hasta que se finalizó el experimento.

#### **3.5.4. Fungicidas**

Se aplicó mancozeb a una dosis de 0.7 g/L y tecto 60 a una dosis de 0.6 g/L de manera alternado ambos cada 15 días y de forma foliar. Estos se aplicaron como preventivos.

#### **3.5.5. Riego**

Se aplico un riego pesado antes del trasplante esto se realizó el 3 de junio del 2012, los riegos posteriores se realizó conforme a las necesidades que se requería.

### **3.6. Variables evaluadas**

#### **3.6.1. Diámetro basal**

Para esta variable se tomaron 10 plantas, para medirlo se utilizó un vernier y se determinaba en (mm) en la parte basal de la planta, la evaluación se comenzó a realizar a 23 días después del trasplante realizándolo cada semana hasta los 73 ddt.

#### **3.6.2. Longitud de hoja**

Se determino en cm midiendo de la parte basal hasta la punta de la hoja más larga de 10 repeticiones, utilizando una cinta métrica, la medición se realizo 23 ddt y así continuamente cada semana hasta los 73 ddt.

#### **3.6.3. Número de hojas**

Se cuantifico el número hojas de 10 plantas, con la misma frecuencia que se determinaron las anteriores variables.

#### **3.6.4. Área foliar**

La toma de este dato se realizó de igual manera a las mismas 10 repeticiones con el medidor de área foliar portátil marca Li-cor 300 4, el área foliar se reportó en cm<sup>2</sup>, este se realizo a los 60 días después del trasplante.

#### **3.6.5. Firmeza**

Para la toma de esta variable se utilizaron 10 repeticiones por tratamiento, tomando tres lecturas por repetición y se promedió, y se realizó con el equipo de

penetrometro marca fruit pressure tester FT 327, reportando los resultados en Kg · cm<sup>2</sup>.

Para la evaluación de esta variable y de las siguientes variables se realizo 88 días después del trasplante, llevándolo a cabo en el laboratorio de poscosecha del departamento de horticultura.

### **3.6.6. Grados Brix**

Se tomaron 10 repeticiones por tratamiento, el cual las lecturas se realizaron con el refractómetro marca Hand Atago escala de 0 a 32 grados brix calibrado a 20 °C.

### **3.6.7. pH**

De la misma manera se tomaron 10 repeticiones por tratamiento y las lecturas se realizaron con potenciómetro marca conductronic mod. PH 10.

### **3.6.8. Potencial redox**

Para obtener los datos de esta variable se utilizaron 10 repeticiones por tratamiento y la lectura se realizó con el equipo potencial de oxido reducción (ORP) portátil marca HANNA HI98120, los resultados se reportándolo en mV (milivoltios).

### **3.6.9. Quercetina**

El estándar utilizado para la determinación de esta variable es Sigma – Aldrich Quercetin ≥ 95% (HPLC) comercial.

Para esta variable se realizaron los siguientes pasos:

- Pesar 50 mg de tejido fresco y agregar 1 ml se solución de extracción (70% etanol + 1% de acido fórmico).
- Someter en vortex hasta ver el muestra homogenizada.
- Ultrasonicar por 10 minutos.
- Extraer por centrifugación a 13000 rpm por 40 min.
- Extraer sobrenadante, filtrar con filtro de pirinola de 0.45 micras.
- Realizar 2 re-extracciones más de mismo modo ya mencionado y poner cada extracción en un eppendorff e inyectar en el LC.
- Se reporto en mg·10 g (Razmara, *et al.*, 2010).

### **3.7. Diseño experimental**

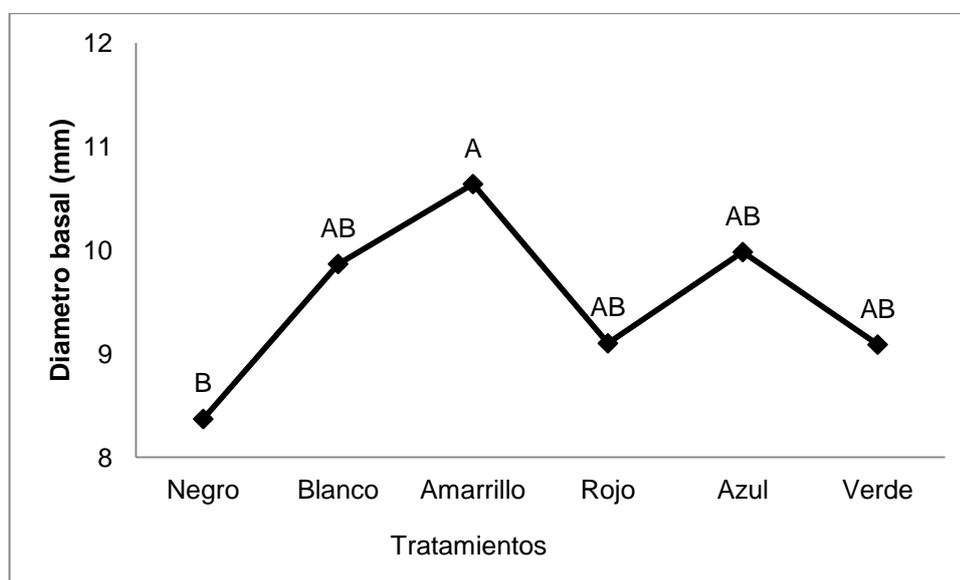
El diseño experimental utilizado para este trabajo fue bloques al azar, consistiendo en 6 tratamientos distribuidos al azar con 10 repeticiones, en excepción para la variable de quercetina que se utilizaron 3 repeticiones por tratamiento.

Los datos se examinaron por medio de un análisis de varianza con pruebas de comparación de medias de Duncan ( $P \leq 0.05$ ). Con el software SAS Versión 9.0 (SAS, 2002).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Diámetro basal

Los datos arrojados por la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) muestran que si existió diferencia estadística significativa (Figura 1), se puede afirmar que el tratamiento 3 con acolchado plástico color amarillo fue en el que se obtuvo un mayor diámetro basal, y lo que fueron los tratamientos 2 (blanco), 4 (rojo), 5 (azul) y 6 (verde), se comportaron de igual manera estadísticamente, sobre pasando todos los tratamientos al tratamiento testigo (plástico negro).

