

EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL COLOR DEL PLÁSTICO COMO
CUBIERTA PARA LA PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum*
Mil)

SANTIAGO GUERRERO GÓMEZ

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
PASTO - COLOMBIA
2005

EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL COLOR DEL PLÁSTICO COMO
CUBIERTA PARA LA PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum*
Mill)

SANTIAGO GUERRERO GÓMEZ

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
INGENIERO AGRÓNOMO

Presidente de tesis
HERNANDO CRIOLLO ESCOBAR I.A, Ms.C

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
PASTO - COLOMBIA
2005

“Las ideas y conclusiones aportadas en la Tesis de Grado, son responsabilidad exclusiva de los autores”

“Artículo 1 del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanada del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.”

Nota de aceptación:

HERNANDO CRIOLLO ESCOBAR. I.A. M.Sc.
Presidente

HUGO RUIZ ERAZO. I.A. M.Sc.
Jurado

JAVIER GARCÍA ÁLZATE. I.A. M.Sc.
Jurado

ORLANDO BENAVIDES BENAVIDES. I.A. M.Sc.
Jurado

San Juan de Pasto, abril de 2005

DEDICO A:

Al Señor por que sin el nada
seria posible

A mis padres, Álvaro y Ana María,
por el apoyo y la confianza que
me han brindado en todos los
proyectos que he emprendido
en mi vida , por ser un ejemplo de
rectitud y sabiduría y por todo el amor
que me han brindado .

A Lorena, mi hermana por ser
un ejemplo a seguir y por su apoyo
incondicional. Recuerda que te quiero
aunque sea a mi manera.

A karol, mi pedacito de cielo.
Por apoyarme cuando lo necesité
y hacer que la vida cobre un nuevo
significado.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

Hernando Criollo Escobar. I.A., M.Sc Docente Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño.

Javier García Álzate. I.A., M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño.

Hugo Ruiz Erazo. I.A., M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño.

Orlando Benavides B. I.A., M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño.

Dr. Adalberto Benavides. Investigador del departamento de horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (México)

Dr. Carlos Ballare; investigador del Agricultural Plant Physiology and Ecology Research Institute (IFEVA), Universidad de Buenos Aires, Argentina

Dr. Esteban Moncayo Guerrero
Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño.

Todas aquellas personas que en una u otra forma contribuyeron a la realización del presente trabajo.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. MARCO TEÓRICO	17
1.1 GENERALIDADES	17
1.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	19
1.3 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA	19
1.4 FACTORES AGROECOLOGICOS	20
1.4.1 Clima y suelo.	20
1.4.2 Fertilización	21
1.4.3 Riego	21
1.4.4 Luminosidad	22
1.5 ESTUDIOS SOBRE EL EFECTO DE LOS PLÁSTICOS EN CULTIVOS	28
1.6 PROPIEDADES DE LOS PLÁSTICOS UTILIZADOS COMO CUBIERTA DE INVERNADEROS	31
1.6.1 Propiedades físicas	31
2. MATERIALES Y MÉTODOS	33
2.1 DESCRIPCIÓN ZONA ESTUDIO	33
2.2 MATERIAL VEGETAL	33
2.3 ÁREA EXPERIMENTAL	33
2.4 MANEJO AGRONÓMICO	34
2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL	35

2.6 VARIABLES EVALUADAS	35
2.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	36
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
3.1 GRADOS BRIX	40
3.2 CONSISTENCIA DEL TOMATE	40
3.3 CANTIDAD DE TOMATES POR RACIMO	41
3.4 PESO DEL TOMATE	42
3.5 RENDIMIENTO	43
3.6 DIÁMETRO ECUATORIAL	44
3.7 ANÁLISIS DE CALIDAD	45
4. CONCLUSIONES	48
5. RECOMENDACIONES	49
BIBLIOGRAFÍA	50
ANEXOS	52

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Grados brix del tomate obtenidos bajo cubiertas plásticas de color rojo, azul, verde, amarillo y transparente.	40
Tabla 2. Consistencia del tomate para los cinco tratamientos en Kg./cm ² correspondientes a cubiertas plásticas de color rojo, azul, amarillo, verde y transparente.	41
Tabla 3. Numero de tomates por racimo obtenidos con plantas cultivadas bajo cubiertas plásticas de diferente color.	41
Tabla 4. Peso promedio (g) del tomate obtenido bajo cubiertas plásticas de diferente color.	43
Tabla 5. Rendimiento de la planta del tomate expresado en Kg. /planta para las plantas de tomate bajo cubiertas plásticas de color rojo, azul, verde, amarillo, y transparente.	44
Tabla 6. Diámetro ecuatorial de los frutos de tomate expresados en milímetros obtenidos en plantas cultivadas bajo diferentes cubiertas plásticas.	45
Tabla 7. Datos promedios de las diferentes variables evaluadas para la clasificación de la calidad.	46

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Distribución de los diferentes tratamientos para la investigación	34
Figura 2. Radiación de diferentes calidades de luz a plantas de tomate	37
Figura 3. Altura de plantas para los diferentes tratamientos de cubiertas plásticas	38

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Análisis de transmutancia de los plásticos	53
Anexo B. Análisis de absorbancia de los plásticos	54
Anexo C. Análisis de la calidad de luz utilizando fotómetro Gossen Spotmaster II.	55
Anexo D. Altura de plantas alcanzadas durante el ciclo del cultivo de tomate obtenidas bajo plásticos de diferente color	56
Anexo E. Análisis de varianza para las variables consistencia, grados brix, peso del tomate, tomate/racimo, diámetro ecuatorial, rendimiento y altura, obtenidos con diferentes tratamientos correspondientes a cubiertas plásticas de diferente color.	57

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la localidad de Botana, ubicada a 2800 MSNM, con el objeto de evaluar coberturas plásticas de diferente color para la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) bajo condiciones de invernadero.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cinco tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos empleados fueron: plástico transparente (testigo), plástico rojo, plástico azul, plástico verde y plástico Amarillo.

La interpretación estadística de los datos recolectados se hizo mediante el análisis de varianza y para la comparación de medias se realizó la prueba de Tukey.

Los resultados mostraron que el comportamiento del cultivo del tomate influenciado por diferentes calidades de luz no se afectó significativamente en las variables °Brix y dureza de tomate, a diferencia de las variables altura de planta, producción de tomate/ racimo, y rendimiento, que mostraron que el plástico que mejor se comportó es el color rojo seguido del amarillo; el plástico de color rojo produjo mayor cantidad, peso y rendimiento de tomates.

ABSTRACT

The present work was executed in the area of Botana. Which is located to 2800 m.a.s.l with the goal to evaluate the plastic covertures of different color to gain the production of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) under greenhouse conditions.

A design of complete randomized blocks was used, with five treatments and three repetitions. The treatments used were transparent plastic (witness), red, blue, green and yellows.

The statistical interpretation of data collected was done through the analysis of variance, and to compare means, the Tukey's test was done.

Results showed that behavior of cultivation of tomato which was affected by different light quantities, did not affected in a meaningful way in variables °brix and tomato hardness. Never the less, variables such as plant height, production of tomato/ bunch, and yield demonstrated red plastic was the best in behaviour followed by yellow one. The red plastic produced a higher quantity, higher weight and a major yield of tomatoes

INTRODUCCIÓN

La luz cumple un papel muy importante a lo largo del desarrollo de las plantas, ya que es un factor ambiental que controla el crecimiento y desarrollo de estas. Esto es fácil de comprender ya que la fotosíntesis (en su fase luminosa) es dependiente de la luz. Además de la fotosíntesis, la luz está involucrada en muchos otros procesos de la planta, los cuales tienen efecto directo en su apariencia y desarrollo estructural. Al control de la morfogénesis por medio de la luz se le conoce como fotomorfogénesis.

La luz proveniente del sol está constituida por una gama de colores que dependen de la longitud de onda en la que son transmitidos. Para poder captarlos, la planta posee unos receptores especiales conocidos como fotoreceptores o pigmentos fotosensibles. Cada tipo de fotoreceptor se encarga de absorber cierta longitud de onda y por lo tanto cierta gama de colores, por ejemplo, los carotenoides y la clorofila absorben la gama del azul al rojo, el receptor ultravioleta-b absorbe longitudes de onda que van de los 280 a los 320 nanómetros, los criptocromos captan la luz ultravioleta cercana y la azul, finalmente los fitocromos que perciben la luz roja y roja lejana.

Al cambiar la radiación lumínica que afecta a la planta se pueden dar paso a transformaciones cuantitativas y cualitativas en la planta lo cual puede redundar en variaciones de la producción de un cultivo o en cambios significativos en su calidad.

Si se tiene en cuenta que lo que busca la agricultura en la actualidad es aumentar la producción de alimentos en el menor espacio posible mejorando la calidad de estos, se crea la necesidad de hacer investigaciones en campos aun inexplorados como lo es el uso de diferentes calidades de luz en la producción de cultivos.

En la presente investigación se evaluó el efecto que tiene el plástico de diferente color sobre la altura, grados brix, peso promedio del tomate, tomate/racimo, diámetro ecuatorial, consistencia y rendimiento.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 GENERALIDADES

Van Haelfff, afirma que: “El tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) es una planta cuyo origen se localiza en Sudamérica, en donde se encontraba de forma silvestre. En Europa fue introducida en el siglo XVI”¹.

Rodríguez² y Van Haelf³, manifiestan que:

La planta de tomate se la consideraba como adorno y se considero venenosa, debido a su relación con las plantas solanáceas; esta toxicidad es causada por la tomatina que es una sustancia que se encuentra en las hojas y fruto verde pero que se degrada al madurar. El consumo de los frutos de esta planta se dio a partir de 1900.

Van Hielf, afirma que: “La planta de tomate se puede clasificar agronómicamente en dos tipos: determinados e indeterminados. La planta determinada es de tipo arbustivo, de porte bajo y de producción precoz que se caracteriza por la formación de inflorescencias en el extremo del ápice”⁴.

Infoagro manifiesta que: “El tomate indeterminado crece a alturas de 2 metros y mas, el crecimiento vegetativo es continuo, desarrollando las inflorescencias en las partes laterales. Según la forma de producción se pueden dejar o eliminar los tallos laterales que se presentan”⁵.

El CCF⁶, manifiesta que: “el tomate es una de las hortalizas de mayor importancia en el ámbito nacional y mundial ya que se estima que el consumo de este producto a la fecha es de 87,7 millones de toneladas al año.

¹ VAN HAELFF, J. Manual para el cultivo del tomate México : Trillas, 1998 p. 11

² RODRIGUEZ, R. et. al. El cultivo moderno del tomate. Madrid: Multiprensa, 1998, p. 13

³ VAN HAELFF, J. Op.cit., p 11.

