

**INFLUENCIA DE LA LUZ MEDIANTE COBERTURAS PLÁSTICAS DE  
COLORES SOBRE LA GERMINACIÓN, CRECIMIENTO Y FLORACIÓN DE LA  
ESPECIE *Coffea arabica*, EN LA SEDE LOS ROBLES DE LA FUNDACIÓN  
UNIVERSITARIA DE POPAYÁN.**

YEISON BRAYAN MUÑOZ DÍAZ

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE POPAYÁN  
CIENCIAS NATURALES  
ECOLOGÍA  
POPAYÁN  
2019

INFLUENCIA DE LA LUZ MEDIANTE COBERTURAS PLÁSTICAS DE COLORES  
SOBRE LA GERMINACIÓN, CRECIMIENTO Y FLORACIÓN DE LA ESPECIE  
*Coffea arabica*, EN LA SEDE LOS ROBLES DE LA FUNDACIÓN  
UNIVERSITARIA DE POPAYÁN.

YEISON BRAYAN MUÑOZ DÍAZ

Trabajo de grado, para optar al título de Ecólogo.

Director de trabajo de grado:  
Msc Daniel Feriz García

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE POPAYÁN  
CIENCIAS NATURALES  
ECOLOGÍA  
POPAYÁN  
2019



FUNDACIÓN  
UNIVERSITARIA  
DE POPAYÁN  
35 ANIVERSARIO

## ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA TRABAJO DE GRADO

FECHA: 15 de febrero del 2019

HORA: 10:00 am.

LUGAR: Fundación Universitaria de Popayán sede Los Robles.

Se realizó la Sustentación Pública del Trabajo de Grado denominado: "INFLUENCIA DE LAS COBERTURAS PLÁSTICAS DE COLORES SOBRE LA GERMINACIÓN, CRECIMIENTO Y FLORACIÓN DE LA ESPECIE *Coffea arabica*, EN LA SEDE LOS ROBLES DE LA FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE POPAYÁN", presentado por el estudiante YEISON BRAYAN MUÑOZ DÍAZ, asesorado por el Biólogo Andrés Feriz García.

El trabajo se considera:  
APROBADO:

Luisa Fernanda Garcia V  
Luisa Fernanda Garcia Varela  
Directora del programa de Ecología

Se adjunta acta de asistencia.



Sede administrativa: Cra. 57 No. 5-58 - San José - Calle 5 No. 8-58 - Los Robles Km 8 vía al sur  
Sede Norte del Cauca: Calle 8 No. 10-50 Santander de Quindío

Popayán, Cauca, Colombia

FON: (57-2) 8320225 | [www.fup.edu.co](http://www.fup.edu.co) | Fundación Universitaria de Popayán





FUNDACIÓN  
UNIVERSITARIA  
DE POPAYÁN  
35 ANIVERSARIO

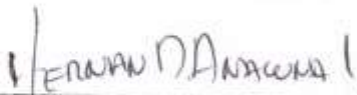
FUNDACION UNIVERSITARIA DE POPAYAN  
PROGRAMA DE ECOLOGÍA

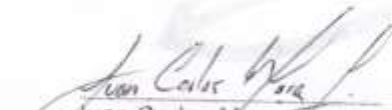
ACTA DE SUSTENTACIÓN PRIVADA

Siendo las 10:00 am. del día 15 de febrero del 2019 fueron convocados en el auditorio en la sede Los Robles, los jurados: Hernán Anacona y Juan Carlos Mora, en calidad de pares evaluadores del proyecto de grado denominado, "INFLUENCIA DE LAS COBERTURAS PLÁSTICAS DE COLORES SOBRE LA GERMINACIÓN, CRECIMIENTO Y FLORACIÓN DE LA ESPECIE *Coffea arabica*, EN LA SEDE LOS ROBLES DE LA FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE POPAYÁN", presentado por el estudiante YEISON BRAYAN MUÑOZ DIAZ, asesorado por el Biólogo Andrés Feriz García.

El trabajo se considera APROBADO

Para constancia se firma a los 15 de febrero del 2019.

  
Hernán Anacona

  
Juan Carlos Mora



Sedes administrativas: Ciudad San José Calle 14 No. 5-58 - Los Robles Km 11 vía al sur  
Sede Monte del Cauca: Calle 4 No. 10-52 San Andrés de Quilichao

Popayán-Cauca-Colombia

FBA (57-2)832025 | [www.fup.edu.co](http://www.fup.edu.co) | Fundación Universitaria de Popayán

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, por darme las capacidades necesarias para elaborar este trabajo y por tantas bendiciones que recibo cada día.

Quiero dar gracias infinitas a mis padres: Rosario del Carmen Díaz y Luis Alfredo Muñoz, por su apoyo incondicional, por ser mi ancla, mi fortaleza y mi más grande motivación.

Gracias a la Fundación Universitaria de Popayán y a la parte de investigación por permitirme trabajar en la sede Los Robles y por la financiación para la elaboración de este proyecto. Así mismo, al programa de Ecología y al semillero de investigación Serendipias por permitirme ser parte del grupo.

A mi director de tesis Msc Daniel Feriz García quiero expresar mis más sinceros agradecimientos por brindarme su confianza para desarrollar este proyecto, por sus asesorías, su colaboración, su paciencia, su tiempo y por haber sido parte fundamental durante todo el proceso.

Al equipo docente del programa de Ecología, especialmente al docente Carlos Andrés Duran por su apoyo y asesorías brindadas.

A don Jesús Medina, encargado de la finca de la sede Los Robles, por su colaboración y por brindarme sus conocimientos para mi propio enriquecimiento en cuanto a cultivos de café. Igualmente, a los vigilantes que supervisaban el bienestar de los experimentos y a los trabajadores que ayudaron en la elaboración y desmonte de las estructuras necesarias para el estudio.

Al ecólogo Jesús Vargas Tello, por su pertinente ayuda en el mantenimiento de algunas estructuras construidas para las mediciones de floración.

A mis amigos Yadira, Imelda, Maira, Adrián Esteban, Yazmín, Luisa Mosquera, Deisy, Fernanda Rosero, Darly y demás compañeros por su apoyo tanto moral, como algunos aspectos del proyecto.

Finalmente quiero agradecer a mi familia y amigos, por creer en mí y alentarme en todo momento.

*Dedicado a mis padres y a mi hermano,  
por ser la mayor bendición que me ha dado la vida  
y la prueba más grande del amor de Dios.*

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia de diferentes condiciones lumínicas generadas por coberturas plásticas de colores en el crecimiento, germinación y floración de la especie *Coffea arabica*. Para esto se evaluó las propiedades de absorbancia, transmitancia y transparencia de 3 tipos de coberturas: el papel cristal y polietileno de baja densidad grueso y delgado. Para medir el efecto del plástico sobre la germinación, se elaboraron 15 unidades experimentales (U. E.), forradas con plásticos de colores rojo, azul, rojo-azul, translucido y polisombra con 3 repeticiones cada una, donde se sembraron 40 semillas de café para cada unidad experimental.

Para medir el efecto de la luz sobre el crecimiento de las plántulas se elaboraron 15 U. E., con las mismas coberturas y repeticiones que el anterior procedimiento y 40 plántulas de café por U. E. Para el efecto en la floración se establecieron 10 U. E. de las mismas coberturas con dos repeticiones, las cuales contaron con dos plantas de café dentro de cada U. E. En cuanto a la germinación, los plásticos translucido y rojo fueron las de mayor efectividad, en el crecimiento vegetativo fue el tratamiento de polisombra y en la floración fueron la polisombra y el tratamiento rojo-azul.

**Palabras clave:** café, plásticos de colores, calidad de luz, transmitancia, absorbancia, transparencia, germinación, crecimiento, floración.

## ABSTRACT

The objective of the present work was to evaluate the influence of different light conditions generated by colored plastic coatings on the growth, germination and flowering of the *Coffea arabica* species. For this, the absorbance, transmittance and transparency properties of 3 types of coverings were evaluated: glass paper and thin and thick low density polyethylene. To measure the effect of the plastic on the germination, 15 experimental units (UE) were elaborated, lined with plastics of red, blue, red-blue, translucent and multi-shade colors with 3 repetitions each, where 40 coffee seeds were planted for each experimental unit.

To measure the effect of light on the growth of the seedlings, 15 EU were prepared, with the same coverings and repetitions as the previous procedure and 40 coffee seedlings per EU. For the effect on flowering, 10 EU of the same coverings were established. two repetitions, which had two coffee plants within each EU In terms of germination, the translucent and red plastics were the most effective, in the vegetative growth was the treatment of polysombra and in flowering were the polysombra and the red-blue treatment.

**Key words:** coffee, colored plastics, quality of light, transmittance, absorbance, transparency, germination, growth, flowering.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	13
2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	14
3. OBJETIVOS .....	15
3.1. objetivo general .....	15
3.2. objetivos específicos.....	15
4. JUSTIFICACIÓN .....	16
5. ANTECEDENTES .....	17
6. MARCO TEÓRICO.....	19
6.1. la luz .....	19
6.2. absorbancia .....	20
6.3. transparencia .....	20
6.4. transmitancia .....	20
6.5. plásticos en la agricultura .....	20
6.6. taxonomía del café .....	21
6.7. fase de desarrollo vegetativo.....	21
6.8. fase de desarrollo reproductivo .....	21
6.9. superposición de las fases de desarrollo vegetativo .....	22
6.10. fase de senescencia.....	22
6.11. fotomorfogénesis.....	23
6.12. calidad de luz.....	24
7. HIPÓTESIS .....	25
8. METODOLOGÍA.....	26
8.1. localización .....	26
8.2. objetivo específico 1 .....	27
8.3. <i>objetivo específico 2</i> .....	28
8.4. <i>objetivo específico 3</i> .....	30
8.5. <i>objetivo específico 4</i> .....	32
8.6. tratamiento de datos .....	34



9. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	35
9.1. Se identificaron las características ópticas .....	35
9.1.1. Papel cristal.....	35
9.1.2. Plástico grueso.....	37
9.1.3. Plástico delgado .....	39
9.2. Se analizó la germinación de semillas .....	43
9.2.1. Temperatura (°C) .....	43
Figura 14 Temperatura.....	43
9.2.2. Humedad (%).....	44
9.2.3. Pluviosidad (mm).....	44
9.2.4. Luz (lux) .....	45
9.2.5. Porcentaje de semillas germinadas completamente (%).....	46
9.2.6. Porcentaje total de semillas germinadas (%) .....	46
9.3. Se midió diferentes variables de crecimiento vegetativo. ....	48
9.3.1. Temperatura (°C) .....	48
9.3.2. Humedad (%) .....	49
9.3.3. Pluviosidad (mm).....	49
9.3.4. Luz (lux) .....	50
9.3.5. Longitud del tallo (cm) .....	52
9.3.6. Diámetro del tallo (mm).....	54
9.3.7. Cantidad de hojas .....	55
9.3.8. Longitud de raíz (cm) .....	56
9.3.9. Área foliar (cm <sup>2</sup> ).....	57
9.3.10. Biomasa en Peso fresco (g) .....	58
9.3.11. Biomasa en Peso seco (g) .....	59
9.3.12. Insectos.....	62
9.3.12.1. Riqueza y abundancia .....	63
9.4. Se evaluó la floración del café. ....	66
9.4.1. Temperatura (°C) .....	66
9.4.2. Humedad (%) .....	67

9.4.3.	pluviosidad (mm) .....	68
9.4.4.	Luz (lux) .....	68
9.4.5.	Cantidad de flores .....	69
10.	CONCLUSIONES .....	71
11.	RECOMENDACIONES .....	73
12.	BIBLIOGRAFÍA .....	74
13.	ANEXOS .....	83

### **LISTA DE ANEXOS**

ANEXO A	TABLAS OBJETIVO ESPECÍFICO 1 .....	83
ANEXO B	TABLAS OBJETIVO ESPECÍFICO 2 .....	84
ANEXO C	TABLAS OBJETIVO ESPECÍFICO 3 .....	86
ANEXO D	TABLAS OBJETIVO ESPECÍFICO 4 .....	90

### **LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 1	LONGITUDES DE ONDA PARA LOS DIFERENTES COLORES .....	20
FIGURA 2	ÉPOCAS DE FORMACIÓN DE NUDOS Y HOJAS .....	22
FIGURA 5	LOCALIZACIÓN DE LA SEDE LOS ROBLES. ....	26
FIGURA 6	MEDICIONES DE ABSORBANCIA, TRANSMITANCIA Y TRANSPARENCIA. ....	27
FIGURA 7	TRATAMIENTOS PARA GERMINACIÓN .....	28
FIGURA 8	TRATAMIENTOS PARA CRECIMIENTO VEGETATIVO .....	30
FIGURA 9	TRATAMIENTOS PARA FLORACIÓN Y MEDIDAS DE U. E. ....	32
FIGURA 10	ABSORBANCIA, TRANSMITANCIA Y TRANSPARENCIA DEL PAPEL CRISTAL. ....	36
FIGURA 11	ABSORBANCIA Y TRANSMITANCIA CON LONGITUDES DE ONDA PARA EL PAPEL CRISTAL .....	37
FIGURA 12	ABSORBANCIA, TRANSMITANCIA Y TRANSPARENCIA DEL PLÁSTICO GRUESO. ....	38
FIGURA 13	ABSORBANCIA Y TRANSMITANCIA CON LONGITUDES DE ONDA PARA EL PLÁSTICO GRUESO. ....	39
FIGURA 14	ABSORBANCIA, TRANSMITANCIA Y TRANSPARENCIA DEL PLÁSTICO DELGADO .....	40
FIGURA 15	ABSORBANCIA Y TRANSMITANCIA CON LONGITUDES DE ONDA PARA PLÁSTICO DELGADO .....	41
FIGURA 16	TEMPERATURA. ....	43

FIGURA 17 HUMEDAD. ....	44
FIGURA 18 PLUVIOSIDAD SEMANAL. ....	44
FIGURA 19 LUZ.....	45
FIGURA 20 PORCENTAJE DE SEMILLAS GERMINADAS COMPLETAMENTE	46
FIGURA 22 PORCENTAJE TOTAL DE SEMILLAS GERMINADAS. ....	47
FIGURA 23 TEMPERATURA. ....	49
FIGURA 24 HUMEDAD. ....	49
FIGURA 25 PLUVIOSIDAD SEMANAL. ....	50
FIGURA 26 LUZ .....	51
FIGURA 27 LONGITUD DEL TALLO.....	53
FIGURA 28 DIÁMETRO DEL TALLO. ....	54
FIGURA 29 CANTIDAD DE HOJAS. ....	55
FIGURA 30 LONGITUD DE LA RAÍZ. ....	56
FIGURA 31 ÁREA FOLIAR.....	57
FIGURA 32 RELACIÓN DEL PESO FRESCO DE ESTRUCTURAS AÉREAS Y SUBTERRÁNEAS. ....	59
FIGURA 33 RELACIÓN DE PESO SECO CON ESTRUCTURAS AÉREAS Y SUBTERRÁNEAS .....	61
FIGURA 34 ABUNDANCIA DE INSECTOS.....	65
FIGURA 35 RIQUEZA DE INSECTOS. ....	65
FIGURA 36 TEMPERATURA. ....	67
FIGURA 37 HUMEDAD. ....	68
FIGURA 38 PLUVIOSIDAD SEMANAL. ....	68
FIGURA 39 LUZ.....	69
FIGURA 41 CANTIDAD DE FLORES.....	70

#### **LISTA DE TABLAS**

TABLA 1 EFECTOS SOBRE LOS VEGETALES DE LAS RADIACIONES. ....	19
TABLA 2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL CAFÉ.....	21
TABLA 3 DISEÑO EXPERIMENTAL OBJETIVO 2.....	29
TABLA 4 DISEÑO EXPERIMENTAL OBJETIVO 3.....	31
TABLA 5 DISEÑO EXPERIMENTAL OBJETIVO 4.....	33
TABLA 6 MAYOR ABSORBANCIA Y TRANSMITANCIA PAPEL CRISTAL. ....	35
TABLA 7 MAYOR ABSORBANCIA Y TRANSMITANCIA PLÁSTICO DELGADO. ....	39
TABLA 8 ABUNDANCIA Y CLASIFICACIÓN DE INSECTOS .....	64
TABLA 9 RIQUEZA DE INSECTOS .....	65

## INTRODUCCIÓN

En Colombia uno de los principales productos agrícolas es el café, el cual constituye el segundo renglón generador de divisas<sup>1</sup>, contando con el 26 % del total de empleo en la agricultura, siendo cuatro veces el empleo generado por el sector minero energético<sup>2</sup> además, “El área sembrada es de 948 mil hectáreas, 19% del área agrícola, ubicadas en fincas que abarcan 3,1 millones de hectáreas”<sup>3</sup>.

Por otro lado, la luz es un factor importante para el crecimiento y desarrollo de las plantas<sup>4</sup>, las cuales son capaces de responder al color e intensidad de esta<sup>5</sup> mediante fotorreceptores como los fitocromos, que son más sensibles en la región roja e infrarroja, involucrando respuestas fisiológicas como, expansión de la hoja, elongación del tallo, germinación de la semilla e inducción de la floración<sup>6</sup>.

Por lo anterior, es pertinente evaluar cómo responde la especie *Coffea arabica* ante la variación en la luz solar y conocer los beneficios que esto puede implicar para la producción del café. De ahí que, el presente trabajo de investigación pretende evaluar la influencia de la luz solar sobre la germinación, crecimiento y floración de la especie *Coffea arabica*, utilizando coberturas plásticas de colores: azul, rojo, rojo-azul, translucido y polisombra.

Para poder estudiar el efecto de las coberturas plásticas de colores sobre los aspectos del desarrollo del café, se determinó en primera medida Las características ópticas de los materiales plásticos utilizados; posteriormente se evaluó el efecto de la luz que pasa a través de los distintos plásticos sobre la germinación en semillas, crecimiento de plántulas y floración en plantas adultas de *Coffea arábica*.

---

<sup>1</sup> BUSTILLO PARDEY, Álex Enrique. El Manejo De Cafetales Y Su Relación Con El Control De La Broca Del Café En Colombia. [EN LINEA]. 2002. P. 6.

<sup>2</sup> MUÑOZ ORTEGA, Luis Genaro. Ensayos Sobre Economía Cafetera. Caficultura Sostenible, Moderna Y Competitiva ed. [s.l.]: Federación Nacional De Cafeteros De Colombia, 2014. 126 p.

<sup>3</sup> *Ibíd.*, p. 13.

<sup>4</sup> Ding Y.; S. He, J.A. Teixeira da Silva, G. Li, y M. Tanaka, 2010. “Effects of a new light source (cold cathode fluorescent lamps) on the growth of tree peony plantlets *in vitro*” citado por PANIAGUA PARDO, Guillermo; HERNÁNDEZ AGUILAR, Claudia; RICO MARTÍNEZ, Fernando; DOMÍNGUEZ PACHECO, Flavio Arturo; MARTÍNEZ ORTIZ, Efraín y MARTÍNEZ GONZÁLEZ, Claudia Lizbeth. Efecto De La Luz Led De Alta Intensidad Sobre La Germinación Y El Crecimiento De Plántulas De Brócoli (*Brassica Oleracea* L.). [EN LINEA]. Núm. 40, pp. 199-212; México, 2015.

<sup>5</sup> Zhang T., y K.M. Folta, 2012. “Green light signaling and adaptive response” citado por *Ibíd.*, p. 200.

<sup>6</sup> Pinho, P.; K. Jokinen, y L. Halonen, 2012. “Horticultural lighting – present and future challenges” citado por *Ibíd.*, p. 201.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los cultivos de café, se suelen utilizar distintas metodologías que contribuyen a la producción como, el sombrío mediante polisombra o invernaderos con plástico translucido. Sin embargo; hay otras estrategias que no han sido exploradas, como los plásticos de colores y su relación con los factores ambientales, especialmente la luz. De esta manera, la incidencia de la luz en el desarrollo de la especie *Coffea arabica* utilizando diferentes coberturas plásticas de colores es una temática que presenta escasa información específica, a pesar de existir diferentes estudios sobre otras especies; las cuales podrían responder de distinta manera ante las diferencias en la radiación de la luz solar que puedan generarse por los plásticos de colores como el rojo, azul y translucido por ejemplo, creando un abismo en la decisión de utilizar o no determinada cobertura plástica en el proceso de producción.

La radiación solar es uno de los elementos primordiales, que son determinantes para el microclima de un cultivo; su energía condiciona la temperatura del suelo y aire<sup>7</sup>. Sin embargo, esta misma radiación puede ser un perjuicio cuando aumenta, sobre ciertos límites, la proporción de ondas cortas o cuando llega en intensidades elevadas, lo que puede afectar procesos importantes en las plantas, como lo hacen también los cambios en la composición espectral de la luz<sup>8</sup>.

Con el aumento de la radiación ultra violeta, que ha sido uno de los principales cambios últimamente producto de la destrucción de la capa de ozono<sup>9</sup>, podría aumentar el riesgo de efectos negativos en las plantas, y por consiguiente en los cultivos, ya que también podría aumentar la temperatura del aire, lo que ocasionaría una reducción en el periodo de crecimiento y desarrollo de la planta, disminuyendo el rendimiento total del cultivo<sup>10</sup>.

---

<sup>7</sup> JARAMILLO ROBLEDO, Alvaro . Clima Andino Y Café En Colombia. [EN LÍNEA]. 1 Edición- cenicafé. 2005. [Citado en 22 de Noviembre de 2018]. P.43

<sup>8</sup> ARRASCO-RÍOS, Libertad. Efecto De La Radiación Ultravioleta-b En Plantas. [EN LÍNEA]. Volumen 27, N° 3, Páginas 59-5796 Idesia (chile). 2009. P. 59, 60. [Citado en 22 de Noviembre de 2018].

<sup>9</sup> *Ibíd.*, p. 60.