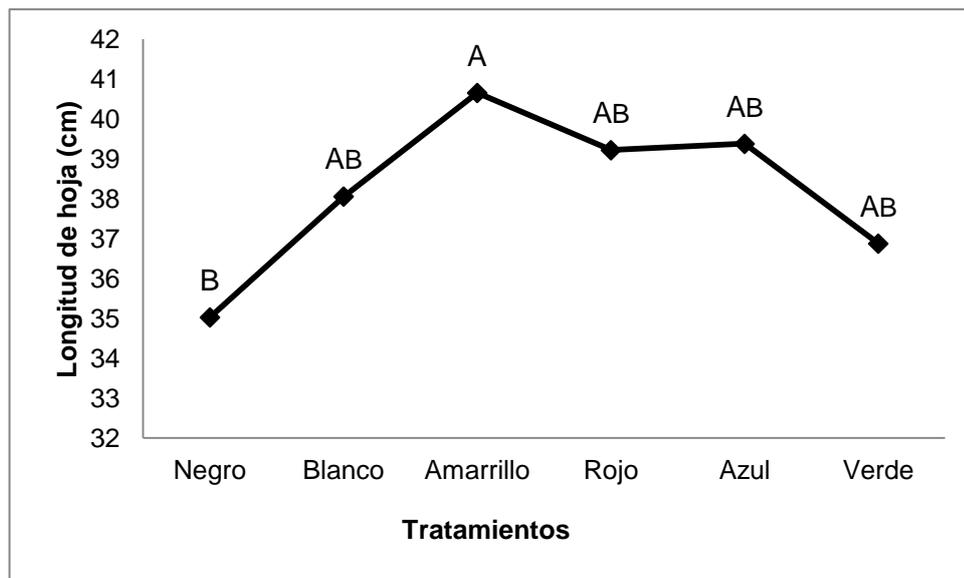


**Figura 1.** Diámetro basal (mm) en el cultivo de la cebolla, con diferentes colores de acolchado plástico.

La diferencia entre tratamientos en el diámetro basal confirma con lo reportado por Soldovilla *et al.* (2001), quien obtuvo diferencia significativa en sus tratamientos con el uso de acolchado en el tomate de cascara, en lo que respecta al diámetro de tallo, donde demostró que el color del plástico incide de manera directa en el grosor de los tallos. Con los valores obtenidos también coincide con lo reportado por Álvarez *et al.* (2011), quien obtuvo un diámetro basal de 10 mm como máximo y mínimo 9.8 mm en la cebolla a diferentes niveles de fertilización en el tiempo.

## 4.2. Longitud de hoja

De los resultados con respecto a la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) se aprecia que si existe diferencia estadística en los tratamientos (Figura 2), siendo el tratamiento 3 con acolchado color amarillo que influyó mas conforme a la longitud de la hoja y en lo que respecta a los tratamiento 2, 4, 5 y 6 se comportan de la misma manera y el testigo que es el de acolchado negro obtuvo lo menor en lo que es la longitud de hoja.



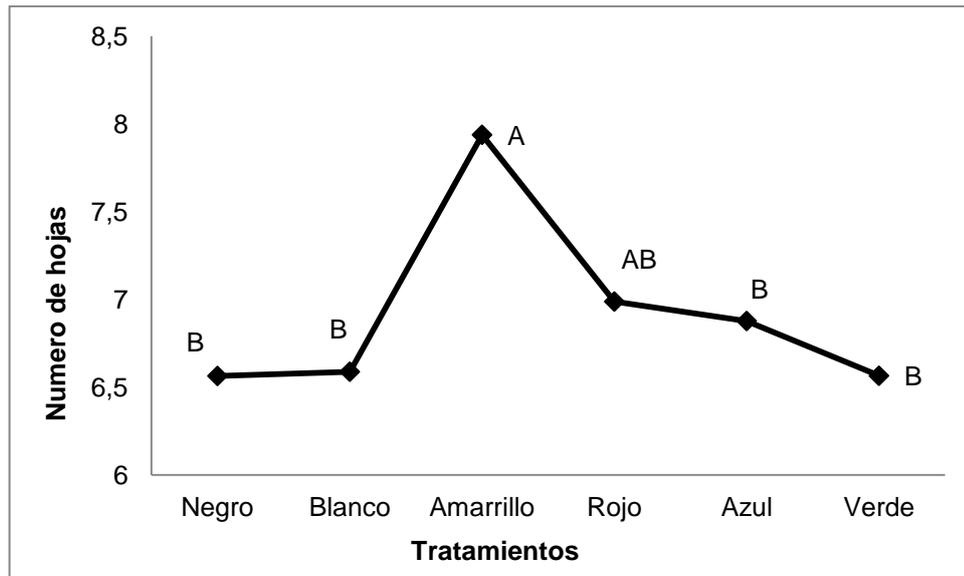
**Figura 2.** Longitud de hoja (cm) en el cultivo de la cebolla, con diferentes colores de acolchado plástico.

Los resultado de esta variable concuerdan con lo obtenido por Vega, 2013, quien reporta una mayor altura en el pimiento morrón usando el acolchado plástico blanco/negro, acolchado que superó al acolchado negro estudiado también en su trabajo, esto de igual manera concuerda con lo reportado por José (2009), quien hace mención que se tienen mejores resultados en la longitud de la vara en gladiola al utilizar acolchado plástico rojo, verde oscuro. Melek *et al.* (2009) quien también obtuvo mayor longitud de planta en el melón al utilizar acolchado plástico negro y transparente, teniendo mayor longitud con el acolchado transparente.

Álvarez *et al.* (2011) reporta una longitud de hoja de 39.98 cm en un proyecto diferente que consistió en uso de fertilizantes orgánicos y convencionales en cebolla, dato que coincide con el presente trabajo, el cual se tuvo una longitud de 45.66 cm como máximo y como mínimo 35.03 cm.

### 4.3. Número de hojas

En esta variable de acuerdo a la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) existe diferencia significativa entre los tratamientos (Figura 3), siendo el tratamiento 3 que con mayor influencia en lo que respecta al número de hojas, y en seguida el tratamiento 4, y el tratamiento 1, 2, 5 y 6 estadísticamente se comportaron de la misma manera.