⁴ Ibid., p. 11

⁵ INFOAGRO [en línea]. Abril de 2004 [citado Feb., 2005]. Disponible en Internet: <URL: www.infoagro.com>

⁶ CORPORACION COLOMBIA INTERNACIONAL. CCI. Perfil del producto [en línea].Junio 2004 [citado Feb., 2005]. En: Boletín CCI No. 2. Disponible en Internet: <URL : www.cci.org.co>

Montoya afirma que: “La importancia del cultivo de tomate radica en que es uno de los cultivos mas sembrados en Colombia con aproximadamente 15000 has al año con una producción de 450000 toneladas, por lo cual se convierte en una de las hortalizas de mas consumo en el país”⁷.

Según la Gobernación de Nariño⁸ en este departamento existen 6 municipios productores de tomate los cuales son: Consaca, Colon, el Peñol, Funes, Sandona y Taminango, los cuales obtienen una producción de 6474 toneladas al año lo cual ubica al departamento en el puesto n° 27 de productores a nivel nacional.

El CCI, afirma que:

El tomate participa con el 20% de la producción hortícola nacional. Se encuentra disperso por todo el país y cerca del 80% de la producción está concentrada en los departamentos de Cundinamarca, Norte de Santander, Valle, Caldas, Huila, Risaralda, Antioquía, donde tradicionalmente se han cultivado las variedades chonto y milano, y Atlántico, Guajira y Santander, donde, además de estas variedades, se cultivan el tomate riogrande y el tomate ciruelo⁹.

Con respecto a las variedades el CCI manifiesta que:

Aunque las variedades e híbridos se diferencien en el uso que puedan llegar a tener (consumo en fresco o industrial), el 97% de la producción nacional se destina al consumo en fresco y tan sólo el 3% es adquirido por la agroindustria. Existen diferencias en el uso de las variedades chonto, riogrande y milano; siendo las dos primeras empleadas como condimento y son las más utilizadas por la agroindustria, mientras que la milano es más apetecida para la preparación de ensaladas y consumo en fresco¹⁰.

En la actualidad, existe la marcada tendencia a usar híbridos larga vida y resistentes a problemas fitosanitarios, tanto de la variedad chonto como de la milano, los cuales pueden ser adquiridos en forma de plántulas o semillas. No obstante, la mayoría de los productores, principalmente los pequeños y aquellos que orientan su producto hacia los mercados mayoristas y plazas locales, prefieren las variedades tradicionales, como Santa Clara, Santa Cruz, Indian

⁷ MONTOYA, M. Tomates con mas “cache”. En : El Tiempo, Cali. (1, Jun., 2002); p. 1-2 c.

⁸ GOBERNACION DE NARIÑO. Consolidado agrícola. San Juan de Pasto : Gobernación de Nariño, 2004. p. 15

⁹ CORPORACION COLOMBIA INTERNACIONAL., Op.cit., p. 4

¹⁰ Ibid., p. 4

River, Pomodoro, Sanmarzano y Riogrande, con las cuales han trabajado durante mucho tiempo. Vale la pena anotar, asimismo, que estas variedades son las preferidas por los consumidores finales debido a su buen sabor y a su bajo precio frente a los híbridos larga vida.

Según CCI citando la Revista Horticultura afirma que: “en Colombia se producen y se comercializan con muy buena aceptación por parte de los consumidores, híbridos identificados como larga vida entre los que se encuentran Coloso, Magnate, Parador, Luxor, Supermax, Rocio y Lucia.¹¹”

1.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Cano, Cano y Marroquín manifiestan que:

Botánicamente, el tomate se clasifica como **Lycopersicon esculentum**. Este género pertenece a la familia de las solanáceas, el cual abarca varias especies de importancia económica; debido a la hibridación y selección entre las especies de **Lycopersicon**, existen varios tipos de tomate **Lycopersicon esculentum**. Se reconocen, por ejemplo los siguientes tipos botánicos¹²:

Comune tomate común

Grandifolium: tomate hoja de papa

Validum: tomate erecto, arbustivo.

Cerasiforme: tomate cereza.

Pyriforme: tomate pera.

1.3 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

Nuez manifiesta que:

La planta de tomate consta de un sistema radicular que esta formado por una raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. El tallo principal: posee un diámetro de 2 cm en su base, sobre el que se van desarrollándose las hojas, tallos secundarios e inflorescencias¹³.

El mismo autor argumenta que:

La hoja es compuesta e imparipinada, con foliolos peciolados,

¹¹ CORPORACION COLOMBIANA INTERNACIONAL . En : Revista Horticultura. No. 129, vol. XVII. (Jun., 1998); p. 25-28

¹² CANO, CANO G, MARROQUIN J. Taxonomia de plantas superiores. México : Trillas, 199. p.258-287

¹³ NUEZ, F. El cultivo del tomate. México : Mundiprensa, 1998. p 43

lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo.

Su flor es perfecta, regular y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos en forma helicoidal, de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo y de un ovario bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimo (dicasio), generalmente en número de 3 a 10¹⁴

Según Nuez: "El fruto es una baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas"¹⁵

1.4 FACTORES AGROECOLOGICOS

1.4.1 Clima y suelo. Rodríguez et al, manifiestan que:

La temperatura es un factor que influye en todo los periodos fisiológicos de la planta como lo son germinación, transpiración y fotosíntesis entre otros; para que la planta pueda desarrollarse satisfactoriamente, las temperaturas que se requieren son:

Temperaturas diurnas	24 - 25°C
Temperatura ideal en floración.....	21°C
Temperatura ideal para el desarrollo vegetativo	22 - 23°C ¹⁶

Nuez, argumenta que: "La planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, por cuanto prefiere suelos sueltos de textura franco-arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante se puede desarrollar perfectamente en suelos arcillosos"¹⁷.

Ramos y Ralla manifiestan que: "En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos, aunque el pH ideal es el más próximo a 7. Es la especie cultivada en invernadero que mejor tolera las condiciones de salinidad tanto del suelo como del agua de riego"¹⁸,

¹⁴ Ibid., p. 43

¹⁵ Ibid., p. 69

¹⁶ RODRIGUEZ Et al, Op.,cit., p 19

¹⁷ NUEZ, Op cit., p 98

¹⁸ RAMOS, E. RALLA. L. Nueva horticultura tecnología y economía de los sistemas hortícolas intensivos. México : Mundiprensa, 1987. p 112-113

1.4.2 Fertilización. Con respecto a la fertilización, el Grupo Disagro afirma que:

Los requerimientos de fertilización del tomate, particularmente por la diversidad de suelos y microclimas en las zonas aptas para este cultivo, por la variabilidad en el rendimiento, el uso de diferentes sistemas de riego o la época, deben tener como base la extracción de nutrientes que este cultivo realiza en el suelo. Estas cantidades son:

Nitrógeno.....300 - 400 kg./ha
Fósforo.....120 kg./ha
Potasio.....450 kg./ha
Magnesio.....25 kg./ha
Azufre.....40 kg./ha
Calcio.....40 Kg./ha¹⁹

1.4.3 Riego. Nuez²⁰ y el grupo Disagro²¹, afirman que:

En tomate, la capa del suelo comprendida entre los 0 y 40 cm. de profundidad demandan una buena cantidad de humedad, sin que se llegue a la saturación debido a que si se satura el suelo no hay el intercambio gaseoso en el sistema radicular. El riego debe aplicarse según la textura del suelo, el grado de pendiente del terreno y el clima. Este último modifica en forma significativa las necesidades de riego del cultivo, por lo que los volúmenes específicos de irrigación son fijados por cada técnico.

El grupo Disagro argumenta:

En el caso del riego por aspersión, por goteo y fertirriego, es importante diseñar y programar los horarios de riego en función con el sistema de riego empleado, el comportamiento del suelo y del cultivo, y los programas de fertilización. Los fertilizantes rinden más y dan mejor calidad de frutos cuando se aplican en fórmulas balanceadas y se acompañan de un programa bien planificado de riego.

¹⁹ GRUPO DISAGRO. Plan de manejo para el cultivo del tomate. [en línea] mayo 2004. [citado Feb., 2005] Disponible en Internet: <URL: www.gerona.inf.cu/citma/ciget/Agricultura/Plan%20de%20manejo%20del%20Tomate4.htm>

²⁰ NUEZ, Op.cit., p 100

²¹ GRUPO DISAGRO, Op.cit. p. 3

Ramos y Ralla, manifiestan que:

Los mejores rendimientos en tomate se obtienen, al igual que muchos otros cultivos, cuando el riego se maneja para mantener la humedad próxima a la capacidad de campo. Para el caso del tomate, se requiere un riego constante, ya que la planta es muy susceptible a los cambios de humedad en el suelo afectando así la producción y la calidad del fruto²².

1.4.4 Luminosidad. Moses y Chua, argumentan que: “La luz le indica al vegetal hasta que altura debe crecer, cuantas hojas han de brotar, cuando ha de florecer y fructificar y por fin cuando debe envejecer. Así, además de constituir una fuente de energía para la fotosíntesis, la luz modela la planta a través de la fotomorfogenesis”²³.

Infoagro manifiesta que: “La calidad y la cantidad de luz es un factor muy importante en el desarrollo de las plantas. La floración en las plantas de día largo ocurre cuando existe un fotoperíodo prolongado, contrario a lo que ocurre con plantas de día corto que requieren un fotoperíodo no muy prolongado”²⁴.

De la misma forma Rodríguez, manifiesta que: “La luminosidad toma importancia debido a que por medio de esta la planta toma la energía electromagnética y la transforma en su alimento; en todas las plantas esta energía es fundamental para la fotosíntesis, el crecimiento de tejidos, la floración y maduración de frutos”²⁵.

Infoagro argumenta que: “La poca luminosidad en el caso del tomate puede incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación, así como sobre el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad”²⁶.

Crapo y Ketellaper citados por Nuez afirman que: “El descenso en el suministro de los fotoasimilados a la raíz, como consecuencia de la actividad fotosintética de la parte aérea reduce el aumento de la materia seca de la raíz. Así mismo afecta la división de las células apicales aunque no afecta la absorción de iones”

²² RAMOS, E. RALLA, I. Op cit., p. 120

²³ MOSES, P, CHUA, N. La luz activadora de genes vegetales, investigación y ciencia. s.l. : s.n., 1988. p. 61

²⁴ INFOAGRO Op cit., p.

²⁵ RODRIGUEZ, R. et al Op cit., p. 21

²⁶ INFOAGRO Op cit., p.