<sup>10</sup> FERNÁNDEZ, Mery Esperanza. Efectos Del Cambio Climático En La Produccion Y Rendimiento De Cultivos Por Sectores. [EN LÍNEA]. Fondo Financiero De Proyectos De Desarrollo – Fonade Instituto De Hidrologia, Meteorologia Y Estudios Ambientales – Ideam. 2013. p. 27. [Citado en 22 de Noviembre de 2018].

## 2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿La diferencia en el espectro de luz generada por coberturas azul, roja, roja-azul, polisombra y translúcida, producen desemejanzas en la germinación, crecimiento y floración de la especie *Coffea arabica*?

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la influencia de diferentes condiciones lumínicas generadas por coberturas plásticas de colores en el crecimiento, germinación y floración de la especie *Coffea arabica*.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar las características ópticas de absorbancia, transmitancia y transparencia en diferentes coberturas plásticas de colores dentro de las longitudes de onda de 340-820 nm.
- Analizar la germinación de semillas de café bajo la influencia de la luz utilizando coberturas plásticas de colores.
- Medir diferentes variables de crecimiento vegetativo del café en etapa almácigo y la presencia de insectos bajo la influencia de la luz utilizando coberturas plásticas de colores.
- Evaluar la floración del café bajo la influencia de la luz utilizando coberturas plásticas de colores.

#### 4. JUSTIFICACIÓN

En el departamento del Cauca, el café también se ha constituido como uno de los productos más relevante en la producción agrícola, ya en el periodo de 2008 a 2011, el número de caficultores creció 9,8% y el área cafetera se incrementó 15,5%; con un registro de 94.133 productores y 81.170 hectáreas de café<sup>11</sup>.

En cuanto a la luz solar, es uno de los factores más significativos para el entorno vegetal pues, no sólo actúa como un sustrato energético, sino también como un regulador de procesos fisiológicos en los vegetales<sup>12</sup>. Por otro lado, en la implementación de invernaderos la intensidad y calidad de la radiación son factores claves, debido a que modifican la respuesta morfológica y fisiológica de las plantas y también la temperatura interna<sup>13</sup>.

Así, al aprovechar mejor la luz solar, la cual se constituye como el factor abiótico más relevante para una planta superior<sup>14</sup>, se podría reducir el tiempo de producción y con ello se podría disminuir el uso de agroquímicos en algunas etapas de desarrollo de la planta, además de disminuir costos en la compra de fertilizantes, riego, entre otras, si la planta mejora su crecimiento y produce biomasa de manera más eficaz, esto tomando en cuenta que no se trata de un reemplazo total de los fertilizantes, sino de complementar, los beneficios la radiación solar al utilizar coberturas plásticas de colores, con la utilización de fertilizantes orgánicos.

De esta forma, la comunidad estudiantil, docente y productores, se verían beneficiados con dicho proyecto, además de la comunidad académica en general.

---

<sup>11</sup> URUEÑA GÓMEZ, Marcela. y BERNAL, Oscar Mauricio. Informe De Comités Departamentales: Caficultura Matemáticamente Inteligente. . LXXVI Congreso Nacional De Cafeteros. Bogotá.:Federación Nacional De Cafeteros, 2011. 71 p.

<sup>12</sup> CASIERRA POSADA, Fánor. y PINTO CORREA, José Rogelio. Crecimiento De Plantas De Remolacha (*beta Vulgaris L. Var. Crosby Egipcia*) Bajo Coberturas De Color. [EN LINEA ]. Rev.fac.nal.agr.medellín 64(2): 6081-6091. 2011. P. 6081

<sup>13</sup> SAMANIEGO et al., 2001 citado por JARAMILLO ANDRADE, Juan Francisco. Evaluación Agronómica Del Cultivo De Tomate (*solanum Lycopersicum*) Bajo Tres Diferentes Coberturas Plásticas. [EN LINEA ]. 2015. P.13

<sup>14</sup> SABATER, F. La Luz Como Factor Ambiental Para Las Plantas. [EN LINEA]. 1977. P. 14



## 5. ANTECEDENTES

Como primer antecedente está el estudio realizado por Casierra Posada, Nieto y Ulrichs (2012), donde se estudió la “influencia de la calidad de la luz sobre el crecimiento, la producción y la calidad de flor en calas *Zantedeschia aethiopica* (alcatraz)”, en ésta investigación “Las plantas, se cultivaron en el municipio de Tunja, Colombia, en invernadero, bajo diferentes calidades de luz, proporcionadas por películas de polipropileno”. En cuanto a los resultados cabe destacar que “la calidad de la flor, en cuanto a la longitud del pedúnculo, fue afectada positivamente por el sombreado; sin embargo, el número de flores, su tiempo de aparición y la asignación de masa seca a las flores no fueron influenciados por los tratamientos aplicados”.

En otro estudio de Casierra Posada y Rojas B. (2009), se evaluó el “efecto de diferentes rangos del espectro sobre el crecimiento de plántulas de brócoli, aquí se usaron películas plásticas de color amarillo, azul, naranja, transparente, y sin cobertura (control), para obtener los diferentes espectros”. Como parte de la metodología se tiene que las semillas se sembraron en suelo. Al momento de la siembra se extendieron las coberturas de color y se determinaron el área foliar, la materia seca, la altura y el diámetro del tallo. Ahora bien, parte de los resultados demuestran que “durante la fase de semillero, las plántulas expuestas a la cobertura roja mostraron mayor producción de materia seca (0,21 g) que con los otros colores, incluso que con el control (0,14 g)”.

Chávez García (2013) realizó un estudio donde se planteó el objetivo de “evaluar la producción de jitomate en un invernadero comercial con variaciones en la calidad de la cubierta plástica, establecidas por el mismo productor y que correspondieron a dos tipos plásticos: tipo lechoso con 20% de sombra y tipo lechoso con 20% de sombra recubierto con una capa delgada de pintura roja vinílica”. Los resultados obtenidos de este estudio arrojaron “diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) en 8 variables morfológicas evaluadas: altura de la planta, diámetro de tallo, distancia entre racimos, número de racimos, frutos polinizados y no polinizados, diámetro de fruto, número de flores de último racimo y peso de racimos”.

En otro estudio realizado por Casierra Posada, Peña-Olmos Y Ulrichs (2011), se evaluó la “influencia de la calidad de la luz sobre el crecimiento y la eficiencia fotoquímica del fotosistema II (PSII) en plantas de fresa (*Fragaria* sp., cv. Chandler), bajo invernadero”. Entre los aspectos metodológicos se tiene que “Las plantas crecieron bajo diferente calidad de luz (amarilla, verde, azul, roja, transparente y el control sin cobertura), proporcionada por películas filtro de polipropileno”. Por parte de los resultados se obtuvo que “las plantas control registraron los valores más altos de materia seca por planta y de peso específico

de las hojas. Las plantas bajo el filtro rojo desarrollaron la mayor área foliar, mientras que el filtro verde redujo el crecimiento”.

Por su parte, Lazo y Ascencio (2010) realizaron un estudio donde se planteó como objetivo “determinar el efecto de la calidad de la radiación producida por la sombra sobre el crecimiento de *Cyperus rotundus*”. como parte del proceso metodológico “se sembraron cormos de corocillo en maceteros colocados bajo filtros de celofán de colores rojo, verde o azul, así como bajo sombra neutra de baja intensidad de flujo fotónico o a plena exposición solar, y a los 48 días se muestrearon 10 plantas de cada uno de los tratamientos”. Entre algunos resultados “se obtuvo que bajo sombra neutra se produjo por unidad de superficie un menor número de brotes y cormos, biomasa seca de raíces, estolones y hojas, lo cual resulto en una menor biomasa seca total y área foliar”.

Casierra Posada y Pinto Correa (2011), realizaron un estudio con el que quisieron determinar si el color de iluminación en que se cultivan las plantas de remolacha, *Beta vulgaris L. var. Crosby Egipcia*, afecta su crecimiento, rendimiento y calidad para esto, se realizó un estudio bajo coberturas de color azul, rojo o transparente. De esta investigación se obtuvo que “Las plantas cubiertas con la película roja presentaron mejor calidad de raíz basada en el diámetro, sólidos solubles totales y peso fresco y seco en comparación con las que crecieron bajo cobertura azul, transparente o los controles. Las plantas bajo la cobertura roja mostraron valores mayores de área foliar y peso seco total”.

Para hablar un poco sobre la influencia de la luz en el café, se trae a colación un estudio realizado por Encalada Córdova et al. (2016). En este estudio se quiso conocer el crecimiento y comportamiento fisiológico del café en diferentes condiciones de iluminación. De esta forma los autores realizaron “un experimento en condiciones de vivero, con cuatro niveles de luz (100, 70, 50 y 20 %”. Al final del proyecto, “Los resultados mostraron que las posturas expuestas a 20 % de luz, tuvieron valores mayores en cuanto a masa seca y área foliar”.

Otro tipo de estudio que relaciona la calidad de la luz y la producción agrícola es el realizado por Paniagua Pardo et al. (2015). En ésta investigación se “planteó como objetivo evaluar el efecto de la luz LED de alta intensidad de distinta longitud de onda (rojo, azul y verde), en germinación y crecimiento de plántulas de brócoli, evaluando las variables velocidad de germinación (VG), porcentaje de germinación (PGF)” entre otros aspectos. La metodología consistió en que “Los tiempos de exposición con luz roja, azul y verde, proveniente de LEDs de alta intensidad fueron de 12, seis y tres horas, con un complemento de tiempo para los últimos dos tratamientos con luz LED blanca”. Como resultado de esta investigación se obtuvo que “Los tratamientos con luz roja presentaron los mayores valores de VG, donde el rojo por 12 horas fue el mejor con incrementos del 25% contra el control”.

## 6. MARCO TEÓRICO

### 6.1. LA LUZ

La luz es un factor imprescindible para ciertos procesos fisiológicos en las plantas, siendo el más importante de todos, la fotosíntesis<sup>15</sup>. La radiación incidente se distribuye en una amplia gama de longitudes de onda. Dentro del conjunto de longitudes de onda, las que tienen influencia sobre los vegetales van desde 290 a 5300 nm.<sup>16</sup>

Tabla 1 Denominación, distribución y efectos sobre los vegetales de las radiaciones.

Longitud de onda (nm)	Denominación	Porcentaje	Efectos
290 – 440	Ultravioletas	1%	Modificaciones en la forma. Mutaciones.
440-750	Espectro visible	39%	Fotosíntesis
750-5300	Infrarrojos	60%	temperatura del aire

Ultravioletas: Las radiaciones ultravioletas provocan la inhibición de las auxinas, por lo que si aumenta la proporción relativa de este tipo de radiación se produce un efecto de enanismo vegetal o achaparramiento<sup>17</sup>. Por este efecto se explican los fenómenos de falta de esbeltez o enanismo vegetal en alta montaña. Por otra parte, las radiaciones ultravioletas provocan mutaciones sobre la dotación genética de los vegetales<sup>18</sup>.

Espectro visible: Dentro de este espectro se presentan dos máximos de actividad fotosintética que son: de 650 a 670 nm, correspondiendo con las coloraciones rojas; y alrededor de 440, de coloraciones azules. Es, por tanto, la radiación responsable de la fotosíntesis. También este tipo de radiación inhibe la formación de auxinas, por lo que las plantas tienen menos esbeltez en ambientes más iluminados. Los vegetales presentan fotosensibilidad positiva en el tallo y negativa en la raíz. La ausencia o extremada reducción de la radiación luminosa provoca la muerte de las plantas o de las ramas (poda natural), por paralización de la fotosíntesis. La influencia de la iluminación sobre la germinación de las semillas es variable: algunas especies la necesitan, otras la rechazan y otras son indiferentes<sup>19</sup>.

<sup>15</sup> CALDARI JÚNIOR, Pedro. Manejo de la Luz en Invernaderos: Los Beneficios de Luz de Calidad en el Cultivo de Hortalizas. Simposio Internacional de Invernaderos. [EN LINEA]. Mexico, 2007. P. 1. [Citado en 30 de Abril de 2017].

<sup>16</sup> SERRADA, R. Influencia de los factores ecológicos en la vegetación. *Apuntes de Selvicultura*. Servicio de Publicaciones. EUIT Forestal. 2008. P. 90. [Citado en 30 de Abril de 2017].

<sup>17</sup> *Ibíd.*, p. 90.

<sup>18</sup> *Ibíd.*, p. 90.

<sup>19</sup> *Ibíd.*, p. 91.

Rojo	630 - 760 nm	Azul	440 - 490
Naranja	590 - 630	Índigo	420 - 440
Amarillo	560 - 590	Violeta	380 - 420
Verde	490 - 560	Púrpura	No un color espectral puro

Figura 1 longitudes de onda para los diferentes colores del espectro visible (Fontal, 2005).

Infrarrojos: Este tipo de radiaciones estimula la producción de auxinas en los tallos, por lo que la predominancia diferencial de radiación infrarroja respecto de las anteriores conduce a la formación de tallos largos y esbeltos, provocándose esta situación en masas de alta espesura. En masas de poca espesura pero con escasez de radiaciones de onda corta, como pueden ser altas latitudes o zonas de gran nubosidad, también se producen portes esbeltos por esta causa<sup>20</sup>.

Otros conceptos que deben ser aclarados son los referentes a las variables ópticas. De esta manera se definen según la página oficial de la Real Academia Española:

### **6.2. ABSORBANCIA**

Medida de la atenuación de una radiación al atravesar una sustancia, que se expresa como el logaritmo de la relación entre la intensidad saliente y la entrante.

### **6.3. TRANSPARENCIA**

Dicho de un cuerpo que permite ver los objetos con nitidez a través de él.

### **6.4. TRANSMITANCIA**

Es la capacidad de transmitir la luz de una longitud de onda específica<sup>21</sup>.

### **6.5. PLÁSTICOS EN LA AGRICULTURA**

La aparición de los plásticos en la agricultura, y con ellos la construcción de “invernaderos ligeros” de filmes plásticos sostenidos por estructuras muy simples,

<sup>20</sup> *Ibíd.*, p. 91.

<sup>21</sup> CEGARRA, Diana. Tratamiento Físico-químico En Efluentes De Una Tenería Provenientes De Un Tratamiento Biológico. [EN LÍNEA]. Universidad Del Zulia. 2011. p. 15. [Citado en 23 de Noviembre de 2018].

ha levantado la polémica de si deben ser considerados como tales invernaderos o simples abrigos o “invernáculos”<sup>22</sup>

Parece evidente que por sus efectos funcionales, más aún en climas templados, si deben ser considerados plenamente como invernaderos y así ocurre adoptando la definición para estos: instalación para forzado o protección de las plantas, transparente o traslúcida al menos en parte, accesible y con posibilidad de cerramiento total<sup>23</sup>.

## 6.6. TAXONOMÍA DEL CAFÉ

Tabla 2 clasificación taxonómica del café.

TAXONOMÍA	NOMBRE
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Sub-división	<i>Angiospermae</i>
Clase	<i>Magnoliata</i>
Orden	<i>Asteridae</i>
Familia	<i>Rubiales</i>
Genero	<i>Coffea</i>
Especie	<i>Arabica</i>

## 6.7. FASE DE DESARROLLO VEGETATIVO

De acuerdo a la forma como se desarrolla la planta de café en Colombia, puede considerarse que el desarrollo vegetativo, es decir, la formación de raíces, ramas, nudos y hojas, comprende tres etapas: germinación a trasplante (2 meses), almácigo y siembra definitiva a primera floración (11 meses)<sup>24</sup>.

## 6.8. FASE DE DESARROLLO REPRODUCTIVO

Comienza con la aparición de las primeras flores. El período de iniciación de esta fase puede estar influenciado por la duración del día (fotoperiodo), la época de siembra, la temperatura y la disponibilidad hídrica. Se considera como primera floración, el momento en que por lo menos el 50% de las plantas hayan florecido. La fase reproductiva continúa luego con el desarrollo del fruto y la maduración<sup>25</sup>.

<sup>22</sup> ALPI, A. Y TOGNONI, F. Cultivo En Invernadero. [EN LINEA]. Tercera Edición. 2010. P. 19.[Citado en 30 de Abril de 2017].

<sup>23</sup> Ibíd., p. 19.

<sup>24</sup> Ibíd., p. 23.

<sup>25</sup> Ibíd., p. 23.

## 6.9. SUPERPOSICIÓN DE LAS FASES DE DESARROLLO VEGETATIVO Y REPRODUCTIVO

Una vez que se ha completado el período desde la siembra hasta la primera floración, hasta este momento se considera una etapa netamente vegetativa y de ahí en adelante, las fases de desarrollo vegetativo y reproductivo transcurren simultáneamente durante el resto de vida de la planta<sup>26</sup>.

## 6.10. FASE DE SENESCENCIA

El café es una planta perenne y se considera que alcanza su desarrollo y productividad máxima entre los 6 y los 8 años de edad, a partir de los cuales la planta se deteriora paulatinamente y su productividad disminuye a niveles de poca rentabilidad. El ritmo de envejecimiento depende de la región donde se establece el cultivo, la densidad de siembra, la intensidad de la producción, la disponibilidad de nutrientes, la presencia de plagas y enfermedades o del estrés ambiental, entre otros<sup>27</sup>.

Los órganos de la planta completan su ciclo de vida en épocas y edades diferentes, por ejemplo, la hoja tiene una duración promedio de 350 días, una rama primaria dura varios años y una flor abierta dura tres días<sup>28</sup>.

En la Figura 2 se muestra la secuencia durante tres años, de las épocas en que ocurren las fases de desarrollo vegetativo y reproductivo de las plantas de *Coffea arabica* L. luego de la siembra definitiva en el campo<sup>29</sup>.

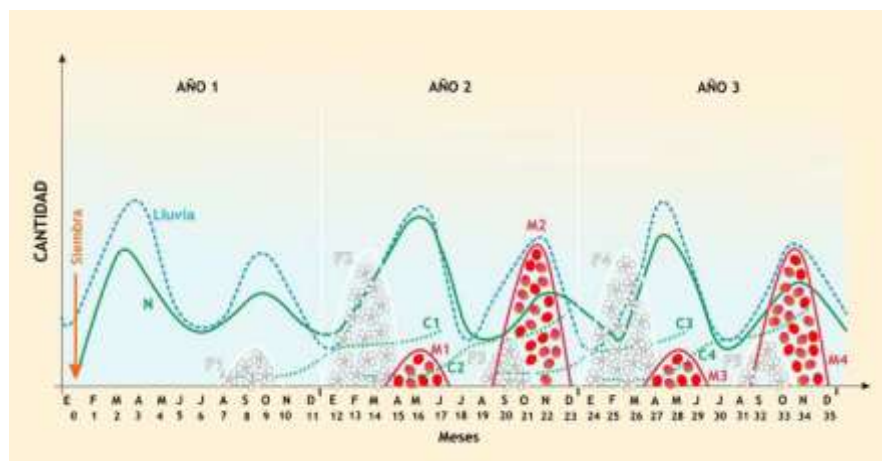


Figura 2 Épocas de formación de nudos y hojas (N), de floración (F1, F2, F3, F4, F5), de crecimiento del fruto (C1,C2,C3,C4) y de maduración de frutos (M1, M2, M3, M4) (Arcila *et al.*,2001).

<sup>26</sup> *Ibíd.*, p. 23.

<sup>27</sup> *Ibíd.*, p. 23.

<sup>28</sup> *Ibíd.*, p. 23.

<sup>29</sup> ARCILA P., J.; BUHR, L.; BLEIHOLDER, H.; HACK, H. y WICKE, H. Aplicación de la escala BBCH ampliada para la descripción de las fases fenológicas del desarrollo de la planta de café *Coffea* sp. Boletín Técnico. [EN LINEA]. [Cenicafé No. 23:1-31. 2001. [Citado en 30 de Abril de 2017].

Habiendo descrito de manera general el ciclo de vida de la especie *Coffea arabica*, se debe conocer también sus estructuras, de manera que se pueda dar un buen manejo a las plantas en cada fase del proyecto. De este modo se realiza a continuación una síntesis sobre este tema.

Las raíces desempeñan un papel fundamental en el crecimiento y la producción del cafeto. La raíz es el órgano por medio del cual la planta se ancla al suelo y absorbe y transporta el agua y los minerales esenciales para su crecimiento<sup>30</sup>.

En cuanto a los órganos vegetativos aéreos, el crecimiento de la parte aérea del cafeto se genera a partir de las células meristemáticas ubicadas en el ápice del tallo y de las ramas (yemas apicales) y en las axilas de las hojas (yemas laterales, yemas axilares y yemas seriadas). A partir de los meristemas de las yemas se desarrollan los primordios de nudos, hojas, brotes, ramas y flores. El ápice del tallo es el responsable de la formación de nudos, hojas y del crecimiento en altura de la planta (crecimiento ortotrópico). En el ápice de las ramas ocurre la formación de nudos, hojas y la expansión lateral de la planta (crecimiento plagiotrópico)<sup>31</sup>.

### 6.11. FOTOMORFOGÉNESIS

“La percepción de la luz permite a los seres vivos adaptarse a los cambios en la iluminación, e influye considerablemente en el control de la morfogénesis, la fotosíntesis y la prevención de daños causados por las radiaciones nocivas”<sup>32</sup>. “La eficiencia de la luz, cuya energía es almacenada en los fotosintatos luego de un complejo proceso, es una medida muy útil para determinar la productividad de las plantas cultivadas”<sup>33</sup>.

Las plantas tienen diferentes fotorreceptores que les son muy útiles al relacionarse con las variables de la oferta ambiental, y la captación de la luz, lo que les facilita el control de todos los procesos involucrados en el desarrollo y en la conservación de la homeostasis además, estos capturan la radiación en distintos rangos del

---

<sup>30</sup> RAVEN, P.H.; EVERT, R.F. y EICHHORN, S.E. Biology of plants. 6 ed. New York, Freeman Publishers Co., 1999. P. 944

<sup>31</sup> ARCILA P., Jaime; FARFÁN V, Fernando; MORENO B., Argemiro; SALAZAR G., Luis Fernando y INCAPIÉ G., Edgar. Sistemas De Producción de Café en Colombia. [EN LINEA]. Chinchiná, Cenicafé, 2007. P. 22, 23. [Citado en 30 de Abril de 2017].

