

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS

EFFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE ACOLCHONADO SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD
DE BULBO DE CEBOLLA; SAN PEDRO PÍNULA, JALAPA
TESIS DE GRADO

SERGIO AUGUSTO SANDOVAL ORELLANA
CARNET 24070-12

JUTIAPA, NOVIEMBRE DE 2018
SEDE REGIONAL DE JUTIAPA

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS

EFFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE ACOLCHONADO SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD
DE BULBO DE CEBOLLA; SAN PEDRO PÍNULA, JALAPA
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
SERGIO AUGUSTO SANDOVAL ORELLANA

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN RIEGOS EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO

JUTIAPA, NOVIEMBRE DE 2018
SEDE REGIONAL DE JUTIAPA

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.

VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO

VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS

SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA

DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN
LIC. EDWIN ROLANDO PAREDES MAZARIEGOS

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN
MGTR. ARTURO AMILCAR LEMUS CARRILLO

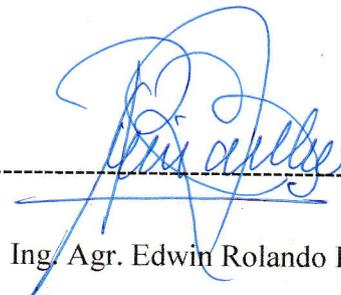
Guatemala, 24 de julio de 2018.

Honorable Consejo de
La Faculta de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago contar que he procedido a revisar el Informe Final de Tesis del estudiante Sergio Augusto Sandoval Orellana, que se identifica con carné 24070-12, titulado: **“EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE ACOLCHADO SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL BULBO DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.), SAN PEDRO PÍNULA, JALAPA”**, el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito sea revisado por la terna que designe el Honorable Consejo de la Facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. Agr. Edwin Rolando Paredes Mazariegos

colegiado:1385



**Universidad
Rafael Landívar**
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 061074-2018

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante SERGIO AUGUSTO SANDOVAL ORELLANA, Carnet 24070-12 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS, de la Sede de Jutiapa, que consta en el Acta No. 06207-2018 de fecha 10 de noviembre de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EFFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE ACOLCHONADO SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE BULBO DE CEBOLLA; SAN PEDRO PÍNULA, JALAPA

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN RIEGOS en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 14 días del mes de noviembre del año 2018.



MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios que me da vida y permite que persevere, para alcanzar todos sus beneficios.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por haber creado el espacio donde el instruir es su especialidad.

Ing. E. Rolando Paredes M. por aceptar y asesorarme, nunca se limitó de atenderme y compartir toda su experiencia y conocimiento en esta investigación.

Denis, Amílcar, Saul empleados de la fabrica de acolchados por proporcionar y ser apoyo de este trabajo y acompañamiento en la captura de datos.

A mis docentes, en especial Cesar Palma, Arturo Lemus, Erik Soto, Cristian Retana, Alex Montenegro por ser parte de mi formación académica.

DICATORIA

A:

Dios: Que con su infinito Amor me da la oportunidad y mantiene la esperanza, por la bendición y sabiduría, de llevarme por el camino de la preparación académica.

Mis padres: Sergio A. Sandoval M., Luz E. Orellana C. a quienes amo y respeto, por su amor incondicional y esfuerzo, por su tiempo y cuidado.

Mi esposa: Nydia B. Ruiz de Sandoval, por ser mi ayuda idónea, por tu apoyo, por los momentos que has mas hecho vivir, por darme las tres razones de luchar.

Mis hijos: Sebastián, Scarlet, Luis por ser mis motivos de superación y lucha, por ser mi inspiración a seguir, por que los amo.

Mis hermanos: la mini y el chito, porque me han dado ánimo.

Mi Familia: Por el apoyo, con ser unidos en las buenas y en las malas.

Mi Socio: Yovani, porque no dejaste que el trabajo me limitara a seguir.

Mis Amigos: Karla, Luis por ser amigos incondicionales.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1. HISTORIA DE LA CEBOLLA	2
2.2. ORIGEN DE LA CEBOLLA.....	2
2.3. MORFOLOGÍA Y CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	2
2.3.1. Semilla.....	2
2.3.2. Sistema radicular	3
2.3.3. Tallo	3
2.3.4. Hojas.....	3
2.3.5. Bulbos.....	4
2.4. FISIOLÓGÍA DE LA FORMACIÓN DEL BULBO	4
2.4.1. Fotoperiodo	4
2.4.2. Temperatura	5
2.4.3. Altitud.....	5
2.4.4. Latitud	5
2.5. FOTOSÍNTESIS	5
2.6. LA NATURALEZA DE LA LUZ	6
2.7. LA CLOROFILA	8
2.8. LA PLASTICULTURA	10
2.8.1. Humedad	11
2.8.2. Temperatura	12
2.8.3. Estructura del suelo y desarrollo radical	12
2.8.4. Fertilidad del suelo	12

2.9. EFECTO DEL COLOR DEL ACOLCHADO EN LA PRODUCCIÓN, PRECOCIDAD Y CALIDAD.....	13
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	14
4. OBJETIVOS.....	15
4.1. OBJETIVO GENERAL	15
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
5. HIPOTESIS	16
5.1 HIPÓTESIS ALTERNA	16
6. METODOLOGÍA	17
6.1. LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO	17
6.2. MATERIAL EXPERIMENTAL.....	17
6.2.1 Híbrido de cebolla Stratus	17
6.2.2. Acolchado negro/negro	17
6.2.3. Acolchado blanco/negro.....	17
6.2.4. Acolchado plata/negro.....	18
6.2.5. Acolchado verde.....	18
6.2.6. Acolchado rojo	18
6.2.7. Acolchado transparente	19
6.3. FACTORES A EVALUAR	19
6.4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	19
6.5. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	2
6.6. MODELO ESTADÍSTICO	2
6.7. UNIDAD EXPERIMENTAL	3

6.8. CROQUIS DE CAMPO.....	4
6.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	5
6.9.1. Preparación del terreno para semillero de cebolla	5
6.9.2. Mecanización del área de investigación.....	5
6.9.3. Colocación de cinta de riego y acolchado.....	5
6.9.4. Trasplante	5
6.9.5. Fertilización.....	5
6.9.6. Control de malezas	7
6.9.7. Control de plagas y enfermedades	7
6.9.8. Cosecha	8
6.10. VARIABLES DE RESPUESTA.....	8
6.10.1. Radiación fotosintéticamente activa en porcentaje (PAR%)	8
6.10.2. Cuantificación de la temperatura a nivel de suelo en grados Celsius (°C).....	8
6.10.3. Rendimiento total de bulbo en kilogramos por hectárea (kg/ha)	8
6.10.4. Rendimiento de bulbo por categoría en kilogramos por hectárea (kg/ha)	9
6.10.5. Rendimiento en kilogramos por hectárea (kg/ha) y porcentaje (%) de bulbos con verdeo	9
6.10.6. Rendimiento en kilogramos por hectárea (kg/ha) y porcentaje (%) de bulbos dobles.....	9
6.10.7. Numero promedio de falsos tallos por planta en cada uno de los tratamientos	9
6.10.8. Determinación de área foliar en centímetros cuadrados (cm ²)	10
6.11. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	10
6.11.1 Análisis estadístico.....	10
6.11.2. Análisis económico	11
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12

7.1. Radiación fotosintéticamente activa (par) en porcentaje (%)	12
7.2. DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA EN GRADOS CELSIUS (°C) A NIVEL DE SUELO PARA CADA TRATAMIENTO.....	14
7.3. RENDIMIENTO TOTAL DE BULBOS EN KILOGRAMOS POR HECTÁREA (KG/HA).....	17
7.4. RENDIMIENTO DE BULBO POR CATEGORÍA EN KILOGRAMOS POR HECTÁREA (KG/HA)	18
7.5. RENDIMIENTO EN KILOGRAMOS POR HECTÁREA (KG/HA) Y PORCENTAJE..	20
7.6. NUMERO PROMEDIO DE FALSOS TALLOS POR PLANTA.....	23
7.9. ANÁLISIS ECONÓMICO	27
7.9.1. Presupuestos parciales.....	27
7.9.2. Análisis de dominancia	28
7.9.3. Tasa marginal de retorno (%).....	29
8. CONCLUSIONES	31
9. RECOMENDACIONES	32
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
11. ANEXOS.....	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de los tratamientos.	19
Tabla 2. Dosis referenciales de uso de nutrientes para el cultivo de cebolla en fertirriego (kg/ha).6	6
Tabla 3. Presentación de los productos comerciales utilizados en la nutrición del cultivo.	6
Tabla 4. Categoría según tamaño de bulbos.....	9
Tabla 5. Valores estadísticos y diferencias reales entre tratamientos con prueba de Scheffé al 1% y Duncan al 5% para datos transformados de PAR (%).	12
Tabla 6. Valores estadísticos y diferencias reales entre tratamientos con prueba de Scheffé al 1% para datos de temperatura.....	16
Tabla 7. Análisis de varianza para rendimiento total de bulbos en kg/ha.	17
Tabla 8. Diferencias reales entre tratamientos con prueba de Scheffé al 1% de significancia	18
Tabla 9. Valores estadísticos y diferencias reales entre tratamientos con prueba de Scheffé al 1% de significancia.....	19
Tabla 10. Análisis de correlación lineal múltiple Pearson para variables independientes y dependiente.....	20
Tabla 11. valores estadísticos y diferencias reales entre tratamientos con prueba de significancia el 5% de Duncan para porcentaje (%).	21
Tabla 12. valores estadísticos y diferencias reales entre tratamientos con prueba de significancia el 5% de Duncan para rendimiento en kg/ha.....	22
Tabla 13. Valores estadísticos y medias de rendimiento para el número de falsos tallos.....	23
Tabla 14. Valores estadísticos y medias de rendimiento para área foliar de falsos tallos.	25
Tabla 15. Análisis de correlación lineal múltiple Pearson entre variables independientes y dependiente.....	27
Tabla 16. Análisis de presupuesto parcial para tratamientos.	28
Tabla 17. Análisis de dominancia para tratamientos evaluados.....	29
Tabla 18. Tasa marginal de retorno (TMR %), para tratamientos no dominados.....	30

Tabla 19. Análisis de varianza para la primera lectura de % PAR en datos transformados.	37
Tabla 20. Análisis de varianza para la segunda lectura de % PAR en datos transformados.....	37
Tabla 21. Análisis de varianza para la tercera lectura de % PAR en datos transformados.....	38
Tabla 22. Análisis de varianza para la variable temperatura promedio.	38
Tabla 23. Análisis de varianza para datos de temperatura acumulada.....	39
Tabla 24. Análisis de varianza para la clasificación large kg/ha.	39
Tabla 25. Análisis de varianza para la clasificación mediun kg/ha.	40
Tabla 26. Análisis de varianza para la clasificación prepark kg/ha	40
Tabla 27. Análisis de varianza para la clasificación boiller kg/ha	41
Tabla 28. Análisis de varianza para la variable de % bulbos verdes para datos transformados	41
Tabla 29. Análisis de varianza para la variable de rendimiento kg/ha de bulbos verdes.....	42
Tabla 30. Análisis de varianza para la variable número de falsos tallos.....	42
Tabla 31. Análisis de varianza para la variable área foliar en centímetros cuadrados (cm ²).....	43
Tabla 32. Tabla de calificación de coeficientes de correlación de Pearson.	43
Tabla 33. Valores mínimos de aceptación de coeficientes de correlación de Pearson.	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Parámetros a medir de la luz. (Raisman y Gonzales, 2000, p.1).	6
Figura 2. Espectro de la luz. (Reisman y Gonzales, 2000, p.2).	7
Figura 3. Percepción de la luz por pigmentos. (Raisman y Gonzales, 2000, p. 2).....	8
Figura 4. Estructura de la clorofila a, b. (Raisman, Gonzales, 2000, p. 3).	9
Figura 5. Clorofila a, b. (Raisman y González, 2000, p. 3).	9
Figura 6. Absorción de la luz. (Raisman y González, 2000, p. 4).	10
Figura 7. Diseño de la unidad experimental para su establecimiento.	3
Figura 8. Diseño de parcela neta.	3
Figura 9. Croquis de campo.	4
Figura 10. Comportamiento de la radiación fotosintéticamente activa (PAR%) por.....	14
Figura 11. Comportamiento del número promedio de falsos tallos para cada tratamiento.....	24
Figura 12. Comportamiento del área foliar para cada tratamiento.....	26
Figura 13. Localización de Aldea Santo Domingo, San Pedro Pinula, Jalapa.....	35
Figura 14. Fotografía aérea de la finca Santo Domingo, donde se realizó el experimento.....	36
Figura 15. proceso elaboración de semillero y montaje del experimento en finca Santo Domingo.	45
Figura 16. Equipos de medición agrícola utilizados para registro de datos.	46
Figura 17. Etapas de desarrollo y formación de bulbo.....	47

EFFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE ACOLCHONADO SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL BULBO DE CEBOLLA; SAN PEDRO PINULA, JALAPA

RESUMEN

La investigación se realizó en la localidad de Santo Domingo, San Pedro Pinula, Jalapa, teniendo como propósito determinar el efecto de diferentes acolchados sobre el rendimiento y la calidad del bulbo de la cebolla. La investigación se llevó a cabo bajo la estructura de un diseño experimental de bloques completos al azar con siete tratamientos (negro/negro, blanco/negro, plata/negro, verde, rojo, trasparente y sin acolchado) y cuatro repeticiones. Para la variable radiación fotosintéticamente activa (PAR%) el blanco/negro fue diferente y superior al resto y únicamente para la tercera lectura fue igual a plata/negro. Para temperatura promedio y acumulada el acolchado blanco/negro y el testigo fueron iguales y diferentes al resto. Para rendimiento total y tamaño large el blanco/negro fue diferente y superior al resto, y donde dicho tamaño obtuvo el valor más alto de correlación con rendimiento total. Para el porcentaje de bulbos verdes y rendimiento las diferencias reales entre tratamientos determino que blanco/negro, rojo, negro/negro y verde fueron iguales es decir reportaron los valores más bajos. El análisis de Pearson determino que el mayor nivel de correlación entre número de falsos tallos y área foliar con la radiación fotosintéticamente activa (PAR%) se obtuvo a los noventa días. Mientras que el análisis económico determino que el acolchado blanco/negro es una de las mejores alternativas factibles para su implementación ya que reporto la mayor tasa marginal de retorno. de 192.70%.