Diken citado por Nuez afirma que: “ La iluminación es, con frecuencia, un factor limitante para el cultivo del tomate en países que poseen estaciones ya que el factor que mas afecta el desarrollo vegetativo es la cantidad de horas luz diarias pasando a un segundo plano la calidad de luz”²⁸.

Según Peat:

La actividad fotosintética depende de la edad y de la posición de la hoja y desciende de forma muy importante al iniciar la senescencia; aun cuando la iluminación, la temperatura y la concentración de CO₂ sean optimas, la fotosíntesis no es constante y a las 10 horas después de su actividad fotosintética esta se reduce en un 50 % debido al cierre de estomas²⁹.

Según Kinet citado por Nuez: “Cuando la iluminación en el cultivo de tomate es igual o superior al optimo, no se afecta el desarrollo del tallo; valores sub óptimos o un descenso de la iluminación induce a un aumento en la elongacion del tallo y cuando la luminosidad es muy baja se reduce la altura de la planta”³⁰:

Calvert manifiesta que:

La flor del tomate puede estar afectada por la temperatura , la variedad, la iluminación, competencia entre otros órganos de la planta y nutrición, entre otros.

La fase sensible a la luz dura 9 días desde la expansión de los cotiledones; durante esta fase, hay una interacción entre temperatura y luminosidad de tal forma que a bajas temperaturas se favorece la formación de flores en plantas con iluminación baja. Así por ejemplo a 15 °C la floración se adelanta 14 días con respecto a 25°C pero la cantidad de flores es menor al 50 %³¹.

Nuez ³²afirma que: “la iluminación deficiente y la alta temperatura pueden

²⁷ NUEZ Op cit., p 51

²⁸ Ibid., p 53

²⁹ PEAT, W. Relationship between photosintesys ans light intensity in tomato. s.l. : Ann Bot, 1996. p. 34

³⁰ NUEZ Op cit p 55

³¹ CALVERT, C. Effect of the early enviroment on devolopment of flowering in tomato. s.l. : Hort Sci, 1997. p. 32.

provocar ejerción estigmática y un desarrollo deficiente del endotecio.”

El mismo autor también afirma que: “en el fruto del tomate se encuentran gran cantidad de cloroplastos que contienen clorofila y proteínas. Estas cloroplastos al madurar se transforman en cromoplastos. Los cloroplastos pierden la clorofila y la estructura típica de los tilacoides desaparece y es remplazada por el licopeno que es el que da el color rojo al tomate”³³

■ **Los fotoreceptores de las plantas.** Según Smith³⁴ Y Ballare, et al³⁵: “Los fotoreceptores son pigmentos especializados, asociados a las membranas celulares o de organelos, que capturan la radiación de cierta longitud de onda y convierten parte de la energía acarreada por los fotones en información o energía útil para las actividades celulares”.

Además Deng afirma que: “La actividad, concentración e influencia de los distintos fotoreceptores es variable en cada órgano y cambia en las distintas etapas del desarrollo de la planta. Estos fotoreceptores se ubican en diferentes partes de la planta como son las semillas, plántulas, en los pecíolos, láminas foliares, yemas foliares, yemas florales, flores y frutos”³⁶

Wellman,³⁷ Deng³⁸ y Smith³⁹ manifiestan que:

Los fotoreceptores se ven involucrados en la regulación de actividades fisiológicas como la fotosíntesis, la apertura estomática, la respiración, la síntesis, actividad y estabilidad de gran cantidad de enzimas, el crecimiento y número de órganos vegetativos o reproductivos y el reparto selectivo de biomasa entre distintos órganos de la planta. Algunos de estos fotoreceptores cambian la expresión génica, regulan el comportamiento de los productos génicos y modifican las propiedades de las membranas celulares

Entre los fotoreceptores conocidos se encuentran las clorofilas, los

³² NUEZ, Op cit., p 75

³³ Ibid., p. 75

³⁴ SMITH, H. Light quality photoreception and plant strategy. s.l. : Annu rev plant physiol, 1982. p. 34

³⁵ BALLARE, C. et al. Plant Photomorphogenesis in canopies, crop ground and yield. s.l : Hort, 1995. p. 184

³⁶ DENG, X. Fresh view of light signal transduccion in plants cell. New York : Wiley, 1996. p 76

³⁷ WELLMAN, E. Uv radiation in photomorphogenesis. In : Shropshire. W y Mohr H Photomorphogenesis. Enciclopedia of plant physiology. Vol. 16b. Berlin, Germany : Springer-velag,1983 p. 747

³⁸ DENG. Op cit., p. 76

³⁹ SMITH. Op cit., p. 33

carotenoides, los fitocromos, los receptores de luz azul y los receptores de luz ultravioleta.

■ **Clorofilas y carotenoides.** Smith manifiesta que las clorofilas: “Son receptores de radiación en la banda amplia de 400 á 700 nanómetros, su papel se relaciona con la actividad fotosintética si bien se sabe que influyen sobre la diferenciación de organelos celulares y no se ha descartado que regulen en cierta medida la fotomorfogénesis de la planta”⁴⁰.

Azcos y Talon argumentan que: “Las clorofilas son capaces de absorber la radiación luminosa en la zona del azul y también en la zona del rojo; por ello son de color verde.”⁴¹

Los mismos autores manifiestan:

Que la principal función de las clorofilas es la absorción de la luz mediante los diferentes tipos de estas como son las clorofilas a y clorofilas b, aunque en algunos microorganismos fotosintéticos existen otros tipos de clorofilas como la clorofila c o la bacterioclorofila.

Molecularmente las clorofilas y los carotenoides poseen enlaces dobles conjugados (enlace doble alternado con sencillos) que se extienden por gran parte de la molécula. La presencia de este tipos de sistema conjugado es lo que confiere a estos su capacidad de absorber luz visible (es decir absorber fotones)⁴²

■ **Fitocromos.** Según Deng:

Los fitocromos son los fotoreceptores no fotosintéticos mejor caracterizados. Forman una familia de pigmentos con cinco a siete variantes conocidas de acuerdo a la especie de planta de que se trate. Los fitocromos son receptores de las bandas rojo, rojo lejano y ultravioleta, su actividad se relaciona con la órganogénesis, la fotomorfogénesis, la adaptación a la longitud del fotoperíodo y el ajuste frente a las condiciones cambiantes de irradiancia que se presentan de manera impredecible durante el día⁴³

⁴⁰ Ibid., p. 34

⁴¹ AZCOS, J. Y TALON, M: Fundamentos de fisiología vegetal. México : Mc Graw Hill, 1990. p. 137

⁴² Ibid., p. 137

⁴³ DENG. Op cit., p.

Según Smith⁴⁴ y Ballare, et al⁴⁵. “El papel más importante de los fitocromos es la regulación de las respuestas de crecimiento en presencia de vecinos y potenciales competidores bajo condiciones naturales o de monocultivo”

Para Deng “La modulación fisiológica y bioquímica se relaciona con la actividad combinada de los fotoreceptores de luz azul y los fitocromos”⁴⁶. Chaplin⁴⁷ afirma que “Dichos pigmentos modifican las propiedades de las membranas celulares de tal forma que ocurren cambios en los flujos diferenciales de iones en órganos específicos de la planta.”

Deng⁴⁸ y Wellman⁴⁹ afirman que:

Para los receptores de radiación ultravioleta (UV) se dispone de menos información pero se sabe que regulan, en conjunto con los de luz azul, ciertas respuestas adaptativas a las condiciones de alta irradiancia. Se cree que existen al menos dos clases de fotoreceptores UV, los receptores UV-A y los UV-B, teniendo cada clase rangos específicos de longitud de onda para su percepción

Para Deng y Smith:

A través de la actividad coordinada de los fotoreceptores las plantas actúan como un sofisticado complejo fotosensor que monitorea la irradiancia, el balance espectral, la duración y la dirección espacial de la radiación. La información se traduce en acciones de regulación que optimizan el crecimiento y el desarrollo.

Los mismos autores manifiestan que: el equilibrio de las relaciones energéticas de radiaciones con diferente longitud de onda en las bandas del espectro visible, se puede alterar en el interior del invernadero mediante el uso de materiales de recubrimiento coloreados, definidos como "fotoselectivos", que generalmente son fabricadas en PVC y LDPE⁵⁰.

⁴⁴ SMITH, Op.cit., p. 5-18

⁴⁵ BALLARE et al. Op cit., p. 206

⁴⁶ DENG, Op cit, p. 224

⁴⁷ CHAPLIN, F. Efectts of multiple environmental stresses on nutrient avallabiti an use En Mooney H.A, Winner W.E, responses of plants to multiples stresses. San Diego EEUU : Academic press Inc, 1991 p. 68

⁴⁸ DENG, Op.cit., p. 426

⁴⁹ WELLMAN, Op.cit., p. 755

⁵⁰ SMITH, Op. cit., p. 35

Según el CEPLA:

El uso de plásticos fotoselectivos da la capacidad de reducir diferentes longitudes de ondas, mediante absorción de la energía radiante, en correspondencia con una banda luminosa especial. Según el principio de complementariedad de los colores, al eliminar con un filtro las radiaciones correspondientes a un color dado, la luz que se transmite desde el filtro se compondrá principalmente de radiaciones correspondientes al color complementario al eliminado.

Además se ha demostrado que la alteración del equilibrio energético del espectro de la radiación incidente que se debe realizar con los materiales fotoselectivos, determina variaciones en los procesos bioquímicos y fisiológicos de las plantas capaces de influir en el crecimiento o desarrollo del organismo vegetal.

Los cultivos que están sometidos a la acción fotoselectiva del material de recubrimiento sufren una influencia sensible, de manera positiva o negativa, en relación con las especies vegetales cultivadas o con las características óptimas del mismo film⁵¹.

Florian y Bimbo, manifiestan que: “ Se debe tener en cuenta que el uso de materiales fotoselectivos se podrá utilizar de manera conveniente únicamente en ambientes donde no subsistan problemas de intensidad luminosa, ya que todo material coloreado, además de modificar cualitativamente el espectro solar, reduce siempre la transparencia total del filme en el visible”⁵².

Los mismos autores argumentan que: “En el caso de cubiertas plásticas, el grosor de la lámina de plástico no afecta a la luz transmitida y varía según el ángulo de los rayos solares. Es decir que por la mañana temprano y al atardecer, la transmisión disminuye debido a que aumenta mucho la pérdida de luz por reflexión desde la cubierta, por llegar los rayos más oblicuos”⁵³.