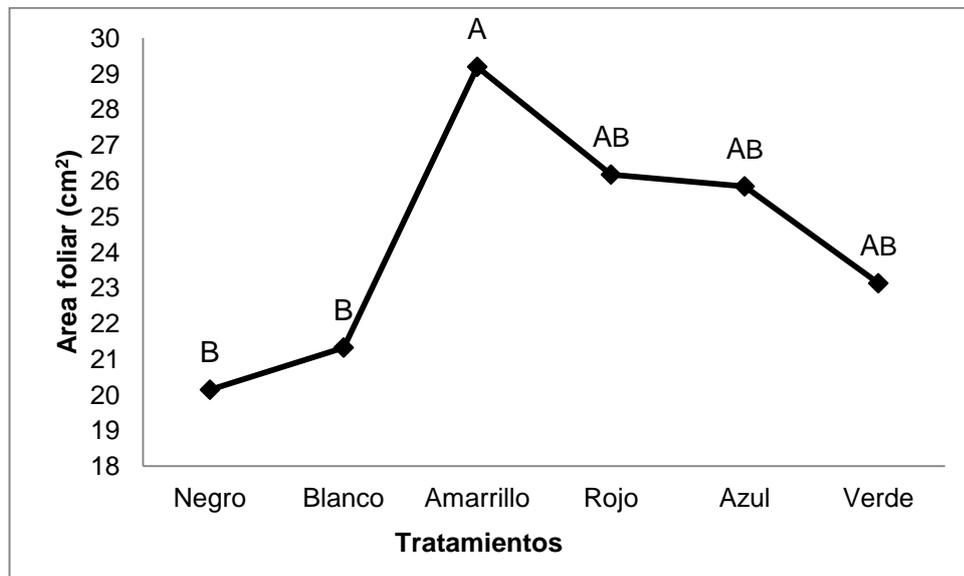


**Figura 3.** Número de hoja en el cultivo de la cebolla, con diferentes colores de acolchado plástico.

Esta una variable de gran importancia, ya que esto nos indica la cantidad de capas con las que uno puede contar en la cebolla, y esto nos indicara el tamaño de la cebolla y la calidad que tendremos, y como se pudo observar en la Figura 3 el mayor número de hojas que se obtuvo fue con el tratamiento con acolchado plástico amarillo con una media 7.94 hojas. Dato que concuerda con lo reporta por Anisuzzaman *et al.* (2009), que encontró efecto estimulante del polietileno como acolchado sobre el número de hojas en la cebolla.

#### 4.4. Área foliar

Se aprecia que conforme a las medias arrojado por la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) existe diferencia significativa en los tratamientos (Figura 4), en tratamiento 3 tiene mayor influencia en la área foliar, y los tratamientos 4, 5 y 6 están por debajo del tratamiento 3 estadísticamente y el tratamiento 2 se comportó igual que tratamiento 1 el cual es el plástico negro el más utilizado para los cultivos.

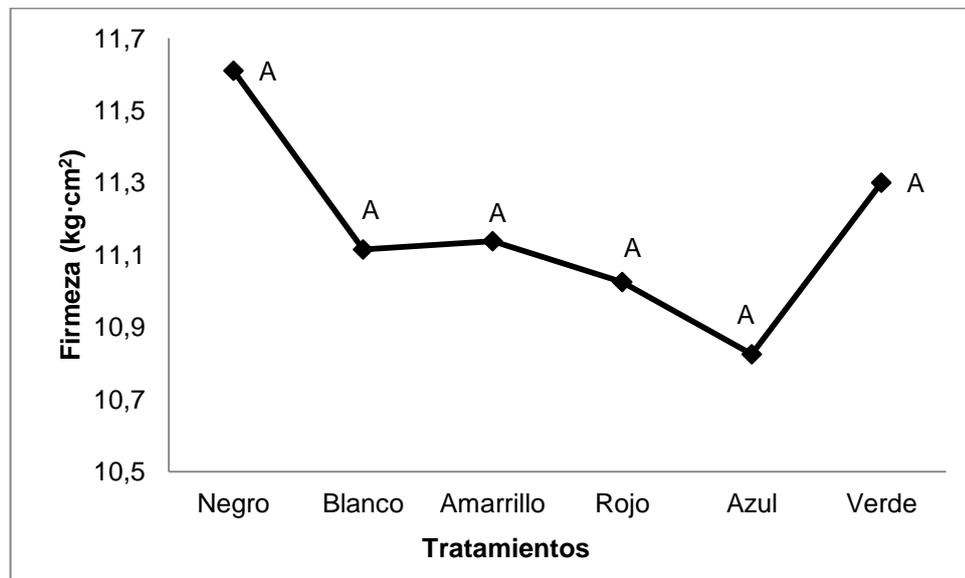


**Figura 4.** Área foliar (cm<sup>2</sup>) en el cultivo de la cebolla, con diferentes colores de acolchado plástico.

Los resultados obtenidos en esta variable coinciden con lo que concluye Ojeda (2003), que el crecimiento medido por los valores de área foliar incrementa significativamente por efecto de acolchado, esto realizado en el cultivo de pepino. Sifuentes (2010), quien también reporta en su resultado diferencias estadísticas en las plantas de tomate que estuvieron en el suelo con cubierta plástica, hace mención que esta técnica empleada en los cultivos favorece las condiciones adversas del medio ambiente, que nos permiten la conservación de la humedad y los nutrientes del suelo.

#### 4.5. Firmeza

En lo que respecta a esta variable de acuerdo a la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) no existe diferencia estadística (Figura 5), como se puede observar, por lo cual todos se comportaron de la misma manera.

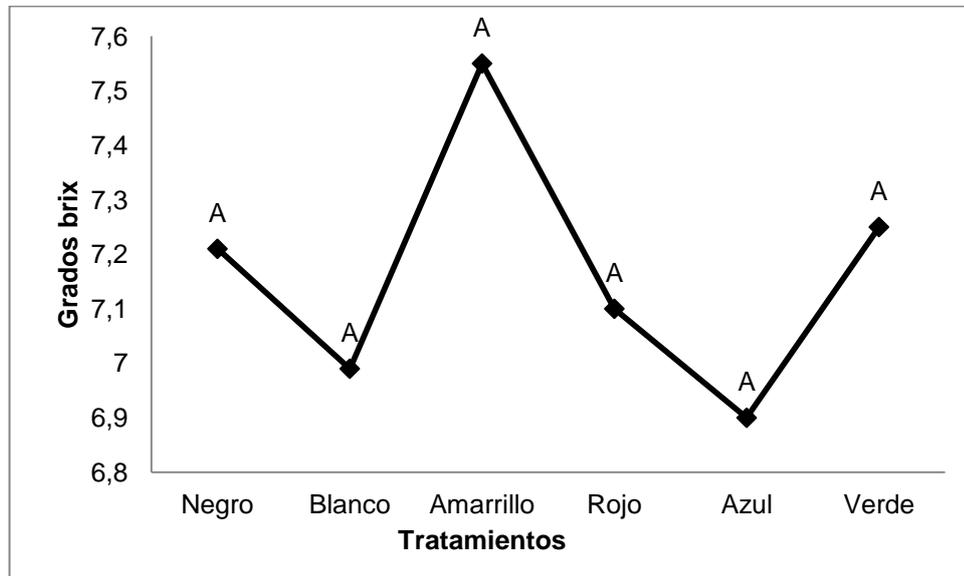


**Figura 5.** Firmeza (kg·cm<sup>2</sup>) en el cultivo de la cebolla, con diferentes colores de acolchado plástico.

Esto significa que con cualquier color de acolchado plástico, es bueno, con respecto a la firmeza en la cebolla. Variable que es muy importante en la cebolla ya que de ella depende su tiempo que durara en poscosecha, ya que si su firmeza es muy baja puede estar expuesto a un hospedero de plagas y enfermedades, siendo estos los causantes de pérdidas en este y muchos cultivos.