1. INTRODUCCIÓN

Estadísticas de la FAO (2013), muestran que la cebolla es uno de los productos más cultivado, consumidos y comercializados del mundo, en 2013 se produjeron casi 85.80 millones de toneladas de cebolla seca, lo que la sitúa en el puesto número quince de la lista de principales productos agrícolas.

En la productividad del cultivo de cebolla intervienen una serie de factores que son importantes durante el ciclo del cultivo, mismos que determinan la rentabilidad del sistema de producción y dentro de los que destaca la implementación de tecnologías, la genética, la calidad de la semilla, uso y manejo del agua de riego, la condición del suelo, eficiencia en los programas de fertilización e implementación de programas fitosanitarios que establecen relación directa con el rendimiento y calidad del bulbo.

Por esta razón, una práctica importante en la agricultura moderna es la utilización de plásticos para la producción de hortalizas. La plasticultura permite el cultivo de especies vegetales aprovechando las ventajas de los diversos tipos de plástico, para la regulación de la temperatura, humedad, luz (Caballero & Estigarribia, 2011, p.1.).

Schales (1994), citado por Alvarado & Castillo (2003, p.6), dicen que el uso de acolchados de polietileno negro, transparente, blanco/negro, verdes de transmisiones infrarrojas y fotodegradables en un cultivo de melón, encontraron que con blanco/negro se obtuvo un mayor rendimiento total.

En tal sentido es que se propuso realizar la investigación sobre la evaluación de diferentes acolchados de colores con el propósito de determinar el efecto sobre el rendimiento y calidad del bulbo de cebolla, haciendo énfasis en cuantificar la reflexión de la radiación fotosintéticamente activa (PAR%) y la temperatura del suelo.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. HISTORIA DE LA CEBOLLA

Según Montes y Holle, (1990), Sarita (1991), Acosta et al, citados por el Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales-IDIAF-(2008, p.13), la cebolla se conoce desde cinco siglos antes de Cristo (a.c.), en las pirámides de Keops en Egipto, los obreros que la construyeron la consumían. En Egipto, Desde 1,500 hasta 3,200 a.c., formaban parte de la dieta. Entre las hortalizas más cultivadas en el mundo, ocupa el segundo lugar solo superado por el tomate en el mundo en cuanto a superficie de siembra. Los egipcios evidenciaban en sus tumbas, también se hacen referencias de la cebolla en la Biblia. En la India, se hace mención de esta especie en algunos tratados médicos de la era cristiana.

2.2. ORIGEN DE LA CEBOLLA

Según Montes y Holle (1990), Sarita (1991), Acosta et al, (1993), citados por el IDIAF (2008, p.13), mencionan que la cebolla es originaria de las regiones secas de Irán y el Oeste de Pakistán. Según le referencia de algunos botánicos la misma no se encuentra en estado silvestre. La distribución y desarrollo de la especie ocurrió desde Asia Occidental y países del Mediterráneo, hasta América, donde fue introducida por los viajeros conquistadores en el año 1492.

2.3. MORFOLOGÍA Y CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Sarita (1991) y Acosta (1993) citados por el IDIAF (2008, p. 14), mencionan que dentro de las variedades botánicas, la cebolla pertenece a la especie *typicum* Regel, a las cuales corresponden la mayoría de los germoplasmas comunes. Algunos especialistas describen la cebolla como una planta con un comportamiento bianual, aunque persiste vegetativamente a través del bulbo; mientras que Reis (1982), citado por el IDIAF (2008, p.14), dice que comercialmente la cebolla para la producción del bulbo es considerada un cultivo anual. Sub Reino: Embriofita, División: Fanerógama, Subdivisión: Angiosperma, Clase: Monocotiledónea, Orden: Liliácea, Familia: Liliáceas, Genero: *Allium*, Especie: *Allium cepa* L.

2.3.1. Semilla

Guenkov (1969) y Acosta et al, (1993), citados por IDIAF (2008 p. 15), la semilla de la cebolla presenta dos caras, la primera de color blanquecino y lisa en su primer desarrollo; luego se torna negra, rugosa, con diámetro ecuatorial de tres y cuatro milímetros de largo, la semilla consta de un tegumento seminal, endospermo rico en carbohidratos de carbono, proteína y grasa rodeado el embrión que representa al décimo parte de la simiente. Cuando la semilla germina, brota una raíz primaria, junto al cotiledón que emerge hacia la superficie. Esto ocurre alrededor de una semana, de la siembra, pasando por las etapas de rotula y luego la de bandera. Las características en el

desarrollo de la cebolla. El peso aproximado de 1000 semillas es de 2.8 a 3.7 gramos, con un gramo de semilla se puede producir entre 300 a 500 plántulas apta para la siembra.

2.3.2. Sistema radicular

Manso et al. (1992), Acosta et al. (1993), Brewster (1994), citados por IDIAF (2008, p. 15), mencionan que el sistema radicular de la cebolla es pobre, consta de 20 a 200 raíces, con una media de 80 raíces, desarrollándose en los primeros 36 a 60 centímetros del suelo. Este limitado sistema radicular estimula una baja absorción de nutrientes y agua, haciéndola poco competitiva con las malezas. Las raíces de la cebolla se renovan constantemente, es decir, las primeras raíces que brotan durante el periodo de germinación de la semilla, las cuales mueren gradualmente formándose nuevas raíces; En tanto Guenkov (1969), Montes y Holle (1990), Manso et al., (1992); citados por IDIAF (2008, p. 16), dicen que el sistema radicular alcanza su máximo desarrollo durante la madurez posteriormente, y en el periodo de formación del bulbo, estas raíces mueren.

2.3.3. Tallo

La cebolla presenta dos tipos de tallo. Un tallo verdadero situado en la base de los bulbos, de donde brota las yemas, las hojas y las raíces y el otro tallo que brota del escapo floral. Durante el primer año de vida de la planta, el tallo alcanza una altura de 0.5 a 1.5 centímetros, con un diámetro de 1.5 a 2.0 centímetros, es de forma tabular y hueco alcanzando una altura hasta de 150 centímetros días. Huerres y Caraballo (1988), Montes y Holle (1990), Sarita (1991), Acosta (1993), citados por IDIAF (2008, p. 16).

2.3.4. Hojas

Montes y Holle (1990), Sarita (1991), Acosta et al. (1993), citados por IDIAF (2008, p. 16), dicen que las hojas de la cebolla están constituidas por una parte basal. Las hojas son cilíndricas, huecas, algunas veces cerosas y están formadas por vainas que se anteponen unas con otras. Las hojas constan de dos partes: el limbo y la vaina. El conjunto de hojas forma el falso tallo en su parte superior y en la parte inferior al bulbo. Generalmente, desarrollan una hoja de 1-9 La cebolla, cuando tiene las condiciones óptimas de crecimiento, puede formar entre 12 a 20 hojas dependiendo del cultivar, manejo agronómico y la época de siembra. No obstante, se ha encontrado que existe una correlación muy marcada entre la variedad y la época de siembra con el número de hojas. El follaje de la cebolla crece hasta que las condiciones externas favorezcan la formación y desarrollo del bulbo.

2.3.5. Bulbos

Guenkov (1969), Montes y Holle (1990), Manso et al. (1992), y Acosta et al. (1993), citados por el IDIAF (2008, p. 18), mencionan que cuando están dadas las condiciones óptimas de fotoperiodo y temperatura, se inicia la formación y desarrollo del bulbo. Este periodo conlleva el engrosamiento de las vainas de las hojas y el almacenamiento en ellas de las sustancias nutritivas de reserva a medida que continúa el desarrollo del bulbo. Las yemas laterales se forman después de la sexta hoja. A medida que se desarrolla este proceso, más rápido crecerán y mayores posibilidades habrá de que los bulbos se deformen o se dividan, significando, además, que en los bulbos mayores pertenecientes a una misma variedad generalmente forman un número mayor de yemas. Los engrosamientos de las hojas forman el bulbo, las cuales nacen de forma alternas unos 160 grados, abriendo espacio hacia arriba, permitiendo el nacimiento de nuevas hojas. El bulbo es formado por túnicas escamosas transitorias, las yemas y el tallo verdadero. Las escamas escamosas pueden ser abiertas y cerradas. Las escamas abiertas pueden ser aquellas exteriores y terminan en un limbo y las escamas cerradas son las interiores, no forman limbo y rodean a la yema apical. A medida que avanza el desarrollo del bulbo, las escamas exteriores se secan y se convierten en túnicas (totalmente secas) y escamas transitorias (parcialmente secas). Cuando se inicia la formación del bulbo, inmediatamente cesa a la producción de hojas y el crecimiento general. Los bulbos formados, son aquellos que no presentan protuberancias y son iguales. Pierce (1987), Huerres y Caraballo (1988), Montes y Holle (1990), Manso *et al.*, (1992) citados por el IDIAF (2008, p. 18).

2.4. FISIOLÓGÍA DE LA FORMACIÓN DEL BULBO

Existen varios factores climáticos que actúan en forma interactiva en la formación, desarrollo y maduración del bulbo. Tanto el fotoperiodo y la temperatura en armonía con el desarrollo de la planta juegan papeles principales, Guenkov (1969), Reis (1982), Montes y Holle (1990), Sarita (1991) citados por el IDIAF (2008, p. 22).

El fotoperiodo ejerce su influencia en el follaje, mientras que los efectos de la temperatura inciden tanto a nivel del follaje como en el bulbo, Guenkov (1969), Montes (1990), Acosta et al. (1993) citados por el IDIAF (2008, p.22), los factores más importantes que intervienen en el desarrollo del bulbo son:

2.4.1. Fotoperiodo

La cebolla necesita para la formación, desarrollo y maduración de los bulbos de 12 a 16 horas/luz. Es considerada una especie de días largos (> 13 horas/luz) para la formación de desarrollo de los bulbos. No se forman los bulbos si se siembra en épocas de días cortos (<12 horas/luz). Si el cultivar es de fotoperiodo corto y se siembra en épocas de días largos (>13 horas/luz), forman bulbos pequeños, Guenkov (1969), Montes y Holle (1990), Montás (1991), Sarita (1991) citados por el IDIAF (2008, p. 22), Cultivares de días cortos o precoces. Cuando requieren entre 10 a 11.5 horas/luz, cultivares de días intermedios. Son aquellos que requieren entre 11.6 a 13.5 horas/luz, cultivares de días largos o tardíos. Son aquellos que necesitan más de 13.6 horas/luz.

2.4.2. Temperatura

Es un factor importante en la formación y maduración de los bulbos. La temperatura óptima para el cultivo de cebolla esta entre los 20 a 30 grados centígrado. La temperatura es un factor climático de influencia directa en la formación del bulbo, es decir, si un cultivar recibe un mínimo de horas luz de su valor crítico, pero con una temperatura optima, formará bulbos, Guenkov (1969), Montes y Holle (1990), Sarita (1991), Acosta et al. (1993), citados por el IDIAF (2008, p. 23).

2.4.3. Altitud

La altitud está muy relacionada con la temperatura, a mayor altura menos es la temperatura, IDIAF, (2008, p.23).

2.4.4. Latitud

Está ligada a la formación, desarrollo y maduración de los bulbos. Los cultivares de días cortos se adaptan mejor a una latitud inferior a los 35°C, los cultivares intermedios tienen buen comportamiento entre los 35 a 38°C y los cultivares de días largos a una latitud superior a los 38°C, Guenkov (1969), Sarita (1991), citados por el IDIAF (2008, p.23).

2.5. FOTOSÍNTESIS

La fotosíntesis es la función mediante la cual se producen los carbohidratos, que representan la base de la “productividad”, a partir de ello se producirán la edificación y acumulación de las distintas partes de la planta, estructuras vegetales hasta compuestos aromáticos y el mantenimiento de la planta, energía necesaria para los distintos procesos. Los azúcares son la base de todas las cadenas metabólicas, la fotosíntesis tiene un sustrato fundamental CO_2 y como fuente de energía para realizar la reacción de síntesis de los HCH orgánicos a partir del CO_2 inorgánico, dióxido de carbono + agua + energía de la luz glucosa + oxígeno. La energía luminosa, fotones, son capturados por las moléculas de clorofila presente en los cloroplastos y otros pigmentos, como carotenoides y xantofilas también pueden absorber energía y transferida a los fotosistemas. El flujo de electrones, a través de los fotosistemas I y II da como resultado la formación de ATP y NADPH necesaria para la asimilación de CO_2 . Estos electrones, que llegan al fotosistema II dividen la molécula del agua y se produce oxígeno molecular, como producto de esta reacción, (Lissarrague & Sánchez, s.f. p.1.).

2.6. LA NATURALEZA DE LA LUZ

La luz blanca se descompone en diferentes colores (color = longitud de onda) cuando pasa por un prisma. La longitud de onda se define como la distancia de pico a pico o de valle a valle. La energía es inversamente a la longitud de onda: longitudes de onda larga tienen menor energía que las cortas, (Raisman & Gonzales, 2000, p. 1).

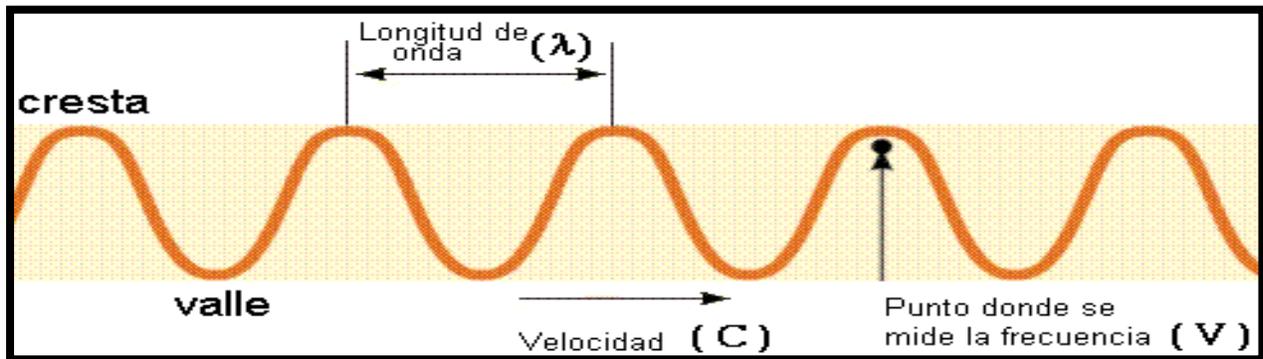


Figura 1. Parámetros a medir de la luz. (Raisman y Gonzales, 2000, p.1).