<sup>32</sup> Anders, K., Essen, L.-O. (2015). The family of phytochrome-like photoreceptors: Diverse, complex and multi-colored, but very useful citado por CASIERRA-POSADA, Fánor. y PEÑA-OLMOS, Jaime E.. Modificaciones Fotomorfogénicas Inducidas Por La Calidad De La Luz En Plantas Cultivadas. [EN LÍNEA ]. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 39(supl.):84-92. 2015. [Citado en 23 de Noviembre de 2018].

<sup>33</sup> Monteith, J.L. (1972). Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. citado por Ibíd., p. 85.

espectro como el U.V-B, o los criptocromos y las fototropinas que la capturan en el UV-A<sup>34</sup>.

La intervención de la luz en el crecimiento de las plantas es compleja, ya que Las características de la luz varían con la longitud de onda; además, existen ondas electromagnéticas perjudiciales, como los rayos cósmicos y los gamma, que pueden herir a organismos vivos. Sin embargo, los seres vivos pueden usar la mayoría del espectro electromagnético que incide sobre la superficie de la tierra, particularmente la luz visible<sup>35</sup>.

## **6.12. CALIDAD DE LUZ**

“La calidad, se refiere a los rangos de longitudes de onda que constituyen el espectro electromagnético visible y que se asocia al concepto de color. Está relacionado al efecto de los diferentes colores que constituyen la luz: violeta, azul, verde, amarillo, naranja y rojo. Cada uno de estos colores es absorbido en diferentes proporciones por la clorofila en el proceso de la fotosíntesis”<sup>36</sup>.

También existen otros conceptos como: intensidad, que se refiere a cantidad de energía que alcanza una superficie en unidad de tiempo y duración que es el tiempo que incide la radiación solar<sup>37</sup>.

---

<sup>34</sup> *Ibíd.*, p. 85.

<sup>35</sup> *Ibíd.*, p. 86.

<sup>36</sup> JARAMILLO ROBLEDO, Álvaro. *Clima Andino Y Café En Colombia*. [EN LÍNEA]. 1 Edición-cenicafé. 2005. p. 45.

<sup>37</sup> *Ibíd.*, p. 46.



## 7. HIPÓTESIS

### **Hipótesis de trabajo:**

Las plantas responden de manera diferente a algunas longitudes de onda de espectro visible las cuales influyen significativamente sobre el desarrollo de la planta, por lo tanto el uso de plásticos de colores que permite la entrada de dichas longitudes de onda o colores influenciarían de manera positiva la germinación, crecimiento y floración de las plantas de *Coffea arabica* expuestas a coberturas plásticas de diferentes colores.

### **Hipótesis estadísticas:**

**H0:** las coberturas de colores rojo, azul, rojo-azul y translucido no afectan diferencialmente la germinación, crecimiento y floración de la especie *Coffea arabica*.

**H1:** las coberturas de colores rojo, azul, rojo-azul y translucido afectan diferencialmente la germinación, crecimiento y floración de la especie *Coffea arabica*.

## 8. METODOLOGÍA

### 8.1. LOCALIZACIÓN

El presente proyecto se desarrolló dentro de las instalaciones de la sede campestre Los Robles de la Fundación Universitaria de Popayán, en el municipio de Timbío departamento del Cauca (figura 3). Su superficie está distribuida “en alturas entre 1000 y 2000 metros sobre el nivel del mar. Región Subandina y piso térmico templado húmedo (TH), con una temperatura que oscila entre 16 y 23 °C y una precipitación promedio de 2026.5 mm”<sup>38</sup>.

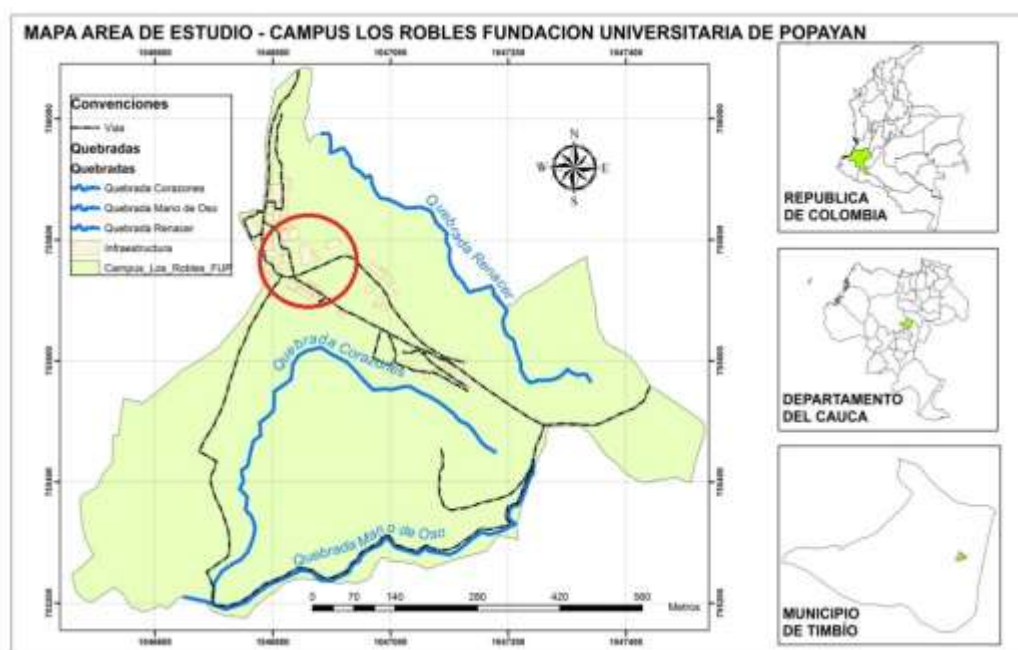


Figura 3 Localización de la sede Los Robles, Fundación Universitaria de Popayán<sup>39</sup>.

La siguiente propuesta metodológica es un diseño experimental verdadero, y se realizó tomando en cuenta las metodologías de los autores: Casierra Posada y

<sup>38</sup> CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA. Plan Básico de Ordenamiento Territorial, Timbío Cauca. 2006.

<sup>39</sup> BAMBAGUE CAICEDO, Carolina y ARBOLEDA RIASCOS, Enrique. Zonificación y análisis ecológico de las unidades de paisaje mediante la aplicación de los sistemas de información geográfica, en el campus universitario, Vereda Los Robles, Municipio Timbío. Facultad de Ciencias Naturales. Programa de Ecología, 2017, P. 54

Rojas B. (2009)<sup>40</sup>; Casierra Posada y Pinto Correa (2011)<sup>41</sup>; Oliva Monroy (2015)<sup>42</sup>; Jaramillo Andrade (2015)<sup>43</sup>; Lazo y Ascencio (2010)<sup>44</sup>.

Cabe resaltar también que para el cumplimiento del objetivo tres, según la metodología propuesta donde se miden las variables de crecimiento vegetativo de las plántulas de café, no se utilizaron las mismas plantas que han germinado del semillero del objetivo dos, puesto que podría correrse el riesgo de no tener el suficiente número de plantas para llevar a cabo el estudio si no germinan todas las semillas. De la misma manera, para el cumplimiento del objetivo cuatro, se utilizarán plantas ya adultas debido a que el café tardaría mucho en llegar a este estado, en el ciclo de floración del segundo semestre del año.

## 8.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 1

**Identificar las características ópticas de absorbancia, transmitancia y transparencia en diferentes coberturas plásticas de colores dentro de las longitudes de onda de 340-820 nm:**



Figura 4 mediciones de absorbancia, transmitancia y transparencia.

Para este procedimiento se utilizó: papel cristal de colores rojo, azul, transparente y la mezcla rojo-azul y azul-rojo adicionalmente se usó plástico delgado y grueso de color azul, plástico rojo, plástico transparente y las mezclas rojo-azul y azul-

<sup>40</sup> CASIERRA POSADA, Fánor. y ROJAS B, Javier F. Efecto De La Exposición Del Semillero A Coberturas De Colores Sobre El Desarrollo Y Productividad Del Brócoli (*brassica Oleracea Var. Italica*). [EN LINEA]. Agronomía Colombiana 27(1), 49-55. 2009

<sup>41</sup> CASIERRA POSADA, Fánor. y PINTO CORREA, José Rogelio. Crecimiento De Plantas De Remolacha (*beta Vulgaris L. Var. Crosby Egipcia*) Bajo Coberturas De Color. [EN LINEA]. Rev.fac.nal.agr.medellín 64(2): 6081-6091. 2011

<sup>42</sup> OLIVA MONROY, Zahyda Magaly. Efecto De Colores De Cobertura Plástica Al Suelo Y Del Manejo De Poda En Chile Pimiento Variedad Nathalie, Bajo Casa Malla; La Fragua, Zacapa. [EN LINEA]. 2015

<sup>43</sup> JARAMILLO ANDRADE, Juan Francisco. Evaluación Agronómica Del Cultivo De Tomate (*solanum Lycopersicum*) Bajo Tres Diferentes Coberturas Plásticas. [EN LINEA]. 2015

<sup>44</sup> LAZO, José Vicente y ASCENCIO, Jocelyne. Efecto De Diferentes Calidades De Luz Sobre El Crecimiento De *Cyperus rotundus*. Bioagro. [EN LINEA]. Vol. 22 (2): 153-158. 2010. P. 153.

rojo. Usando un luxómetro marca TASI, se determinó la cantidad de luz bajo los plásticos; para esto se extendieron cada uno de los plásticos bajo el sol a unos 40 cm del suelo, colocando debajo el luxómetro. Las mediciones de luz se tomaron todas a la misma hora en el medio día.

Posteriormente se midió la absorbancia y la transmitancia de cada uno de los plásticos con sus colores mediante un espectrofotómetro marca MERCK NOVA 60. La mediación de la absorbancia y transmitancia se realizó colocando sobre la celda de vidrio, por la parte de afuera un pedacito de cada color (rojo, azul, rojo-azul, azul-rojo y translucido) para el papel cristal y los dos tipos de plástico, y tomando los datos de longitudes de onda entre 340-820 nm (longitud fotosintéticamente activa).

### **8.3. OBJETIVO ESPECÍFICO 2**

**Analizar la germinación de semillas de café bajo la influencia de la luz utilizando coberturas plásticas de colores:**



Figura 5 tratamientos para germinación.

Se realizó dos procedimientos experimentales con metodologías diferentes, uno en laboratorio y otro en campo abierto, dado que en el primer procedimiento donde se instaló en un laboratorio 5 tratamientos con 3 repeticiones, donde se sembró 66 semillas en germinadores y bajo luz artificial; como luego de 3 meses no se obtuvo ningún tipo de resultados, se decidió realizar un nuevo proceso en el campo utilizando luz solar, donde se eligió el plástico grueso tanto para germinación, crecimiento vegetativo y floración.

Primero se elaboró 15 estructuras en alambre dulce con; sus formas fueron triangulares. Sus medidas fueron: largo 35 cm; 37 cm por el lado izquierdo y derecho, altura 32 cm. Posteriormente, se recortaron las coberturas y se pegaron con ganchos metálicos. Cada tratamiento: azul, rojo, mezcla rojo y azul (rojo abajo y azul encima) polisombra y translucido de 6 pulgadas, contó con tres repeticiones.

En el segundo procedimiento experimental se realizaron los semilleros como lo hace generalmente un productor local. En primer lugar, se compró una libra de

semillas seleccionadas a un productor de la vereda Sachacoco Sotar, de variedad castilla.

Para la construcción se utilizó tres semilleros de arena, con medidas de: 1,50 m de ancho y 6 m de largo con un grosor aproximado de: 5cm de grava útil para que el agua no se resuma tan pronto y 20 cm de arena que “es el material más adecuado para germinar las semillas por ser un medio suelto, de buen drenaje, permite el libre crecimiento de las raíces”<sup>45</sup>.

Posterior a esto, se limpió la arena, se moji completamente los tres semilleros para desinfectar el suelo, ya que esto previene ataques de hongos, ataques de nematodos e insectos<sup>46</sup>. El desinfectante que primero se utilizo fue Vitavax 300, este se utilizó en una cantidad de 10 gramos por 4 litros en cada parcela; se colocaron 40 semillas (Tabla 3) por cada cuadrado en la superficie de la arena; posteriormente se cubren las semillas con arena cernida homogéneamente sobre ellas; se colocó polisombra sobre todo el área de cada uno de los 3 semilleros, con el fin de retener humedad y evitar que disturbios como el riego saquen o muevan las semillas ya que esto podría intervenir en el proceso de germinación.

Tabla 3 Diseño experimental objetivo 2

Tratamientos	Cantidad semillas por tratamiento	Repeticiones por tratamiento	Total
Rojo	40	3	120
Azul	40	3	120
mezcla rojo y azul	40	3	120
Transparente	40	3	120
Polisombra	40	3	120
<b>TOTAL</b>			<b>600</b>

A continuación se moji la arena, se aplicó 5 cm del desinfectante mertect por 1 litro de agua que alcanza para un metro cuadrado. Se utilizaron las bases estructurales los colores: rojo, azul, rojo-azul (dos plásticos, se coloca el rojo y encima el azul), y translucido con tres repeticiones cada uno, se instalaron sobre cada cuadro de semillas y se fijaron con alambre. Para la quinta cobertura que es

<sup>45</sup> MONROIG INGLES, Miguel. Manual Para La Propagación Del Cafeto. [EN LINEA]. Universidad de Puerto Rico. P.7. [Citado en 23 de Julio de 2018].

<sup>46</sup> INSTITUTO DEL CAFÉ DE COSTA RICA. Guía Técnica para el Cultivo del Café. [EN LINEA]. Barva, Heredia, 2011. P. 8. [Citado en 23 de Julio de 2018].

polisombra de color negro con agujeros, se dejó la que fue instalada previamente en todos los semilleros como control del experimento. Las unidades experimentales se instalaron con diseño experimental en bloques aleatorizados.

Se dejaron los semilleros tapados durante dos meses, regando diariamente cada unidad experimental con un spray, con el cual se pasaba 5 veces por toda la cuadrícula durante 15 segundos.

Finalizados los dos meses, se retiró la polisombra y se procedió a medir la temperatura y humedad con un termohigrómetro, se midió luz con el luxómetro dentro de las y fuera. La pluviosidad del día de la medición se obtuvo de los datos suministrados por el encargado de la finca quien la mide diariamente con un pluviómetro.

Después de tomar estos datos se midió la germinación, lo cual se hizo según la cantidad de semillas germinadas completamente y el total de semillas en cada unidad experimental.

#### **8.4. OBJETIVO ESPECÍFICO 3**

**Medir diferentes variables de crecimiento vegetativo del café en etapa almácigo y la presencia de insectos bajo la influencia de la luz utilizando coberturas plásticas de colores:**



Figura 6 tratamientos para crecimiento vegetativo y medidas de U. E.

Para la elaboración de las 15 unidades experimentales, se cortó para cada una 3 trozos de madera, que se unieron con tornillos, de manera que quedara una estructura triangular con 1m de ancho, 1 metro y medio en los lados izquierdo y derecho, sostenida por 4 patas ubicadas a los lados de 20 cm, con una altura de 85 cm aproximadamente (figura 6) se colocó las coberturas de colores rojo, azul, rojo-azul, polisombra y translucido con tres repeticiones cada una, sostenidas por chinchas metálicas.

El terreno se eligió tomando en cuenta que la luz fuera lo más homogénea posible, este se limpió y se instalaron las U.E: rojo, azul, rojo-azul, polisombra y translucido con 3 repeticiones con diseño experimental en bloques aleatorizados, sosteniéndolas con cuerda utilizando estacas. Posteriormente se trasladaron 600

plántulas de variedad castilla con tres meses de germinación (las cuales vinieron en bolsas plásticas con el mismo tipo de sustrato, mezclada con abono orgánico) distribuyéndose bajo cada U. E. 40 plántulas (Tabla 4), organizadas de 10 en 10.

Tabla 4 Diseño experimental objetivo 3

Tratamientos	Cantidad de plántulas por tratamiento	Repeticiones por tratamiento	Total
Rojo	40	3	120
Azul	40	3	120
Mezcla Rojo Y Azul	40	3	120
Transparente	40	3	120
Polisombra	40	3	120
<b>TOTAL</b>			<b>600</b>

Se realizó el seguimiento a las plántulas una vez por semana durante 15 semanas, donde se midió a 25 de las 40 plántulas: la longitud del tallo con una regla, diámetro del tallo con un calibrador digital y se contó el número de hojas.

Se hizo monitoreo de insectos presentes en cada planta colectando muestras en un tarro con alcohol al 90% y posteriormente transportándolas al laboratorio para fotografiar los insectos (utilizando un estereoscopio, una caja de Petri, pinzas y cámara) e identificarlos utilizando guías como las de: Delvare et al. (2002)<sup>47</sup>, Chu (1949)<sup>48</sup>, Díaz Azpiazu et al. (2004)<sup>49</sup>, entre otros autores, esto con el objetivo de saber que tratamientos contribuyen a que exista menos riesgo de plagas.

A las 15 plántulas restantes se les midió longitud de la raíz y área foliar, donde fue necesario extraer y separar algunas partes de las plantas. De esta forma, se extrajeron 2 plántulas semana de por medio desde la semana 1 (con excepción de la semana 15 donde se extrajo 1 plántula) a cada U. E. se les midió la longitud de raíz con una regla y se guardó cada plántula en una bolsa de papel rotulada (colocando el color, la repetición y el número de planta). Para medirle el área foliar

<sup>47</sup> DELVARE, Gérard. PIERRE ABERLENC, Henri. MICHEL, Bruno y FIGUEROA, Alberto. Los Insectos De África Y De América Tropical. Claves Para La Identificación De Las Principales Familias. 1 ed. Montpellier-france :Centre De Coopération Internationale En Recherche Agronomique Pour Le Développement (cirad), 2002.

<sup>48</sup> CHU, H. F. How To Know. The Immature Insects. Peiping-china.:M. C. Brown Company Publishers, 1949.

<sup>49</sup> DÍAZ AZPIAZU, Magaly. GONZÁLEZ CAIRO, Vivian. PALACIOS VARGAS, José. y LUCIÁÑEZ SÁNCHEZ, Ma. José. Clave Dicotómica Para La Determinación De Los Colémbolos De Cuba (hexapoda: Collembola). [EN LÍNEA]. Boln. S.e.a., N° 34 : 73 – 83. 2004. [Citado en 20 de Junio de 2018].



se calcaron en papel y se recortaron todas las hojas de cada plántula. Luego, por método gravimétrico<sup>50</sup> (con una balanza analítica) se pesó 1 cm<sup>2</sup> de papel (el cual peso 0,0040g) y se pesó el grupo de hojas calcadas, de cada plántula para que por regla de tres sacar en cm<sup>2</sup> el área foliar (por ejemplo: 1cm<sup>2</sup> pesa 0,0040g entonces 1,200 g serian 300cm<sup>2</sup>).

Adicionalmente se midió en cada una de las 15 semanas, parámetros ambientales como temperatura y humedad con un termohigrómetro; intensidad de luz con el luxómetro dentro y fuera de las unidades experimentales; pluviosidad, con un pluviómetro.

Después, se extrajeron las 25 plántulas que quedaron de las 40 originales, para medir biomasa en cada unidad experimental, colocándolas en bolsas de papel rotuladas con color, repetición y número de planta. Se llevaron al laboratorio para medir el peso húmedo (por medio de una balanza lexus) de las estructuras aéreas (el tallo y las hojas) y subterráneas (raíces) de cada plántula. Luego se prensaron y llevaron al horno a 70°C por 36 horas<sup>51</sup>. Después de este tiempo, se llevaron al laboratorio donde se les midió el peso seco de estructuras aéreas y subterráneas.

#### **8.5. OBJETIVO ESPECÍFICO 4**

**Evaluar la floración del café bajo la influencia de la luz utilizando coberturas plásticas de colores:**



Figura 7 tratamientos para floración y medidas de U. E.

<sup>50</sup> CABEZAS GUTIÉRREZ, Marco; PEÑA, Fernando; DUARTE, Héctor; COLORADO, José y LORA SILVA, Rodrigo. Un Modelo Para La Estimación Del Área Foliar En Tres Especies Forestales De Forma No Destructiva. [EN LINEA]. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 12 (1): 121-130. 2009. P. 122. [Citado en 23 de Julio de 2018].

JONCKHEERE, Inge; FLECK, Stefan; NACKAERTS, Kris; MUYS, Bart, COPPIN, Pol y BARET, Frédéric. Review of Methods for In Situ Leaf Area Index Determination Part I. Theories, Sensors and Hemispherical Photography. [EN LINEA]. Agric. Forest Meteorol. 121:19–35. 2004. [Citado en 23 de Julio de 2018].

<sup>51</sup> VICTOR, Janine; KOEKEMOER, Marinda; FISH, Lyn; SMITHIES, Shirley Y MÖSSMER, Marthina. Herbarium Essentials: The Southern African Herbarium User Manual. [EN LINEA]. Southern African Botanical Diversity Network Report No. 25. Sabonet, Pretoria. 2004. p. 20, 21. [Citado en 23 de Julio de 2018].



Se realizó la selección de plantas de café adultas dentro de la finca en la sede Los Robles de la Fundación Universitaria de Popayán en una parte del lote A, ya que quedaba cerca del lugar de elaboración de las estructuras y el viento no era tan fuerte lo que permitió que el plástico durara mucho más.

Se realizó la adecuación y limpieza del lugar con una guadañadora. Después de todo esto, se elaboraron 10 estructuras de madera. Para cada estructura se pegaron los bastidores con los tornillos utilizando un taladro, de manera que quedara un rectángulo con 3m por los lados y 1,50 m por el frente y atrás, luego se pegaron bastidores de modo que quedaran dos triángulos (uno al frente y otro atrás) que se unieron con otro bastidor de 3m que pasaba por el centro. Luego se pegaron las 5 clases de coberturas con 2 repeticiones con chinchas metálicas. Se colocaron en las esquinas de cada estructura 4 bastidores con una altura de 3 m (Figura 7).