Devlin expresa que: “Un estudio sobre los efectos de la luz sobre la intensidad de la fotosíntesis debería tener en cuenta los siguientes factores: luz reflejada, luz absorbida, y transmitida; intensidad, duración y calidad de la luz. La luz útil sería la que es empleada por la planta es decir que porcentaje de luz total es utilizada por la planta”⁵⁴

⁵¹ CEPLA. Efecto de plástico foto selectivos en cultivos de peino y mate. [en línea]. Unión Europea. [citado, Feb., 2005]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.cepla.com/euroagro/8/8.html>>

⁵² FLORIAN, P BIMBO, B. Materiales plásticos para cubierta de invernaderos [en línea] enero 2004. [citado Feb., 2005]. Disponible en Internet:<URL: http://www.ediho.es/horticom/trm_aut/invernad/material.html>

⁵³ Ibid., p. 2

El mismo autor manifiesta que:

Se puede demostrar una relación directa entre la intensidad de la fotosíntesis y la intensidad de la luz, siempre y cuando no exista otro factor limitante. Si la intensidad de la fotosíntesis se relaciona con la intensidad de la luz, esta relación directa se presenta claramente a bajas intensidades de luz. A medida que crece la intensidad de la luz, se va produciendo una reducción de la actividad fotosintética, debido a otros factores limitantes como el CO₂ o a los efectos destructores de la clorofila por la de la alta intensidad luminosa.

Una vez se alcanza el punto de saturación, la intensidad de la fotosíntesis se mantendrá estacionaria o decrece debido a factores como la destrucción de la clorofila por la excesiva iluminación⁵⁵.

1.5 ESTUDIOS SOBRE EL EFECTO DE LOS PLÁSTICOS EN CULTIVOS

Aunque los estudios en este campo son muy pocos, se pueden resaltar los resultados obtenidos por Cabrera y Coronel: "En el estudio de diferentes calidades luz en el enraizamiento del clavel **Dianthus caryophyllus L.** En este trabajo se utilizaron plásticos de diferentes colores (amarillo, azul, verde, rojo y transparente) para medir su incidencia en el enraizamiento y en la producción y desarrollo del clavel"⁵⁶.

El estudio en mención mostró que los diferentes colores de los plásticos presentaron diferencias significativas sobre el porcentaje de enraizamiento, número y longitud de raíces y materia seca de esquejes en las variedades de clavel Scannia, Improved white y New pink, resultando el tratamiento de color amarillo como el mejor ya que indujo los mas altos porcentajes de enraizamiento y mayor cantidad de materia seca en los esquejes; la luz transmitida por el plástico azul indujo el mayor numero y longitud de raíces y el plástico transparente como el de menor rendimiento debido posiblemente a la excesiva temperatura y luminosidad de este ultimo.

En estudios realizados por Benavides del departamento de horticultura de la Universidad Autónoma de Antonio Narro en la ciudad de México, en el cual se determino la asimilación de CO₂ en lechugas bajo películas fotocromáticas fotoselectivas; en este trabajo se utilizaron diferentes tipos de película para

⁵⁴ DEVLIN, R. Fisiología vegetal. Barcelona : Omega, 1980 p. 247

⁵⁵ Ibid., p. 247

⁵⁶ CABRERA E, CORONEL, M. Efecto de diferentes calidades de luz sobre enraizamiento y crecimiento inicial de tres variedades de clavel (Dianthus caryophyllus L.) Pasto, 1987, p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño Facultad de Ciencias Agrícolas

* E-MAIL de Adalberto Benavides Mendoza, Cargo. San Juan de pasto, 17 junio de 2002

invernadero (Poliétileno, polipropileno) con aditivos fotocromáticos (verde, azul, y mezcla de azul y verde) y un testigo sin aditivo fotocromático para verificar su efecto sobre la asimilación de CO₂ en plantas de lechuga.

Dichas películas mostraron diferencias en la transmutancia y en la calidad espectral de la radiación. Las películas de polietileno presentaron la menor transmutancia y enriquecimiento en rojo, las de polipropileno mostraron mayor transmutancia y enriquecimiento en azul. La actividad de asimilación de CO₂ no mostró correlación con la cantidad de radiación bajo las películas pero fue dependiente del balance espectral resultando un efecto positivo del enriquecimiento en rojo y efecto negativo del enriquecimiento en azul.

Los mejores resultados fueron obtenidos con las películas de polietileno añadiendo una mezcla de fotocromáticos verde y azul al 0.5%. En cambio la asimilación de CO₂ en las plantas bajo películas de polipropileno no fue modificada significativamente con la adición de fotocromáticos. La actividad estomática y la temperatura foliar no mostraron una correlación con las características de la radiación bajo las películas.

Otro trabajo realizado por Benavides “es el estudio de la asimilación de CO₂ y el punto de compensación en espinacas bajo películas de polietileno coloreadas” en el cual se caracterizó el efecto de diferentes ambientes espectrales sobre las variables fotosintéticas: asimilación de CO₂, punto de compensación para la asimilación de CO₂ y la eficiencia de carboxilación de la Ribulosa-1,5-bisfosfato carboxilasa, que pudiesen aplicarse como predictores de la productividad de la espinaca **Spinacia oleracea L. var. Santa Elena**, así como describir la correlación de dichas variables fisiológicas con la biomasa de las plantas en diferentes ambientes espectrales.

La radiación incidente sobre las plantas fue modificada colocando películas de polietileno de color verde, blanco, azul, rojo y naranja y mallas sombra de polipropileno de color negro con 30% de sombrío con una y dos capas de malla sobre las plantas a una altura de 0.3 m sobre el suelo un día después de la siembra y cubriendo un área de 3 m² por cada tratamiento.

Como resultado de este estudio se pudo comprobar que los valores promedio y máximo del flujo fónico de la radiación fotosintética activa mostraron gran diferencia entre los tratamientos. El nivel más alto de radiación correspondió al tratamiento con malla de polipropileno con una capa de sombra, mostrando en contraparte que el polietileno azul fue el más bajo.

Los datos de la actividad promedio y máxima de asimilación de CO₂, así como los del punto de compensación, mostraron buena relación con la cantidad de radiación bajo las películas plásticas resultando coeficientes de correlación altos

* E-MAIL de Adalberto Benavides Mendoza, Cargo. San Juan de pasto, 17 junio de 2002

y positivos con el flujo fotonico de la radiación fotosintética activa.

Norcini citado por Gautier afirma que: “Además de la densidad de flujo fotonico se sabe que otras variables, como la humedad relativa o el déficit de presión de vapor del aire, influyen sobre la actividad estomática”⁵⁷

Saeki citado por Guardiola argumentan que:

La ausencia de correlación entre la conductancia estomática y la asimilación de CO₂ indica probablemente la acción de un factor o más factores no estomáticos. Este resultado generalmente se interpreta como derivado de una adaptación de tipo bioquímico que cambia la eficiencia fotosintética de la planta de acuerdo a las condiciones del entorno sin involucrar de manera importante factores estomáticos⁵⁸

Como conclusión de esta investigación se pudo afirmar que los diferentes ambientes de radiación generados con los filtros de polietileno y polipropileno dieron lugar a diferencias en los promedios y valores máximos del flujo fotonico de la radiación fotosintética activa. Estos se correlacionaron con las respuestas de las plantas tanto en el nivel fisiológico como de acumulación de biomasa. La determinación de la asimilación de CO₂ permitió caracterizar los cambios en el potencial fotosintético y la adaptación de las plantas a las condiciones de crecimiento.

Igualmente, Benavides, determinó que los cambios en la respuesta del punto de compensación para la asimilación de CO₂ se presentaron al variar el ambiente espectral de crecimiento, que dichos cambios probablemente se asocian con modificaciones bioquímicas en el aparato fotosintético, que la respuesta del punto de compensación para la asimilación de CO₂, fue un predictor adecuado de la asimilación de CO₂ la cual varió frente al flujo fotonico de la radiación fotosintética activa mostrando una componente estomática pequeña, y que la respuesta del punto de compensación para la asimilación de CO₂ mostró alta correlación con la acumulación de biomasa de las plantas.

Por ultimo se tiene el estudio realizado por la Universidad de Álameira en España en donde se analiza la influencia de las cubiertas plásticas sobre algunos cultivos como: tomate **Lycopersicon esculentum** Mill variedad Daniela, pimiento, y pepino **Cucumis sativus** variedad Cuzco.

En el caso del tomate se evaluaron los siguientes factores: diámetro del tallo, peso de raíz y peso de hojas con los siguientes tratamientos: plástico transparente estándar, azulvioleta, rosado, y rojo.

⁵⁷ GAUTIER, H. Regulation of leaf growth of glass. s.l. : blue light physiol, 1998. p. 98

⁵⁸ GUARDIOLA, J y PARCIA, A. Fisiología vegetal nutrición transporte y síntesis. s.l : s.n., 1990 p. 136

Los resultados de este estudio para el cultivo de tomate (**Lycopersicon esculentum Mill variedad Daniela**) demostraron que el color del plástico rojo tiene influencia sobre el tallo, ya que aumentaron el diámetro y el peso. Con respecto al peso de la raíz se observó que bajo plástico estándar tubo mas peso seguido por el plástico rojo y rosado.

En el cultivo del pepino (**Cucumis sativus** variedad Cuzco), con los mismos tratamientos, se obtuvieron los siguientes resultados: peso de raíz y peso de tallo fueron mayores con el plástico rojo seguido por el estándar. El peso de la hoja fue mayor con el plástico Standard seguido por el rojo. La longitud del tallo fue mayor con el plástico rojo seguido por el rosado azul violeta y estándar y el número de hojas fue mayor con el estándar seguido por el rosado.

En el caso del pimentón (**Capsicum spp.**) el peso de la raíz fue mayor con el plástico estándar seguido por el rosado, rojo y azul violeta. En cuanto al peso de tallos y hojas, el mayor peso se registro con el plástico estándar seguido de rojo, rosado, azul violeta. Con respecto a la longitud del tallo, la mayor longitud se obtuvo con el plástico de color rosado seguido del estándar, rojo y azul violeta.

1.6 PROPIEDADES DE LOS PLÁSTICOS UTILIZADOS COMO CUBIERTA DE INVERNADEROS

Según Robles: “Para la elección de un determinado material como cubierta de algún cultivo se debe tener en cuenta el peso de la cubierta, ya que este determinara que tipo estructura se debe utilizar y el espacio requerido entre los pilares, barras de soporte y la forma del techo”⁵⁹

1.6.1 Propiedades físicas. Infoagro manifiesta que:

Las propiedades que se deben tener en cuenta en la elección del material plástico para cubierta en los cultivos son:

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

■ **Densidad.** Informa sobre la cristalinidad de los polímeros. Esta modifica la flexibilidad, permeabilidad y propiedades térmicas del polímero.