La distribución de los colores en el espectro está determinada por la longitud de onda de cada uno de ellos. La luz visible es una pequeña parte del espectro electromagnético. Cuanto más larga la longitud de onda de la luz visible tanto más rojo el color. Asimismo, las longitudes de onda corta están en la zona violeta del espectro. Las longitudes de onda más largas que las del rojo se denomina infrarrojas, y aquellas más cortas que el violeta, ultravioleta (Raisman y Gonzales, 2000, p.2).

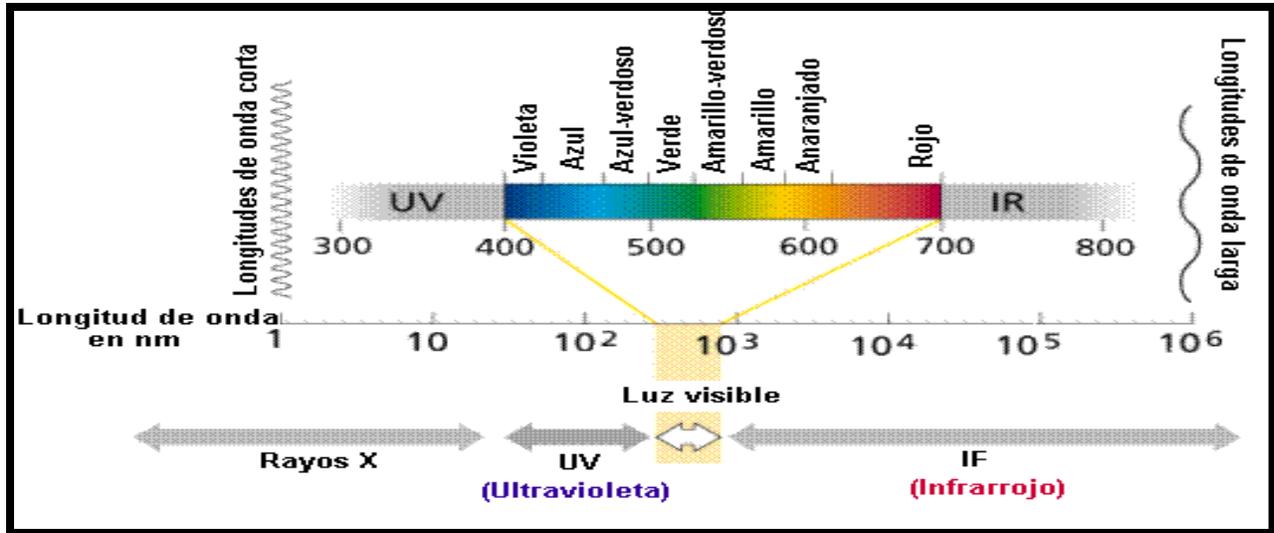


Figura 2. Espectro de la luz. (Reisman y Gonzales, 2000, p.2).

La luz tiene una naturaleza dual: se comporta como onda y partícula. Entre las propiedades de la onda luminosa se incluyen a refracción de la onda cuando pasa de un material a otro. El efecto fotoeléctrico demuestra el comportamiento de la luz como partícula. El zinc se carga positivamente cuando es expuesto a luz ultravioleta en razón de que la energía de las partículas luminosas elimina electrones del zinc. Estos electrones pueden crear una corriente eléctrica. El sodio, potasio y selenio tienen longitudes de onda críticas en el rango de la luz visible. La longitud de onda crítica es la mayor longitud de onda (visible o no) que puede causar un efecto fotoeléctrico. Albert Einstein desarrolló en 1905 la teoría de que la luz estaba compuesta de unas partículas denominadas fotones, cuya energía era inversamente proporcional a la longitud de onda de la luz. La luz por lo tanto tiene propiedades explicables tanto por el modelo ondulatorio como por el corpuscular (Reisman y Gonzales, 2000, p. 2)

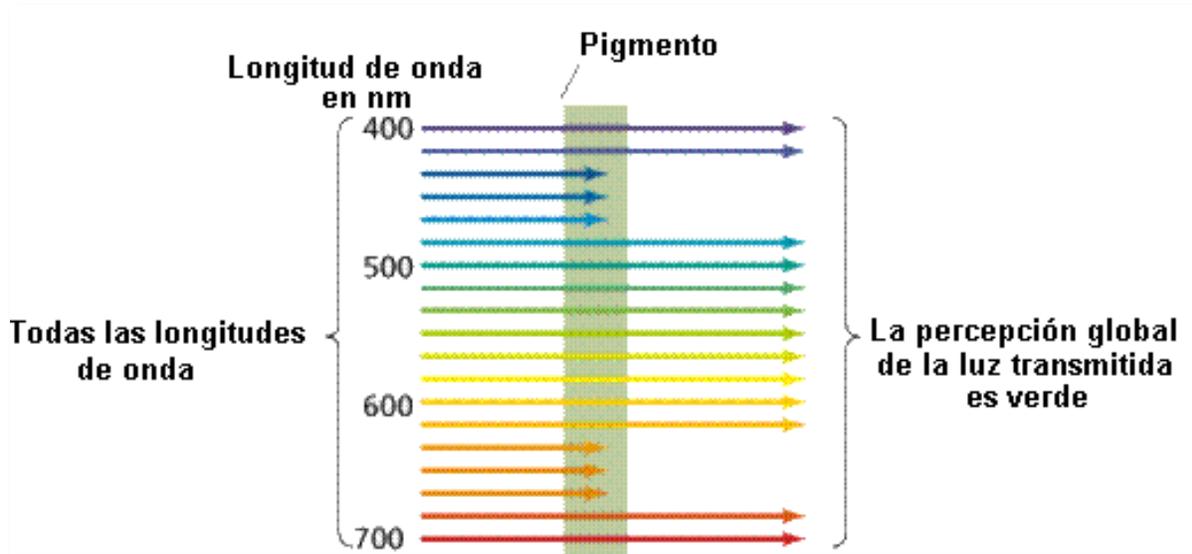


Figura 3. Percepción de la luz por pigmentos. (Raisman y Gonzales, 2000, p. 2).

Un pigmento es cualquier sustancia que absorbe la luz. El color del pigmento está dado por la longitud de onda no absorbida (y por lo tanto reflejada). Los pigmentos negros absorben todas las longitudes de onda que les llega. Los pigmentos blancos reflejan prácticamente toda la energía que le llega. Los pigmentos tienen un espectro de absorción característico da cada uno de ellos (Raisman y Gonzales, 2000, p. 3).

2.7. LA CLOROFILA

El pigmento verde común a todas las células fotosintéticas, absorben todas las longitudes de onda del espectro visible, excepto las de la percepción global del verde, detectado por nuestros ojos.

Tal como se observa en la formula, la clorofila es una molécula compleja que posee un átomo de magnesio en el centro, mantenido por un anillo de porfirinas. Numerosas modificaciones de la clorofila se encuentran entre las plantas.

Los pigmentos accesorios que incluyen a la clorofila b (también c, d), y los carotenoides, como el beta caroteno y las xantofilas (carotenos de color amarillo), absorben la energía no absorbida por la clorofila, ver figura 4 en la página siguiente.

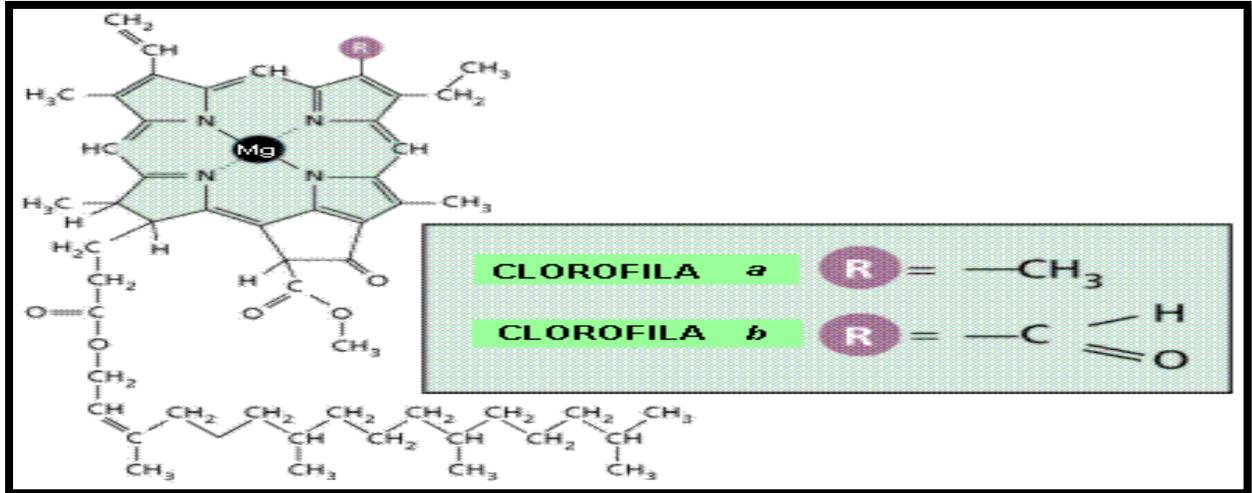


Figura 4. Estructura de la clorofila a, b. (Raisman, Gonzales, 2000, p. 3).

La clorofila a, (R=CHO) absorbe sus energías de longitudes de ondas correspondientes a los colores que van del violeta azulado al anaranjado-rojizo y rojo.

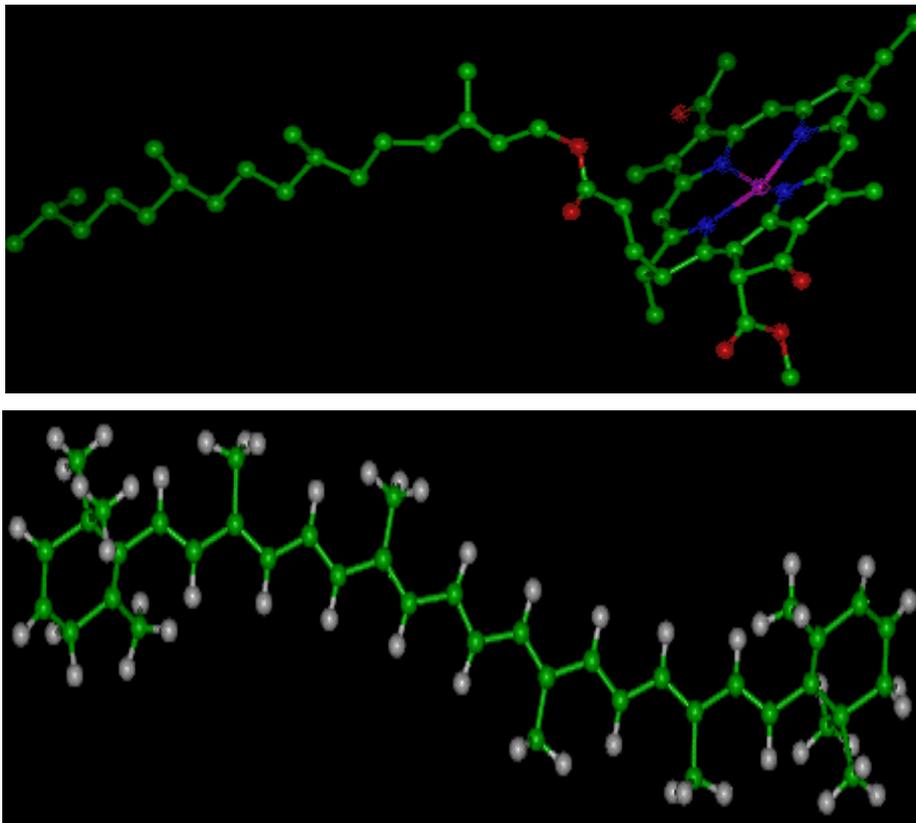


Figura 5. Clorofila a, b. (Raisman y González, 2000, p. 3).

Los carotenoides y la clorofila b absorben en longitud de onda del verde. Ambas clorofilas también absorben en la región final del espectro anaranjado-rojo, o sea a longitudes de onda larga y menor cantidad de energía. El origen de los organismos fotosintéticos en el mar da cuenta de esto. Las ondas de luz más cortas y de mayor energía no penetran más allá de los 5 metros de profundidad en el mar. La habilidad para obtener energía de las ondas más largas y penetrantes en este caso pudo constituir una ventaja para las primeras algas fotosintéticas que no podían permanecer en la zona superior del mar todo el tiempo (Raisman y Gonzales, 2000, p. 4).

Si un pigmento absorbe luz pueden ocurrir tres cosas: **a.** La energía se disipa por calor **b.** La energía se emite inmediatamente como una de longitud de onda más larga, fenómeno conocido como fluorescencia. **c.** La energía puede dar lugar a una reacción química como la fotosíntesis. La clorofila solo desencadena como en el cloroplasto.

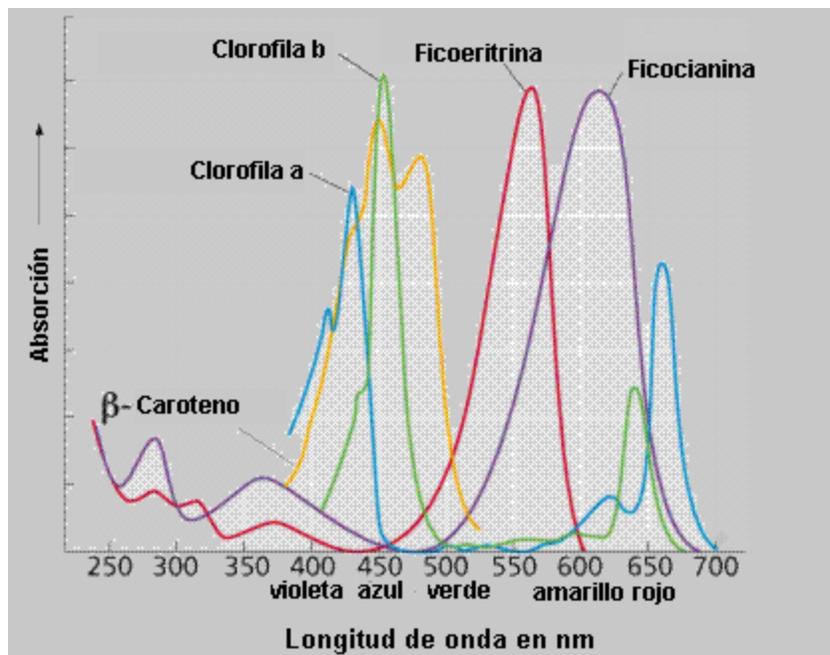


Figura 6. Absorción de la luz. (Raisman y González, 2000, p. 4).