Posteriormente se instalaron las unidades experimentales formando 2 filas y 5 columnas con diseño de bloques aleatorios; dejando 2 plantas de café dentro de cada U. E. (Tabla 5) y se fijaron con cuerda plástica y alambre.

Tabla 5 Diseño experimental objetivo 4

Tratamientos	Cantidad plantas por tratamiento	Repeticiones por tratamiento	Total
Rojo	2	2	4
Azul	2	2	4
Mezcla Rojo Y Azul	2	2	4
Transparente	2	2	4
Polisombra	2	2	4
<b>TOTAL</b>			<b>20</b>

Los datos de cantidad de flores, se tomaron de manera semanal, durante las 4 últimas semanas en la tercera floración. Con respecto a las mediciones de floración como tal, primero se marcó con un papel de color rojo la que sería la planta 1 y azul la que sería la planta 2 de cada una de las 10 estructuras para no confundirse.

El conteo de las flores se realizó utilizando dos metodologías: la primera consistió en pintar con marcador de color negro las flores jóvenes y la segunda en terminar de despegar las flores que ya se habían separado de la rama pero permanecían unidas al pistilo.

También se tomaron datos de los parámetros ambientales: temperatura y humedad, con un termohigrómetro; cantidad de luz, con un luxómetro y la pluviosidad en cada una de las 10 estructuras.

Como dato adicional cabe mencionar que las mediciones anteriores se vieron sesgadas por disturbios externos como la tala de árboles que perjudicó algunas unidades experimentales, especialmente un U. E. del tratamiento rojo-azul.

## **8.6. TRATAMIENTO DE DATOS**

Para cada objetivo los datos fueron compilados en libreta de campo, posteriormente se digitalizaron en Excel y se analizaron utilizando el paquete estadístico SPSS, versión 20 (Statistical Product and Service Solutions, Chicago, Illinois, USA - Nov. 2002), con el cual se realizó un análisis descriptivo (promedio) por cada tratamiento utilizado. A continuación se llevó a cabo un análisis no paramétrico Kruskal Wallis y las pruebas de contrastes múltiples de Tukey-b y T3 de Dunnett en cada objetivo, para comparar las variables entre unidades experimentales y determinar si hay diferencias significativas entre tratamientos.

## 9. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

9.1. Se identificaron las características ópticas de absorbancia, transmitancia y transparencia en diferentes coberturas plásticas de colores dentro de las longitudes de onda de 340-820 nm.

### 9.1.1. Papel cristal

Para esta prueba, se recortó una muestra de papel para cada cobertura: rojo, azul, rojo-azul, azul-rojo y transparente. Los colores rojo y azul fue la que mayor absorbancia y menor transmitancia generaron (figura 8) dejando pasar principalmente las longitudes de onda de los 400nm (azul) a los 500 nm (verdes) y mayores a los 680nm (de naranja a infrarrojos). En segundo lugar Los colores azul y rojo dejan pasar las longitudes de onda anteriormente mencionadas en mayor cantidad que las mezclas, sin embargo el color rojo presentó mayores valores de transmitancia para las longitudes de onda de los 600nm en adelante mientras que el color azul tiene un comportamiento contrario (figura 9).

Tabla 6 mayor absorbancia y transmitancia para el papel cristal.

	Mayor Longitudes de onda			
mayor absorbancia	340nm (ultravioleta)	565nm (amarillo)	620nm (naranja)	665 (rojo)
Mayor transmitancia	500nm (verde)	665nm (rojo)	820nm (infrarrojo)	

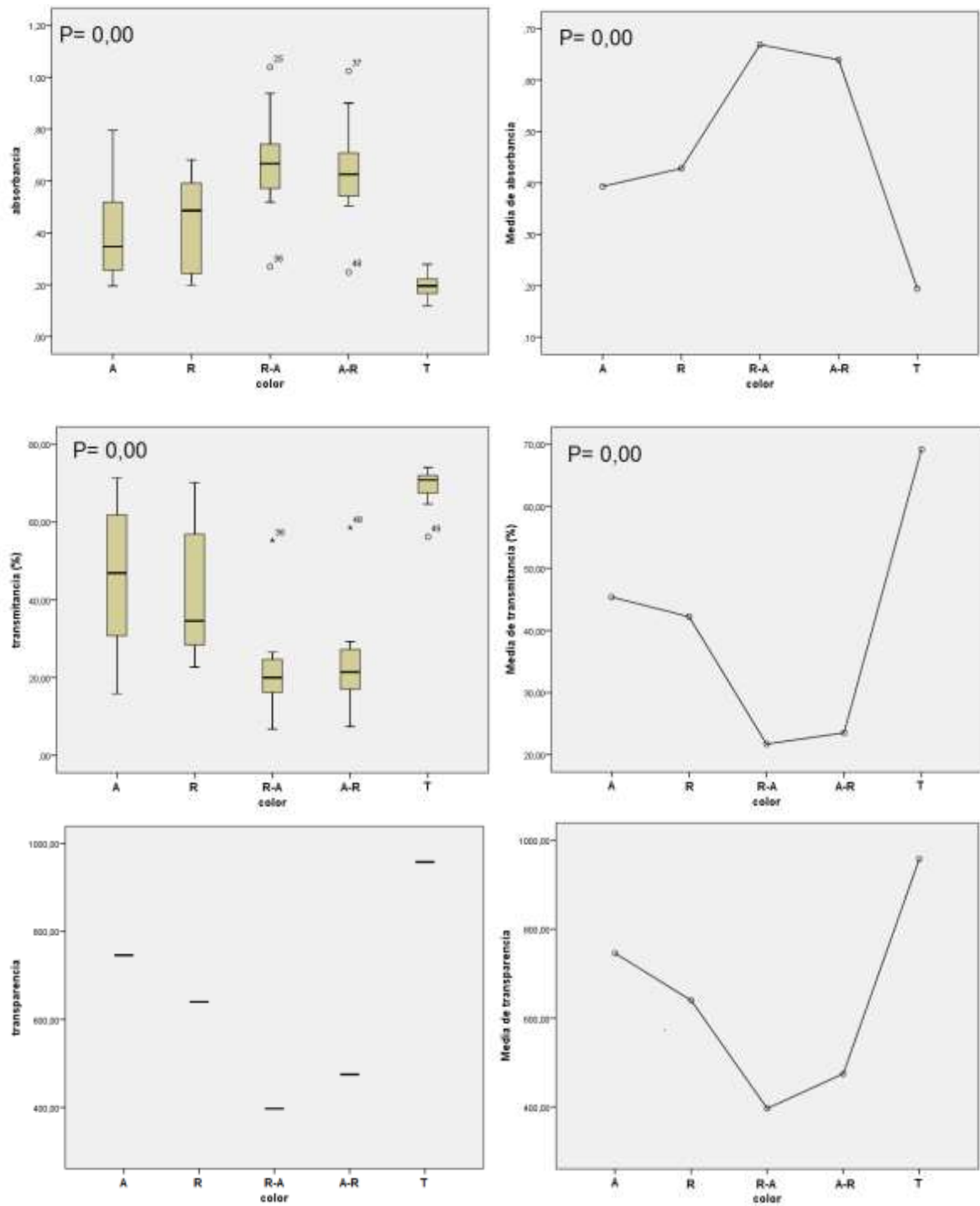


Figura 8 Absorbancia (fila de arriba), transmitancia (fila de centro) y transparencia (fila de abajo) del papel cristal, entre 340 y 820nm.

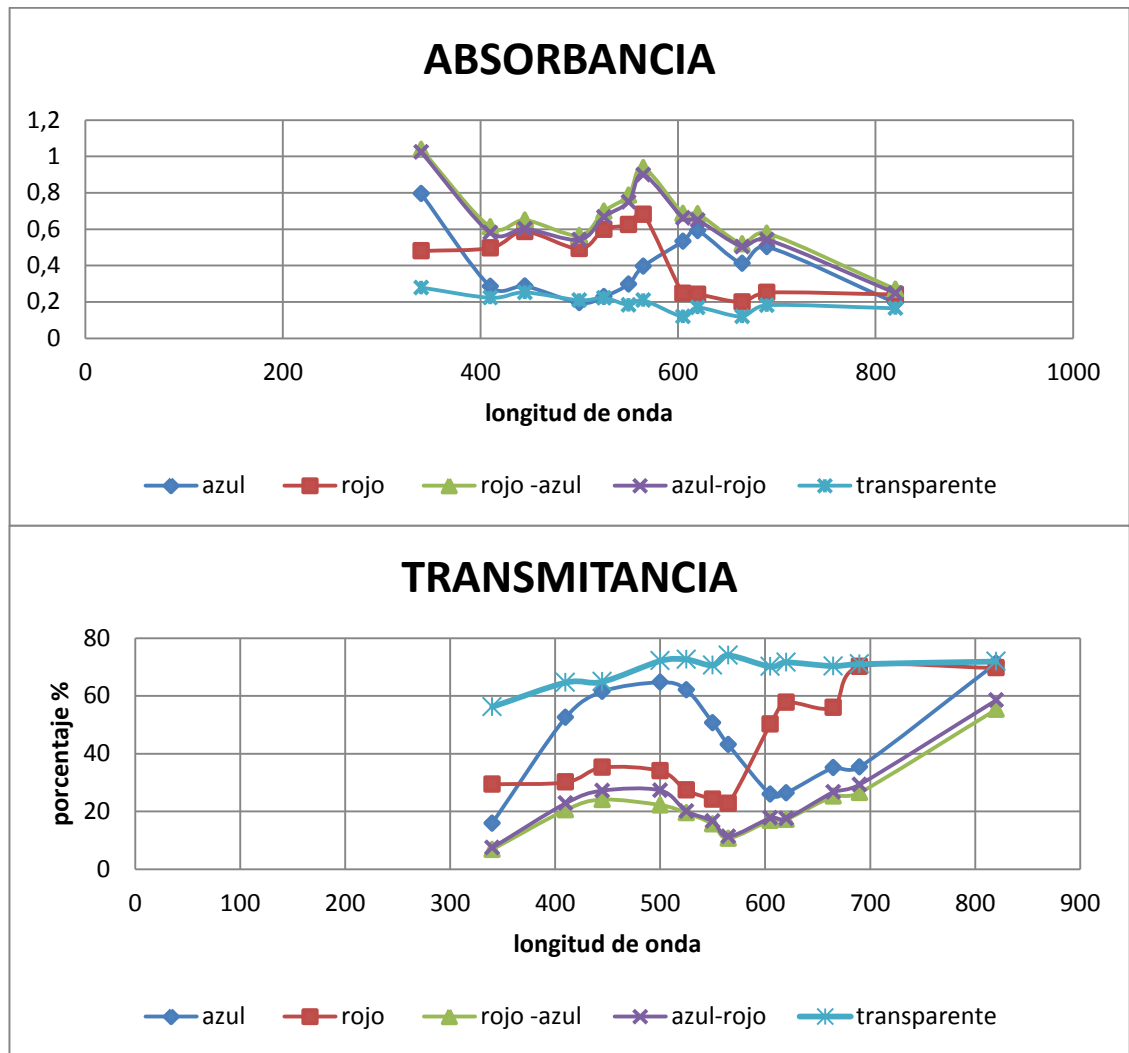


Figura 9 Absorbancia y transmitancia con longitudes de onda para el papel cristal.

### 9.1.2. Plástico grueso

La mezcla entre el rojo y el azul genera mayor absorbancia y menor transmitancia (figura 10) principalmente de las longitudes de onda de los 340nm (ultravioleta) y los 550nm (verdes). La tendencia de los colores del plástico grueso es a disminuir la absorbancia y aumentar la transmitancia hacia las longitudes de onda superiores a los 600nm 605nm (naranja), 665nm (rojo) y 820nm (infrarrojo) (figura 11).

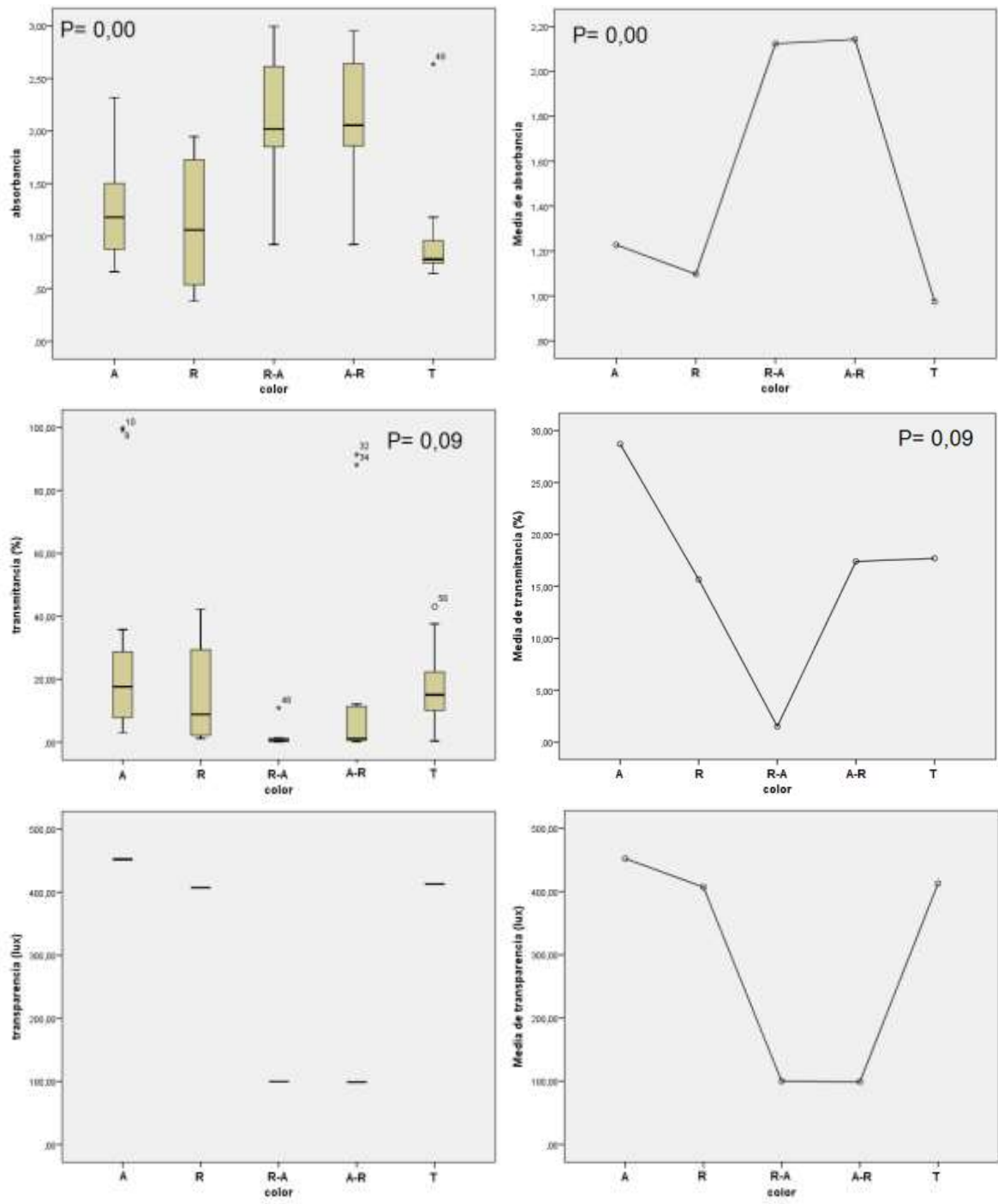


Figura 10 Absorbancia (fila de arriba), transmitancia (fila de centro) y transparencia (fila de abajo) del plástico grueso.

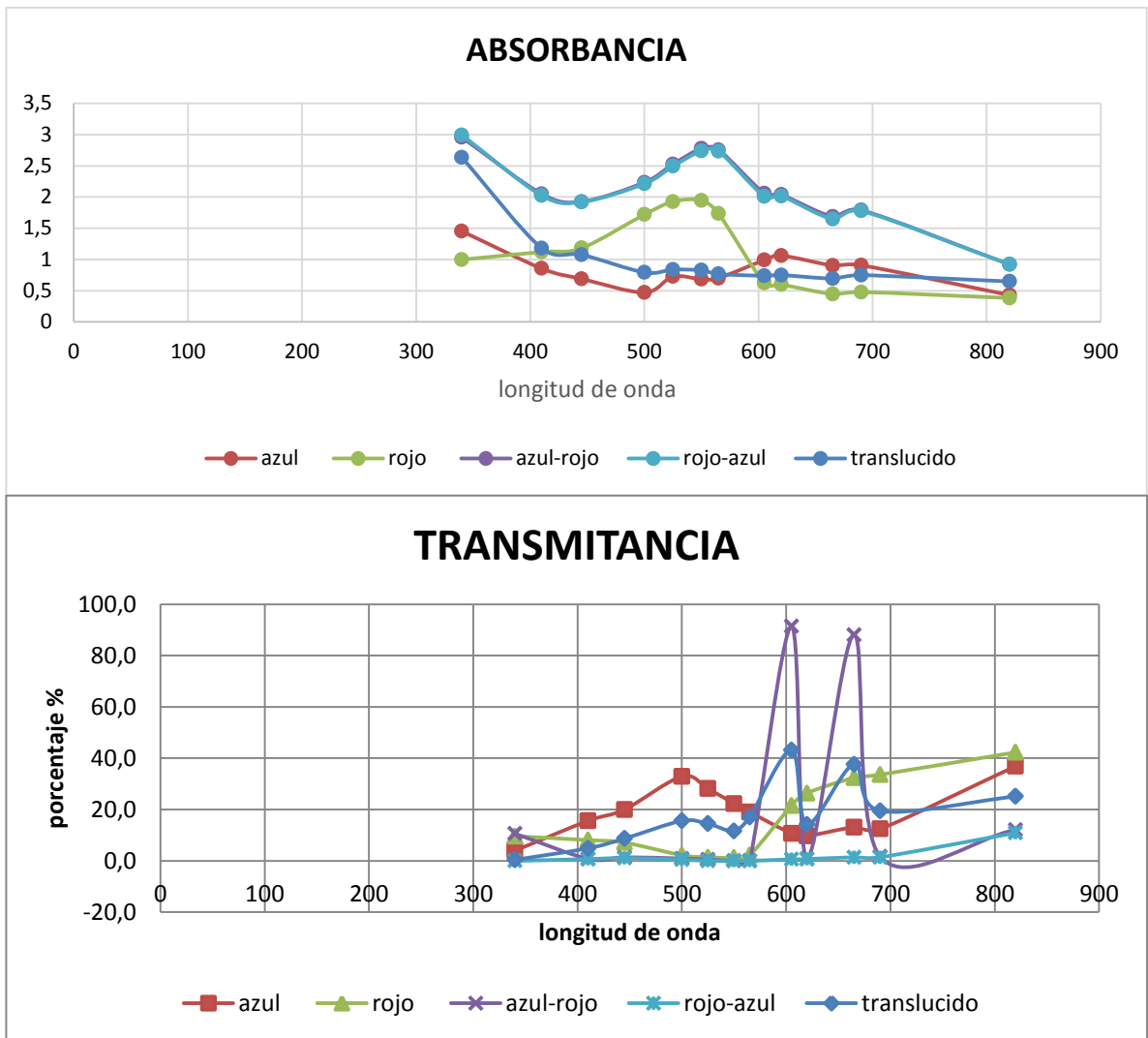


Figura 11 Absorbancia y transmitancia con longitudes de onda para el plástico grueso.

### 9.1.3. Plástico delgado

Los resultados para el plástico delgado fueron similares al plástico grueso, donde el de mayor valor de absorbancia en promedio lo obtuvo la mezcla de plásticos rojo-azul y la mayor transmitancia y transparencia el color azul seguido del color rojo (figura 12).

Tabla 7 mayor absorbancia y transmitancia para plástico delgado (figura 13).

	Longitudes de onda			
mayor absorbancia	340nm (ultravioleta)	550nm (verde)	565 (amarillo)	620nm (naranja)
Mayor transmitancia	500nm (verde)	665nm (rojo)	820nm (infrarrojo)	

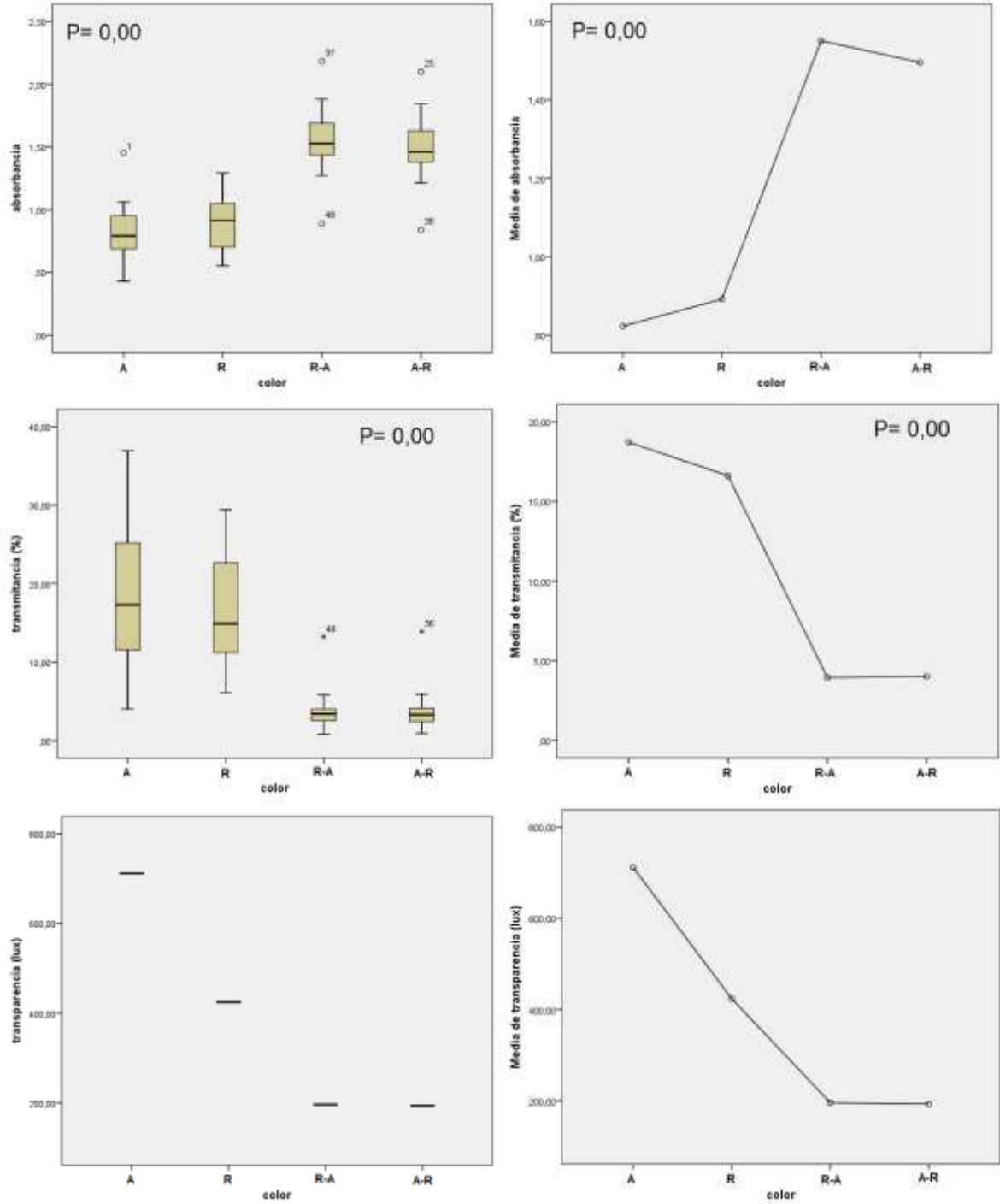


Figura 12 Absorbancia (fila de arriba), transmitancia (fila del centro) y transparencia (fila de abajo) del plástico delgado.