#### 4.6. Grados brix

Conforme a los datos arrojados por la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) no existe diferencia estadística entre tratamientos (Figura 6), como se puede observar, esto indica que todos los tratamientos se comportaron de la misma manera.



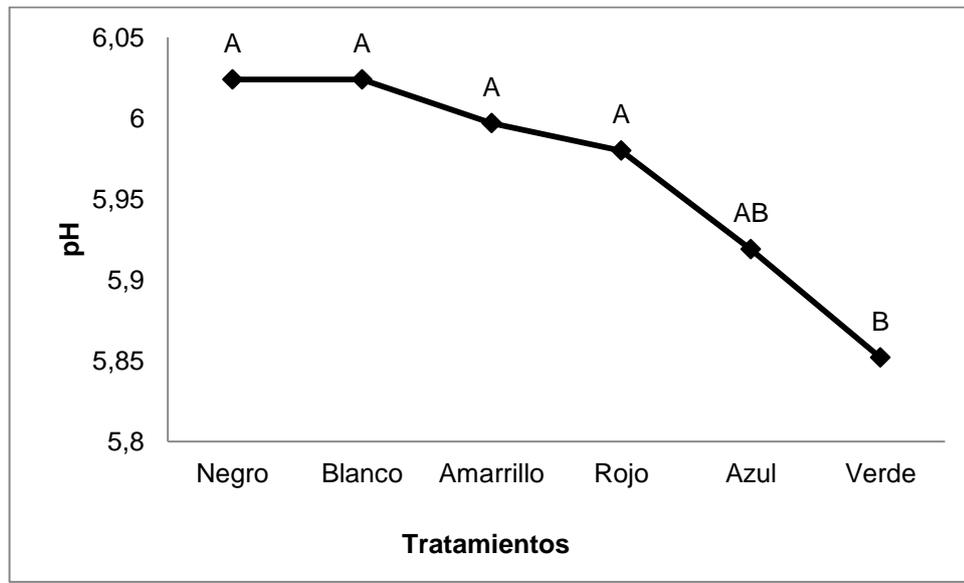
**Figura 6.** Grados brix en el cultivo de la cebolla, con diferentes colores de acolchado plástico.

Los resultados de esta variable difieren con lo reportado por Álvarez *et al.* (2011), quien en su trabajo que se trató del uso de fertilizantes químicos y orgánicos en la cebolla obtuvo 4.66 grados Brix como dato mayor. Pero coincide con lo reportado por Pozo *et al.* (2005), quien reporta de 7 a 8 grados Brix obtenido de algunas variedades estudiadas de cebollas.

También coinciden con lo reportado por Melek *et al.* (2009), quien no encontró diferencia significativa en los grados brix de la fruta al utilizar diferentes colores de acolchado en el cultivo del melón.

#### 4.7. pH

Esta variable de acuerdo a la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) a los cuales fueron sometido los datos obtenidos, existe diferencia significativa en los tratamientos (Figura 7), siendo a si los mejores los tratamientos 1, 2, 3 y 4, y en seguida el tratamiento 5 y como último el tratamiento 6 .



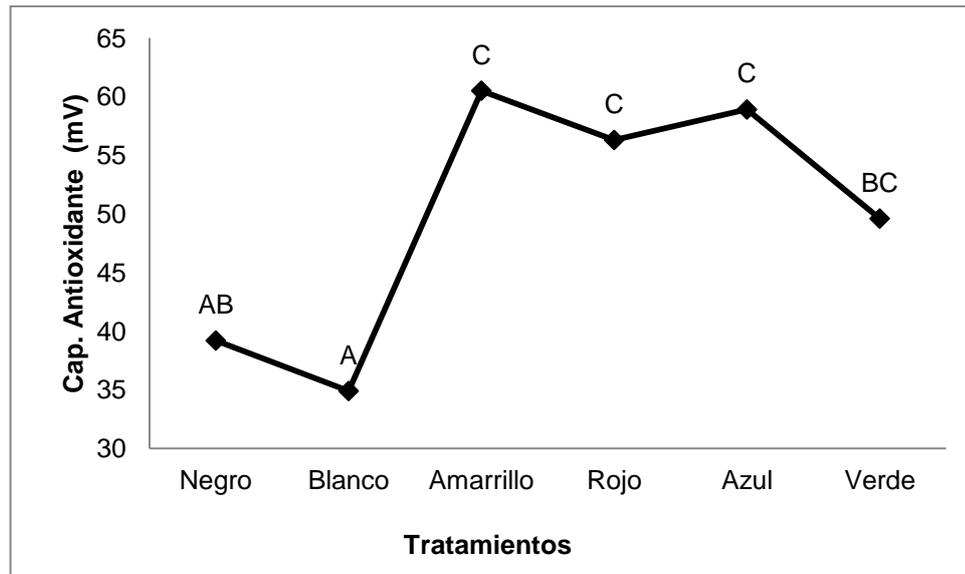
**Figura 7.** pH en el cultivo de la cebolla, con diferentes colores de acolchado plástico.

Esto coincide con lo reportado por Melek *et al.* (2009), quien si encontró diferencia significativa del pH en la fruta del melón al usar acolchado plástico, que ello utilizó acolchado plástico negro y blanco, y sin acolchar siendo así los con acolchado los mejores.

Los rangos obtenidos en esta variable concuerdan con lo que obtuvo Pozzo *et al.* (2005), ya que reporta entre los rango de 5 y 6 sus resultados obtenidos de pH.

#### 4.8. Potencial redox

De acuerdo a los resultados arrojados por la prueba de Duncan (Figura 8), para el potencial redox si existe diferencia significativa, sienten los tratamientos 3,4 y 5 los mejores, con sus medias de cada uno 60.50 mV, 56.30 mV y 58.90 mV, seguido por el tratamiento 6 con una media de 49.60 mV, luego por el tratamiento 1 con una media de 39.20 mV, y por último el tratamiento 2 con una media de 34.90 mV.