2.8. LA PLASTICULTURA

En los últimos años se está introduciendo la siembra de cebolla plastificada. La tecnología de la plasticultura se basa en cubrir la cama del surco con un film plástico, capaz de evitar la incidencia de las malas hierbas, reducir el exceso de evapotranspiración, provoca uniformidad de humedad, repelencia de insectos, efecto en la fotosíntesis de las plantas. Un terreno cubierto con plástico se calienta más rápido y se enfría más lento. Esta siembra debe de ser por trasplante en surco y bajo un sistema de riego por goteo (IDIAF, 2008, p. 28).

Entre las tecnologías que permiten mejorar la eficiencia de estas producciones de cebollas, el uso de “mulch” o acolchado de suelo, surge como una buena alternativa, porque además de aumentar el rendimiento, adelantar la cosecha y mejorar la calidad del producto, permite un ahorro significativo de agua y mano de obra, factores cada vez más escasos, con el uso de acolchado se lograra intensificar la producción y aumentar la eficiencia de uso de los recursos. El efecto que garantiza esta ventaja es entre otras: modificaciones favorables del régimen térmico y del balance de energía a nivel de suelo. Efecto del acolchado de polietileno en el ambiente físico: El uso de acolchado de polietileno en los cultivos de cebolla, genera importantes modificaciones en el ambiente físico donde se cultivan las plantas, cuya intensidad depende del tipo de polietileno que se utilice. Los factores que se alteran con el uso de acolchado son: humedad, temperatura, estructura y fertilidad del suelo, como también la vegetación espontanea bajo el filme, (Alvarado & Castillo, 2003, p. 1).

2.8.1. Humedad

Usando acolchado de polietileno, se logran efectos importantes en la economía de agua, ya que su impermeabilidad a ésta impide la evaporación desde la superficie del suelo cubierta con el film, quedando esa agua a disposición del cultivo, beneficiándose con una alimentación constante y regular. Con acolchado orgánico en lechuga se encontró que redujo la temperatura diurna del suelo y conservo la humedad de éste, produciendo un rendimiento significativamente mayor que en el suelo desnudo.

El porcentaje que se utiliza comúnmente en los riegos para la cebolla se pueden reducir hasta en 60% utilizando esta tecnología en comparación con suelo desnudo. Concluye que el acolchado mejora la eficiencia del uso del agua y se expresa en un mayor rendimiento de la cosecha; esto como resultado de la mejor conservación de la humedad del suelo, e indirectamente, por las mayores temperaturas de suelo registradas al usar acolchado.

Por otra parte, los plásticos oscuros, el impedir el desarrollo de malezas el no dejar pasar luz para que realicen un proceso de fotosíntesis, se ahorra el agua que éstas pudiera (Alvarado & Castillo, 2003, p. 2)

2.8.2. Temperatura

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, lo que evita o disminuye el riesgo de heladas por bajas temperaturas del aire. Durante la noche, el filme detiene, en cierto grado, de las radiaciones de onda larga (calor) del suelo a la atmosfera, (Alvarado & Castillo, 2003, p. 3).

El calentamiento del suelo se explica por el efecto invernadero ejercido por el polietileno en la pequeña capa de aire que se encuentra entre éste y el suelo. La magnitud de dicho efecto varía según la transividad del polietileno a la radiación solar, que generalmente es alta y su impermeabilidad a la radiación térmica emitida desde el suelo, que normalmente es baja, pero que puede ser modificada de acuerdo al espesor del polietileno, a la presencia en la cara inferior de una película de pequeñas gotas de agua por efecto de la condensación o al uso en el material del filme de aditivos que le confieran propiedades térmicas. Existe un efecto regulador de las temperaturas mínimas y máximas del suelo bajo las cubiertas plásticas. Es importante destacar la utilización del acolchado en suelos que presentan dificultad para aumentar su temperatura en zonas frías, afirmando que, en dichos casos, con acolchado de polietileno transparente, o de color naranja, el calentamiento del suelo se produce más temprano en la temporada y con mayor intensidad y rapidez, beneficiando al cultivo en su periodo de crecimiento inicial lo que refleja en una notable mejora del rendimiento. (Alvarado & Castillo, 2003, p. 3)

2.8.3. Estructura del suelo y desarrollo radical

El uso de acolchado de polietileno protege la estructura del suelo y desarrollo radical, el uso de acolchado de polietileno protege la estructura del suelo, manteniendo el suelo mullido y la humedad superficial. En estas condiciones las plantas desarrollan más superficial y lateralmente su sistema radical, y las raíces son más numerosas y largas. Con el aumento de raicillas colonizando el área de mayor fertilidad del suelo, la planta se asegura una mayor extracción de agua y sales minerales, lo que conduce a mayores rendimientos (Alvarado & Castillo, 2003, p. 5)

2.8.4. Fertilidad del suelo

El aumento de temperatura y humedad del suelo provocado por el uso de algunos tipos de acolchado favorece la mineralización del suelo, lo que lleva a una mayor disponibilidad de nitrógeno para las plantas, por otro lado, al reducir la lixiviación, evita las pérdidas de este elemento. Trabajando en lechuga del tipo cos, encontraron que el nivel de nitrato del suelo fue

mayor en los suelos con acolchado que en los descubiertos y concluyendo que cultivada en climas moderados y suelos con adecuado nivel de nitrógeno, no responde al uso de polietileno transparente, (Alvarado & Castillo, 2003, p. 5)

2.9. EFECTO DEL COLOR DEL ACOLCHADO EN LA PRODUCCIÓN, PRECOCIDAD Y CALIDAD

Según Eltez y Tuzel (1994), citados por Alvarado & Castillo, (2003, p. 6), para elegir un color del filme de polietileno es fundamental considerar la época del año en que se usará, ya que su efecto sobre las plantas será positivo o negativo según las condiciones ambientales. Es así como en tomate, encontraron que el mayor rendimiento total se obtuvo con polietileno negro en primavera y blanco en otoño, siendo superior al testigo en 25% y 37% respectivamente

Según Converse (1981), citados por Alvarado & Castillo, (2003, p. 6), en Israel se logró un 10 a 15% de aumento en rendimiento en frutilla plantada en invierno con el uso de polietileno transparente, en relación con los rendimientos logrados con polietileno negro.

Bringhurst y Voth (1990) citados por Alvarado & Castillo, (2003, p. 6), señalan que el acolchado de polietileno transparente es un de las técnicas más importantes para mejorar la producción invernal de frutillas en California.

Schales (1994), citado por Alvarado & Castillo, (2003, p.6), encontró que el uso de acolchados de polietileno negro, transparente, blanco/negro, verdes de transmisiones infrarrojas y fotodegradables en un cultivo de melón, encontraron que con blanco/negro se encontró un mayor rendimiento total.

La calidad de las lechugas fue mejorada con el uso de acolchado naranja, transparente, negro y gris humo. Destacándose con el acolchado con naranja según Berticevic (1997), citado por Alvarado & Castillo, (2003, p. 6).

La madurez temprana del maíz dulce podría ser mejorada en seis días a dos semanas mediante la utilización del acolchado plástico transparente. Es pues como el color del plástico desempeña una función importante en madurez, germinación y rendimiento del maíz dulce, Tober & Heard, (2015, p. 1).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

Actualmente los productores de cebolla en la región afrontan problemas que influyen en el rendimiento y calidad del bulbo (blancura, consistencia), siendo uno de los más frecuentes el verdeo del bulbo, adherencia de partículas del suelo que afecta directamente la calidad y por consiguiente en el precio de venta. Los factores que se relacionan son las condiciones de suelo degradado, temperatura, humedad y brillo solar. Investigaciones recientes han demostrado que en siembra bajo riego por goteo y acolchado en los cultivares alcanzan una buena calidad y rendimientos hasta de 45 t/ha.

Investigaciones realizadas por el IDEAF (2008, p.28), determino que el acolchado produjo un efecto amortiguador de la temperatura, disminuyendo las temperaturas máximas y aumentando las mínimas”, evitando los valores picos que pueden llegar a estresar o mermar el metabolismo de la cebolla, lo cual favorece el desarrollo radicular de la planta.

Actualmente en el país la mayor demanda de acolchado es plata/negro, para el caso del cultivo de cebolla se estima que solo un 6% utilizan acolchado (Coveris, 2017). En tal sentido es que se propuso realizar la investigación de evaluar otros acolchados de diferente color, sabiéndose que en otros países los utilizan. Cuya finalidad consistió en evaluar el efecto de los diferentes tipos de acolchado en la uniformidad de tamaño y calidad de bulbo.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de diferentes tipos de acolchado sobre el rendimiento y calidad de bulbo de cebolla, san pedro pínula, jalapa.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Cuantificar la radiación fotosintéticamente activa reflejada (PAR) por cada uno de los tratamientos.
- Determinar el comportamiento de la temperatura del suelo por efecto de cada uno de los tratamientos.
- Cuantificar el rendimiento y uniformidad de bulbo para cada una de las categorías de tamaño de bulbo.
- Determinar el efecto de cada tratamiento sobre la calidad de bulbo de cebolla.
- Cuantificar el área foliar de falsos tallos por efecto de cada uno de los tratamientos.
- Realizar el análisis económico para cada tratamiento para establecer la rentabilidad.

5. HIPOTESIS

5.1 HIPÓTESIS ALTERNA

Al menos uno de los acolchados dará un resultado diferente, por sus efectos de reflexión de la radiación fotosintéticamente activa (PAR).

Al menos uno de los acolchados dará una lectura diferente de la temperatura a nivel de suelo.

Al menos uno de los tratamientos dará un efecto diferente sobre el rendimiento y uniformidad de bulbos.

Los diferentes acolchados tendrán un efecto diferente sobre los componentes de calidad del bulbo.

Al menos uno de los tratamientos dará un resultado diferente en el desarrollo y número de falsos tallos.

6. METODOLOGÍA

6.1. LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO

El proyecto se estableció en la comunidad de Santo Domingo, municipio de San Pedro Pínula, departamento de Jalapa. Dicha comunidad se ubica a 14° 37'14'' latitud Norte y a 89°53'26'', longitud Oeste. De la cabecera se encuentra a 24 km vía San Pedro Pínula, y 15 km vía el Cuajilote. La topografía es mayormente plana, con pendientes que oscilan entre el 0 a 20%. La extensión de la comunidad es de aproximadamente 3 km cuadrados. (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia-SEGEPLAN-, 2011).

El área está enmarcada en la zona de vida Bosque húmedo subtropical (templado) según (Holdridge, 1987).

6.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

6.2.1 Híbrido de cebolla Stratus

Bulbo de color blanco de tamaños grandes y muy uniformes, ideales para la etapa tardía en transición de días cortos a intermedios. Tiene un follaje vigoroso que favorece el alto potencial productivo. Esta híbrido facilita al agricultor tener plantaciones durante toda la temporada al combinar con variedades de maduración intermedia y precoz. Se adapta a las distintas zonas de producción de cebolla blanca (Seminis, 2013).

Detalles del producto: Color-blanco, Tamaño-Grande Jumbo, Tipo-Día corto, Precocidad-Intermedia tardía, Forma de bulbo-Globo (Seminis, 2013).

6.2.2. Acolchado negro/negro

Dentro de sus características se indica que tiene medidas de rollos de 52 pulgadas de ancho y 4000 pies de largo, con un grosor de 0.75 milésimas de pulgada, Impide el nacimiento y desarrollo de malezas, ahorro de agua en el riego, evitando la evaporación, pero no logra aumentar significativamente la temperatura del suelo, bajo porcentaje de la retractación de la luz (Coveris, 2017).

6.2.3. Acolchado blanco/negro

Dentro de sus características se indica que tiene medidas de rollos de 52 pulgadas de ancho y 4000 pies de largo, con un grosor de 0.75 milésimas de pulgada, Impide el nacimiento y desarrollo de malezas, ahorro de agua en el riego, alto porcentaje de la retractación de la luz (Coveris, 2017).

6.2.4. Acolchado plata/negro

Dentro de sus características se indica que tiene medidas de rollos de 52 pulgadas de ancho y 4000 pies de largo, con un grosor de 0.75 milésimas de pulgada, Impide el crecimiento y desarrollo de malezas, mantiene una absorción del calor media. Alta retractación de la luz (Coveris, 2017).

6.2.5. Acolchado verde

Dentro de sus características se indica que tiene medidas de rollos de 52 pulgadas de ancho y 4000 pies de largo, con un grosor de 0.75 milésimas de pulgada, Impide el crecimiento y desarrollo de malezas, mantiene una absorción del calor media, elevada precocidad de cosecha (Coveris, 2017).

6.2.6. Acolchado rojo

Dentro de sus características se indica que tiene medidas de rollos de 52 pulgadas de ancho y 4000 pies de largo, con un grosor de 0.75 milésimas de pulgada, Impide el crecimiento y desarrollo de malezas, mantiene una absorción del calor media/alta y en cultivos como maíz-dulce alcanzan una precocidad (Coveris, 2017).

6.2.7. Acolchado transparente

Dentro de sus características se indica que tiene medidas de rollos de 52 pulgadas de ancho y 4000 pies de largo, con un grosor de 0.75 milésimas de pulgada, Alta retractación de la luz, nulo control de malezas, precocidad en la cosecha, es para elevar la temperatura y crea beneficios para condiciones frescas ante condiciones de suelo húmedos (Coveris, 2017).

6.3. FACTORES A EVALUAR

Seis acolchados de diferente de color.

- Negro/negro.
- Verde.
- Blanco/negro.
- Rojo.
- Plata/negro.
- Transparente.

6.4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

En la siguiente tabla se presentan los tratamientos a ser evaluados.

Tabla 1.

Descripción de los tratamientos.

Orden	Descripción tratamientos
T1	Acolchado negro/negro
T2	Acolchado blanco/negro
T3	Acolchado plata/negro
T4	Acolchado verde
T5	Acolchado rojo
T6	Acolchado transparente
T7	Testigo (sin/acolchado)

6.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño que se utilizó fué el de bloques completos al azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones.

6.6. MODELO ESTADÍSTICO

$$Y_{ij} = \mu + B_j + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta observada en el j-ésimo bloque y i-ésimo tratamiento

μ = efecto de la media general

B_j = Efecto del j-ésimo bloque

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

E_{ij} = Error experimental asociado al ij-ésima unidad experimental

(Kuehl, 2000).