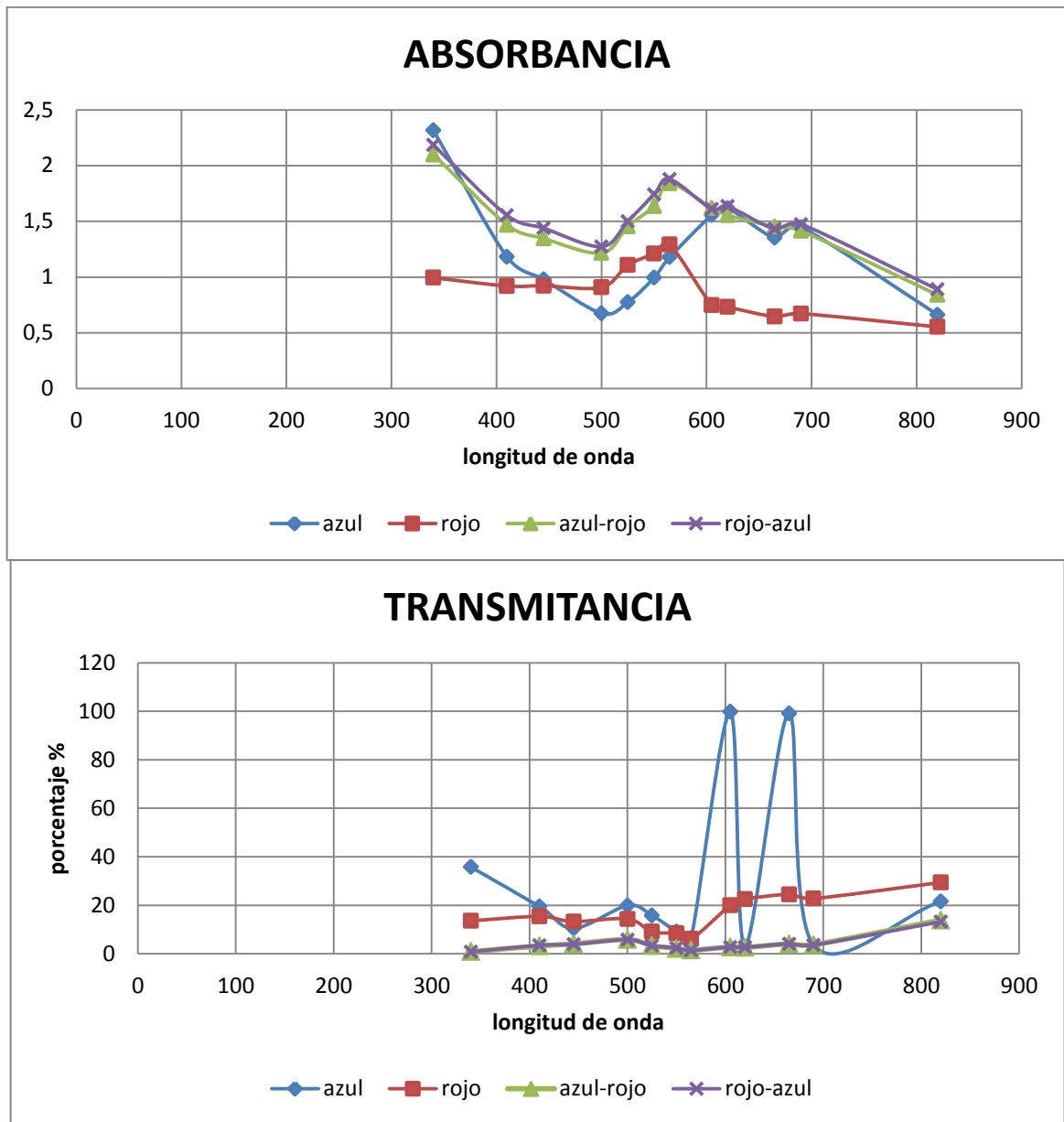


Figura 13 Absorbancia y transmitancia con longitudes de onda para plástico delgado.

En cuanto a la transmitancia, fueron las longitudes de onda de 665nm (rojo) y 820nm (infrarrojo) las que se repitieron en todos los tipos de cobertura, al igual que la de 500nm (verde) que fue común en el papel cristal y el plástico delgado. Para los plásticos grueso y delgado cabe destacar que estos permitieron transmitir las longitudes de 665nm (rojo), lo que es importante puesto que la luz roja resulta altamente eficaz en aspectos como la promoción de la germinación al igual que la

luz azul<sup>52</sup>, donde esta última se transmitió en los plásticos aunque en poca proporción.

Ahora bien, en un estudio realizado por Casierra et al. (2011)<sup>53</sup>, en plantas de fresa, se midió la transmitancia de papel celofán, al que se ha llamado en este proyecto como papel cristal, con distintos colores entre ellos el azul, rojo y transparente. Los resultados de dicho proyecto dicen que el polipropileno azul transfiere mayor longitudes de onda entre los 440 y 520nm, que corresponden al espectro de color azul y verde y las que menos se transmiten son las longitudes de onda de los colores naranja y rojo; mientras que La película de color rojo transmite, en muy poca cantidad la luz azul, pero en mayor cantidad, por encima de 630nm, donde se encuentra parte del espectro del rojo y rojo lejano. Lo anterior confirma lo obtenido en este estudio, ya que para el papel cristal de color azul, las longitudes de onda que corresponden a azul y verde, obtuvieron los valores más altos, mientras que las longitudes correspondientes a naranja y rojo, fueron las longitudes del espectro visible con menor transmitancia. Por parte del color rojo, las longitudes de onda para el color azul también presentaron valores bajos, mientras que la mayor transmitancia fue para las longitudes de onda correspondientes al color rojo.

En otro estudio realizado por Casierra y Pinto (2011)<sup>54</sup>, en un cultivo de remolacha, con polietileno de baja densidad de colores rojo, azul y transparente, se afirma que la cobertura azul posee mayor absorbancia, seguida de la roja, donde la transparente posee el menor valor. Dichos datos coinciden con lo que se obtuvo en éste proyecto para las mediciones de absorbancia del plástico grueso.

Casierra y Rojas (2009)<sup>55</sup> realizaron un estudio con brócoli, utilizando polietileno (plástico) coloreado de distintas tonalidades, entre ellas azul, rojo y transparente. En la medición de transparencia de las coberturas antes mencionadas, se asegura que el polietileno transparente presenta el mayor valor de las 3 coberturas, seguido del rojo y el azul, que presenta la menor transparencia. Estos datos son

---

<sup>52</sup> SADAVA, David. y PURVES, William. Vida. La Ciencia De La Biología. 8 ed. Buenos Aires-argentina. Editorial Médica Panamericana, 2009. P. 812.

<sup>53</sup> CASIERRA POSADA, Fánor. PEÑA-OLMOS, Jaime. y ULRICHS, Christian. Crecimiento Y Eficiencia Fotoquímica Del Fotosistema Ii En Plantas De Fresa (fragaria Sp.) Afectadas Por La Calidad De La Luz: Implicaciones Agronómicas. [EN LINEA]. Revista U.d.c.a Actualidad & Divulgación Científica 14 (2): 43 - 53. 2011. [Citado en 3 de Febrero de 2017].

<sup>54</sup> CASIERRA POSADA, Fánor. y PINTO CORREA, José Rogelio. Crecimiento De Plantas De Remolacha (*beta Vulgaris L. Var. Crosby Egipcia*) Bajo Coberturas De Color. [EN LINEA]. Rev.fac.nal.agr.medellín 64(2): 6081-6091. 2011. [Citado en 3 de Febrero de 2017].

<sup>55</sup> CASIERRA POSADA, Fánor. y ROJAS B, Javier F. Efecto De La Exposición Del Semillero A Coberturas De Colores Sobre El Desarrollo Y Productividad Del Brócoli (*brassica Oleracea Var. Italica*). [EN LINEA]. Agronomía Colombiana 27(1), 49-55. 2009. [Citado en 3 de Febrero de 2017].

distintos a los obtenidos en éste proyecto, puesto que la mayor transparencia para el plástico grueso la obtuvo la cobertura azul, seguido de la translúcida y finalmente la roja. La falta de coincidencia estaría fundamentada en las diferencia de tipo y grosor de los plásticos utilizados en ambos estudios, donde estas características podrían afectar en la transmisión de la luz, además de las diferencias en las mediciones puesto que se hicieron con tipos distintos de luxómetros.

Los datos obtenidos en este objetivo son relevantes para los objetivos siguientes, ya que contribuyen a determinar en qué manera influiría la calidad de la luz en las distintas etapas de la especie *Coffea arabica*.

**9.2.** Se analizó la germinación de semillas de café bajo la influencia de la luz utilizando coberturas plásticas de colores.

### 9.2.1. Temperatura (°C)

En las gráficas se observa que las coberturas con mayor temperatura fueron la azul (29° C) y la roja (28,5° C) (figura 14), (Anexo B), esto puede ser gracias a que dicha cobertura presentó el valor más alto de transmitancia sobre la longitud de onda de 820 nm que pasa a las radiaciones infrarrojas, las cuales están generalmente asociadas con el calor<sup>56</sup>.

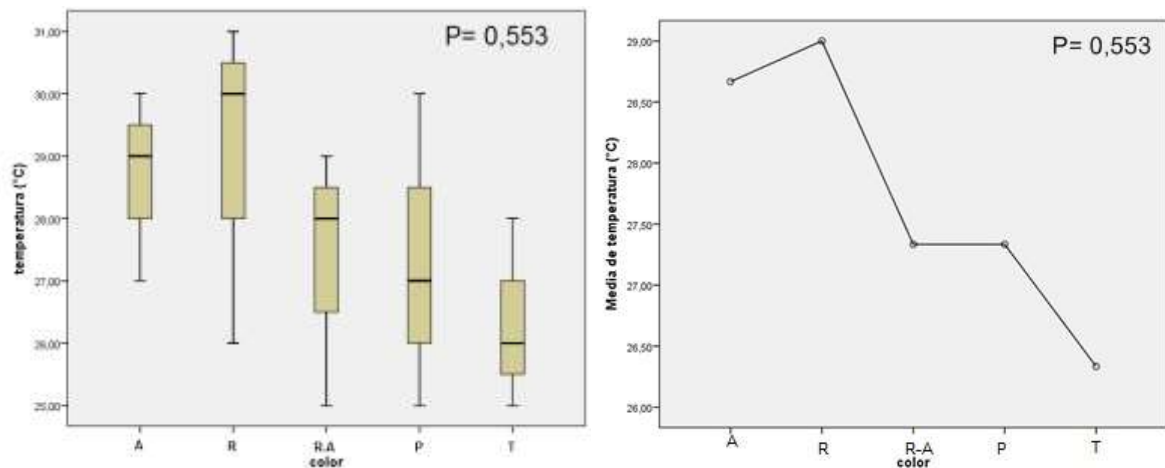


Figura 14 Temperatura.

<sup>56</sup> HERNANDEZ MOSCOSO, Rafael. y KARCA, Juan Adrián. Tecnologías Que Enferman. Efectos Nocivos De La Contaminación Electromagnética Y Como Protegerse. [s.l.]. :Penguin Random House Grupo Editorial, 2016.

### 9.2.2. Humedad (%)

La humedad relativa por su parte fue contraria a la temperatura como se suponía, de esta manera las coberturas que mayor valor obtuvieron fueron el translucido y el rojo-azul y la polisombra (figura 15), siendo el translucido el que presentó el valor máximo con 66% (Anexo B).

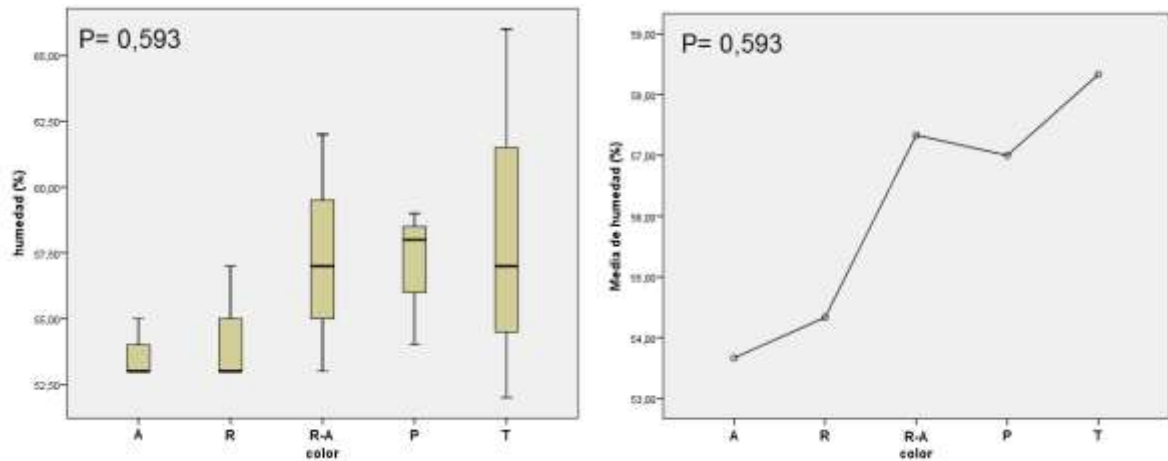


Figura 15 Humedad.

### 9.2.3. Pluviosidad (mm)

En este punto se evaluó la pluviosidad durante las semanas que duro el proceso de germinación de las semillas para ver qué efecto tuvo en la germinación de la polisombra que fue la única que recibió la lluvia directamente. En la figura 16 se evidenció un flujo constante de pluviosidad, donde ésta subió hasta 32,42mm (Anexo B) en las primeras 3 semanas y descendió un poco hasta los 9,14mm (Anexo B) hasta la semana 6 luego subió a 23,28mm (Anexo B) en la semana 7 y para la última semana descendió a 0mm.

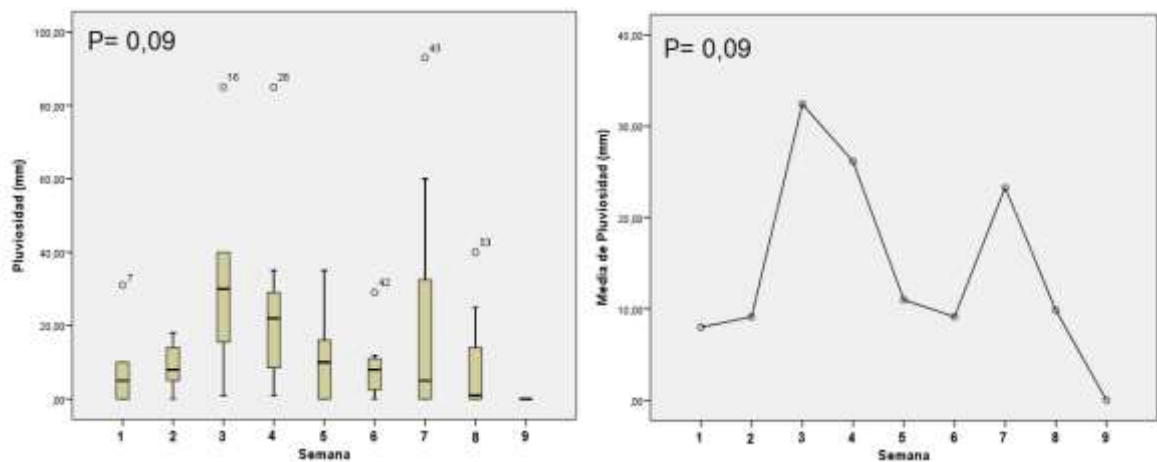


Figura 16 Pluviosidad semanal.

### 9.2.4. Luz (lux)

En cuanto a la medición de luz, el tratamiento azul fue el que menor valor promedio obtuvo dentro de las unidades experimentales con 48,33 lux (Anexo B), sin embargo la intensidad de luz fuera de la unidad experimental también fue baja lo que indica que existió algún factor externo que obstaculizaba la penetración de luz en este tratamiento, ya que controlar al 100% la homogeneidad del terreno era algo difícil de lograr. Por otro lado, el tratamiento translucido obtuvo mayor luz dentro de la unidad experimental con un promedio de 270 lux (Anexo B), concordando con el valor fuera de la unidad experimental de plástico translucido que también dio un valor alto (figura 17), lo que indica que a dichas unidades experimentales les llegaba más luz que a las demás. Fue necesario analizar estos aspectos, ya que se quiere evaluar la influencia que podrían tener los factores ambientales en la germinación de las semillas.

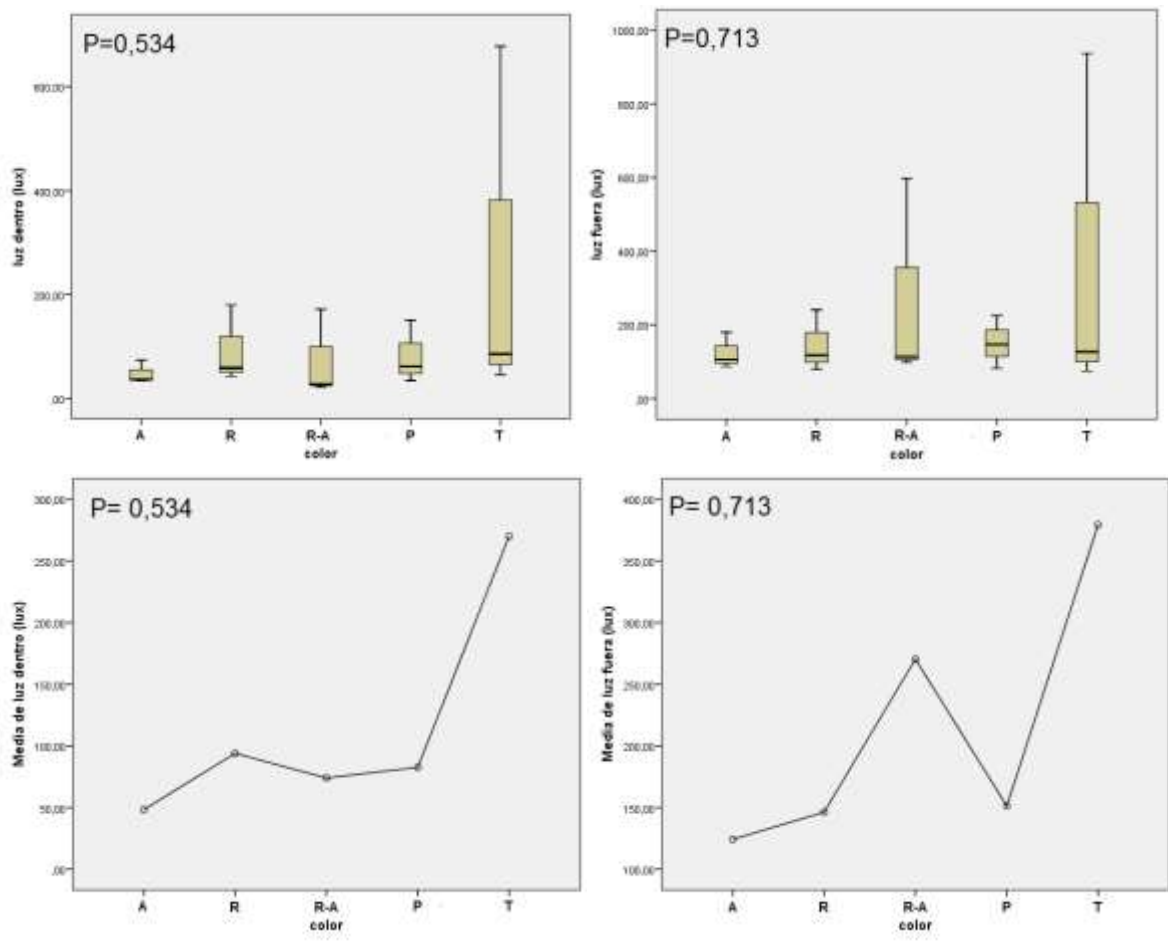


Figura 17 Cantidad de luz dentro (columna izquierda) y fuera (columna derecha) de las unidades experimentales

### 9.2.5. Porcentaje de semillas germinadas completamente (%)

Con respecto al, porcentaje de semillas germinadas completamente en relación con los pasticos de colores utilizados como coberturas, éstas no fueron afectadas significativamente por el tipo de tratamiento utilizado (Anexo B). Con respecto a esto es notable que los tratamientos que mejor influyeron en este aspecto fueron el azul seguido del rojo (figura 18), esto quiere decir que estos dos tratamientos contribuyeron a que las semillas germinaran con mayor prontitud y tuvieran una mayor altura que las de los demás, emergiendo completamente del suelo.