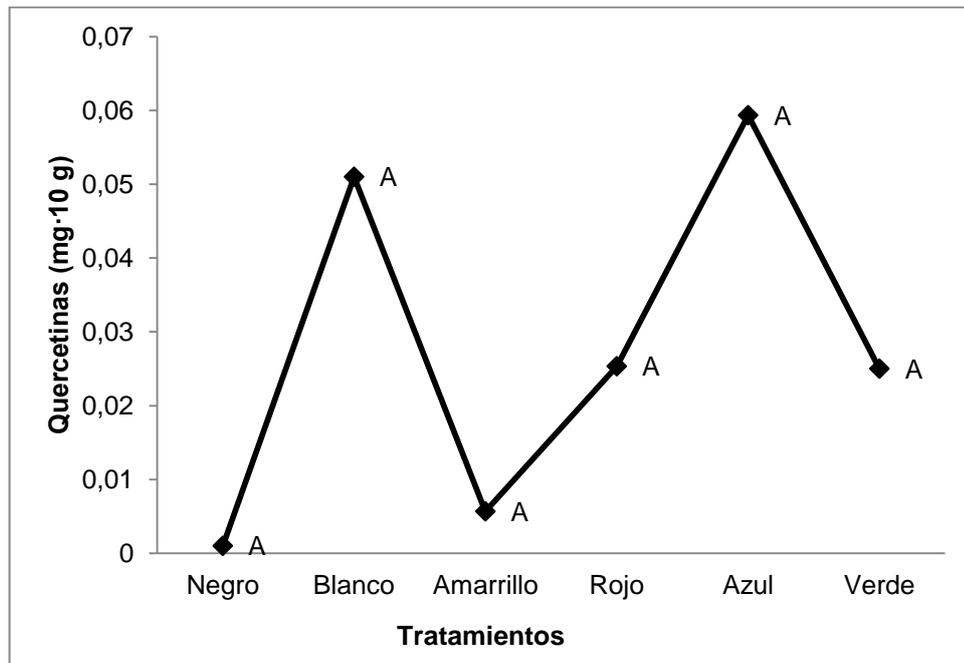


**Figura 8.** Potencial redox (mV) en el cultivo de la cebolla, con diferentes colores de acolchado plástico.

En esta variable, que es el potencial redox se ve influido por el color de acolchado plástico, esto indica que al utilizar el acolchado plástico blanco tendremos menos oxidación en la cebolla.

#### 4.9. Quercetina

En los resultados arrojados por la prueba de Duncan (Figura 9), no hay diferencia significativa, todos los tratamientos se comportan de la misma manera, esto nos indica que no se obtiene quercetina al utilizar acolchado plástico, ya que no aumentara más de 0.059 mg·10 g al utilizar colores de acolchado plástico.



**Figura 9.** Quercetina (mg·10 g) en el cultivo de la cebolla, con diferentes colores de acolchado plástico.

Los resultados obtenidos no coincide con lo reportado por Manach *et al.* (2004), quien obtuvo 0.12 mg·10 g en peso fresco de la cebolla, de igual manera difiere con lo reportado por Nuutila *et al.* (2003), quien reporta que la cantidad de quercetina de la cebolla es variable, de 0.07 a 0.83 mg · 10 g de cebolla liofilizada.

## **V. CONCLUSIÓN**

Con los resultados obtenidos en este trabajo podemos deducir que si hay influencia de los acolchados plásticos en la productividad y en la calidad de la cebolla, siendo el acolchado amarillo y blanco con mayor incidencia en estos parámetros estudiados.

El acolchado plástico incide en el potencial redox, pero hay mayor influencia cuando se utiliza el acolchado plástico color blanco.

El contenido de quercetinas en bulbos de cebolla no es afectado por el color del plástico.

En la productividad existe una respuesta positiva al usar acolchado de color amarillo.

## VI. LITERATURA CITADA

- Alvarado, V. P.; Castillo, G. H. 2003.** Acolchado de suelos mediante filmes de polietileno. Chile. Editorial del Cardo. Biblioteca Virtual Universal.
- Álvarez-Hernández, J. C., Venegas-Flores, S.; Soto-Ayala, C., Chávez-Vargas, A. y Zavala-Sánchez, L. 2011.** Uso de fertilizantes químicos y orgánicos en cebolla (*Allium cepa* L.) en Apatzingán, Michoacán, México. Avances en Investigación Agropecuaria. 15(2): 29-43, Issn 0188789-0.
- Anisuzzaman M, Ashrafuzzaman M, Ismail MK, Uddin, Rahim MA. 2009.** Planting time and mulching effect on onion development and seed production. African J. of Biot. Vol. 8 (3), pp. 412-416.
- Azcon-Bieto, J. y Talón, M.2008.** Fundamentos de Fisiología Vegetal. 2ª ed. McGraw Hill-Interamericana, Madrid.p 171, 468.
- Ballaré, C.L., A.L. Scopel and R.A. Sánchez. 1995.** Plant Photomorphogenesis in Canopies, Crop Growth, and Yield. HortScience 30:1172-1181.
- Bellha, H. S. 1988.** Tomato response to trickle irrigation and black polyethylene mulch. J. Am. Soc. Hort. Sci. 113: 543-546.
- Benavides, A., R.K. Maiti, G.E. Terán. 1993.** El balance espectral de la radiación y la fotomorfogénesis y productividad de los vegetales. Monografía técnica, UANL/CIQA. 46 p.
- Benavides-Mendoza, A., R.K. Maiti, J. Lozano-González. 2000.** CO<sub>2</sub> assimilation in lettuce plants under photoselective plastic greenhouse films. ΦYTON 69:51-60.
- Berardocco, G. H. 2010.** Acolchado plástico. Departamento técnico Inplex Venados S A. [www.inplexvenados.com](http://www.inplexvenados.com)
- Berglund, R., B. Svensson and U. Gertsson. 2006.** Impact of plastic mulch and poultry manure on plant establishment in organic strawberry production. Journal of Plant Nutrition 29:103-112.
- Bobák M., Brunner E., Miller N.J., Skodová Z., Marmot M. 1998.** Could antioxidants play a role in high rates of coronary heart disease in the Czech Republic? Eur J Clin Nutr. 52(9):632-6.