6.7. UNIDAD EXPERIMENTAL

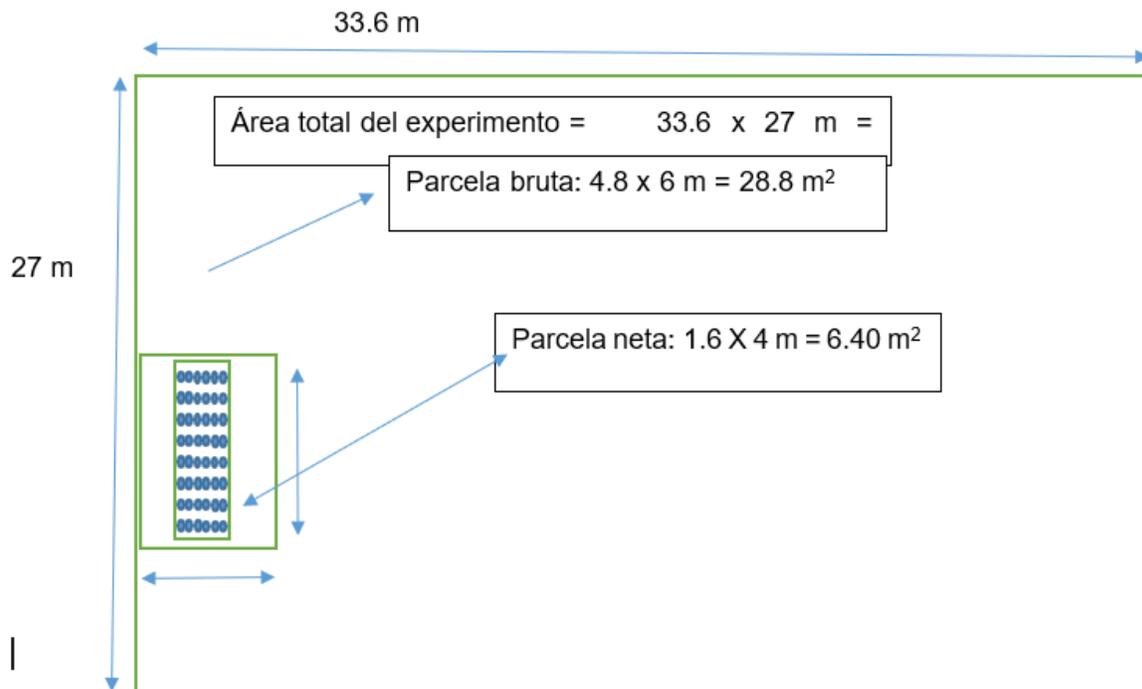


Figura 7. Diseño de la unidad experimental para su establecimiento.

Cada parcela bruta estuvo compuesta de 3 camas de 4 metros (m) de largo y 1.6 m entre ellas y el distanciamiento de siembra según perforación del colchado.

Cada parcela neta estuvo compuesta de una cama, la del centro con una longitud de 3.6 m y de ancho entre calles 1.6 m.

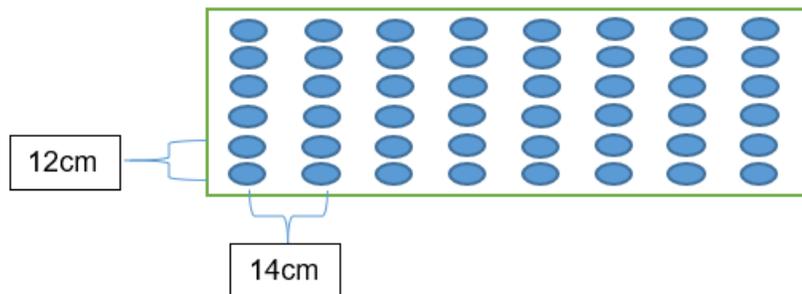


Figura 8. Diseño de parcela neta.

6.8. CROQUIS DE CAMPO

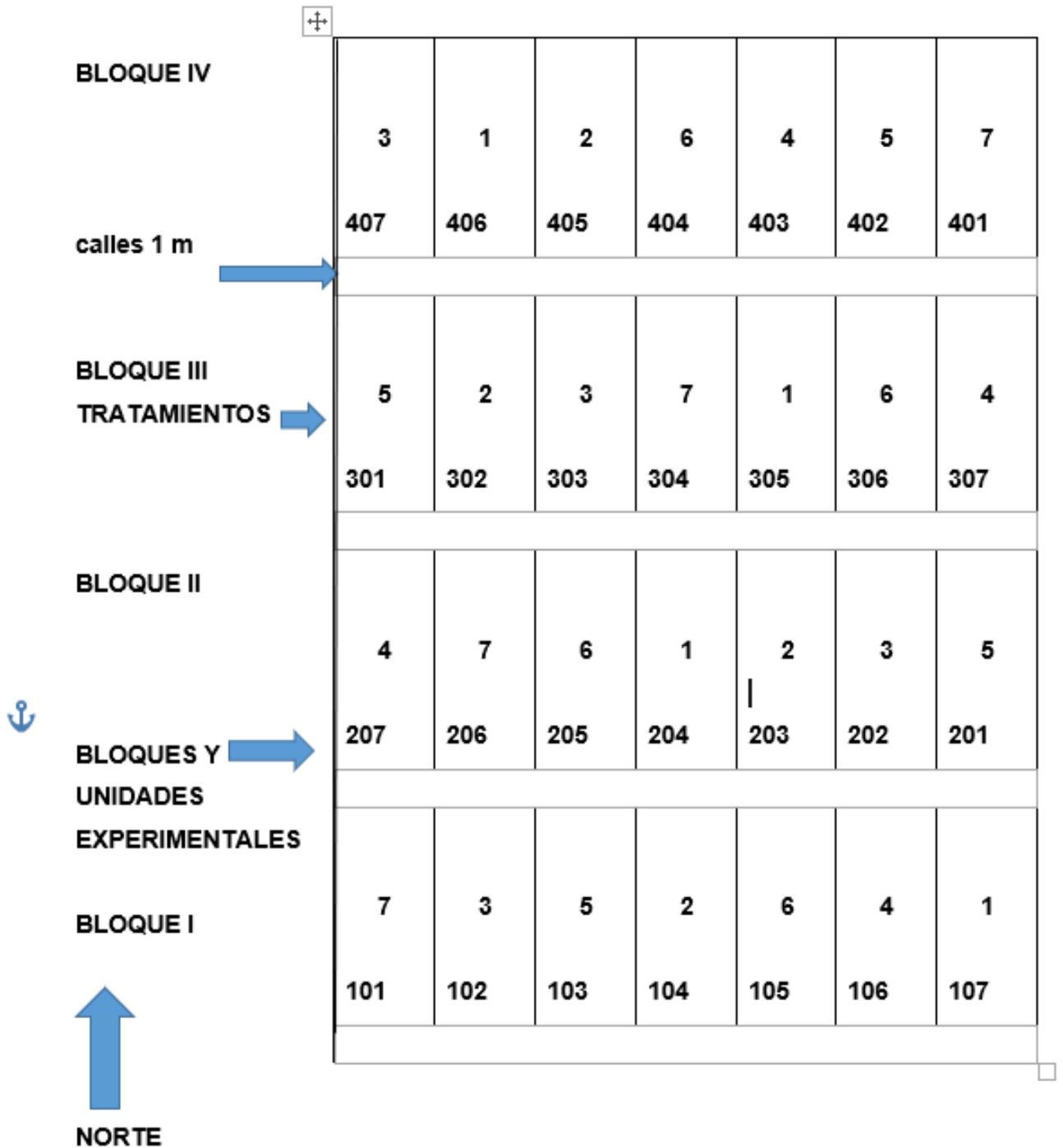


Figura 9. Croquis de campo.

6.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO

6.9.1. Preparación del terreno para semillero de cebolla

La siembra de cebolla se comenzó desde la preparación del terreno para los semilleros, se realizó en una estructura de suelo con una velocidad de infiltración 10-20 mm/h, un camellón de 1.6 m entre calles y una altura de 20-25 cm, utilizando una superficie de 1.2 m para el desarrollo de las plántulas, el manejo agronómico se llevó con un programa adecuado de plagas y enfermedades y que desde este momento se fertilizo, y se logró una planta bastante consistente y de esta manera soporto el trasplante de las condiciones de acolchado, este proceso se llevó 75 días por las condiciones del clima.

6.9.2. Mecanización del área de investigación

Arado de discos, se cortó una sección de suelo y al mismo tiempo se volteó, con una profundidad de 30 cm y una superficie de corte 1.2 m y se obtuvo suficiente tierra para las labores secundarias (rastra, roto-cultivador, surqueo), con esto se obtuvo una estructura de suelo mullida y profunda.

6.9.3. Colocación de cinta de riego y acolchado

Se instaló el riego por goteo, y se agregó la base de fertilizante granulado de liberación controlada para la nutrición, se instalaron dos cintas de riego por goteo que con las especificaciones de: goteros a 0.20 m y descarga de 1 lph, Luego se colocaron los distintos colores de acolchado para cada tratamiento.

6.9.4. Trasplante

Esta labor se realizó a los 75 días después de haber geminado la semilla, se procedió a arrancar manualmente las plántulas del suelo y luego trasladarlas al lugar definitivo previo a esto en cada agujero del mulch se perforo un orificio en el suelo y se colocó la planta procurando que esta quede erguida para evitar que se doble sobre el mulch y por la temperatura de este la deshidrate.

6.9.5. Fertilización

En el cuadro 2 y 3, se presenta el requerimiento de referencia y programa de nutrición a partir de una base granulada y vía fertirriego .

Tabla 2.

Dosis referenciales de uso de nutrientes para el cultivo de cebolla en fertirriego (kg/ha).

Hortalizas	Rendimiento	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	CaO	MgO
Cebolla	40 t/ha	160	80	215	50	100	40

(SQM, 2001, pág. 109).

En la página siguiente se presenta el detalle de formulaciones y kilogramos por hectárea de fertilizantes aplicados al ensayo.

Tabla 3.

Presentación de los productos comerciales utilizados en la nutrición del cultivo.

Fase	Grado	kg de producto	
Base	18-46-0	180 kg	
	0-0-60	207 kg	
Fase vegetativa	9-45-15	25 kg	
	Sulfato de magnesio	25 kg	
Fase reproductiva	22-11-22	50 kg	
	Urea	90 kg	
	Nitrato de calcio	50 kg	
	Calcio 45 especial	50 kg	
	Sulfato de magnesio	25 kg	
Fase de maduración	Sulfato de potasio	180 kg	
	Ferti k	90 kg	
Para un aporte de	Nitrogeno	Fosforo	Potasio
	162 kg de N	100 kg de P ² O ₅	225 kg de K ² O

(NOVIAGRO, 2017)

6.9.6. Control de malezas

El control de malezas se efectuó químico para controlar un amplio espectro de malezas de hoja angosta (ciperáceas) y algunas de hoja ancha. a los 34 días se controlaron gramíneas con herbicidas selectivos.

6.9.7. Control de plagas y enfermedades

Se mantuvo un monitoreo de plagas y se detectó la presencia de algunas, luego se efectuó el control adecuado con el ingrediente activo específico como (Chlorantraniliprole, Clorfenapir 21.44%, Lufenuron, profenofos) las plagas tanto como del suelo y el follaje causaron algunos daños, en especial las del suelo como nematodos (Fluopyram) y las enfermedades se mantuvo en constante control con (Propiconazol, Propineb, azoxystrobin, cyazofamid)

6.9.8. Cosecha

Se realizó de forma manual, a los 115 días, después del trasplante. Se suspendió el riego 20 días antes de la cosecha, luego se arrancó y se cortaron los tallos a una pulgada de cuello del bulbo y se almacenó en costales cebolleros identificado para cada tratamiento respectivamente, para ser pesados, seleccionados y contados para el registro en las fichas de campo.

6.10. VARIABLES DE RESPUESTA

6.10.1. Radiación fotosintéticamente activa en porcentaje (PAR%)

Se determinó con sensores Quantum colocado al centro de la cama del acolchado a una altura de 15 cm del suelo, y con el sensor orientado hacia el plástico. Se instaló un sensor de referencia detectando la radiación solar incidente. Los sensores se conectarán a una data-logger, y está tomó lectura al inicio a los 30, 60 y 90 días después del trasplante, durante el día en el ciclo del cultivo.

6.10.2. Cuantificación de la temperatura a nivel de suelo en grados Celsius (°C)

Se tomaron cuatro lecturas con un intervalo de 3 horas iniciando a la 6:00 y finalizando a 14:00, a una profundidad de suelo de 7.5 cm en cada cama, que constituyó la parcela neta, para lo cual se hizo uso de termómetro digital.

6.10.3. Rendimiento total de bulbo en kilogramos por hectárea (kg/ha)

Para medir esta variable para cada uno de los tratamientos en cada repetición se hizo uso de una báscula análoga.

6.10.4. Rendimiento de bulbo por categoría en kilogramos por hectárea (kg/ha)

La clasificación de la distribución de tamaños se realizó tomando de referencia las especificaciones descritas en el siguiente cuadro.

Tabla 4.

Categoría según tamaño de bulbos.

Tamaño	Diámetro
Large	3 1/8 - 2 3/4
Medium	2 3/4 - 2 3/8
Prepark	2 3/8 - 1 7/8
Boiller	1 7/8 - <

(Guía de producción de Cebolla para exportación de Honduras-FHIA-, 1995, p. 34)

6.10.5. Rendimiento en kilogramos por hectárea (kg/ha) y porcentaje (%) de bulbos con verdeo

Se clasificaron los bulbos por el porcentaje que el mercado ya no tolera y se calculara el (%), de frutos no comerciables para cada tratamiento.

6.10.6. Rendimiento en kilogramos por hectárea (kg/ha) y porcentaje (%) de bulbos dobles

En la investigación en ninguno de los tratamientos se obtuvo bulbos dobles por lo tanto no fue objeto de análisis.

6.10.7. Numero promedio de falsos tallos por planta en cada uno de los tratamientos

El conteo de falsos tallos se realizó a los 30 y 60 días después del trasplante para cada uno de los tratamientos, en el cual se tomaron 5 plantas de cada tratamiento.

6.10.8. Determinación de área foliar en centímetros cuadrados (cm²)

La primera lectura se realizó a los 30 días haciendo uso del modelo matemático de cono invertido $A=(b*h)/2$ y la segunda lectura se realizó a los 60 días con el método de cuadrícula que relaciona área/peso. Para dichas mediciones se tomaron 5 plantas por tratamiento en cada repetición.

6.11. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.11.1 Análisis estadístico

Se utilizó el paquete infoStat (versión libre 2016) para realizar análisis de varianza y prueba múltiple de medias para las variables bajo estudio.