En cuanto a las longitudes de onda, las que más se transmitieron fueron las de infrarrojo y verde para el plástico azul e infrarrojo y rojo para el plástico rojo. Las que más se absorbieron fueron las longitudes de onda de ultravioleta, amarillo y naranja para el plástico azul y verde y amarillo para el plástico rojo. De lo anterior se deduce que el hecho de transmitirse más las ondas infrarrojas, y de absorberse mejor las de color amarillo, puede contribuir a que las semillas germinen más rápido y tomen altura.

Con respecto a la relación con los factores ambientales, dichos tratamientos: rojo y azul, fueron los que obtuvieron mayor temperatura y menor humedad relativa.

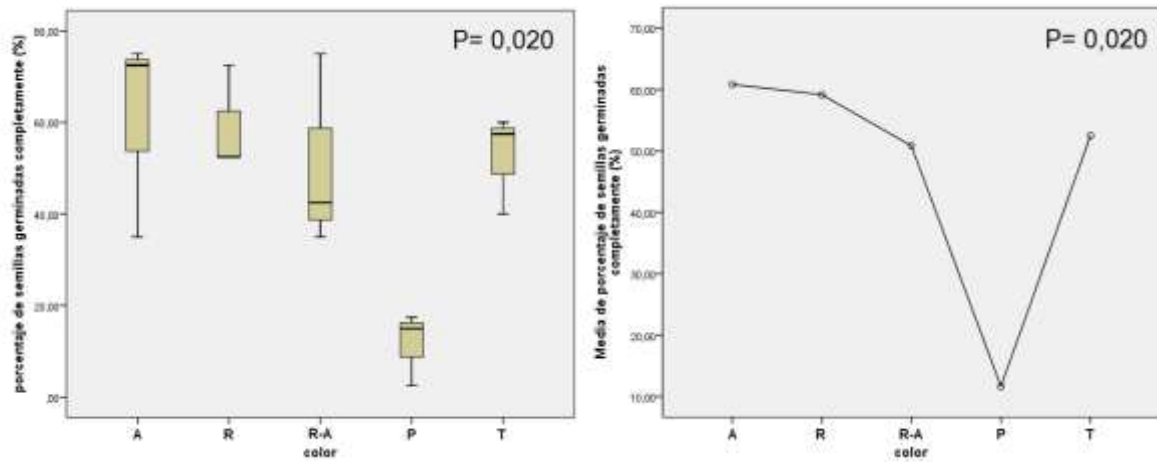


Figura 18 Porcentaje de semillas germinadas completamente.

### 9.2.6. Porcentaje total de semillas germinadas (%)

El porcentaje total de semillas germinadas no vario (Anexo B). De esta forma, cabe resaltar que todos los plásticos de colores obtuvieron buenos resultados, siendo los tratamientos translucido, rojo y azul los de mayor valor (figura 19), esto significa que en cuanto a la realización de semilleros, lo más óptimo es la implementación de alguna de estas coberturas, lo cual no solo contribuiría a aumentar el porcentaje de germinación, sino que podría contribuir a un mayor

crecimiento de la plántula en sus primeros meses, lo que reduciría en cierta medida el tiempo de producción y tal vez la cantidad de fertilizante que se utilice para el crecimiento de la plántula en los primeros meses de vida de esta.

En cuanto a las longitudes de onda, el plástico translucido presentó los mayores valores de transmitancia en las longitudes de onda naranja y rojo; el plástico rojo en las longitudes de onda de infrarrojo y rojo y de infrarrojo y verde para el plástico azul, lo cual refleja la importancia de longitudes de onda corta y la energía calórica.

En cuanto a la absorbancia, el translucido obtuvo los mayores valores en los ultravioleta, violeta y azul; el rojo en las longitudes de verde y el amarillo y el azul en los ultravioleta, amarillo y naranja.

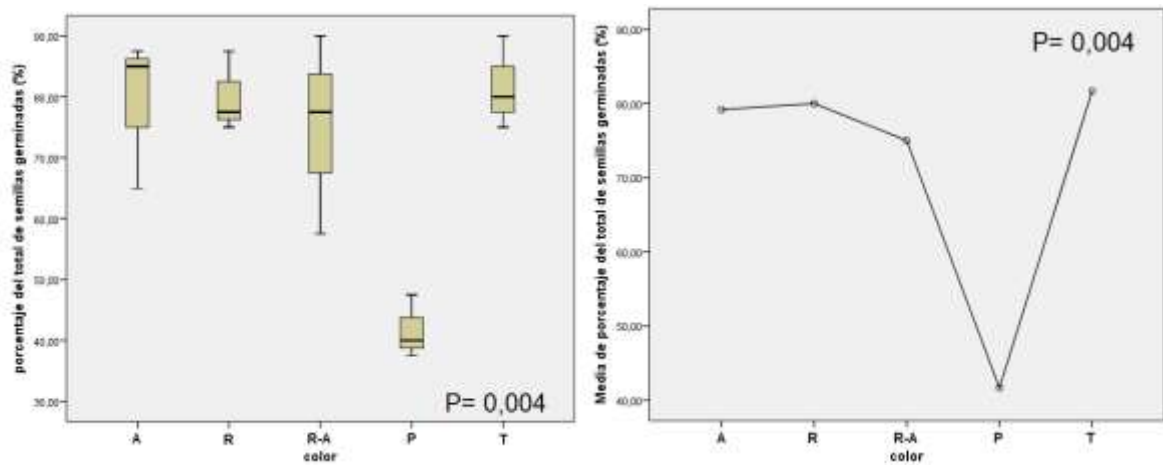


Figura 19 Porcentaje total de semillas germinadas.

En cuanto a la discusión, uno de los estudios que hablan acerca de germinación con coberturas plásticas de colores es el realizado por Casierra Y Rojas (2009)<sup>57</sup>, con cultivo de brócoli, en el cual instalaron cubiertas de polietileno coloreado, donde algunas de las tonalidades fueron: azul, rojo y transparente. Una de las mediciones que realizaron fue la de altura de la planta en la fase de germinación, arrojando como resultado que la cobertura roja posee la mayor altura, seguida de la translucida. Al contrastar estos datos con la medición de porcentaje de semillas germinadas completamente, que fueron las de mayor altura, se evidencia que la cobertura roja no presentó el valor más alto sin embargo, si contó con el segundo lugar en cuanto a dicha medición.

<sup>57</sup> CASIERRA POSADA, Fánor. y ROJAS B, Javier F. Efecto De La Exposición Del Semillero A Coberturas De Colores Sobre El Desarrollo Y Productividad Del Brócoli (*brassica Oleracea Var. Italica*). [EN LINEA]. Agronomía Colombiana 27(1), 49-55. 2009. [Citado en 3 de Febrero de 2017]

El siguiente estudio, realizado por Lazo y Ascencio (2010)<sup>58</sup> con la especie *Cyperus rotundus*, presenta un experimento con papel celofan de colores rojo, azul y verde. Aquí se midió el número de brotes, que es lo más cercano a número de plantas germinadas por color, dando como resultado que el color rojo presenta mayor cantidad que el color azul. Al comparar estos datos con el porcentaje total de semillas germinadas, se obtuvo que a pesar de que fue poca la diferencia entre ambos colores, los datos coincidieron con el estudio de los autores antes mencionados.

Sabater (1997)<sup>59</sup> dice que en cuanto a germinación se debe tener en cuenta las radiaciones roja e infrarroja puesto que las dos influyen de manera opuesta para las semillas, donde la primera contribuye y la segunda inhibe el proceso germinativo. Lo anterior se logra comprobar puesto que los mayores porcentajes de germinación fueron para los tratamientos translucido y rojo que transmitieron en mayor cantidad la radiación roja, mientras que el tratamiento rojo-azul conto con uno de los valores más bajos de germinación, siendo la radiación infrarroja la que más se transmitió.

**9.3.** Se midió diferentes variables de crecimiento vegetativo del café en etapa almácigo y la presencia de insectos bajo la influencia de la luz utilizando coberturas plásticas de colores.

### **9.3.1. Temperatura (°C)**

En cuanto a parámetros ambientales en el crecimiento de las plántulas fue notable que el tratamiento rojo-azul presentó la mayor temperatura con 28,39 °C (Anexo C) y el tratamiento de polisombra la menor con 25,98 °C (Anexo C) (figura 20).

---

<sup>58</sup> LAZO, José Vicente y ASCENCIO, Jocelyne. Efecto De Diferentes Calidades De Luz Sobre El Crecimiento De *Cyperus rotundus*. Bioagro. [EN LINEA]. Vol. 22 (2): 153-158. 2010. [Citado en 3 de Febrero de 2017].

<sup>59</sup> SABATER, F. La Luz Como Factor Ambiental Para Las Plantas. [EN LINEA]. 1977. P.17. [Citado en 6 de Septiembre de 2017].



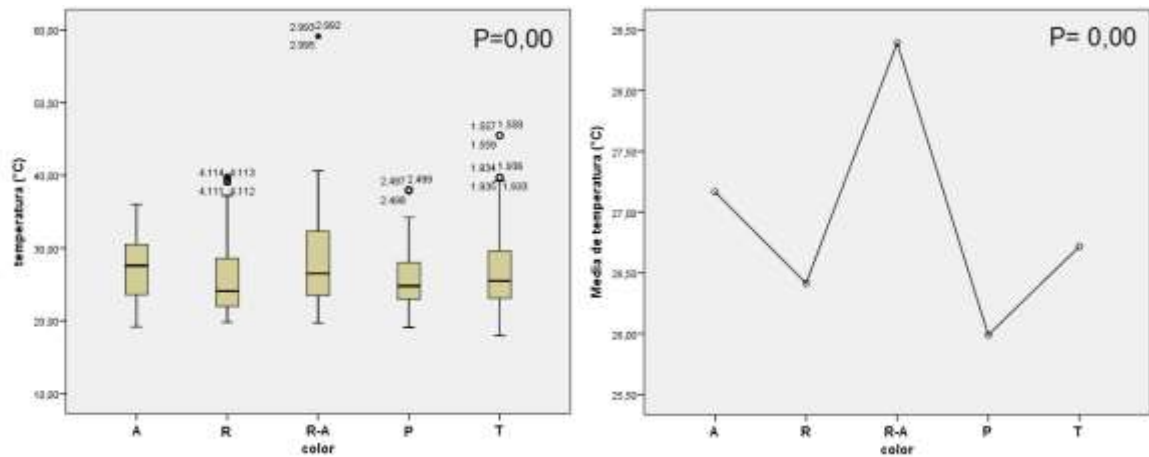


Figura 20 Temperatura.

### 9.3.2. Humedad (%)

La humedad contrastó con la temperatura, ya que el rojo-azul presentó el menor porcentaje de humedad con 60,91% (Anexo C) y el tratamiento de polisombra se encontró en la 4 categoría de los subconjuntos homogéneos con el segundo valor más alto que fue 65,84% (Anexo C) (figura 21).

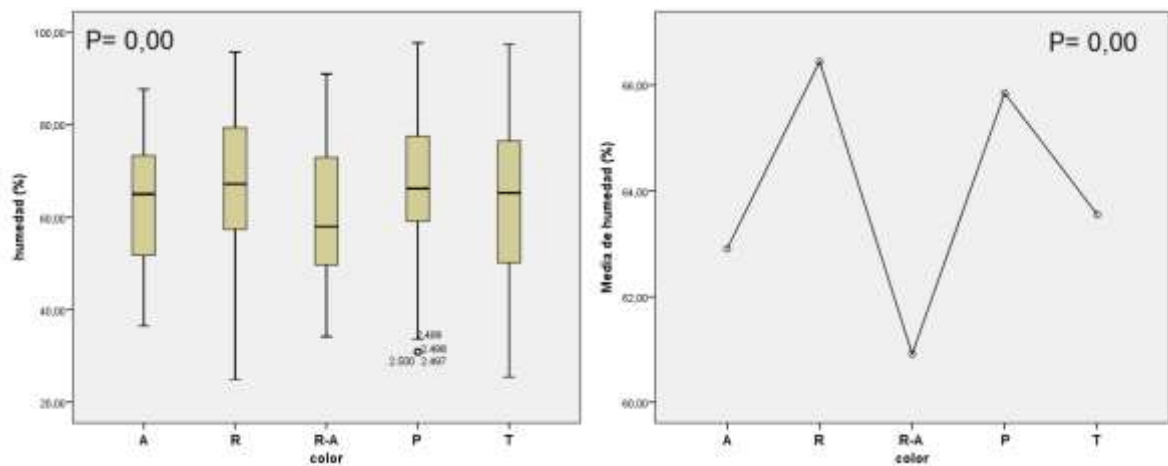


Figura 21 Humedad.

### 9.3.3. Pluviosidad (mm)

Por otro lado, La pluviosidad constante podría tener un efecto en cuanto a la humedad de las unidades experimentales, ya que el tratamiento de polisombra, que recibió directamente la lluvia, obtuvo alto porcentaje de humedad (figura 22).

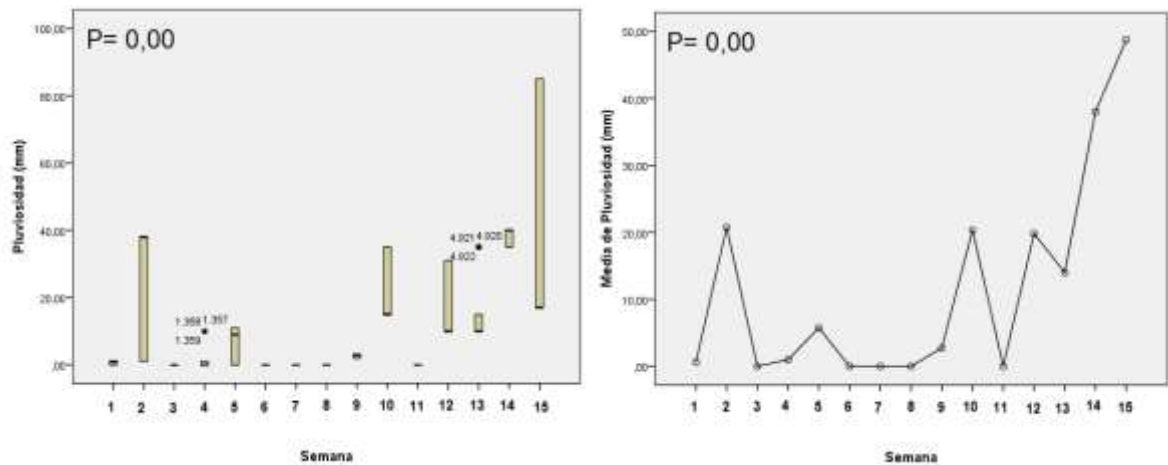


Figura 22 Pluviosidad semanal.

### 9.3.4. Luz (lux)

Si se comparan la temperatura y humedad con la medición de luz, se tiene que el aumento de la luz no contribuyó al aumento de la temperatura ya que tanto en la medición de luz dentro de las unidades experimentales como fuera de ellas el tratamiento rojo-azul obtuvo el menor valor de luz; sin embargo, la cantidad de luz que llegó fuera de las unidades experimental si contribuyo a la variación dentro de ellas donde el tratamiento de mayor valor fue el translucido y el de menor valor fue rojo-azul (figura 23), los cuales obtuvieron la misma posición en ambas mediciones de luz, dentro y fuera de las unidades experimentales.

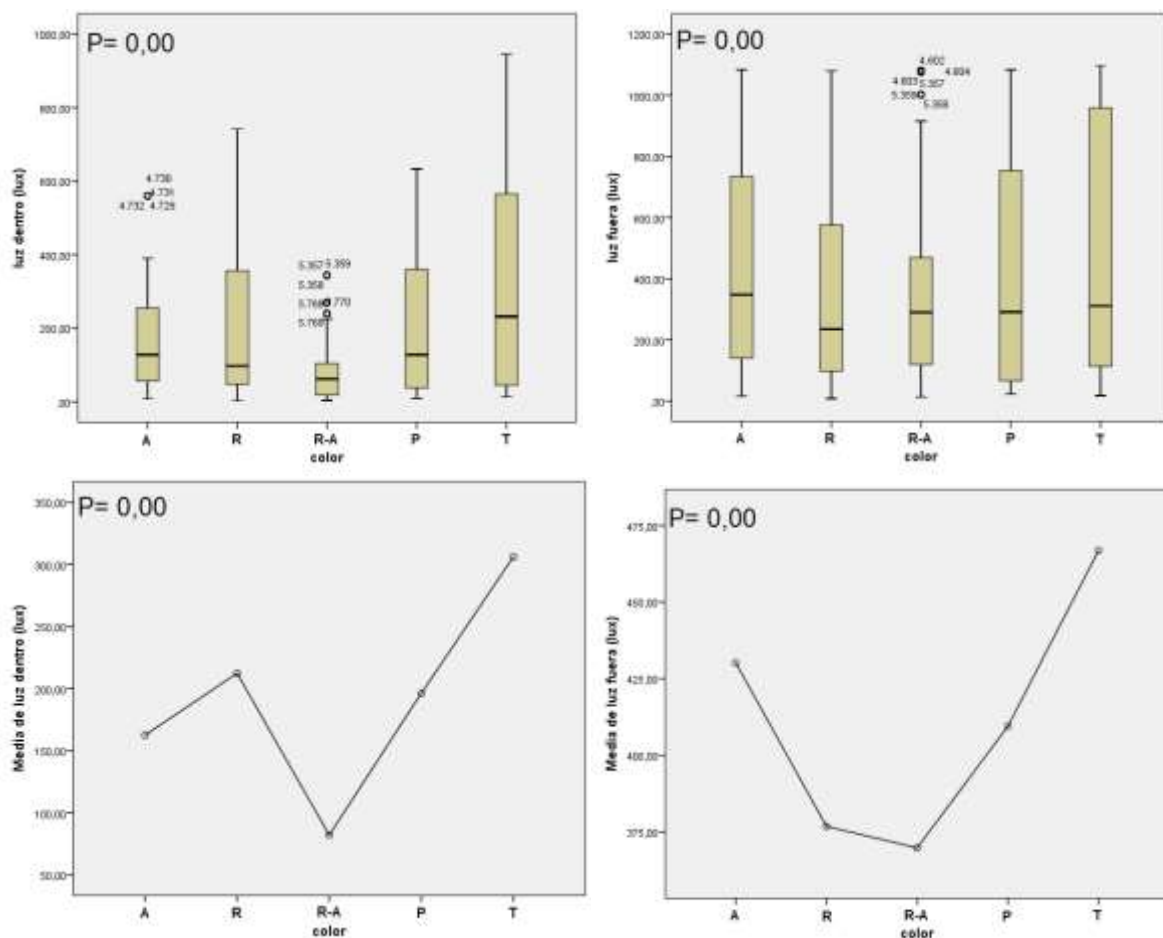


Figura 23 Cantidad de luz dentro (columna izquierda) y luz fuera (columna derecha) de las unidades experimentales.

Casierra et al. (2012)<sup>60</sup>, Realizaron un estudio en el con la especie *Zantedeschia aethiopica*, donde utilizaron papel celofán de colores: transparente, azul, amarillo, rojo y verde. Este fue uno de los pocos estudios con coberturas de colores como invernadero donde se realizaron mediciones de parámetros ambientales, específicamente temperatura y humedad; los resultados registran dentro del invernadero, una temperatura promedio de 16,2°C y 71,8% de humedad relativa en promedio. En las mediciones hechas para este proyecto se tiene que en promedio total la temperatura es de 26,93°C y la humedad de 63,93%, datos que no concuerdan gracias a que el estudio de Casierra et al. Fue realizado en Tunja, que cuenta con alturas que van desde los 2.700 m.s.n.m. hasta 3.150 m.s.n.m y

<sup>60</sup> CASIERRA POSADA, Fánor; NIETO, Paola J. y ULRICHS Christian. Crecimiento, Producción Y Calidad De Flores En Calas (*Zantedeschia Aethiopica* (L.) K. Spreng) Expuestas A Diferente Calidad De Luz. [EN LINEA]. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 15 (1): 97 – 105. 2012. [Citado en 3 de Febrero de 2017].

una T° de 13°C<sup>61</sup>, mientras que en el municipio de Timbío, donde se realizó el presente estudio, se encuentra alturas entre 1000 y 2000 m.s.n.m. con temperaturas que oscilan entre 16 y 23°C<sup>62</sup>, lo cual influiría en las mediciones físicas de cada estudio.

Casierra y Pinto (2011), realizaron un estudio utilizando coberturas de polietileno de baja densidad de colores rojo, azul y transparente, en un cultivo de remolacha; las mediciones de temperatura dentro de las coberturas para dicho estudio arrojan que el color azul posee la mayor temperatura, seguido del rojo, y finalmente el transparente con la menor temperatura. Al comparar los datos anteriores con lo obtenido en este estudio, el tratamiento azul confirmó la mayor temperatura, sin embargo la temperatura más baja fue para el tratamiento rojo.

La medición de parámetros ambientales como temperatura y humedad, pueden contribuir a conocer cuáles son las condiciones de microclima que favorecen los procesos de desarrollo de las plantas, en este caso el café, para así aprovechar mejor los factores abióticos que influyen significativamente en el desarrollo vegetal.