- Brunner E, Miller NJ, Skodová Z, Marmot M. 1998.** Could antioxidants play a role in high rates of coronary heart disease in the Czech Republic?. *Eur J Clin Nutr.* 52(9):632-6.
- Casseres E. 1981.** Producción de Hortalizas. Instituto interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 387p.
- Castillo, H. 1999.** Aspectos ecofisiológicos del cultivo de cebolla. In: Tapia, M.eds. Cultivo de la Cebolla. Santiago, Universidad de Chile pp 19-24.
- Castro M., A.J. 2004.** Comparación de tres Fuentes de nutrición en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa L.*) variedad Costessa en Chapingo, México. Tesis Profesional. Departamento de Fitomejoramiento. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 50p.
- Daymy Pineda Alonso, M.S., Regina Lázaro, Giuseppe Maiani y Anna Ferroluzzi. 1999.** *Capacidad antioxidante y potencial de sinergismo entre los principales constituyentes antioxidantes de algunos alimentos.* Revista Cubana de Alimentación y Nutrición. **13**(2): p. 104-111.
- De la luz González M. de la L. 2008.** Determinación de Antioxidantes, ° Brix y Nitrógeno en Cebolla (*Allium cepa*) Tratada con Nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ ) y Acido Salicílico. Tesis de Licenciatura. UAAAN., Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Decoteau, D. R., M. J. Kasperbauer, D. D. Daniels, and P. G. Hunt.1988.** Plastic mulch color effects on reflected light and tomato plant growth. *Sci. Hortic.* 34: 169-175.
- Eguillor R., P. 2008.** Situación del mercado de la cebolla 2007-2008. Santiago, Chile. ODEPA. 16 p.
- Fennema, Owen R. 2000.** Química de alimentos, Ed. Acribia, S.A. 2ª ed., Zaragoza, España. pp.1055.
- Flores, V. J. y L. Ibarra. 2001.** Caracterización agronómica de películas fotos electivas para acolchado en el cultivo de chile Anaheim. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Formica JV y Regelson W. 1995.** Review of the biology of quercetin and related bioflavonoids. *Food Chem Toxicol.* 33:1061-1080.

- Gross M., Pfeiffer M., Martin M., Campbell D., Slavin J., Potter J. 1996.** The Quantitation of Metbolites of Quercetin Flavonols in Human Urine. *Cancer Epid Biom Prev*.
- Hanelt, P. 1990.** Taxonomy, evolution and history. *In*: H. D. Rabinowitch, and J. L. Brewster (eds.). *Onios and Allied Crops*. Vol 1 CRC Press. Boca Raton. FL, USA. pp: 1-27.
- Henao, O. F. 2001.** Acolchamiento de suelos con polietileno. *Agroterra Tecnologías Agrarias S. L.*  
<http://www.agroterra.com/profesionales/articulos.asp?IdArticulo=180>
- Hertog MGL, Hollman PCH y Putte van de B. 1996.** Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of tea, infusions, wines, and fruit juices. *J Agric Food Chem*, 41:1242-1246.
- Hochmuth, G. 1995.** Maneje mejor el nitrógeno con acolchado plástico. *Revista Productores de Hortalizas, Publicaciones Periódicas Meister Media Worldwide*. Septiembre. pp. 52-53. México. D. F.
- Ibarra, J. L y Rodríguez P. A.1991.** *Acolchado de Suelos con Películas Plásticas*. Editorial Limusa, México.
- Ibarra, J. L. 1997.** *Acolchado de suelos con películas plásticas*. Curso nacional de plásticos en la agricultura. UAAAN-Centro de Investigación en Química Aplicada. Del 3-7 de noviembre de 1997. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Internet. 1.** <http://www.tpagro.com/espanol/acolchamiento.htm> - 23 de mayo 2013.
- Internet.2.** <http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-redox.pdf> - 10 de noviembre del 2013
- Internet.3.** [http://ufro.cl/~explora/index\\_archivos/refractometro.pdf](http://ufro.cl/~explora/index_archivos/refractometro.pdf) - 8 de diciembre del 2013
- Internet.4.** <http://www.semillaswestern.com.mx/crystal.htm> - 8 de diciembre del 2013

**Internet.5.**<http://verduras.consumer.es/documentos/hortalizas/cebolla/imprimir.php> - 9 de diciembre del 2013

**Internet.6.**<http://verduras.consumer.es/documentos/hortalizas/cebolla/intro.php> - 15 de diciembre del 2013.

**Internet.7.** <http://www.tpagro.com/> - 9 de diciembre del 2013

**Jacob, R. A., y Burri, B. J. 1996.** Oxidative damage and defense. American Journal of Clinical Nutrition, 63, 985S–990S.

**José Barriga P. C. 2009.** Respuesta de tres variedades de gladiola al uso de diferentes colores de polietileno como acolchado. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. Pp. 38-64

**Kapanen, A., Schettini, E., Vox, G., Itavaara, M. 2008.** Performance and environmental impact of biodegradable films in agriculture: a field study on protected cultivation. Journal of Polymers and the Environment, 16: 109-122.

**Kasperbauer, M. J. 2000.** Strawberry yield over red versus black plastic mulch. Crop Sci. 40: 171-174.

**Kasperbauer, M.J. 1992.** Phytochrome regulation of morphogenesis in green plants: from the Beltsville spectrograph to colored mulch in the field. Photochem. Photobiol. 56:823-832.

**Komochi, S. 1990.** Bulb dormancy and storage physiology. In: Rabinowitch, H and Brewster, J. eds. Onions and allied crops. Boca Raton, CRC. Vol 1 pp89-111.

**Kwon O., Eck P., Chen S., Corpe C., Lee J-H., Kruhlak M. 2007.** Inhibition of the intestinal glucose transporter GLUT<sub>2</sub> by flavonoides. FASEB J21; 366-377.

**Lardizábal, R. 2007.** Manual de producción. El Cultivo de la Cebolla. MCA-Honduras / EDA. Honduras. 38 p.

**Lemus L, O. 2009.** Producción de hortalizas. Departamento de Fitomejoramiento. Facultad de Agrobiología. UMSNH. Uruapan. Mich.

**Manach C., Scalbert A., Morand C., Rémésy C., Jiménez L. 2004.** Polyphenols : food sources and bioavailability. American Journal of Clinical Nutrition, 79, 727-747.