Para variables de porcentaje de radiación fotosintéticamente activa, porcentaje de bulbos verdes, números de falsos tallos, porcentaje de bulbos dobles y temperatura a nivel de suelo se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks y se estableció que la distribución de datos para la variable de porcentaje de radiación fotosintéticamente activa (PAR) y porcentaje (%) de bulbos verdes no son normales por lo que se procedió a transformar con los modelos de $\text{sen}^{-1} \sqrt{\%PAR/100}$ para la primera lectura y la $\sqrt{x+1/2}$ para el resto de lecturas para la variable PAR%, mientras que la variable % de bulbos doble se hizo uso del modelo $\text{sen}^{-1} \sqrt{\% \text{bulbos verdes}/100}$.

Análisis de correlación lineal múltiple de Pearson entre variables independientes y dependiente.

6.11.2. Análisis económico

Puede considerarse que una buena recomendación es aquella acción que el agricultor, con sus recursos actuales. Escogería si contara con toda la información que esta investigación tendrá, como lo será uso de presupuestos parciales, que toma en consideración los costos asociados con decisión de usar o no un tratamiento. Análisis de dominancia, se utiliza para seleccionar los tratamientos que en términos de ganancias ofrecen la posibilidad de ser escogidos para recomendarse para su aplicación y Relación beneficio-costos (El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo -CIMMYT- 1988)

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. Radiación fotosintéticamente activa (par) en porcentaje (%)

A continuación, se presentan los resultados de las lecturas para los periodos 30, 60 y 90 días después del trasplante de la radiación fotosintéticamente activa (PAR %), donde se puede observar que para tratamientos se obtuvo alta significancia estadística, es decir que cada uno de los acolchados reflectó de manera diferente (ver cuadro 5).

Tabla 5.

Valores estadísticos y diferencias reales entre tratamientos con prueba de Scheffé al 1% y Duncan al 5% para datos transformados de PAR (%).

Tratamiento	Lectura 1		Lectura 2		Lectura 3	
	Scheffé		Scheffé		Duncan	
	Medias	PAR	Medias	PAR	Medias	PAR
	(%)		(%)		(%)	
T1 Negro/Negro	12.89	C	2.23	D	1.85	B C
T2 Blanco/Negro	29.65	A	3.69	A	2.49	A
T3 Plata/negro	18.18	B	3.12	A B	2.27	A
T4 Verde	13.87	C	2.60	B C D	1.72	C
T5 Rojo	17.69	B	3.07	A B C	2.22	A B
T6 Transparente	18.85	B	3.24	A B	1.85	B C
T7 Sin acolchado	12.58	C	2.23	C D	2.12	A B C
Tratamientos(p-valor)	0.0001**		0.0001**		0.0092**	
GL error	18		18		18	
C.V.%	5.57		7.05		13.26	
W (comparador)	3.41		0.71			
Prueba Normalidad(p-valor)	0.0001		0.27		0.0027	

Los parámetros de las pruebas de Scheffé al 1% y Duncan al 5% para datos transformados de PAR (%) se presentan en la página siguiente.

Continúa tabla 5, parámetros de las pruebas de Scheffé al 1% y Duncan al 5% para datos transformados de PAR (%).

p-valor < 0.05 = significancia *

p-valor < 0.01 = altamente significativo **

p-valor > 0.05 No hay significancia N.S

Tratamientos con diferente letra estadísticamente son diferentes.

Tratamientos con igual letra estadísticamente son iguales.

En función de los datos transformados el comportamiento del porcentaje de la radiación fotosintéticamente activa para los diferentes tipos de acolchado y sin acolchado fue decreciente a nivel de lecturas y dicho efecto lo podemos relacionar con el crecimiento y desarrollo del cultivo.

Los valores de los coeficientes de variación registrados para esta variable se consideran aceptables en función del manejo del experimento y por lo tanto se puede afirmar con certeza de la confiabilidad de los datos.

Para la primera lectura los tratamientos se dividieron en tres grupos, donde el blanco/negro se ubicó en A, mientras que plata/negro, rojo y transparente se ubicaron en B y negro/negro, verde y sin acolchado en el C, es decir que estadísticamente el tratamiento blanco/negro tuvo un efecto diferente y superior al resto con un valor de PAR de 29.65 % siendo el mayor valor.

Para la segunda lectura se formaron cuatro grupos, donde blanco/negro, transparente, plata/negro y rojo se agruparon en A, en tanto que transparente, plata/negro, rojo y verde en el grupo B, los tratamientos, rojo, verde, y sin acolchado en C y el verde, negro/negro y sin acolchado en D. Las diferencias reales entre los tratamientos identifican estadísticamente diferente al acolchado blanco/negro con un valor de PAR de 3.69 % ya que el transparente, plata/negro y rojo se igualaron con el resto de los tratamientos.

En la tercera lectura los tratamientos blancos/negro, plata/negro, rojo y sin acolchado se ubicaron en el grupo A, en el B se colocaron el rojo, sin acolchado, negro/negro y transparente, y en tanto que, sin acolchado, negro/negro, transparente y verde en C. Las diferencias reales entre los tratamientos identifican estadísticamente diferente al acolchado blanco/negro con un valor de PAR de 2.49 % por ciento y plata/negro 2.27% de PAR ya que el rojo y sin acolchado fueron estadísticamente iguales al resto de tratamientos.

En la figura 10, se puede observar el comportamiento de la radiación fotosintéticamente activa (PAR%) por efecto de cada uno de los tratamientos, siendo el acolchado blanco/negro el que registró los mayores valores a nivel de las tres lecturas, dichos resultados coinciden con lo expuesto por Burgueño (1995), quien determinó que el efecto del color blanco refleja los rayos solares aumentando con ello la radiación fotosintéticamente activa (PAR %).

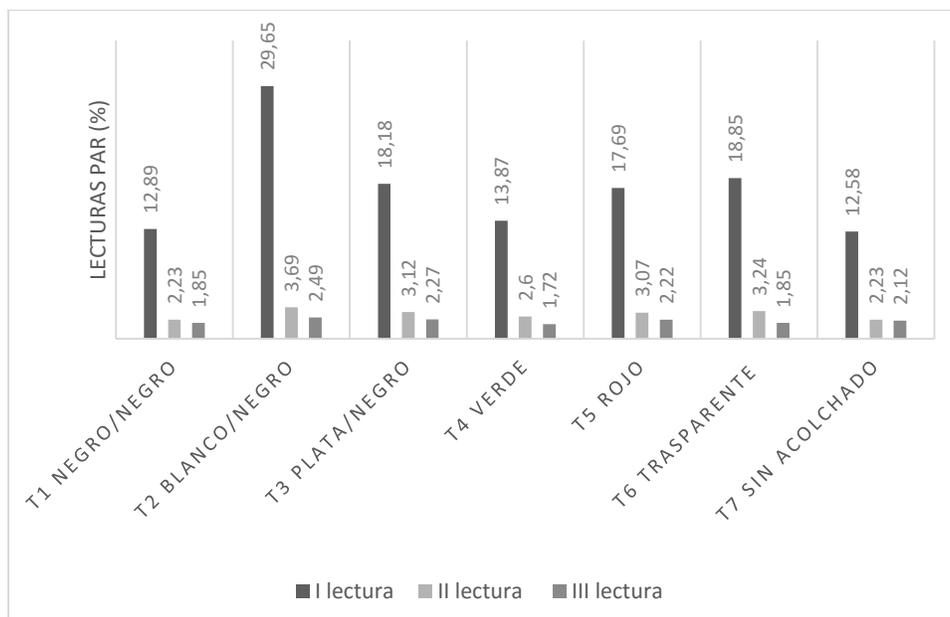


Figura 10. Comportamiento de la radiación fotosintéticamente activa (PAR%) por efecto de cada tratamiento en el cultivo de cebolla.

7.2. DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA EN GRADOS CELSIUS (°C) A NIVEL DE SUELO PARA CADA TRATAMIENTO

En el cuadro 6, se presentan los valores promedio y acumulados de temperatura obtenidos a nivel de suelo teniéndose un efecto altamente significativo entre tratamientos. Para los valores promedio y acumulados se obtuvieron alta significancia estadística entre tratamientos. Las diferencias reales entre tratamientos determino que el acolchado transparente fue diferente y superior al resto con un valor de 26.2 grados Celsius es decir con éste se registraron los mayores valores de temperatura en el suelo. En el grupo B se ubicaron el rojo, verde, negro/negro y plata/negro, en el C negro/negro, plata/negro y sin acolchado y en D sin acolchado y blanco/negro.

Para temperatura acumulada las diferencias reales registraron que acolchado transparente fue diferente y superior al resto con un valor de 2121.9 grados Celsius, en grupo B rojo, verde y negro/negro, en C verde, negro/negro y plata/negro, mientras negro/negro, plata/negro y sin acolchado en grupo D, y los tratamientos sin acolchado y blanco/negro se ubicaron en grupo E. Por lo tanto, el acolchado transparente fue quien genero los mayores valores de temperatura y acolchado blanco/negro y sin acolchado las menores temperaturas para ambas lecturas, estos resultado los podemos comparar con los de Guenkov (1969), Montes y Holle (1990), Sarita (1991) y Acosta et al. (1993), citados por el IDIAF (2008), que la temperatura es un factor importante en la formación y maduración de bulbos y que la temperatura óptima para el cultivo

de cebolla esta entre los 20 a 30 grados centígrados, rango en el que los distintos acolchados se mantuvieron. La temperatura es un factor climático de influencia directa en la formación del bulbo, es decir, si un cultivar recibe un mínimo de horas luz de su valor crítico, pero con una temperatura óptima, formará bulbos.

Tabla 6.

Valores estadísticos y diferencias reales entre tratamientos con prueba de Scheffé al 1% para datos de temperatura.

Tratamientos	Promedios Scheffé 1%	Grupos	Acumulada Scheffé 1%	Grupos
T1 negro/negro	24.23	B C	1961.68	B C D
T2 blanco/negro	23.20		1878.93	D E
T3 plata/negro	23.93	B C	1938.19	C D
T4 verde	24.36	B	1972.98	B C
T5 rojo	24.46	B	1988.26	B
T6 transparente	26.20	A	2121.90	A
T7 sin acolchado	23.68	C D	1917.80	D E
Tratamientos (p-valor)	0.0001**		0.0001**	
GL error	18		18	
C.V.%	0.77		0.71	
W (comparador)	0.65		48	

p-valor < 0.05 = significancia *

p-valor < 0.01 = altamente significativo **

p-valor > 0.05= No hay significancia N.S.

Tratamientos con diferente letra estadísticamente son diferentes

Tratamientos con misma letra estadísticamente son iguales

7.3. RENDIMIENTO TOTAL DE BULBOS EN KILOGRAMOS POR HECTÁREA (KG/HA)

En el cuadro 7, se presentan los resultados del análisis de varianza y donde se observa que el efecto de los tratamientos sobre el rendimiento total de bulbos es altamente significativo es decir que los distintos tipos de acolchado sí ejercieron un efecto diferente en relación con el testigo

Tabla 7.

Análisis de varianza para rendimiento total de bulbos en kg/ha.

F.V.	GL	CM	Fc	P-Valor
Bloques	3	17801012.81	4.82	0.0124 *
Tratamientos	6	3694199.87	8.5	0.0002 **
Error	18	3694199.87		

C.V.= 5.53%

P-valor < 0.05 = significancia *

P-valor < 0.01 = altamente significativo **

El valor del coeficiente de variación es de 5.53%, el cual nos indica que la desviación de los puntos con relación a la media general se considera aceptable, por lo que se puede considerar que la investigación estuvo bajo un manejo adecuado y por lo tanto la información es confiable.

En el cuadro 8, se presenta las diferencias reales entre tratamientos y donde se formaron dos grupos, en el A se integraron los tratamientos blanco/negro, verde, rojo, plata/negro y negro/negro, en el B los tratamientos verde, rojo, plata/negro, negro/negro, transparente y el testigo, donde se puede establecer que el tratamiento blanco/negro cuyo promedio de 38,935.01 kg/ha estadísticamente fue diferente al transparente y al testigo; mientras que éstos fueron iguales a verde, rojo, plata/negro y negro/negro, en tal sentido podemos afirmar que el mejor efecto respuesta para el rendimiento total de bulbo se obtuvo con el acolchado blanco/negro cuyo promedio fue de 38, 935.01 kg/ha.

Tabla 8.

Diferencias reales entre tratamientos con prueba de Scheffé al 1% de significancia

Tratamiento	Medias kg/ha	Grupos
T2 blanco/negro	38,935.01	A
T4 verde	36,744.40	A B
T5 rojo	35,892.12	A B
T3 plata/negro	35,734.82	A B
T1 negro/negro	33,341.23	A B
T6 trasparente	31,522.25	B
T7 testigo/sin	31,204.62	B
W (comparador)	6,670.27	

Tratamientos con diferente letra estadísticamente son diferentes

Tratamientos con misma letra estadísticamente son iguales

7.4. RENDIMIENTO DE BULBO POR CATEGORÍA EN KILOGRAMOS POR HECTÁREA (KG/HA)

En el cuadro 9, se presentan los resultados para las diferentes categorías de tamaño y donde solo se obtuvo alta significancia estadística para la categoría large y no así para el resto de ellas.

La prueba múltiple de Scheffé estableció dos grupos, en A se integraron blanco/negro, verde, rojo y plata/negro y en B el verde, rojo, plata/negro, negro/negro, trasparente y sin acolchado. Por lo tanto, se establece que el acolchado blanco/negro cuyo rendimiento promedio de 23665.75 kg/ha estadísticamente fue diferente y superior al resto de tratamientos.

Tabla 9.

Valores estadísticos y diferencias reales entre tratamientos con prueba de Scheffé al 1% de significancia.

Tratamientos	Large		Medium	Prepark	Boiller
	Medias kg/ha		Medias kg/ha	Medias kg/ha	Medias kg/ha
T2 blanco/negro	23665.75	A	9928.00	4566.50	774.75
T4 verde	19425.25	A B	10290.75	5853.00	1175.25
T5 rojo	18860.75	A B	10616.50	5241.25	1076.75
T3 plata/negro	18762.00	A B	9845.25	6050.50	1164.75
T1 negro/negro	14893.25	B	9258.75	8102.50	1078.00
T7 testigo/sin	13377.50	B	9223.00	6717.25	1975.50
T6 transparente	13298.00	B	10380.25	6600.00	1319.50
Trata. (P-valor)	0.0001**		N.S.	N.S.	N.S.
GL error	18		18	18	18
C.V. %	13.68		16.66	26.53	45.30
W (comparador)	8293.48				

P-valor < 0.05 = significancia *

P-valor < 0.01 = altamente significativo **

P-valor > 0.05 = No hay significancia N.S.