■ **Espesor.** Las unidades de medida serán milímetros

⁵⁹ ROBLES, J. Como se cultiva en invernadero. s.l : De Vecchi, 1997. p. 20

generalmente utilizados para vidrio y plásticos rígidos y micras o galgas para los filmes. En filmes el espesor recomendado es de 200 a 800 galgas.⁶⁰

■ **Envejecimiento.** El envejecimiento de los materiales utilizados como cubierta en invernadero viene determinado por la degradación de sus propiedades físicas, radiométricas y mecánicas.

El envejecimiento físico se da por la degradación física de los materiales.

El envejecimiento radiométrico consiste en la pérdida de transmutancia que tiene el plástico; para determinar este tipo de envejecimiento se debe medir periódicamente la radiación fotosintética activa (PAR).

Infoagro afirma que:

El uso de una cubierta plástica altera todos los parámetros ambientales en el interior del invernadero adquiriendo unos valores distintos a los que existen al aire libre. La propia luz sufre una alteración más o menos sensible según el grado de transparencia del material de recubrimiento. Esta alteración de la luz se realiza en dos categorías:

? Cuantitativa, cuando se altera la intensidad luminosa

? Cualitativa, cuando se altera el espectro reduciendo o impidiendo el paso de las radiaciones de ciertas longitudes de onda⁶¹.

⁶⁰ INFOAGRO, Op.cit., p. 3

⁶¹ Ibid., p. 3

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 DESCRIPCIÓN ZONA ESTUDIO

El presente trabajo de investigación se realizó en el centro experimental de Botana de la Universidad de Nariño, ubicado en el municipio de Pasto, que se encuentra localizado a 1° 10' latitud n y 77° 16' longitud w, una altitud de 2800 m.s.n.m, con un brillo solar de 1182 horas/ año y una temperatura interna del invernadero de 23,6°C promedio,.

2.2 MATERIAL VEGETAL

Para la presente investigación se utilizó la semilla de tomate híbrido Aro 5656 de la casa comercial Hazera. Se trata de una planta que empieza su ramificación sobre la octava hoja en forma lateral y circundante al eje central; debido a su gran consistencia de tallos y hojas, se puede dejar caer, sin ser necesario el tutoraje o colgado en áreas secas.

Sus hojas son de un color verde intenso, grandes y frondosas, resistentes a **Stemphyllium spp**, **Leveillula sp**, y tolerante a **Phytophthora infestans** y **Alternaria spp**. Es muy difícil de observar hojas manchadas en los estados iniciales y solo ataques muy fuertes de enfermedades pueden traer consigo los síntomas característicos.

La raíz alcanza gran profundidad y expansión lateral, hábil en absorber nutrientes y tolerante a nemátodos, a **Fusarium spp** y a **Verticillium**.

Los frutos son de forma achatada, de hombros uniformes, piel consistente, de coloración roja intensa, maduración totalmente homogénea. Poseen buena duración en post-cosecha; su peso oscila entre 120 y 140 gramos.

2.3 ÁREA EXPERIMENTAL

La investigación se desarrolló en un invernadero de 130 m² que se dividió en cinco partes iguales en las cuales se colocaron las cubiertas plásticas de color rojo, azul, verde, amarillo y el testigo que no tenía cubierta plástica. (Figura 1)

Figura 1. Distribución de los diferentes tratamientos para la investigación



Cada unidad experimental constó de 14 plantas sembradas en bolsas plásticas de dos Kg de capacidad, de las cuales se tomaron diez plantas como parcela útil, dejando los extremos para eliminar el efecto borde.

2.4 MANEJO AGRONÓMICO

■ **Semillero.** Para la realización del semillero se utilizó como sustrato de arena río lavada y materia orgánica en una proporción de 2:1 respectivamente la cual se mezcló y se colocó en bandejas de germinación.

Para la desinfestación del sustrato se utilizó formol al 5% aplicándolo a este y tapándolo con un plástico transparente durante cuatro días; luego el sustrato se lo llevó a las bandejas de germinación y se procedió a sembrar la semilla.

Después siete días las plántulas de tomate comenzaron a emerger; previendo que la etapa de semillero es una etapa crítica debido al ataque de Damping off se hizo una aplicación de Vitavax 400 en dosis de 2gr /litro de agua.

Una vez las plantas alcanzaron la tercera hoja verdadera se procedió a la preparación de las bolsas plásticas en donde se realizaría el transplante. Para la preparación de este suelo se utilizó formol como en el procedimiento anterior. Una vez las bolsas plásticas estaban a 2/4 de llenado se les incorporó 10 gr de urea, 10 gr de cloruro de potasio, y 15 gr de superfosfato triple y luego se continuó el llenado. Además del fertilizante se aplicó carbofuran 3gr/bolsa para prevenir problemas de nematodos.

Una vez preparadas las macetas se procedió al transplante; este se hizo en horas de la tarde para evitar problemas de estrés en las plantas y pérdida de material. Posteriormente se hizo una aplicación de Vitavax 400 para prevenir problemas de Damping off.

Después del trasplante se comenzó a controlar problemas fitosanitarios como los de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) para el control de este se utilizaron clorpirifos, metomyl, y dimetoato en dosis de 1.5 cc/litro de agua rotándolos semanalmente para evitar problemas de resistencia.

Con respecto a la fertilización se utilizaron sales para fertirrigación (Akapos desarrollo y producción) aplicándolas en dosis de 150 g/ cinco litros de agua además de aplicar en forma foliar Nutrifercol en dosis de 10cc/litro de agua.

2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el presente trabajo se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, el cual contó con cinco (5) tratamientos y tres (3) repeticiones para un total de 15 unidades experimentales.

Los tratamientos evaluados (plásticos de diferentes colores como amarillo, azul, verde, rojo, y transparente) en la investigación se describen en los **anexos A y B**. Para su estudio se utilizó el espectrómetro Perkin Elmer lambda 11 (2.31) uv /vis en el cual se determinaron la transmutancia y la absorbancia respectivamente utilizando el rango que va desde los 375-750 nanómetros cada 25 nanómetros. Para determinar la intensidad de la luz transmitida se empleó un fotómetro Gossen Spot-master II con el cual se hicieron tres mediciones durante todo el ciclo del cultivo promediando los resultados, el momento en el cual se tomaron los datos fue a medio día que es cuando existe mayor luminosidad. (**Anexo C**)

2.6 VARIABLES EVALUADAS

■ **Altura de planta.** Los datos de esta variable se tomaron cada 10 días después de hecho el trasplante; para la toma de estos datos se procedió a medir con una cinta métrica desde el cuello de la raíz hasta la parte axilar de la última hoja en formación.

■ **Grados brix.** Se tomaron 15 tomates maduros por repetición y se procedió a extraerles a cada uno una gota de jugo que se depositó en el prisma del refractómetro (Atago ATC1).

■ **Diámetro ecuatorial.** Se tomaron 15 tomates maduros por repetición y se procedió a medirlos con un pie de rey en su parte central ecuatorial.

■ **Consistencia del tomate.** Para esta prueba se utilizaron 15 tomates maduros por cada repetición a los cuales se les hizo la prueba de penetrabilidad utilizando un penetrómetro con una barrena de 6mm de diámetro.

■ **Peso del tomate.** Se tomaron 15 tomates por repetición y se procedió a

pesarlos en balanza electrónica tomando el resultado con dos decimales; luego se promedió para calcular el peso por tomate.

■ **Cantidad de tomates por racimo.** Para esta variable se tomaron 4 racimos al azar por planta y se les hizo el conteo de tomates. Para cada repetición se tomaron 10 plantas dando como resultado 40 racimos por repetición.

■ **Rendimiento por planta.** Para esta variable se tomaron las producciones totales de cada planta y se promediaron por cada repetición los cuales fueron pesados en una báscula electrónica.

■ **Análisis de calidad.** Se hizo con base en la norma UN/fvv36 que regula las características fisicoquímicas como lo son azúcar soluble, dureza del tomate, calibre del tomate, y factores físicos que debe poseer el tomate y su producción. Esta norma es vigente para todos los países de la Unión Europea.

2.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los diferentes datos obtenidos se interpretaron estadísticamente mediante análisis de varianza. Además se utilizó la prueba de comparación de medias de Tukey para la interpretación de las diferencias observadas en el análisis de varianza.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la presente investigación se utilizaron plásticos de diferentes colores de calibre dos mm los cuales tuvieron un alto porcentaje de transmutancia de la franja rojo, rojo lejano en los colores rojo, verde, amarillo y testigo el color azul obtuvo muy baja transmutancia de esta franja. En la franja de amarillo naranja el plástico que mayor porcentaje transmitió fue el de color transparente seguido por el verde y el rojo, los de menor transmutancia fueron el amarillo y azul. Con respecto a la franja de color verde la mayor transmutancia se presentó en el plástico transparente seguida por los colores azul, rojo, verde y amarillo. Por ultimo en la franja de color azul violeta las mejores trasnmutancias se realizaron en testigo, seguidas por el color rojo, azul, verde y amarillo. (Anexo A)

Con respecto a la absorbencia de los plásticos esta fue muy baja presentándose el mayor porcentaje de absorbencia en el color azul cuando hay una longitud de onda de 375 nanometros de lo contrario los rangos de absorción de la luz por el plástico se encontraron en entre 0,69 para el plástico de color verde a 750 nanometros y 3,8 para el plástico azul a 725 nanometros. (Anexo B).

La intensidad luminica que se obtuvo bajo diferentes cubiertas de plástico para la producción de tomate fue mayor para el plástico transparente con 163000 luxes seguidos por el amarillo, rojo, verde y azul con 100000, 61000, 60000, y 55000 luxes respectivamente los cual es un buen rango para la fotosíntesis ya que si esta baja de 30000 luxes la actividad fotosintética en la planta se detiene. (Anexo C)

Debido a que los diferentes colores de plástico dejaban transmitir una longitud de onda lumínica diferente para cada tratamiento (**Figura 2**) se pudo recoger y analizar los diferentes resultados para las siguientes variables.

Figura 2 Radiación de diferentes calidades de luz a plantas de tomate.3.1
Altura de la planta.