- Maroto, J.V. 1994.** Horticultura herbácea especial. Cuarta edición. Madrid, Mundi-Prensa. 611 p.
- Maynard N., D. and Hochmuth J., G. 2007.** Knott`s Handbook for Vegetable Growers. Fifth Edition. Jonh Wiley, Inc. New York, USA. 581p.
- Melek Ekinci and Atila Dursun. 2009.** Effects of different mulch materials on plant growth, some quality parameters and yield in melon (*cucumis melo* l.) cultivars in high altitude environmental condition. Department of Horticulture, Agriculture Faculty, Atatürk University, TR-25240 Erzurum, Turkey. *Pak. J. Bot.*, 41(4): 1891-1901.
- Mendoza A. F. 2004.** Micorriza, fertilización mineral y orgánica en el cultivo de cebolla, Tesis Profesional. Departamento de Fitotecnia. CSAEGRO. Cocula Guerrero, México. 60 pp.
- Misle E, A Norero (2001)** Comportamiento térmico del suelo bajo cubiertas plásticas. I. Efecto de diferentes tipos de láminas. *Agric. Téc. Méx.* 61:488–499.
- MMM
- Munguía, L. J; M. R. Quezada, M. De la Rosa, and B. Cedeño.2000.** Effect of plastic mulch on growth of melon, *Cucumis melo* L., “Laguna” hybrid. *Int. J. Exp. Bot.* 69: 37-44.
- Nuutila, A.M., Puupponen-Pimia, R., Aami M & Oksman-Clidentey, k. 2003.** Comparison of antioxidant activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activit. *Food Chemisty*, 81, 485-493.
- Ojeda Barragán Sesar. 2003.** Efecto del acolchado plástico de diferentes colores en el crecimiento vegetativo y rendimiento en el cultivo de pepino. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo. Pp.52
- Orzolek, M. D. and L. Otjen. 1996.** Is there a difference in red mulch? *Proc. 26 Natl. Agr. Efecto en la estructura física del suelo.* <http://extension.psu.edu/plasticulture/technologies/plastic-mulches>
- Orzolek, M. D., L. Otjen, and J. E. Fleck. 2000.** Effect of colored mulch plastic on tomato production. *Proc. Natl. Agr. Plast. Cong.* 29:324-330.

- Pawar, H.K. 1990.** Use of Plastic as a Mulch in Scheduling of Irrigation to Ginger in Semi-arid Climate. Proceedings of the International Congress on the Use of Plastics in Agriculture. Feb. 26 – March 2. New Delhi. India.
- Pérez G., M., F. Márquez S. y A. Peñal L. 1997.** Mejoramiento Genético de Hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Pozzo Ardizzi, M.C., M.A. Abrameto, G. Pellejero, G. Aschkar, M.I. Gil & A. Van Konijnenburg. 2005.** Efecto del período de conservación sobre algunas propiedades nutraceuticas y organolépticas en los bulbos de cultivares nacionales de cebollas (*Allium cepa* L.) en el valle Inferior del río Negro. RIA 34: 115-130.
- Quezada, M. R., J. Munguía y M. de la Rosa. 2004.** Efecto de acolchados fotoselectivos en el desarrollo y rendimiento de hortalizas. *Plasticulture II* Época 5: 31-45.
- Razmara, RS., Daneshfar, A., Sahraei, R. 2010.** Solubility of Quercetin in Water + Methanol and Water + Ethanol from (292.8 to 333.8) K J. Chem. Eng. Vol. 55, 3934–3936
- Robledo, de P. F. y Martin, L. 1988.** Aplicación de los plásticos en la agricultura. Madrid España. Ediciones Mundi-Prensa. 573 p.
- Ross J., Kasum C. 2002.** Dietary flavonoides: bioavailability, metabolic effects, and safety. *Annu Rev Nutr* 22; 19-34.
- Ruiz C., et all. 1999.** Requerimientos Agroecológicos de cultivo. Libro Técnico No.3. Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícolas y Pecuarias. CIRPAC. Guadalajara, Jalisco, México. p: 79-82.
- S. Soldevilla- Canales, S., A. Peña-Lomeli, F. Solís-Mendoza, T.R. Vázquez-Rojas, M.T. Colonias-León. 2002.** Aplicación al suelo de CO<sub>2</sub>, uso de acolchado plástico y sistemas de manejo en tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Bret.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 8(1): 25-38.
- Salisbury, F.B. y C.W. Ross. 2000.** Fisiología de las plantas. 2. Bioquímica vegetal. Ed. Paraninfo, Madrid. 523 p.
- SAS. 2002.** Stastical Analysis Sistem. SAS 9.0 FOR Windows. SAS Institute.

- Serrano V. J. O. 1993.** Utilización de un biofertilizante en el cultivo de cebolla (*Allium capa L.*) En Chapingo, México. Tesis Profesional. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo, Estado de México. 94 pp.
- Serrano, C. Z. 1990.** Técnicas de invernadero. PAO, Suministro Gráficos, S. A Sevilla, España.
- Sifuentes Saucedo D. M. 2010.** Biofertilización líquida en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) con acolchado plástico y evaluación de sus caracteres bioquímicos y agronómicos. Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila. Pp.32
- Sobrino I. E. y Sobrino V.E. 1989.** Tratado: Hortalizas de flor y de fruta. Editorial AEDOS. Barcelona España. 352p.
- Soria F. M. 1993.** Producción de hortalizas en la Península de Yucatán. Colegio de Investigación y Graduados Agropecuarios. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2. Yucatán, México. 303pp.
- Tapia F., M. L. (ed.) 1999.** El cultivo de la cebolla. Universidad de Chile. Santiago, Chile. Publicaciones Misceláneas Agrícolas N° 47.
- Torres Q., E. 1999.** Dinámica nutrimental, Producción y Calidad de Cebolla CV. Contessa Bajo Condiciones de Fertirriego por goteo. Tesis de Maestría en Ciencias. Área de Edafología. Colegio de Posgraduados. Montecillos. Texcoco, México. p 106.
- Toshio, H. 1991.** The effect of mulching and row covers on vegetable production. Agr. Exp. Stn. Japón.
- Vega Vázquez M.A. 2013.** Influencia de acolchado plástico en el crecimiento, absorción de nutrientes y rendimiento del cultivo de pimiento morrón (*Capsicum annum L.*). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. Pp. 36-49
- Villalobos R. E. 2001.** Fisiología de la Producción de los Cultivos Tropicales. Editorial de la Universidad de Costa Rica. Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio", San José, Costa Rica.p44

- Wang, Yu-Zhong, K. Yang, X. Wang, Q. Zhou, C. Zheng and Z. Chen. 2004.** Agricultural application and environmental degradation of photo-biodegradable polyethylene mulching films. *Journal of Polymers and the Environment* 12:7-10.
- Wien, H. C. 1997.** Transplanting. pp. 37-67. *In:* H. C. Wien (ed.). *The physiology of vegetable crops.* CAB International Publishing. Wallingford, England.
- Wolfram S., Block M., Ander P. 2002.** Quercetin-3-Glucoside Is Transported by the Glucose Carrier SGLT<sub>1</sub> across the Brush Border Membrane of Rat Small Intestine. *J Nutr* 132; 630-636.