Tratamientos con diferente letra estadísticamente son diferentes

Tratamientos con misma letra estadísticamente son iguales

Según el análisis de correlación múltiple (ver cuadro 10), determinó que la variable Large ($r=0.90$) en función de los valores mínimos de aceptación es altamente significativa y es una correlación muy alta sobre la variable rendimiento total de bulbo. Mientras que el nivel de relación de mediun y preparck con la variable dependiente es baja y no significativa; en tanto la relación de boiller es moderada y no significativa (ver anexos, cuadros 26 al 29).

Tabla 10.

Análisis de correlación lineal múltiple Pearson para variables independientes y dependiente

	Large kg/ha	Mediun kg/ha	Preparck kg/ha	Boiller kg/ha
Rendimiento total kg/ha	0.90	0.26	-0.35	-0.48

Comparador de valores mínimos de aceptación: r matemático $\geq \pm 0.754$ altamente significativo y r matemático $< \pm 0.754$ no hay significancia

7.5. RENDIMIENTO EN KILOGRAMOS POR HECTÁREA (KG/HA) Y PORCENTAJE (%) DE BULBOS CON VERDEO

En el cuadro 11, se puede observar que se obtuvo alta significancia estadística para datos transformados del porcentaje de bulbos verdes.

La diferencia real entre tratamientos para el porcentaje de bulbos verdes estableció que los mejores tratamientos fueron blanco/negro, negro/negro, verde y rojo, mientras que el plata/ negro se separa de ellos ya que es igual al transparente y éste al testigo.

El porcentaje refleja un dato importante para su comercialización. En la cadena de supermercados Walmart (2018), tiene establecido como estándar de tolerancia un valor no mayor al 3.5% de verdeo y comparando con los porcentajes obtenidos en la investigación el acolchado rojo, negro/negro, verde, plata/negro, trasparente y sin acolchado se encuentran por arriba de dicho estándar con valores de 4.27 hasta 18.76%.

Tabla 11.

valores estadísticos y diferencias reales entre tratamientos con prueba de significancia el 5% de Duncan para porcentaje (%).

Tratamiento	Medias % de bulbos verdes	Medias % de bulbos verdes trasfondos	Grupos para datos trasformados Duncan
T2 blanco/negro	3.56%	10.34%	A
T5 rojo	4.27%	11.54%	A
T1 negro/negro	5.38%	11.18%	A
T4 verde	5.57%	11.42%	A
T3 plata/negro	8.04%	13.83%	A B
T6 trasparente	12.65%	20.76%	B C
T7 testigo/sin	18.76%	25.29%	C
Trata. (P-valor)	0.0016	0.0071	
GL error	18	18	
C.V. %	55.16	37.37	
Prueba de normalidad (p-valor)	0.0370	0.5956	

P-valor < 0.05 = significancia *

P-valor < 0.01 = altamente significativo **

P-valor > 0.05 = No hay significancia N.S.

Tratamientos con diferente letra estadísticamente son diferentes

Tratamientos con misma letra estadísticamente son iguales

En el cuadro 12, se puede observar que se obtuvo alta significancia estadística también para rendimiento en kg/ha de bulbos verdes. La diferencia real entre tratamientos para el rendimiento estableció que el mejor tratamiento fue blanco/negro, mientras que el resto de estos como rojo, negro/negro, verde y plata/negro, se compran al transparente y éste al testigo.

Tabla 12.

valores estadísticos y diferencias reales entre tratamientos con prueba de significancia el 5% de Duncan para rendimiento de bulbos verdes en kg/ha.

Tratamiento	Medias de rendimiento kg/ha de bulbos verdes	Grupos - Duncan	
T2 blanco/negro	1280.38	A	
T5 rojo	1613.79	A	B
T1 negro/negro	2170.14	A	B
T4 verde	2318.10	A	B
T3 plata/negro	2982.70	A	B
T6 transparente	4592.80		B C
T7 testigo/sin	7234.45		C
Trata.(P-valor)	0.0028**		
GL error	18		
C.V. %	57.79		
P-valor < 0.05 = significancia *		Tratamientos con diferente letra estadísticamente son diferentes	
P-valor < 0.01 = altamente significativo **			
P-valor > 0.05 = No hay significancia N.S.		Tratamientos con misma letra estadísticamente son iguales	

7.6. NUMERO PROMEDIO DE FALSOS TALLOS POR PLANTA

En el cuadro 13, se presentan los resultados del número promedio de falsos tallos y donde no se obtuvo significancia estadística para las dos lecturas es decir el efecto entre los acolchados no fue diferente como también con el tratamiento sin acolchado, comparando estos resultados con los obtenidos por Marroquín (2014, p. 30), quien obtuvo que el acolchado blanco/negro, rojo, azul y verde estadísticamente fueron iguales y por lo tanto no hubo significancia estadística.

Tabla 13.

Valores estadísticos y medias de rendimiento para el número de falsos tallos.

Tratamientos	Medias/30 ddt Número falsos tallos	Medias/60 ddt Número falsos tallos
T1 negro/negro	4.65	8.40
T2 blanco/negro	4.40	8.50
T3 plata/negro	4.45	8.90
T4 verde	4.50	8.90
T5 rojo	4.90	8.90
T6 transparente	5.00	8.30
T7 testigo/sin	4.40	8.60
Tratamientos(p-valor)	0.18 N.S.	0.69 N.S.
GL error	18	18
C.V.%	8.20	7.40

P-valor > 0.05 = No hay significancia N.S. ddt = días después del trasplante

En la figura 11, podemos observar que hay una diferencia en el comportamiento del número de falsos tallos para los tratamientos rojo, plata/negro, negro/negro y verde, quienes expresa mayor valor, aunque estadísticamente son iguales.

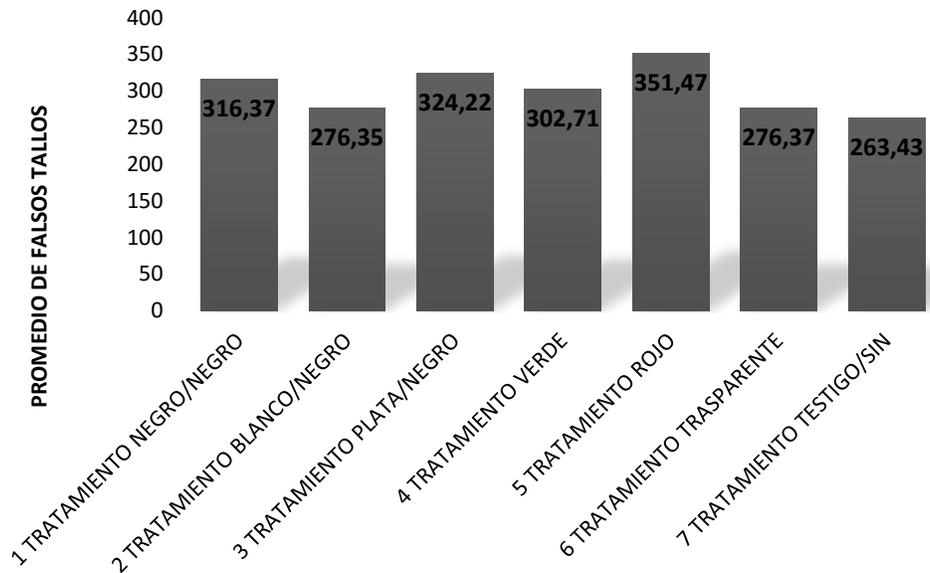


Figura 11. Comportamiento del número promedio de falsos tallos para cada tratamiento.

7.8. CUANTIFICACIÓN DE AREA FOLIAR EN CENTÍMETROS CUADRADOS (CM²)

El análisis de varianza determino que no existió diferencia estadística para dicha variable, considerando que los tratamientos que estuvieron por arriba de la media de 301.56 cm² fueron el rojo, plata/negro, negro/negro y verde; mientras que el menor valor lo obtuvo el testigo con 263.43 cm² (ver tabla 14 y figura 12).

Tabla 14.

Valores estadísticos y medias de rendimiento para área foliar de falsos tallos.

Tratamiento	Medias Area foliar cm ²
T5 rojo	351.47
T3 plata/negro	324.22
T1 negro/negro	316.37
T4 verde	302.71
T6 transparente	276.37
T2 blanco/negro	276.35
T7 testigo/sin	263.43
Tratamientos(P-Valor)	0.34 N.S.
GL error	18
C.V.%	19.01

P-valor > 0.05 = No hay significancia N.S.

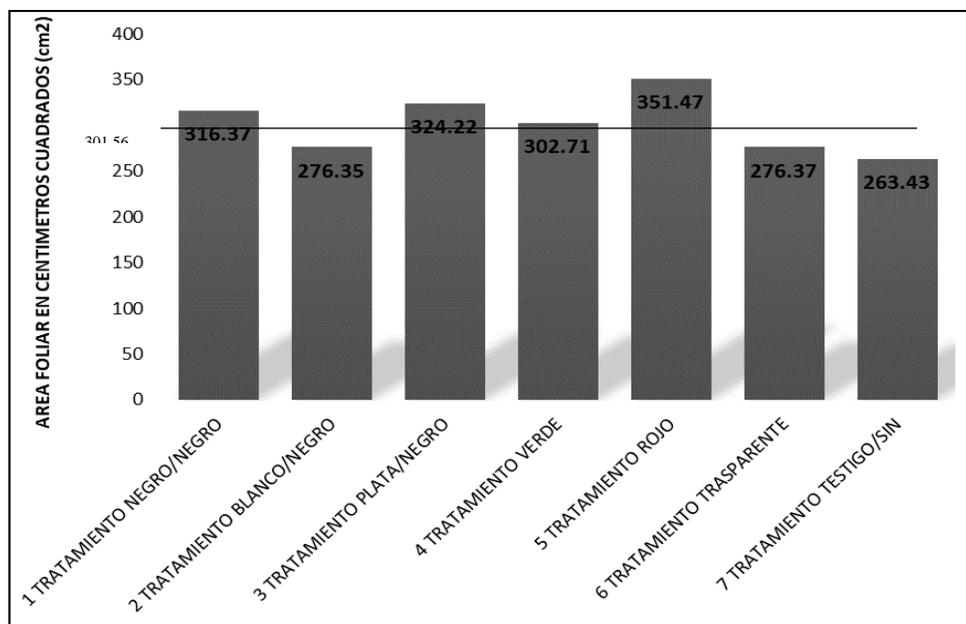


Figura 12. Comportamiento del área foliar para cada tratamiento

En el cuadro 12, podemos observar que la diferencia entre tratamientos que rebasan la media 301.56cm^2 , no son significativos estadísticamente.

La variable promedio de falsos tallos por planta relacionada con las distintas lecturas de % PAR (30, 60, 90), donde para la primera lectura ($r=0.76$) es una correlación alta y altamente significativa, para la segunda lectura ($r=0.49$) es una correlación moderada y no significativa y para la última lectura ($r=0.88$) es una correlación muy alta y altamente significativa. Para el caso de la segunda lectura donde no se obtuvo significancia estadística se puede relacionar con las etapas fenológicas de la planta y que en ese momento la radiación fotosintéticamente activa (PAR%) disminuyó pues los falsos tallos estaban erectos.

En cuanto a la variable de área foliar los coeficientes de correlación mostraron un patrón creciente ya que los niveles de correlación obtenidos fueron alta y muy alta, además altamente significativas

El análisis determinó que las dos variables independientes expresaron el mayor valor de coeficiente de correlación con la radiación fotosintéticamente activa en la lectura de los 90 días.

Tabla 15.

Análisis de correlación lineal múltiple Pearson entre variables independientes y dependiente.

Variable dependiente	Variables independientes	
	Número promedio de falsos tallos por planta	área foliar cm ²
% PAR 30	0.76	0.76
% PAR 60	0.49	0.81
% PAR 90	0.88	0.95

Comparador de valores mínimos de aceptación: r matemático $\geq \pm 0.754$ altamente significativo y r matemático $< \pm 0.754$ no hay significancia.

7.9. ANÁLISIS ECONÓMICO

Dentro del análisis económico, se incluyeron todos los tratamientos esto para determinar si la implementación de cada uno de los tipos de acolchados incrementa el rendimiento y calidad del bulbo en comparación con no usar dicha tecnología.

7.9.1. Presupuestos parciales

En el cuadro 16, se presenta el análisis de presupuestos parciales para cada uno de los tratamientos, con el propósito de determinar la rentabilidad neta de cada uno de ellos y así mismo la comparación con el testigo ya que el cambio de tecnología genera un incremento en la inversión para el agricultor. El acolchado blanco/negro (T2) genero los mayores ingresos netos, seguido del verde (T4); además es importante mencionar que el acolchado verde (T4) y rojo (T5) presentan los mismos costos variables, pero el verde genero mayores ingresos netos. En cuanto al comportamiento de los menores ingresos netos sobresale el transparente (T6) que estuvo por debajo del testigo sin acolchado (T7).

Tabla 16.

Análisis de presupuesto parcial para tratamientos.

Tratamientos	Rendimiento medio en kg/ha	Rendimiento ajustado en kg/ha (10%)	Beneficios brutos en el campo Q/ha	Costos que varían Q/ha	Ingreso neto Q/ha
T1	33341.23	30007.11	Q119,128.23	Q4,950.00	Q114,178.18
T2	38935.01	35041.51	Q139,114.79	Q5,700.00	Q133,414.79
T3	35734.82	32161.34	Q127,680.52	Q5,250.00	Q122,430.52
T4	36744.40	33069.96	Q131,287.74	Q6,450.00	Q124,837.74
T5	35892.12	32302.91	Q128,242.55	Q6,450.00	Q121,792.55
T6	31522.25	28370.03	Q112,629.02	Q5,550.00	Q107,079.02
T7	31204.62	28084.16	Q111,494.12	Q0,000.00	Q111,494.12

El precio de venta estimado fue de Q 3.97/kg, tomando como referencia lo publicado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación-MAGA- (2017).

7.9.2. Análisis de dominancia

En el cuadro 17, se presenta el análisis de dominancia donde se determinó que los tratamientos no dominados fueron el acolchado negro/negro, plata/negro y blanco/negro, dicho comportamiento fue por el efecto de que hubo incremento en los costos variables, pero se obtuvieron mayores beneficios netos en comparación con los tratamientos apareados.