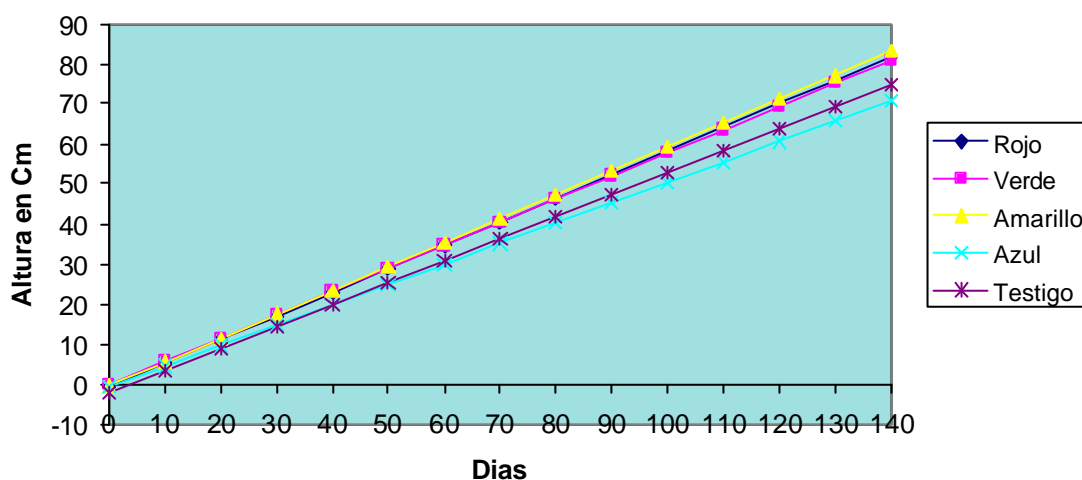
En el anexo D aparecen consignados los datos correspondientes al comportamiento de la altura de la planta, alcanzada bajo cinco tratamientos correspondientes a diferentes coloraciones del plástico de cobertura.

En la Figura 3 se observa el comportamiento de la altura de la planta de tomate crecida bajo cubiertas plásticas de diferente color. Puede observarse que entre los valores correspondientes a la pendiente de los modelos propuestos para cada tratamiento se destacan el comportamiento al amarillo, rojo y verde comparado con el testigo y el azul.

Los modelos de las rectas son los siguientes:

Rojo	$A = -0,727 + 0.589(\text{días})$	$r^2 = 0.977578$
Amarillo	$A = -0,474 + 0.597(\text{días})$	$r^2 = 0.983379$
Verde	$A = -0,163 + 0.579(\text{días})$	$r^2 = 0.980706$
Testigo	$A = -2,166 + 0.549(\text{días})$	$r^2 = 0.973729$
Azul	$A = -0,602 + 0.510(\text{días})$	$r^2 = 0.983379$

Figura 3 Altura de plantas para los diferentes tratamientos de cobertura plástica.



Debido a que se un cuenta con un r^2 cercano a 1 se puede afirmar que los modelos son altamente confiables.

En la Figura 3 se muestra que el crecimiento esta dado de forma lineal y que la mayor velocidad de crecimiento se encuentra en el plástico amarillo seguido por el rojo, verde, testigo y azul.

El análisis de varianza correspondiente a la altura final de la planta (Anexo E), mostró diferencias significativas entre los tratamientos empleados; al realizar la prueba de Tukey se observó que los tratamientos que indujeron una mayor altura final fueron el de color amarillo con una media de 60.9 cm (**A**) y el rojo con una media de 60.05 cm(**A**) los cuales mostraron diferencias significativas con respecto a los colores verde(**B**), testigo(**B**) y azul(**B**), que obtuvieron medias de 58.13, 54 y 51 cm respectivamente.

Igualmente la prueba de Tukey mostró que no se encuentran diferencias significativas entre los tratamientos amarillo y rojo pero estos mostraron una diferencia significativa con respecto al testigo y azul.

Estos resultados pueden deberse a que la altura es determinada por condiciones de tipo ambiental como temperatura, luminosidad, clase de luz y por factores genéticos; esta última variable fue la misma para todas las plantas, por lo que se puede afirmar que en este caso la luminosidad, la clase de luz y la temperatura, permitidos por los plásticos, fueron los factores que más influenciaron esta variable.

Es posible que la respuesta en el crecimiento de las plantas al tratamiento con diferentes colores se deba principalmente a que los tratamientos rojo y amarillo tienen una mayor transmutancia en la longitud de onda rojo lejano con respecto a los demás tratamientos, esta respuesta se puede deber a que la longitud de onda entre los 610 y los 725 nanómetros es la que le más aprovecha la planta para su actividad fotosintética y síntesis de clorofila (Henao, F., 2000 p15.).(Anexo A)

Este comportamiento coincide con lo reportado por Giese, quien afirma que: "El extremo rojo del espectro, en particular las longitudes de onda vecinas a 660 nanómetros son regiones de estimulación máxima para las respuestas fotoperiódicas en las células vegetales; la luz azul es relativamente poco eficaz"⁶².

El mayor crecimiento permitido por los plásticos amarillo y rojo se debe posiblemente a que su transmutancia en los espacios rojos del espectro (660 nanómetros) es alta, siendo este tipo de luz muy eficaz para la fotosíntesis de la planta.

El menor crecimiento observado bajo la cubierta plástica azul coincide con los ensayos realizados por Bottini sobre **Arabidopsis** silvestres y mutantes cry1 bajo condiciones de luz azul continua, quien observó que luego de 30 minutos bajo luz azul las tasas de crecimiento de los hipocotilos bajaron a niveles mínimos. Este comportamiento lo explico debido a que se produce un cambio en las células que regulan el ciclo de la síntesis de giberelinas y de factores de respuesta a las

⁶² GIESE, A. Fisiología general. España : Interamericana. España. 1979 p. 289

auxinas.

3.1 GRADOS BRIX

En la Tabla 1, se describen los datos obtenidos bajo los cinco tratamientos correspondientes a cubiertas plásticas de diferente color; se observó que el valor osciló entre 10.15° para el color amarillo, y 8,46° para la cubierta de color verde. Realizado el análisis de varianza (Anexo E) se observó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados.

Este comportamiento se puede deber a que siendo la temperatura y la luz factores muy importantes para la maduración del fruto del tomate, esta última no alcanza a tener una gran incidencia sobre el efecto de transformación de carbohidratos para la producción de azúcar en la planta, ya que factores como dureza y cantidad de azúcares solubles en los frutos, están dados principalmente por las características genéticas del material sembrado; este factor parece poco influenciado por factores ambientales como la luz.

Tabla 1. Grados brix del tomate obtenido bajo cubiertas plásticas de color rojo, azul, verde, amarillo y transparente.

	repetición			Media
	I	II	III	
Rojo	10.26	8.90	8.60	9.25
Azul	9.50	9.00	10.10	9.53
Verde	8.20	8.40	8.80	8.46
Amarillo	9.33	10.06	11.06	10.15
Testigo	9.70	10.20	10.00	9.96

Además, los grados brix, según lo manifiesta Nuez, “están influenciados por el clima y el volumen total de agua que tiene el fruto al suprimir el riego. Debido a que en el cultivo no se suprimió el suministro de agua en la recolección de frutos, todos estos alcanzaron su madurez de cosecha de manera normal”⁶³.

3.2 CONSISTENCIA DEL TOMATE

En la tabla 2, se incluyen los datos correspondientes a la consistencia del tomate bajo los cinco tratamientos. Se observó que aunque el tratamiento con plástico azul produjo una resistencia a la punción de 3,55 kg./cm² siendo este el máximo valor y el tratamiento amarillo con 2,25 kg./cm² siendo este el valor más bajo, el análisis de varianza respectivo (Anexo E) no mostró diferencias estadísticamente

* ENTREVISTA con Rubén Botín. Profesor de Ciencias Pecuarias, Universidad Nacional de Cuyo. Argentina, 22 de febrero de 2005

⁶³ NUEZ, Op cit., p 114

significativas.

Tabla 2. Consistencia del tomate para los cinco tratamientos en Kg./cm² correspondiente a cubiertas plásticas de color rojo, azul, amarillo, verde, testigo

	Repetición			Media
	I	II	III	
Rojo	3.26	2.90	3.12	3.09
Azul	3.37	3.55	3.27	3.39
Verde	3.10	2.80	3.00	2.96
Amarillo	3.26	2.25	2.98	2.83
Testigo	3.05	3.10	2.90	3.01

Este comportamiento se puede explicar en que este es un factor que esta influenciado directamente por las características genéticas del material sembrado.

3.3 CANTIDAD DE TOMATES POR RACIMO

En la Tabla 3, se anota el número de tomates por racimo en los cinco tratamientos correspondientes a cubiertas plásticas de diferente color. Se pudo establecer que el tratamiento con plástico rojo mostró una producción media de 5,62 tomates / racimo mientras que el testigo presentó un total de 4,93 tomates/ racimo. El análisis de varianza (Anexo E) presentó diferencias significativas entre tratamientos, lo cual significa que la clase de luz incidente afecto el número de tomates formados en cada racimo.

Tabla 3. Numero de tomates/ racimo obtenidos con plantas cultivadas bajo cubiertas plásticas de diferente color.

	Repeticiones			Media
	I	II	III	
Rojo	5.75	5.67	5.45	5.62 A
Azul	4.82	5	5.15	4.99 B
Verde	4.82	5.25	5.25	5.1 B
Amarillo	5.05	5.1	4.77	4.97 B
Testigo	4.8	4.95	5.05	4.93 B

Comparador Tukey (0.05) 0.5104

Entre los tratamientos evaluados (rojo, verde, azul, amarillo, testigo) el de mejor comportamiento fue el color rojo con una media de 5.6 tomates por racimo, mostrando diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos como se puede apreciar en la prueba de comparación de medias de Tukey.

Este comportamiento se puede explicar, según la información suministrada por CASAL, J., Basados en que las etapas de diferenciación, crecimiento y producción son altamente exigentes en la captación de luz para desarrollar sus procesos fotosintéticos y de reducción de enzimas y hormonas y que una de las longitudes de ondas más utilizadas por la planta es el rojo y el rojo lejano; además se debe tener en cuenta que el rojo lejano es un factor que puede ayudar a la floración de las plantas.

Quiroga afirma que:

También es explicable esta situación si se tiene en cuenta que los procesos fotomorfogénicos (floración, desarrollo vegetativo entre otros) dependen de: la duración relativa de los períodos de luz y de oscuridad (fotoperíodos), la composición espectral de la luz, que es percibida, entre

Otros, por el sistema del fitocromo que puede presentarse en dos formas activas conocidas como Pr y Pfr. Estas formas activas cambian de una a otra, según reciban luz roja con máximo de absorción en 660 nanómetros (Pr) o rojo lejano con máximo de absorción en 730 nanómetros (Pfr). Cada forma desencadena respuestas fisiológicas diferentes, dependiendo de la relación entre luz roja y roja lejana*

Debido que para el estudio realizado los análisis de transmutancia del plástico rojo arrojó resultados en esta gama de longitud de onda, se puede afirmar que el efecto de una mayor floración y un mayor rendimiento se debió a una interacción entre el rojo lejano y los fitocromos de la planta.