### 9.3.5. Longitud del tallo (cm)

El primer parámetro de crecimiento que se avaluó fue la longitud del tallo, a este respecto se tiene que el tratamiento de polisombra y el tratamiento rojo-azul fueron los que mejor resultado obtuvieron, siendo el azul, el rojo y el translucido los menos efectivos (figura 24). Cabe resaltar también que la mayoría de datos fueron homogéneos, con valores similares en promedio presentando además significancia según el valor de la prueba Kruskal Wallis (Anexo C). Es de notar que la temperatura no parece influir en la longitud del tallo, ya que los tratamientos Azul-rojo y polisombra presentaron comportamientos contrarios en la temperatura, mientras que ambos obtuvieron valores altos de absorbancia, baja transparencia y penetración lumínica (R-Z=82,04lux y P=196,28lux) (Anexo C), ya que “existe un rango de intensidad de luz en el cual prospera y crece mejor una determinada especie, dando como resultado diferentes comportamientos en el patrón de crecimiento de las especies en su etapa juvenil y adulta”<sup>63</sup>

---

<sup>61</sup> ALCALDIA MUNICIPAL TUNJA, Análisis De La Situación De Salud Con El Modelo Conceptual De Determinantes Sociales De La Salud. [EN LÍNEA]. Secretaria De Protección Social. 2013. P. 15. [Citado en 02 de Agosto de 2018].

<sup>62</sup> ALCALDÍA MUNICIPAL DE TIMBÍO, Plan Básico De Ordenamiento Territorial. [EN LÍNEA]. P. 13. [Citado en 02 de Agosto de 2018].

<sup>63</sup> NÁJERA CONTRERAS, Francisco y BERMEJO VELAZQUEZ, Basilio. Efecto De La Intensidad De Luz Sobre El Crecimiento En Altura Y Producción De Materia Seca En Plántulas De *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*. [EN LÍNEA]. Foresta Veracruzana 1 (2):25-30. 1999. P. 25. [Citado en 5 de Septiembre de 2018].

Por otro lado los menos efectivos que fueron el azul, el rojo y translucido, generalmente presentaron valores intermedios de temperatura con 26,41°C y 26,71°C (Anexo C) respectivamente; no obstante mostraron la mayor penetración de luz dentro de las unidades experimentales con 212,35lux (Anexo C) para el rojo y 306,20lux (Anexo C) para el translucido, lo que parece tener un efecto retardante en cuanto a la elongación del tallo en el periodo de crecimiento de la plántula.

Cabe resaltar que la longitud de onda del infrarrojo la cual se transmite dentro del tratamiento rojo-azul pudo constituirse como uno de los factores que contribuyó al aumento de la longitud de los tallos.

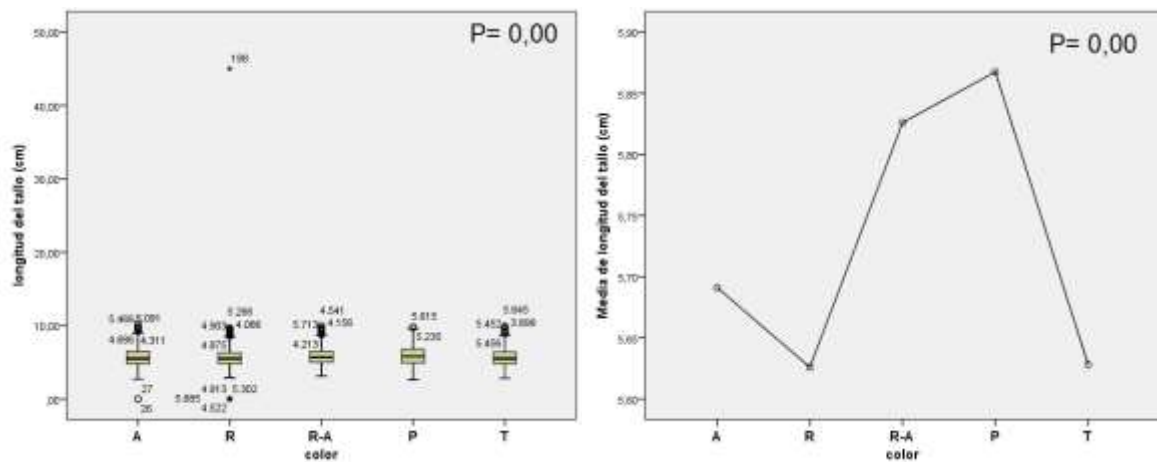


Figura 24 Longitud del tallo.

Este experimento concuerda con los estudios realizados por Casierra y Rojas (2009) y Perez y Perez (2007) en que el color de las coberturas plásticas usadas influyen el crecimiento de los vegetales, mas sin embargo los resultados obtenidos en este experimento difieren con los mencionados ya que las plántulas de café responden mejor a aquellas coberturas que permitan una baja penetración lumínica como la mezcla de rojo y azul y la polisombra a diferencia de las especies de brócoli y pepino que reaccionan mejor a los plásticos azul, rojo o transparente Casierra y Rojas (2009)<sup>64</sup>, Perez y Perez (2007)<sup>65</sup>.

<sup>64</sup> CASIERRA POSADA, Fánor. y ROJAS B, Javier F. Efecto De La Exposición Del Semillero A Coberturas De Colores Sobre El Desarrollo Y Productividad Del Brócoli (*brassica Oleracea Var. Italica*). [EN LINEA]. Agronomía Colombiana 27(1), 49-55. 2009. [Citado en 3 de Febrero de 2017].

<sup>65</sup> PÉREZ PÉREZ, Dover Franco. Evaluación De Plántulas De Pepino (*cucumis Sativus L.*) Bajo Cubiertas Plásticas Foselectivas En Macrotúneles. Tesis Presentada Para Obtener El Título De: Ingeniero Agrónomo En Horticultura. Coahuila, México.: Universidad Autónoma Agraria "antonio Narro". 2007. 35p.

Por su parte, Sabater (1977)<sup>66</sup> menciona que La luz controla el crecimiento de las plantas y su desarrollo en general, de manera independiente a la fotosíntesis. Además afirma que la luz solar detiene el crecimiento del tallo y estimula que crezcan las hojas, siendo responsable de esto principalmente la luz roja, según distintos experimentos realizados. Lo anterior se confirmaría en las mediciones de longitud del tallo, ya que la radiación roja fue una de las que más se transmitió en los plásticos translucido y rojo, que contaron con los tallos de menor longitud.

### 9.3.6. Diámetro del tallo (mm)

Con respecto al diámetro del tallo el tratamiento de polisombra contó con el mayor valor promedio, diferenciándose significativamente de los demás (Anexo C), mientras que los tratamientos de rojo-azul y rojo generaron los diámetros de menor tamaño promedio (figura 25); esto nos indica que la transmisión de las longitudes de onda de rojo e infrarrojo en los tratamientos rojo-azul y rojo, no favorece el aumento en el grosor del tallo. Por otro lado la mayor humedad registrada en el tratamiento de polisombra al igual que la menor temperatura y baja penetración lumínica pudo favorecer el crecimiento secundario del tallo.

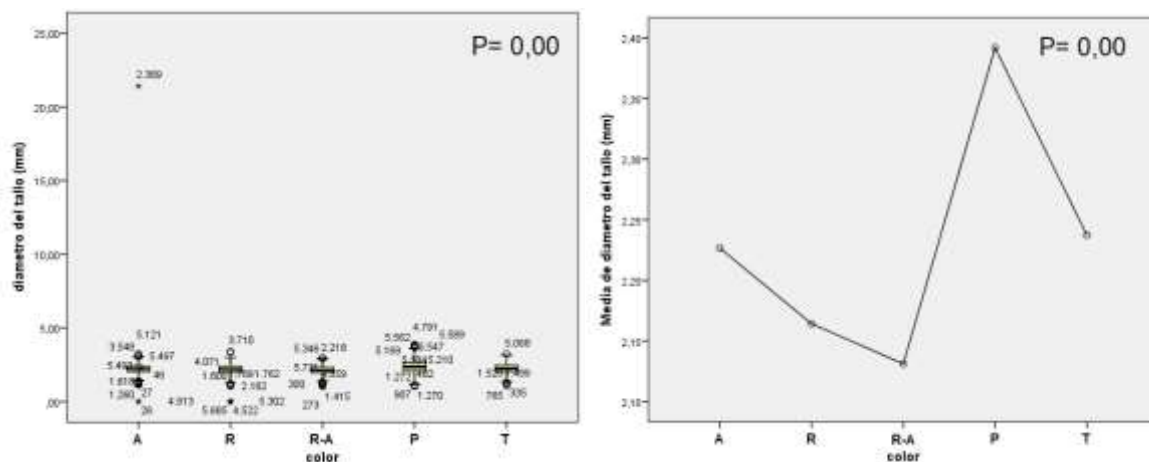


Figura 25 Diámetro del tallo.

Casierra y Rojas (2009) referenciados anteriormente, también presentan en su estudio mediciones de diámetro del tallo, donde la cobertura roja presenta el mayor diámetro, seguido la transparente y la azul con el menor valor. Como sucedió con longitud del tallo, en esta medición tampoco concuerdan los datos, puesto que el tratamiento translucido obtuvo el mayor valor y el rojo el menor.

<sup>66</sup>SABATER, F. La Luz Como Factor Ambiental Para Las Plantas. [EN LINEA]. 1977. P.14,15. [Citado en 6 de Septiembre de 2017].

### 9.3.7. Cantidad de hojas

Se evidencio diferencias significativas (anexo C) en la cantidad de hojas generadas por cada tratamiento en donde los tratamientos translucido y polisombra generaron la mayor cantidad y el rojo y el rojo-azul presentaron los valores más bajos (figura 26), sin embargo en este aspecto es de resaltar que la diferencia fue de menos de una hoja, lo que no constituiría un factor limitante o demasiado representativo en cuanto a la fotosíntesis al momento de la instalación de los plásticos de colores como alternativa de producción.

En cuanto a los factores ambientales, es de resaltar principalmente como la polisombra, que obtuvo el segundo valor más alto en la cantidad de hojas, fue la que recibió mayor cantidad de agua por la pluviosidad y consecuentemente obtuvo mayor humedad y menor temperatura. Las plántulas de café parecen incrementar el número de hojas al aumentar la penetración lumínica como con el tratamiento translucido o al disminuir la penetración lumínica como con la polisombra, sin embargo la diferencia se evidencia en el área foliar en donde las plántulas expuestas a la polisombra presentaron aun área foliar mayor, lo cual es necesario puesto que la cantidad de área foliar determina el importe de energía del sol que se absorbe y se convierte en materiales orgánicos<sup>67</sup>.

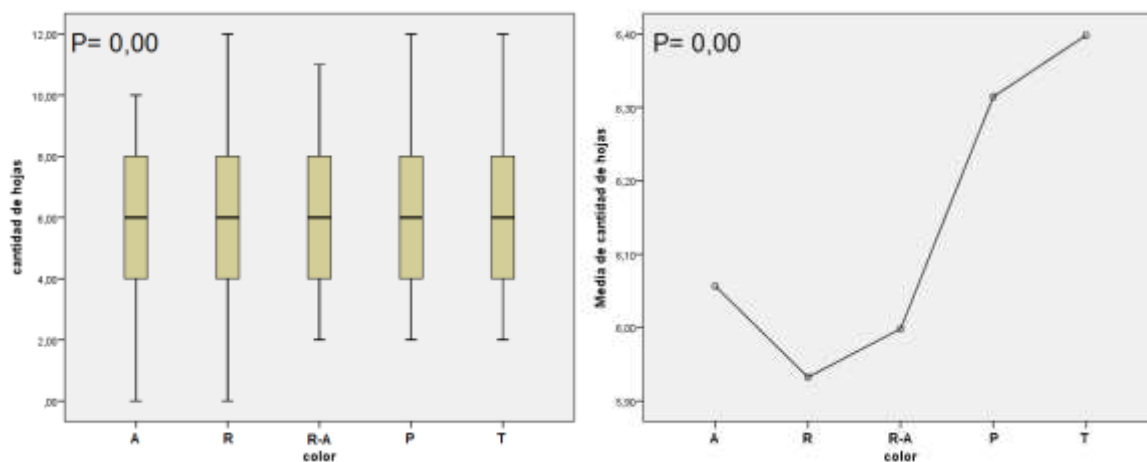


Figura 26 Cantidad de hojas.

En el estudio de Perez Perez (2007)<sup>68</sup>, también se presenta una medición de número de hojas, donde el tratamiento del plástico transparente posee mayor cantidad de hojas que el rojo, lo cual corrobora lo obtenido en este estudio.

<sup>67</sup> AZOFEIFA, Álvaro y MOREIRA Marco. Analisis De Crecimiento Del Chile Jalapeño (*Capsicum annum* L. cv.Hot), EN ALAJUELA, COSTA RICA. [EN LÍNEA]. Agronomía Costarricense 28(1): 57-67. 2004. P. 58. [Citado en 5 de Septiembre de 2018].

<sup>68</sup> PÉREZ PÉREZ, Dover Franco. Evaluación De Plántulas De Pepino (*cucumis Sativus* L.) Bajo Cubiertas Plásticas Foselectivas En Macrotúneles.. Tesis Presentada Para Obtener El Título De:

Lo anterior probablemente de se deba a que las plántulas necesitan de la luminosidad para los procesos vitales de las mismas, pues las funciones más importantes en el desarrollo de las plantas dependen de la energía luminosa; así tenemos que la luz además de intervenir en la fotosíntesis interviene en el fotoperiodo, fototropismo, crecimiento de los tejidos, floración, etc”<sup>69</sup>.

### 9.3.8. Longitud de raíz (cm)

No se registraron diferencias significativas en la longitud de la raíz entre los diferentes tratamientos utilizados (Anexo C). Los tratamientos translucido y azul generaron las raíces más largas en promedio (figura 27). A este respecto se puede decir que por parte del tratamiento translucido, fueron las longitudes de onda naranja, roja e infrarroja las que más influenciaron en el crecimiento de la raíz ya que fueron las que más se transmitieron, mientras que para el tratamiento azul, las longitudes de onda verde e infrarroja fueron las que más influencia tuvieron en dicha medición.

En este aspecto cabe resaltar que para el proceso de germinación, los tratamientos azul y translucido fueron importantes en cuanto a los resultados de germinación total, y al compararlos con estos datos de longitud de raíz, se podría inferir que son estos colores los que mejor podrían contribuir al proceso de generación y crecimiento de raíz desde la siembra hasta los 7 meses que fue el tiempo evaluado en este proyecto.

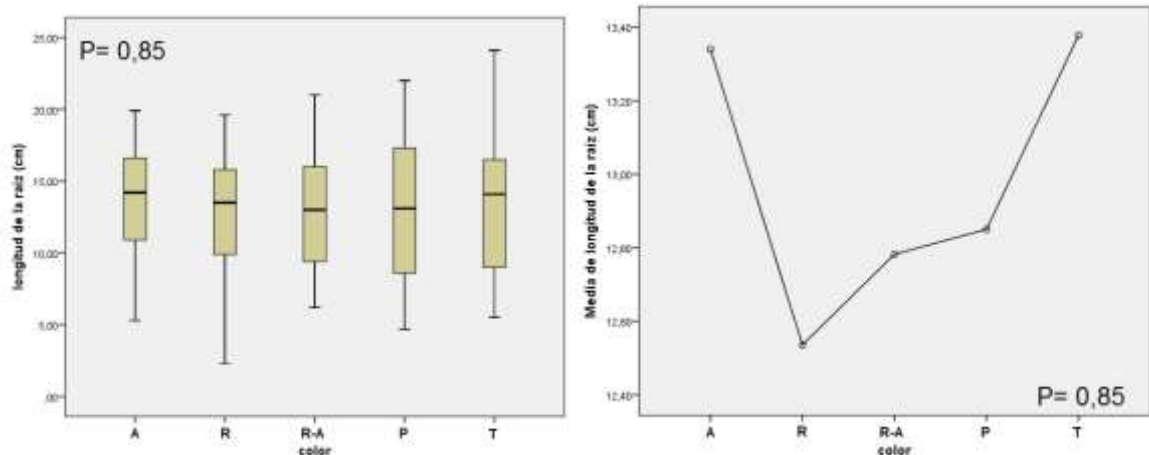


Figura 27 Longitud de la raíz.

Ingeniero Agrónomo En Horticultura. Coahuila, México.: Universidad Autónoma Agraria “antonio Narro”. 2007. 35p.

<sup>69</sup> Hernández D., J. 1993. Curso de fisiología de hortalizas, citado por PÉREZ PÉREZ, Dover Franco. Evaluación De Plántulas De Pepino (cucumis Sativus L.) Bajo Cubiertas Plásticas Foselectivas En Macrotúneles.. Tesis Presentada Para Obtener El Título De: Ingeniero Agrónomo En Horticultura. Coahuila, México.: Universidad Autónoma Agraria “antonio Narro”. 2007. 35p.



### 9.3.9. Área foliar (cm<sup>2</sup>)

Con respecto al efecto de los tratamientos sobre el área foliar, no se registraron diferencias significativas (Anexo C), mas sin embargo, el tratamiento de polisombra, fue el que obtuvo mayor valor con una diferencia notable respecto a los demás tratamientos (figura 28).

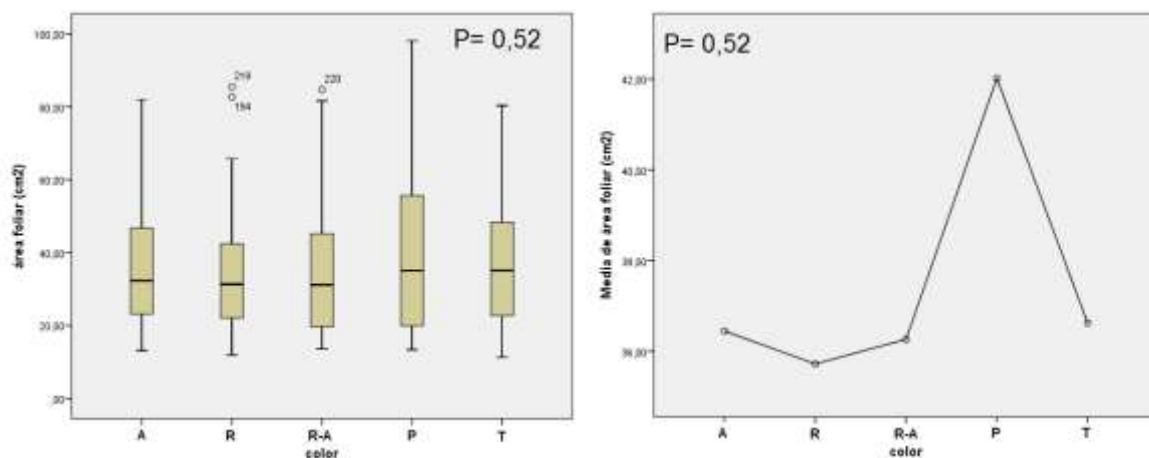


Figura 28 Área foliar.

Como lo evidencia Casierra et al. (2011<sup>70</sup>, 2012<sup>71</sup>) La calidad de la luz influencia el desarrollo foliar de las plantas, lo cual se corrobora en este estudio, en donde los colores azul, rojo-azul y transparente generaron una mayor área foliar que el color rojo a diferencia a lo reportado por los autores, sin embargo las diferencias no son significativas entre ellas, sin embargo la polisombra si vario significativa con respecto al resto causando la mayor área foliar registrada. Dichos valores no corresponden a lo afirmado en éste proyecto, posiblemente se deba al hecho de que dicho estudio se realizó con papel celofán, que como se evidenció en las mediciones ópticas, pueden presentar algunas características diferentes en cuanto a la absorbancia o transmitancia de las distintas longitudes de onda, lo que afectaría el desarrollo de las plantas.

Ahora bien, cabe resaltar que “Las hojas desarrolladas bajo condiciones de plena exposición tienden a ser más pequeñas, gruesas y con un parénquima de

<sup>70</sup> CASIERRA POSADA, Fánor. PEÑA OLMOS, Jaime. y ULRICH, Christian. Crecimiento Y Eficiencia Fotoquímica Del Fotosistema Ii En Plantas De Fresa (fragaria Sp.) Afectadas Por La Calidad De La Luz: Implicaciones Agronómicas. [EN LINEA]. Revista U.d.c.a Actualidad & Divulgación Científica 14 (2): 43 - 53. 2011. [Citado en 3 de Febrero de 2017].

<sup>71</sup> CASIERRA POSADA, Fánor; NIETO, Paola J. y ULRICH, Christian. Crecimiento, Producción Y Calidad De Flores En Calas (*Zantedeschia Aethiopica* (L.) K. Spreng) Expuestas A Diferente Calidad De Luz. [EN LINEA]. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 15 (1): 97 – 105. 2012. [Citado en 3 de Febrero de 2017].

empalizada más diferenciado que las hojas desarrolladas bajo sombra”<sup>72</sup>; sin embargo la mayor área foliar la obtuvo la cobertura de polisombra esto puede significar que los resultados encontrados para el área foliar fueron producto del sombreado<sup>73</sup>.

### **9.3.10. Biomasa en Peso fresco (g)**

Con respecto a esta variable se evidenciaron diferencias significativas (Anexo C) en el efecto de los tratamientos sobre la biomasa fresca tanto de las estructuras aéreas como subterráneas donde el tratamiento de polisombra fue el que presentó una mayor biomasa, contrario al color rojo y rojo-azul los cuales generaron los menores valores de biomasa (figura 29). Este comportamiento se puede atribuir a que los colores rojo y la mezcla rojo-azul generaron uno de los menores valores de longitud del tallo, diámetro y raíces, contrario al tratamiento polisombra en donde las plántulas crecieron más.

Por otra parte las longitudes de onda de rojo e infrarrojo que fueron transmitidas mejor a través del plástico rojo, no favorecen la generación de biomasa.

---

<sup>72</sup> Lüttge, U. 1997. Physiological ecology of tropical plants y Morais, H., M.E. Medri, C.J. Marur, P.H. Caramori, A.M. Ribeiro and J.C. Gomes. 2004. Modifications on leaf anatomy of *Coffea arabica* caused by shade of pigeonpea (*Cajanus cajan*), citados por CASIERRA POSADA, Fánor. y PINTO CORREA, José Rogelio. Crecimiento De Plantas De Remolacha (*beta Vulgaris L. Var. Crosby Egipcia*) Bajo Coberturas De Color. [EN LINEA]. Rev.fac.nal.agr.medellín 64(2): 6081-6091. 2011. P. 6985. [Citado en 3 de Febrero de 2017].