Tabla 17.

Análisis de dominancia para tratamientos evaluados.

Tratamiento	Costos variables Q/ha	Beneficio neto Q/ha	Dominancia
T7 testigo/sin	Q 0,000.00	Q 111,494.12	Dominado
T1 negro/negro	Q 4,950.00	Q 114,178.18	No dominado
T3 plata/negro	Q 5,250.00	Q 122,430.52	No dominado
T6 trasparente	Q 5,550.00	Q 107,079.02	Dominado
T2 blanco/negro	Q 5,700.00	Q 133,414.79	No dominado
T4 verde	Q 6,450.00	Q 124,837.74	Dominado
T5 rojo	Q 6,450.00	Q 121,792.55	Dominado

7.9.3. Tasa marginal de retorno (%)

Dicho análisis estableció que al sustituir el acolchado plata/negro y utilizar el blanco/negro nos genera una tasa marginal de retorno de 192.70%, esto significa que por cada unidad invertida se obtuvo un incremento de 92.7 más de unidades (ver cuadro 17).

Tabla 18.

Tasa marginal de retorno (TMR %), para tratamientos no dominados.

Tratamiento	Total de costos que varían	Beneficio neto (Q/ha)	Beneficios netos marginales (Q/ha)	Tasa de retorno marginal (%)
T1 negro/negro	Q 4,950.00	Q 114,178.18		
T3 plata/negro	Q 5,250.00	Q 122,430.52	Q 08,252.34	157.19%
T2 blanco/negro	Q 5,700.00	Q 133,414.79	Q 10,984.27	192.70%

8. CONCLUSIONES

El comportamiento de la radiación fotosintéticamente activa fue decreciente en los diferentes acolchados y donde blanco/negro registro los mayores valores.

Se obtuvo alta significancia estadística para la variable radiación fotosintéticamente activa (PAR%) y las diferencias reales entre tratamientos determinó que el acolchado blanco/negro fue diferente y superior al resto en las dos primeras lecturas e igual a plata/negro en tercera lectura.

Para la variable temperatura a nivel del suelo fue altamente significativa tanto para los promedios como para los totales acumulados, y las diferencias reales entre tratamientos establecieron que el blanco/negro y sin acolchado registraron los valores más bajos.

Para el rendimiento total y categoría de tamaño de bulbo large se obtuvo alta significancia estadística y las diferencias reales entre tratamientos estableció que el acolchado blanco/negro fue diferente y superior al resto con un rendimiento del 38,935.01 kg/ha y 23665.75 kg/ha respectivamente.

El análisis de Pearson determinó que la categoría de tamaño large fue quien obtuvo el mayor nivel de correlación con el rendimiento total.

En la variable bulbos con verdeo se obtuvo diferencias estadísticas tanto en porcentaje como en rendimiento, para porcentaje nos dimos cuenta que con el acolchado blanco/negro se puede obtener bulbos con un porcentaje de verdeo aceptable para su comercialización, y para rendimiento en el análisis múltiple de medias es bastante específico en demostrarnos que el acolchado blanco/negro es quien lo posiciona como el mejor por su bajo rendimiento de bulbos verdes.

Para número promedio de falsos tallos y área foliar no se obtuvo significancia estadística.

El análisis de Pearson determinó que el mayor nivel de correlación entre número de falsos tallos y área foliar con la radiación fotosintéticamente activa (PAR%) se obtuvo a los noventa días.

El análisis de dominancia determinó que el acolchado blanco/negro es una de las mejores alternativas económicamente factibles para su implementación ya que reportó la mayor tasa marginal de retorno de 192.70%.

9. RECOMENDACIONES

En función de los resultados desde el punto de vista estadístico y económico se considera pertinente implementar a nivel comercial el cambio de tecnología con el acolchado blanco/negro por mostrar un comportamiento consistente y estable.

El utilizar tipo de acolchado Blanco/negro con la capacidad alta de reflexión que color blanco posee, y así mejorar la fuente energética en intensidad y dirección de luz PAR, y así obtener resultados que se reflejen en calidad, uniformidad, peso, consistencia, y un alto rendimiento de las primeras categorías de clasificación de bulbos del cultivo de cebolla.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional-USDA-. (2014). *CADENA DE VALOR RURALES*. Obtenido de <https://apps.ams.usda.gov/MarketingPublicationSearch/Reports/stelprdc5106857.pdf>

Agrios, G. (1995). *FITOPATOLOGIA*. Limusa S.A. de VC.

Alvarado, P., & Castillo, H. (2003). *Acolchado de suelo mediante filmes de polietileno*. Obtenido de <http://biblioteca.org.ar/libros/8862.pdf>

Asociacion Guatemalteca de Exportadores . (2014). *ESTUDIO DE LA CADENA DE VALOR DE LA CEBOLLA EN EL MUNICIPIO DE SACAPULAS, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ . GUATEMALA .*

Caballero, J., & Estigarribia, G. (10 de Agosto de 2011). *Plasticultura*. Obtenido de <http://abc.com.py/articulos/plasticultura-293682.html>

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo (CIMMYT). (1988). Obtenido de <http://libcatalog.cimmyt.org/Download/cim/9031.pdf>

GOOGLE, M. d. (s.f.). Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Santo+Domingo/@14.6251941,-89.904771,14z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8f6272e2bd66378b:0x489f8a4047d0818b!8m2!3d14.6296072!4d-89.8832542>

Guia de produccion de Cebolla para exportación de Honduras-FHIA-. (1995).

Holdridge, L. R. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*. Agroamerica.

Instituto dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales . (2008).

Kuehl, R. (2000). *Diseño de Experimentos* . Mexico: THOMSON LEARNING.

Lissarrague, J., & Sánchez, P. (s.f.). *FOTOSINTESIS*. Obtenido de <http://ocw.upm.es/produccion-vegetal/viticultura/contenidos/Fotosintesisvid.pdf>

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación-MAGA. (2017). *EL AGRO EN CIFRAS 2015*. Obtenido de http://web.maga.gob.gt/diplan/download/informacion_del_sector/agro_en_cifras/El_agro_en_cifras_2015.pdf

NOVIAGRO. (2017). *PROGRAMA DE NUTRICION PARA CEBOLLA* . GUATEMALA.

Quezada, R., Munguia, J., Ibarra, L., Arellano, A., Valdez, L., & Cedeño, B. (octubre de 2011). *FISIOLOGIA Y PRODUCCION DE PIIENTO MORRÓN CULTIVADO CON DIFERENTES COLORES DE ACOLCHADO*. Obtenido de <http://redalyc.org/pdf/573/57322342008.pdf>

Quiñónez, O., Morales , O. R., & Marroquin , A. (2011). *Métodos Cuantitativos II* (Sexta edición ed.). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

Raisman, J., & Gonzales, A. (enero de 2000). *fotosintesis: conceptos previos*. Obtenido de <http://biologia.edu.ar/plantas/fotosint1.htm>

Secretaria de Planificacion y Programacion de la Presidencia-SEGEPLAN-. (2011). Guatemala.

Seminis. (2013). *Seminis Vegetable Seeds*. Obtenido de <http://www.seminis.mx/product/sv4043nm/246>

SQM. (2001). *LIBRO AZUL*. Soquimich Comercial S.A.

Tober, H., & Heard, M. (30 de marzo de 2015). *Acolchados de colores para tu produccion de maíz dulce*. Obtenido de <http://hortalizas.com/cultivos/maiz-dulce-elote/acolchados-de-colores-para-tu-produccion/>

11. ANEXOS

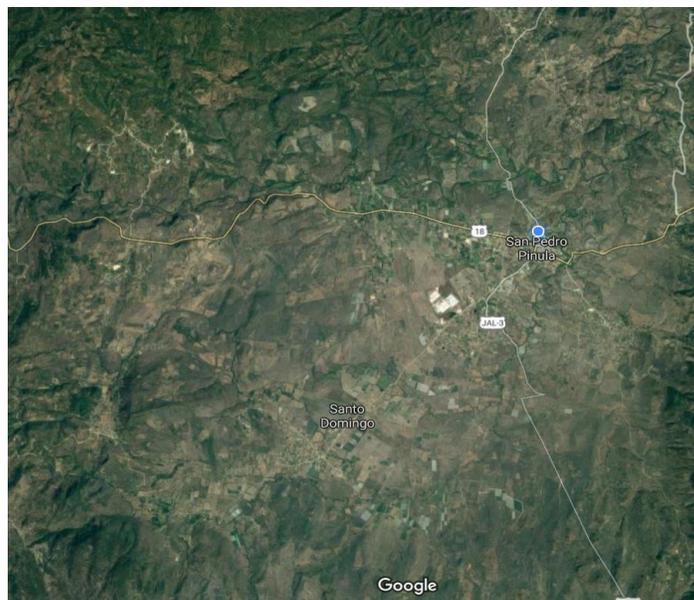


Figura 13. Localización de Aldea Santo Domingo, San Pedro Pinula, Jalapa.

(GOOGLE, s.f.)



Figura 14. Fotografía aérea de la finca Santo Domingo, donde se realizó el experimento.

Tabla 19.

Análisis de varianza para la primera lectura de % PAR en datos transformados.

F.V.	GL	CM	Fc	p-valor
Bloques	3	4.16	4.30	0.0187
Tratamientos	6	138.69	143.48	0.0001
Error	18	0.97		
C.V.%	5.57			

Tabla 20.

Análisis de varianza para la segunda lectura de % PAR en datos transformados.

F.V.	GL	CM	Fc	p-valor
Bloques	3	0.07	1.60	0.2246
Tratamientos	6	1.07	25.39	0.0001
Error	18	0.04		
C.V.%	7.05			

Tabla 21.

Análisis de varianza para la tercera lectura de % PAR en datos transformados

F.V.	GL	CM	Fc	p-valor
Bloques	3	0.07	0.93	0.4465
Tratamientos	6	0.31	4.15	0.0087
Error	18	0.08		
C.V.%	13.26			

Tabla 22.

Análisis de varianza para la variable temperatura promedio.

F.V.	GL	CM	Fc	p-valor
Bloques	3	0.34	101.89	0.0001
Tratamientos	6	3.58	9.64	0.0005
Error	18	0.04		
C.V.%	0.77			

Tabla 23.

Análisis de varianza para datos de temperatura acumulada.

F.V.	GL	CM	Fc	p-valor
Bloques	3	2097.00	10.59	0.0003
Tratamientos	6	23667.46	119.53	0.0001
Error	18	198.00		
C.V.%	0.71			

Tabla 24.

Análisis de varianza para la clasificación large kg/ha.

F.V.	GL	CM	Fc	p-valor
Bloques	3	16582940.71	2.90	0.0632
Tratamientos	6	57738361.98	10.11	0.0001
Error	18	5710926.99		
C.V.%	13.68			

Tabla 25.

Análisis de varianza para la clasificación mediuin kg/ha.

F.V.	GL	CM	Fc	p-valor
Bloques	3	2311357.38	0.84	0.4875
Tratamientos	6	1174406.07	0.43	0.8501
Error	18	2738093.77		
C.V.%	16.66			

Tabla 26.

Análisis de varianza para la clasificación prepark kg/ha

F.V.	GL	CM	Fc	p-valor
Bloques	3	807872.48	0.30	
Tratamientos	6	5177999.73	1.94	
Error	18	2671443.17		
C.V.%	26.53			

Tabla 27.

Análisis de varianza para la clasificación boiller kg/ha

F.V.	GL	CM	Fc	p-valor
Bloques	3	118225.76	0.38	0.7658
Tratamientos	6	5480021.62	1.78	0.1600
Error	18	307841.21		
C.V.%	45.30			

Tabla 28.

Análisis de varianza para la variable de % bulbos verdes para datos transformados

F.V.	GL	CM	Fc	p-valor
Bloques	3	153.53	4.94	0.0112
Tratamientos	6	134.34	4.33	0.0071
Error	18	31.05		
C.V.%	37.37			

Tabla 29.

Análisis de varianza para la variable de rendimiento kg/ha de bulbos verdes.

F.V.	GL	CM	Fc	p-valor
Bloques	3	12324692.06	3.67	0.0318
Tratamientos	6	17531422.34	5.22	0.0028
Error	18	3356552.66		
C.V.%	57.79			

Tabla 30.

Análisis de varianza para la variable número de falsos tallos.

F.V.	GL	CM	Fc	p-valor
Bloques	3	0.19	0.47	0.7091
Tratamientos	6	0.30	0.76	0.6090
Error	18			
C.V.%	7.31			

Tabla 31.

Análisis de varianza para la variable área foliar en centímetros cuadrados (cm²)

F.V.	GL	CM	Fc	p-valor
Bloques	3	1190.43	0.36	0.7810
Tratamientos	6	3966.34	1.21	0.3474
Error	18			
C.V.%	19.01			

Tabla 32.

Tabla de calificación de coeficientes de correlación de Pearson.

Coeficiente de correlación	Interpretación
R=1	Correlación perfecta
$0.8 < r \leq 1$	Correlación muy alta
$0.6 < r \leq 0.8$	Correlación alta
$0.4 < r \leq 0.6$	Correlación moderada
$0.2 < r \leq 0.4$	Correlación baja
$0 < r \leq 0.2$	Correlación muy baja
R = 0	Correlación nula

(Quiñónez, Morales , & Marroquin , 2011)

Tabla 33.

Valores mínimos de aceptación de coeficientes de correlación de Pearson.

n		r	N		r	n		r
5	≥ ±	0.878	14	≥ ±	0.532	26	≥ ±	0.388
6	≥ ±	0.811	15	≥ ±	0.514	28	≥ ±	0.374
7	≥ ±	0.754	16	≥ ±	0.497	30	≥ ±	0.361
8	≥ ±	0.707	17	≥ ±	0.482	40	≥ ±	0.312
9	≥ ±	0.666	18	≥ ±	0.468	50	≥ ±	0.279
10	≥ ±	0.632	19	≥ ±	0.456	60	≥ ±	0.254
11	≥ ±	0.602	20	≥ ±	0.444	80	≥ ±	0.220
12	≥ ±	0.576	22	≥ ±	0.423	100	≥ ±	0.196
13	≥ ±	0.553	23	≥ ±	0.404			

(Quiñónez, et al., 2011)



Figura 15. proceso elaboración de semillero y montaje del experimento en finca Santo Domingo.



Figura 16. Equipos de medición agrícola utilizados para registro de datos.



Figura 17. Etapas de desarrollo y formación de bulbo.