3.4 PESO DEL TOMATE

En la Tabla 4, aparece consignado el peso promedio de los tomates obtenidos en los cinco tratamientos, observando que el tratamiento con plástico rojo dio como resultado tomates de 122.05 g. siendo este el más alto, y tomates de 113.42 g en el testigo, siendo este el más bajo. Realizado el análisis de varianza respectivo (Anexo E) se observaron diferencias significativas entre tratamientos, demostrándose que el color de la cubierta afectó el peso promedio de los tomates.

* E MAIL de Quiroga, M. Comunicación personal. San Juan de Pasto, 02 de marzo de 2005

Tabla 4. Peso promedio(g) del tomate obtenido bajo cubiertas plásticas de diferente color.

	Repetición			Media
	I	II	III	
Rojo	124.240	122.227	119.634	122.05 A
Amarillo	115.433	120.531	118.353	118.10 AB
Verde	117.047	117.353	118.013	117.47 AB
Azul	117.510	115.612	116.717	116.61 B
Testigo	112.354	113.012	114.913	113.42 B
Comparador Tukey (0.05)			5.382	

La prueba de Tukey demostró que el color rojo fue el mejor tratamiento con una media de 122.05g seguido por el amarillo con 118.10g y verde 117.47g entre los cuales no se observaron diferencias estadísticas significativas; el tratamiento con plástico rojo presentó diferencias estadísticamente significativas con respecto a los tratamientos azul y testigo los cuales presentaron frutos con pesos de 116.613g y 113.426g respectivamente

Este comportamiento coincide con los datos obtenidos en la variable altura de planta. Es posible que estas diferencias con respecto al peso del tomate se deban principalmente a la transmutancia de los plásticos en el rango de color rojo lejano el cual estimula la actividad fotosintética y debido a que el fruto en su etapa de crecimiento contiene gran cantidad de fitocromos la actividad fotosintética de este es alta.

3.5 RENDIMIENTO

En la Tabla 5, se describen los rendimientos de tomate/ planta expresados en kg y correspondientes a los cinco tratamientos; se observó que el tratamiento con plástico arrojó una producción de 5,02 kg de tomate por planta siendo este el más alto y 3.23 kg de tomate por planta con el testigo siendo este el más bajo. Realizado el análisis de varianza respectivo (Anexo E) se observaron diferencias significativas entre tratamientos, demostrándose que el color de la cubierta afecta la producción obtenida por la planta de tomate.

Tabla 5. Rendimiento de la planta de tomate expresado en kg./ planta para plantas de tomate bajo cubiertas plásticas de color rojo, azul, verde, amarilla y transparente.

	Repetición			Media
	I	II	III	
Rojo	5.66	4.85	4.56	5.02 A
Amarillo	4.08	4.30	3.95	4.35 B
Verde	3.38	3.69	3.71	3.59 B
Azul	3.40	3.46	3.60	3.48 B
Testigo	3.23	3.35	3.48	3.35 B
Comparador Tukey (0.05)				0.894

De acuerdo con el análisis de varianza se pudo observar que existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos correspondientes a el rendimiento de la planta; la prueba de Tukey demuestro que el mejor tratamiento es el color rojo con una media de 5.02 Kg /planta con diferencias estadísticamente significativas respecto a los demás tratamientos los cuales presentaron los siguientes valores; plástico amarillo 4.11, verde 3.60, azul 3.49, testigo 3.35 Kg respectivamente.

Este comportamiento coincide con lo reportado por Ballare quien manifiesta que el incremento en el rango de el rojo lejano en cultivos de *P sativum* aumento el numero de flores, redujo el tiempo de floración y aumento la productividad.

La importancia fisiológica de la luz transmitida por los plásticos empleados radica en la mayor o menor transmutancia en las franjas azules y rojas del espectro que son consideradas como de mayor eficiencia fotosintética. A pesar de qué la luz parece carecer de muy poca importancia en las primeras etapas de la planta, a medida que pasa el tiempo, esta se convierte en un factor de vital importancia, ya que a mayor eficiencia fotosintética se mejoran las condiciones de crecimiento y desarrollo de la planta.

Por otro lado Heindl y Brun citados por Ballare manifiestan que la alta radiación de rojo lejano transmitido a las plantas reduce el aborto de flores y frutos.

3.6 DIÁMETRO ECUATORIAL

En la Tabla 6, se describen los promedios obtenidos en la medición del diámetro ecuatorial de los frutos del tomate correspondientes a los cinco tratamientos; se observó que el tratamiento con plástico rojo dio como resultado tomates con diámetros ecuatoriales de 63.07 mm siendo este el mas alto y diámetros de 59.2 mm para el testigo siendo este el mas bajo. Realizado el análisis de varianza

respectivo (Anexo E) se observaron que no se encuentran diferencias significativas con respecto a esta variable.

Tabla 6. Diámetro ecuatorial de los frutos de tomate expresado en milímetros obtenidos en plantas cultivadas bajo diferentes cubiertas plásticas.

	repetición			Media
	I	II	III	
Rojo	63.5	62.9	62.83	63.08
Verde	62.58	62.97	63	62.85
Azul	62.5	61.37	61.88	61.91
Amarillo	60	62.58	62.73	61.77
Testigo	58.7	59.1	59.8	59.2

Este comportamiento coincide con lo reportado por Euroagro el cual manifiesta que en la producción de tomate bajo cubierta plástica de diferentes colores en la localidad de Almería y Granada en España, no se encontraron diferencias significativas desde el punto de vista estadístico al 95% de confiabilidad, encontrando algunas diferencias por debajo de los 85% de confiabilidad.

Por el contrario, la Universidad de Almería reportó que el uso de plásticos foselectivos para la producción de tomate bajo cubierta puede aumentar el diámetro ecuatorial de manera significativa de forma que se encuentran aumentos de 10 puntos en el porcentaje en comparación con el testigo al aire libre. Este comportamiento es de gran importancia comercial ya que se aumenta el calibre por lo tanto se puede lograr también un aumento en la clasificación de la calidad para su comercialización.

3.7 ANÁLISIS DE CALIDAD

Teniendo en cuenta los datos y los promedios obtenidos en la investigación se puede comenzar el análisis de calidad para este parámetro se tomaran en cuenta la dureza, °Brix, peso, diámetro ecuatorial y el estado de la piel del fruto. Para su evaluación se utilizó las normas de calidad FVV 36 publicada por la Comisión Económica Europea de las Naciones Unidas y la resolución N° 99/94 que regula la identidad y la calidad del tomate para la comercialización de este en América del sur.

Teniendo en cuenta los siguientes datos:

Tabla 7. Datos promedios de las diferentes variables evaluadas para la clasificación de la calidad

COLOR	Dureza a	°Brix	Peso	Diámetro	Piel		
					Extra	Cat I	Cat II
Rojo	3.09	9.25	122.05	63.08	70	25	5
Azul	3.39	9.53	116.61	61.91	68	23	9
Verde	2.96	8.46	117.47	62.85	71	27	2
Amarillo	2.83	10.15	118.1	61.77	70	30	-
Testigo	3.01	9.96	113.42	59.2	69	15	15

El tratamiento de color rojo produjo un tomate con una dureza aceptable lo cual es un buen factor en el transporte ya que se evitan daños por aplastamiento y mecánicos cuando el tomate tiene el pedúnculo unido aun al fruto. Con respecto a los ° Brix se tiene un tomate de un contenido de azúcar alto por lo tanto es un tomate deseado para el consumo ya que es de buena aceptación en el mercado los 9.25 ° brix quieren decir que se encuentra una concentración de 92.5 g/l de azúcar. Con respecto a el diámetro se lo puede clasificar como MM. Con respecto a la piel se puede decir que existe un 70% de tomate tipo extra 25% de categoría I y 5% de categoría II. Esto se debe al manejo que se le da a los tomates en la plantación y en post cosecha además de no presentarse problemas fitosanitarios que afectaron el cultivo.

Con respecto al tratamiento con el plástico azul se encontró que tomates alcanzaron una dureza 3.39 (aceptable) lo cual es un buen factor en el transporte ya que se evitan daños por aplastamiento y mecánicos cuando el tomate tiene el pedúnculo unido aun al fruto. con respecto a los ° Brix se tiene un tomate de un contenido de azúcar alto por lo tanto es un tomate deseado para el consumo ya que es de buena aceptación en el mercado los 9.53 ° brix quieren decir que se encuentra una concentración de 95.3g/l de azúcar. Con respecto al diámetro se lo puede clasificar como MM. Con respecto a la piel se puede decir que existe un 68% de tomate tipo extra 23% de categoría I y 9% de categoría II. Esto se debe al manejo que se le da a los tomates en la plantación y en post cosecha además de no presentarse problemas fitosanitarios que afectaron el cultivo.

El tratamiento de color verde produjo un tomate con una dureza de 2.96 (aceptable) lo cual es un buen factor en el transporte ya que se evitan daños por aplastamiento y mecánicos cuando el tomate tiene el pedúnculo unido aun al fruto. Con respecto a los ° Brix 8.46 se tiene un tomate de un contenido de azúcar alto por lo tanto es un tomate deseado para el consumo ya que es de buena aceptación en el mercado los 8.46^a brix quieren decir que se encuentra una concentración de 84.6 g/l de azúcar. Con respecto a el diámetro se lo puede clasificar como MM. Con respecto a la piel se puede decir que existe un 71 % de tomate tipo extra 27% de categoría I y 2% de categoría II. Esto se debe al manejo que se le da a los tomates en la plantación y en post cosecha además de no presentarse problemas fitosanitarios que afectaron el cultivo.

El tratamiento de color amarillo produjo un tomate con una dureza 2.83 Kg. (no es aceptable) lo cual no es un buen factor ya que en el transporte se pueden producir daños por aplastamiento y mecánicos cuando el tomate tiene el pedúnculo unido aun al fruto. con respecto a los ° Brix se tiene 10.15° se tiene un tomate de un contenido de azúcar alto por lo tanto es un tomate deseado para el consumo ya que es de buena aceptación en el mercado los 10.15 °Brix quieren decir que se encuentra una concentración de 101.5 g/l. Con respecto a el diámetro se lo puede clasificar como MM. Con respecto a la piel se puede decir que existe un 70% de tomate tipo extra 30% de categoría I. Esto se debe al manejo que se le da a los tomates en la plantación y en post cosecha además de no presentarse problemas fitosanitarios que afectaron el cultivo.