## VII. APÉNDICE

**Tabla 1a.** Dosis de fertilizantes aplicado.

Fertilizante	Dosis
Nitro flour	2 ml/L
Turbo Root	2ml/L
Tradecorp fierro	0.6 g/L
Aton Zn (zinc)	0.6 g/L
Tradecorp Manganeseo	0.4 ml/L
Trafos K (P,K)	2ml/L
Tradecorp Cobre	0.5ml/L foliar

**Tabla 2a.** Calendario de aplicación de fertilizante

Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
	fierro 0.7g/L manganeseo 0.4ml/L	aton Zn (zinc) 0.7ml/L	cobre 0.5ml/L	nitro luor(N) 2ml/L	trafos K(P,K) 2ml/L	

**Tabla 3a.-** Diámetro basal de la cebolla cultivada en diferentes colores de acolchado.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F-Valor	Pr > F
Tratamientos	5	32.61349333	6.52269867	1.66	0.1641
Repeticiones	9	32.81062667	3.64562519	0.93	0.5111
Error	45	176.9334733	3.9318550		
Total	59	242.3575933			

Media=9.51

C.V. = 20.86

**Tabla 4a.-** Longitud de hoja de la cebolla cultivada en diferentes colores de acolchado.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F-Valor	Pr > F
Tratamientos	5	202.9878733	40.5975747	1.02	0.4159
Repeticiones	9	375.3644400	41.7071600	1.05	0.4159
Error	45	1786.797160	39.706604		
Total	590	2365.149473			

Media =38.20 C.V.=16.49

**Tabla 5a.-** Numero de hojas de la cebolla cultivada en diferentes colores de acolchado.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F-Valor	Pr > F
Tratamientos	5	14.05782000	2.81156400	1.68	0.1586
Repeticiones	9	14.09474000	1.56608222	0.94	0.5035
Error	45	75.2417800	1.6720396		
Total	59	103.3943400			

Media=6.92 C.V.= 18.68

**Tabla 6a.-** Área foliar de la cebolla cultivada en diferentes colores de acolchado.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F-Valor	Pr > F
Tratamientos	5	573.6542733	114.7308547	2.15	0.0770
Repeticiones	9	450.2949267	50.0327696	0.94	0.5037
Error	45	2404.609993	53.435778		
Total	59	3428.559193			

Media=24.30 C.V.=30.08

**Tabla 7a.-** Firmeza de la cebolla cultivada en diferentes colores de acolchado.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F-Valor	Pr > F
Tratamientos	5	3.54590833	0.70918167	0.83	0.5340
Repeticiones	9	6.92783500	0.76975944	0.90	0.5309
Error	45	38.36667500	0.85259278		
Total	59	48.84041833			

Media=11.17      C.V.=8.27

**Tabla 8a.-** Grados Brix de la cebolla cultivada en diferentes colores de acolchado.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F-Valor	Pr > F
Tratamientos	5	2.62533333	0.52506667	0.55	0.7353
Repeticiones	9	7.23000000	0.80333333	0.85	0.5787
Error	45	42.73800000	0.94973333		
Total	59	52.59333333			

Media=7.17      C.V.=13.60

**Tabla 9a.-** pH de la cebolla cultivada en diferentes colores de acolchado.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Valor	Pr > F
Tratamientos	5	0.23090000	0.04618000	2.53	0.0422
Repeticiones	9	0.15687333	0.01743037	0.96	0.4848
Error	45	0.82126667	0.01825037		
Total	59	1.20904000			

Media=5.97      C.V.=2.26

**Tabla 10a.-** Potencial Redox de la cebolla cultivada en diferentes colores de acolchado.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F-Valor	Pr > F
Tratamientos	5	5739.000000	1147.800000	8.41	<.0001
Repeticiones	9	316.400000	35.155556	0.26	0.9826
Error	45	6140.00000	136.44444		
Total	59	12195.40000			

Media=-49.90 C.V. =-23.41

**Tabla 11a.** Quercetina de la cebolla cultivada en diferentes colores de acolchado.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F-Valor	Pr > F
Tratamientos	5	0.00826378	0.00165276	0.65	0.6697
Repeticiones	2	0.00199811	0.00099906	0.39	0.6858
Error	10	0.02550189	0.00255019		
Total	17	0.03576378			

Media= 0.03

**Tabla 12a.-** Medias de los datos evaluados de la productividad de la cebolla blanca var. Cristal White en los diferentes colores de acolchado plástico.

Tratamientos	Color del Acolchado	DB (mm)	LH(cm)	NH	AF (cm <sup>2</sup> )
1	<b>Negro</b>	8.37 b	35.03 b	6.57 b	20.14 b
2	<b>Blanco</b>	9.87 ab	38.06 ab	6.59 b	21.32 b
3	<b>Amarrillo</b>	10.64 a	40.66 a	7.94 a	29.19 a
4	<b>Rojo</b>	9.10 ab	39.22 ab	6.99 ab	26.17 ab
5	<b>Azul</b>	9.98 ab	39.38 ab	6.88 b	25.84 ab
6	<b>verde</b>	9.09 ab	36.88 ab	6.57 b	23.13 ab

DB (Diámetro basal), LH (Longitud de hoja), NH (Numero de hoja), AF (Área foliar).

Variables con diferente literal son estadísticamente diferentes

**Tabla 13a.-** Medias de los datos de calidad evaluados de la cebolla blanca var. Cristal White en los diferentes colores de acolchado plástico.

Tratamientos	Color del Acolchado	F	°Brix	pH	PR (mV)	Q (mg ·10g)
1	<b>Negro</b>	11.61 a	7.21 a	6.02 a	39.20 ab	0.001 a
2	<b>Blanco</b>	11.11 a	6.99 a	6.02a	34.90 a	0.051 a
3	<b>Amarrillo</b>	11.14 a	7.55 a	5.10 a	60.50 c	0.005 a
4	<b>Rojo</b>	11.03 a	7.10 a	5.98 a	56.30 c	0.025 a
5	<b>Azul</b>	10.83 a	6.90 a	5.92ab	58.90 c	0.059 a
6	<b>verde</b>	11.30 a	7.25 a	5.85 b	49.60 bc	0.025 a

F (Firmeza), ° Brix (Grados Brix), PR (Potencial Redox), Q (Quercetina)

Variables con diferente literal son estadísticamente diferentes