El testigo produjo un tomate con una dureza aceptable lo cual es un buen factor en el transporte ya que se evitan daños por aplastamiento y mecánicos cuando el tomate tiene el pedúnculo unido aun al fruto. Con respecto a los ° Brix (9.96) se tiene un tomate de un contenido de azúcar alto por lo tanto es un tomate deseado para el consumo ya que es de buena aceptación en el mercado los 9.96 ° brix quieren decir que se encuentra una concentración de 99.6. Con respecto al diámetro se lo puede clasificar como MM. Con respecto a la piel se puede decir que existe un 69% de tomate tipo extra 15% de categoría I y 16% de categoría II. Esto se debe al manejo que se le da a los tomates en la plantación y en post cosecha además de no presentarse problemas fitosanitarios que afectaron el cultivo.

Ningún tomate presento problemas de podredumbre, sobre madures, daño por helada, pudrición apical, ni quemado por el sol ya que todos se cosecharon en su punto óptimo de cosecha. En algunos tomates se presentaron manchas (defectos que superaron el 10% del fruto) lo cual llevo a la clasificación de tomate de II categoría.

4. CONCLUSIONES

- El color del plástico influyo significativamente sobre el número de tomates por racimo y el rendimiento teniendo un mejor comportamiento el plástico de color rojo con 5.6 tomates/racimo y 5.02 kg/planta seguido del color amarillo con 4.35 Kg/planta y con 4.97 tomates/racimo, el de peor comportamiento fue el testigo con 4.93 tomates/racimo y un total de 3.35 Kg/planta
- Ninguno de los tratamientos tubo diferencias significativas con respecto a los
- ° Brix, Consistencia del tomate y diámetro ecuatorial.
- Los tratamientos que permitieron una mayor altura del tomate fueron el rojo 60.05 cm y amarillo 60.9 cm y el de peor comportamiento agronómico el azul con 51 cm.
- Con respecto al peso promedio de los tomates se encontraron diferencias significativas entre el peso obtenido con el plástico de color rojo con 122.05 gr y el peso alcanzado con el plástico transparente con 113.42 gr

5. RECOMENDACIONES

- Con base a la información recolectada y analizada en este trabajo de investigación, se recomienda:
- Investigar el efecto de diferentes calidades de rojo para la producción de tomate bajo condiciones de invernadero.
- Evaluar el efecto del rojo lejano en diferentes cultivos bajo cubierta.

BIBLIOGRAFÍA

AZCOS, J. Y TALON, M: Fundamentos de fisiología vegetal. México : Mc Graw Hill, 1990. 137 p.

BALLARE, C. et al. Plant Photomorphogenesis in canopies, crop ground and yield. s.l : Hort, 1995. 206 p.

CABRERA E, CORONEL, M. Efecto de diferentes calidades de luz sobre enraizamiento y crecimiento inicial de tres variedades de clavel (Dianthus caryophylluz l.) Pasto, 1987, 98 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño Facultad de Ciencias Agrícolas

CALVERT, C. Effect of the early enviroment on devolopment of flowering in tomato. s.l. : Hort Sci, 1997. 32 p.

CANO, CANO G, MARROQUIN J. Taxonomia de plantas superiores. México : Trillas, 199. 354 p.

CEPLA. Efecto de plástico foto selectivos en cultivos de peino y mate. [en línea]. Unión Europea. [citado, Feb., 2005]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.cepla.com/euroagro/8/8.html>>

CHAPLIN, F. Efectts of multiple environmental stresses on nutrient avallabiliti an use En Mooney H.A, Winner W.E, responses of plants to multiples stresses. San Diego EEUU : Academic press Inc, 1991 p. 67-888

CORPORACION COLOMBIA INTERNACIONAL. CCI. Perfil del producto [en línea].Junio 2004 [citado Feb., 2005]. En : Boletín CCI No. 2. Disponible en Internet: <URL : www.cci.org.co>

_____. En : Revista Horticultura. No. 129, vol. XVII. (Jun., 1998); p. 25-28

DENG, X. Fresh view of light signal transduccion in plants cell. New York : Wiley, 1996. p 76

DEVLIN, R. Fisiología vegetal. Barcelona : Omega, 1980 p. 247-250

FLORIAN, P BIMBO, B. Materiales plásticos para cubierta de invernaderos [en línea] enero 2004. [Feb., 2005]. Disponible en Internet:<URL: http://www.ediho.es/horticom/trm_aut/invernad/material.html>

GAUTIER, H. Regulation of leaf growth of glass. s.l. : blue light physiol, 1998 420 p.

GIESE, A. Fisiología general. España : Interamericana. España. 1979 577 p.

GOBERNACION DE NARIÑO. Consolidado agrícola. San Juan de Pasto : Gobernación de Nariño, 2004. 225 p.

GUARDIOLA, J y PARCIA, A. Fisiología vegetal nutrición transporte. s.l : Síntesis, 1990 199 p.

GRUPO DISAGRO. Plan de manejo para el cultivo del tomate. [en línea] mayo 2004. [citado Feb., 2005] Disponible en Internet: <URL: www.gerona.inf.cu/citma/ciget/Agricultura/Plan%20de%20manejo%20del%20Tomate4.htm>

INFOAGRO [en línea]. Abril de 2004 [citado Feb., 2005]. Disponible en Internet: <URL: www.infoagro.com>

_____. Los plásticos en la agricultura. Materiales de cubierta para invernaderos. [en línea] México [Feb., 2005]. Disponible en Internet : <URL: http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/plasticos4.asp>.

MONTOYA, M. Tomates con mas "cache". En : El Tiempo, Cali. (1, Jun., 2002); p. 1-2 c.

MOSES. P, CHUA. N. La luz activadora de genes vegetales, investigación y ciencia. s.l. : s.n., 1988. 141 p.

NUEZ, F. El cultivo del tomate. México : Mundiprensa, 1998. 800 p.

PEAT, W. Relationship between photosintesy ans light intensity in tomato. s.l. : Ann Bot, 1996. 321 p.

RAMOS, E. RALLA. L. Nueva horticultura tecnología y economía de los sistemas hortícolas intensivos. México : Mundiprensa, 1987. 183 p.

ROBLES, J. Como se cultiva en invernadero. s.l : De Vecchi, 1997. 173 p.

RODRIGUEZ, R. et. al. El cultivo moderno del tomate. Madrid: Multiprensa, 1998, 188 p.

SMITH, H. Light quality phothoreception and plant trategy. s.l. : Annu rev plant physiol, 1982. 518 p.

VAN HAELFF, J. Manual para el cultivo del tomate México : Trillas, 1998 53 p.

WELLMAN, E. Uv radiation in photomorphogenesis. In : Shropshire. W y Mohr H

Photomorphogenesis. Enciclopedia of plant physiology. Vol. 16b. Berlin, Germany : Springer-velag,1983 p. 747

ANEXOS

Anexo A Análisis de transmutancia de los plásticos

nanómetros	ROJO	AZUL	VERDE	AMARILLO	TESTIGO
375	15	0.2	1.6	3.4	63.5
400	14.3	1.9	1,7	0.9	65.5
425	14.7	5.4	2.3	1.1	66.8
450	15.1	9.9	3.6	1.4	68.1
475	13.2	13.7	5.8	0.7	69.8
500	10.3	16.3	7.5	0.5	71.2
525	7.9	13.9	9.1	0.8	72.3
550	6.5	5.3	10.2	1.6	72.9
575	5.5	1	9.5	2.5	73.6
600	14.5	0.4	5.2	3.7	74.8
625	17.5	0.2	3.5	5	75.6
650	20	0.3	3.5	6.6	76.3
675	21.3	0.6	6	8.2	76.7
700	23	0.3	9.7	9.8	77.4
725	24.3	0.1	9.8	11.4	77.9
750	25.6	1	13.7	13.3	78.1

Anexo B Análisis de absorbencia de los plásticos

nanómetros	ROJO	AZUL	VERDE	AMARILLO
375	1,24	6	1,8	2,5
400	1,32	2,4	1,7	2,81
425	1,29	1,82	1,6	2,91
450	1,29	1,6	1,5	2,8
475	1,22	1,32	1,29	2,6
500	1,28	1,19	1,21	2,5
525	1,38	1,20	1,09	2,37
550	1,44	1,53	1	1,98
575	1,53	2,17	0,98	1,79
600	1,07	2,6	1,17	1,60
625	1,02	2,91	1,34	1,46
650	0,90	2,79	1,27	1,3
675	0,85	2,4	1,05	1,23
700	0,80	2,67	0,86	1,1
725	0,75	3,8	0,82	1,05
750	0,76	2,13	0,69	0,98

Anexo C Análisis de la Intensidad de luz utilizando el fotómetro

	Rojo	Azul	Verde	Amarillo	testigo
Luminosidad en luxes					
1ra toma	75000	68000	73000	130000	180000
2da toma	62000	57000	60000	100000	170000
3ra toma	46000	40000	48000	70000	140000
promedio	61000	55000	60000	100000	163000

Anexo D. Altura de plantas alcanzadas por los cinco tratamientos durante la investigación

Días	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Rojo	8.07	8.68	9.35	11.14	18.44	21.79	33.12	38.96	49.6	55.06	59.86	65.36	71.36	76.16	81.16
Azul	7.14	7.54	7.98	9.36	16.19	21.03	28.98	33.18	41.74	46.63	51.13	56.13	61.63	66.63	71.43
Verde	8.18	8.68	9.19	10.62	18.31	24.40	35.50	39.05	47.6	54.53	58.93	64.93	70.43	75.45	80.23
Amarillo	7.43	8.11	9.95	10.89	19.3	25.26	34.02	40.97	49.73	55.8	60.9	66.4	72.4	77.2	82.2
Testigo	6.93	7.66	8.59	10.25	15.20	19.66	26.96	31.28	42.05	48.53	54.4	60.4	65.9	70.9	75.7

Anexo E. Análisis de varianza para las variables: consistencia, grados Brix, peso del tomate, Tomate/racimo, diámetro ecuatorial, rendimiento y altura, obtenidos con diferentes tratamientos correspondientes a cubiertas plásticas de diferente color.

	G DE L	CONSISTENCIA	° BRIX	PESO	TOM/RAC	DIÁMETRO	RENDIM	ALTURA
Rep	2	0,10384667	0,22166000	0,2424181	0,02654167	0,43978667	0,01101947	0.026341
Trat	4	0,13395667 ^{ns}	1,32497333 ^{NS}	28,8369017*	0,24545833	7,12494000 ^{NS}	1,39804190*	0.266362*
Error	8	0,06382167	0,44379333	3.6403812	0,03273958	0,68407000	0,10062005	0.100728
Total	14							
C de variabilidad		8,254068	7,031649	1,623352	3,529405	1,339135	8,096688	3.6385