<sup>73</sup> *Ibíd.*, p. 6985.

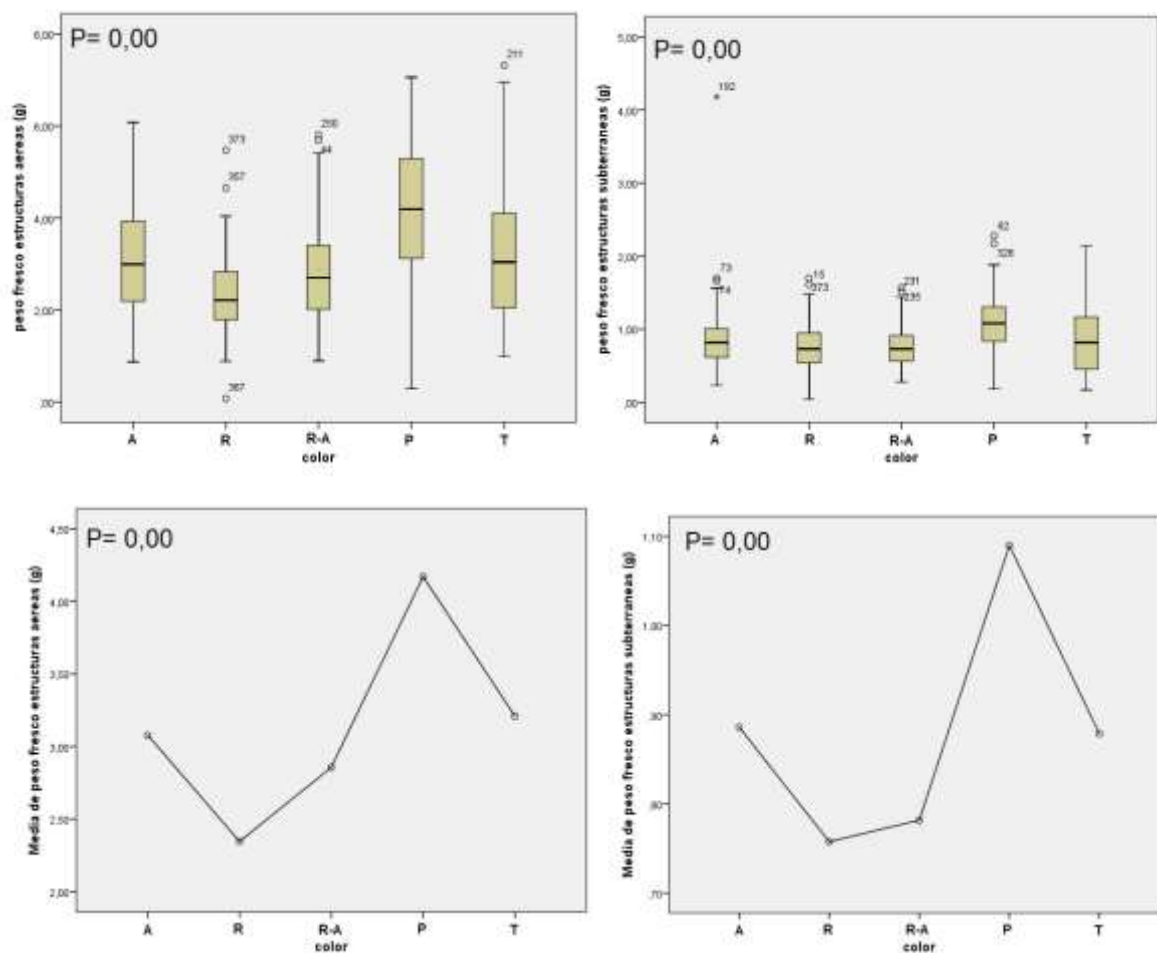


Figura 29 Relación del peso fresco de las estructuras aéreas (columna izquierda) y las estructuras subterráneas (columna derecha).

Los resultados observados en este experimento contrastan con los reportados por Casierra y Pinto (2011)<sup>74</sup> ya que estos autores manifiestan que los colores rojo presenta el mayor peso, seguido del transparente, el control y finalmente el tratamiento azul. La diferencia en los resultados, puede estar influenciada por el tipo de cobertura utilizada en los estudios, el lugar donde se llevaron a cabo y la especie utilizada en los experimentos.

### 9.3.11. Biomasa en Peso seco (g)

El comportamiento del peso seco fue igual que el peso fresco en donde se evidencio diferencias significativas (Anexo C) en la respuesta de la biomasa a los diferentes tratamiento; el tratamiento con polisombra tal como se mencionó

<sup>74</sup> CASIERRA POSADA, Fánor. y PINTO CORREA, José Rogelio. Crecimiento De Plantas De Remolacha (*beta Vulgaris L. Var. Crosby Egipcia*) Bajo Coberturas De Color. [EN LINEA]. Rev.fac.nal.agr.medellín 64(2): 6081-6091. 2011. [Citado en 3 de Febrero de 2017].

anteriormente dio los mejores resultados, seguido del plástico transparente (figura 30), atribuyendo esto posiblemente a la mayor cantidad de hojas y raíces generadas. Por el contrario, los tratamientos azul, rojo y la mezcla fueron los que menor biomasa seca produjeron debido a la escasa respuesta de las plantas a estos colores.

En cuanto a la pérdida de peso por el proceso de Secado, en las estructuras aéreas la pérdida de humedad no alteró el orden de peso que se tuvo en el estado húmedo, sin embargo en las estructuras subterráneas el tratamiento azul obtuvo mayor peso húmedo que el translucido pero después del secado este presentó menor peso que el translucido, lo cual indicaría que el tratamiento azul perdió más agua; con lo anterior lo que se puede inferir es que el tratamiento azul puede contribuir a un mejor funcionamiento de la raíz ya que el agua proporciona la fuerza que produce la expansión celular en el proceso de crecimiento radicular<sup>75</sup> además, el suministro de agua a la planta es producida a través de una interacción entre el agua del suelo y el sistema radicular; de esta forma, si la planta pierde más agua de la que absorbe se origina un déficit hídrico<sup>76</sup> que de suceder, generaría perjuicios en diferentes procesos productivos de sus estructuras aéreas.

Entre otras cosas, lo anterior podría constituirse como uno de los motivos por los cuales en el tratamiento azul se dio uno de los más altos promedios de longitud de raíz y se vieron beneficios en la germinación de las semillas de café.

---

<sup>75</sup> ACEVEDO H., Edmundo. Interacciones Suelo-agua-raíz En El Proceso De Absorción De Agua Por Las Plantas. [EN LINEA]. Bol. Tec. 44, Fac. Agron. Univ. Chile. 1979. P. 18. [Citado en 20 de Junio de 2018].

<sup>76</sup> *Ibíd.*, p. 17.

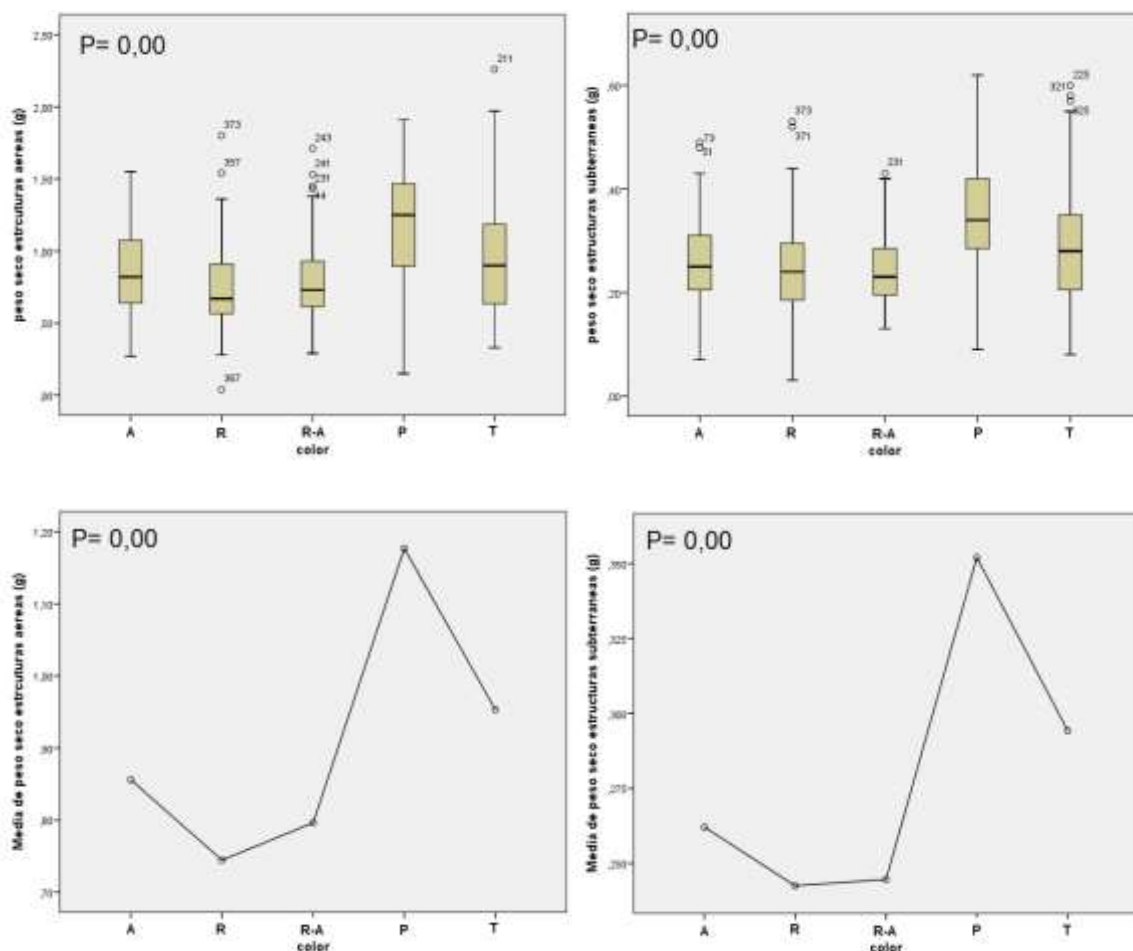


Figura 30 Relación de peso seco con estructuras aéreas (columna izquierda) y estructuras subterráneas (columna derecha).

Los resultados de este experimento contrastan con los de Lazo y Ascencio (2010)<sup>77</sup> en los cuales el color rojo fue favorable para el crecimiento de la raíz de *Cyperus rotundus*, mientras que en este estudio el tratamiento azul presentó mayor peso seco en estructuras subterráneas (raíz) que el rojo.

El estudio realizado por Casierra et al. (2011)<sup>78</sup>, demuestra que la diferencia entre los tratamientos rojo y azul no es realmente significativa, sin embargo el tratamiento azul presentó menor masa seca.

<sup>77</sup> LAZO, José Vicente y ASCENCIO, Jocelyne. Efecto De Diferentes Calidades De Luz Sobre El Crecimiento De *Cyperus rotundus*. Bioagro. [EN LINEA]. Vol. 22 (2): 153-158. 2010. [Citado en 3 de Febrero de 2017].

<sup>78</sup> CASIERRA POSADA, Fánor. PEÑA OLMOS, Jaime. y ULRICHS, Christian. Crecimiento Y Eficiencia Fotoquímica Del Fotosistema Ii En Plantas De Fresa (*fragaria Sp.*) Afectadas Por La Calidad De La Luz: Implicaciones Agronómicas. [EN LINEA]. Revista U.d.c.a Actualidad & Divulgación Científica 14 (2): 43 - 53. 2011. [Citado en 3 de Febrero de 2017].

Las limitaciones radican en que para el café no existe información concreta con respecto a la influencia de la luz con coberturas de colores en forma de invernadero, lo cual no da una referencia exacta ya que los distintos procesos de desarrollo de la planta pueden variar según la especie. Sin embargo, estas mediciones dan pie para que en futuros estudios se logren establecer bases en cuanto a la producción agrícola de esta especie y el aprovechamiento de los factores abióticos como lo es la luz, tomando en cuenta que “la longitud de onda y la intensidad de la luz son parámetros importantes para la comprensión de la fotomorfogénesis en los tejidos vegetales. Por tanto, el crecimiento puede ser estimulado o inhibido en comparación con las plantas control, dependiendo del nivel de UV cercano o de la irradiación de luz en el rango del azul”<sup>79</sup>.

### 9.3.12. Insectos

La clasificación taxonómica de las familias de insectos presentados a continuación se realizó tomando en cuenta los autores: Delvare et al. (2002)<sup>80</sup>, Chu (1949)<sup>81</sup>, Díaz Azpiazu et al. (2004)<sup>82</sup>, Ospina Sánchez et al. (2009)<sup>83</sup>, Soukup (1966)<sup>84</sup>, Pérez Hidalgo et al. (2015)<sup>85</sup>, Rengifo y González (2011)<sup>86</sup>, Branstetter y Sáenz

---

<sup>79</sup> Seibert, M., P.J. Wetherbee y D.D Job. 1975. The effects of light intensity and spectral quality on growth and shoot initiation in tobacco callus, citado por CASIERRA POSADA, Fánor. y PINTO CORREA, José Rogelio. Crecimiento De Plantas De Remolacha (*beta Vulgaris L. Var. Crosby Egipcia*) Bajo Coberturas De Color. [EN LINEA]. Rev.fac.nal.agr.medellín 64(2): 6081-6091. 2011. P. 6081. [Citado en 3 de Febrero de 2017].

<sup>80</sup> DELVARE, Gérard. PIERRE ABERLENC, Henri. MICHEL, Bruno y FIGUEROA, Alberto. Los Insectos De África Y De América Tropical. Claves Para La Identificación De Las Principales Familias. 1 ed. Montpellier-france .:Centre De Coopération Internationale En Recherche Agronomique Pour Le Développement (cirad), 2002.

<sup>81</sup> CHU, H. F. How To Know. The Immature Insects. Peiping-china.:M. C. Brown Company Publishers, 1949.

<sup>82</sup> DÍAZ AZPIAZU, Magaly. GONZÁLEZ CAIRO, Vivian. PALACIOS VARGAS, José. y LUCIÁÑEZ SÁNCHEZ, Ma. José. Clave Dicotómica Para La Determinación De Los Colémbolos De Cuba (hexapoda: Collembola). [EN LÍNEA]. Boln. S.e.a., N° 34 : 73 – 83. 2004. [Citado en 20 de Junio de 2018].

<sup>83</sup> OSPINA SÁNCHEZ, Claudia Marcela. RODRÍGUEZ, Jairo. y PECK, Daniel. Clave Para La Identificación De Géneros De Collembola En Agroecosistemas De Colombia. [EN LÍNEA]. Revista Colombiana De Entomología 35 (1): 57-61. 2009. [Citado en 20 de Junio de 2018].

<sup>84</sup> SOUKUP, Jaroslav. Clave Para Las Familias De Los Hemípteros. [EN LÍNEA]. Rev. Per. De Ent., 9(1): 67-70. 1966. [Citado en 21 de Junio de 2018].

<sup>85</sup> PÉREZ HIDALGO, Nicolás. MIER DURANTE, M. Pilar. y UMARAN, Ángel. Orden Hemiptera: Subórdenes Cicadomorpha, Fulgoromorpha Y Sternorrhyncha. [EN LÍNEA]. Revista Ide@ - Sea, N° 54: 1–18. 2015. [Citado en 21 de Junio de 2018].

<sup>86</sup> RENGÍFO CORREA, Laura A. y GONZÁLEZ, Ranulfo. Clave Ilustrada Para La Identificación De Las Familias De Pentatomomorpha (hemiptera-heteroptera) De Distribución Neotropical. [EN LÍNEA]. Issn 0123 - 3068 Boletín Científico Centro De Museos Museo De Historia Natural 15 (1): 168 - 187. 2011. [Citado en 21 de Junio de 2018].

(2012)<sup>87</sup>, Baccaro et al. (2015)<sup>88</sup>, Schuster (1989)<sup>89</sup>, Acevedo Ramos (2017)<sup>90</sup>, Montealegre Zapata (1997)<sup>91</sup>, Domínguez y VERA (2014)<sup>92</sup> y Zompro (2004)<sup>93</sup>.

La taxonomía completa de cada familia fue extraída de: Gullan y Cranston (2014)<sup>94</sup>, Lanteri y Del Río (2014)<sup>95</sup> y Ribera et al. (2015)<sup>96</sup>.

### 9.3.12.1.

### Riqueza y abundancia

Se encontró que con excepción de las familias entomobryidae que se alimenta principalmente de microorganismos, y de la familia chrysipidae que posee hábitos entomófagos, el resto de familias poseen hábitos fitófagos, de los cuales en la familia formicidae solo algunas especies perjudican las plantas al ser cortadoras de hojas.

Ahora bien, al contabilizar la cantidad de individuos presentes en las familias que son netamente fitófagas, se obtuvo que los tratamientos translucido y azul consiguieron los valores menores con 6 y 7 individuos respectivamente, siendo los más efectivos en el control de plagas; a estos les sigue el tratamiento de polisombra con 20 individuos y los menos efectivos fueron los tratamientos rojo y rojo-azul con 24 y 63 individuos respectivamente.

---

<sup>87</sup> BRANSTETTER, Michael G. y SÁENZ, Laura. Las Hormigas (hymenoptera: Formicidae) De Guatemala. [EN LÍNEA]. Biodiversidad Volumen 2 . 2012. [Citado en 21 de Junio de 2018].

<sup>88</sup> BACCARO, Fabricio B. FEITOSA, Rodrigo M. FERNANDEZ, Fernando. y FERNANDES, Itanna. Guia Para Os Gêneros De Formigas Do Brasil. Manaus, Brasil.:Editora Inpa, 2015.

<sup>89</sup> SCHUSTER, Jack. Claves Para Identificar Insectos Inmaduros Holometabolos . [EN LÍNEA]. Manejo Integrado De Plagas (costa Rica) N°11 P. 61-74. 1989. [Citado en 22 de Junio de 2018].

<sup>90</sup> ACEVEDO RAMOS, Fernando. Avances En El Conocimiento De La Familia Myrmeleontidae (insecta, Neuroptera) De La Península Ibérica Y Baleares: Estadios Larvarios, Filogenia Y Modelos De Distribución. Memoria Para Optar Al Grado De Doctor. Madrid.: Universidad Complutense De Madrid. 2017. 422p.

<sup>91</sup> MONTEALEGRE ZAPATA, Fernando. Estudio De La Fauna De Tettigoniidae (orthoptera : Ensífera) Del Valle Del Cauca. Tesis Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener Al Título De Biólogo Entomólogo. Cali.: Universidad Del Valle. 1997. 266p.

<sup>92</sup> DOMÍNGUEZ, M. Cecilia. y VERA, Alejandro. Phasmatodea. [EN LÍNEA]. Biodiversidad De Artrópodos Argentinos, Vol. 4. 2014. [Citado en 22 de Junio de 2018].

<sup>93</sup> ZOMPRO, Oliver. A Key To The Stick-insect Genera Of The "anareolatae" Of The New World, With Descriptions Of Several New Taxa (insecta: Phasmatodea). [EN LÍNEA]. Studies On Neotropical Fauna And Environment, Vol. 39, N°2, Pp. 133-144. 2004. [Citado en 22 de Junio de 2018].

<sup>94</sup> GULLAN , P. J. . y CRANSTON, P. S. . The Insects . An Outline Of Entomology . 5 ed. Davis- usa .:University Of California, 2014. 987 p.

<sup>95</sup> LANTERI, Analía A.. y DEL RÍO, M. Guadalupe. Filogenia De Hexapoda. [EN LÍNEA]. Biodiversidad De Artrópodos Argentinos, Vol. 3. 2014. [Citado en 22 de Junio de 2018].

<sup>96</sup> RIBERA, Ignacio. MELIC, Antonio. y TORRALBA, Antonio. Introducción Y Guía Visual De Los Artrópodos. [EN LÍNEA]. Revista Ide@ - Sea, N° 2: 1-30. 2015. [Citado en 22 de Junio de 2018].

Anexo a lo anterior, se encontró que si se agregan los individuos de la familia formicidae (que en cierta medida podrían constituirse como plagas ya que algunas especies son cortadoras de hojas), el orden de efectividad sería exactamente igual al que se mencionó anteriormente. Además, los tratamientos translucido y polisombra podrían tener un leve beneficio extra, ya que en ellos se halló un individuo entomófago (familia chrysopidae) en cada tratamiento.

En cuanto a los valores de abundancia, las familias con mayor número fueron formicidae, entomobryidae y aphididae con 109, 103 y 89 individuos respectivamente (tabla 8 y figura 31). Con respecto a la riqueza se encontró que el tratamiento azul obtuvo 4 órdenes, mientras que el resto de tratamientos contaron con 5; el tratamiento azul contó con 4 familias y el rojo con 6 mientras que el resto de tratamientos con 7 (tabla 9 y figura 32).

Tabla 8 abundancia y clasificación de insectos según el tipo de cobertura

Clase	Orden	Familia	Azul	Rojo	Rojo-azul	Translucido	Polisombra	Total
Insecta	Hymenoptera	Formicidae	19	32	29	17	12	109
Insecta	Orthoptera	Tettigoniidae		3				3
Insecta	Lepidóptera	Geometridae	3	5	4	1	2	15
Entognatha	Collembola	Entomobryidae	15	6	16	16	50	103
Insecta	Hemiptera	Pyrrhocoridae		1	3	2	3	9
Insecta	Hemiptera	Aphididae	4	15	54	2	14	89
Insecta	Lepidóptera	Noctuidae			1	1	1	3
Insecta	Neuróptera	Chrysopidae				1	1	2
Insecta	Phasmatodea	phasmatidae			1			1
TOTAL			41	62	108	40	83	334



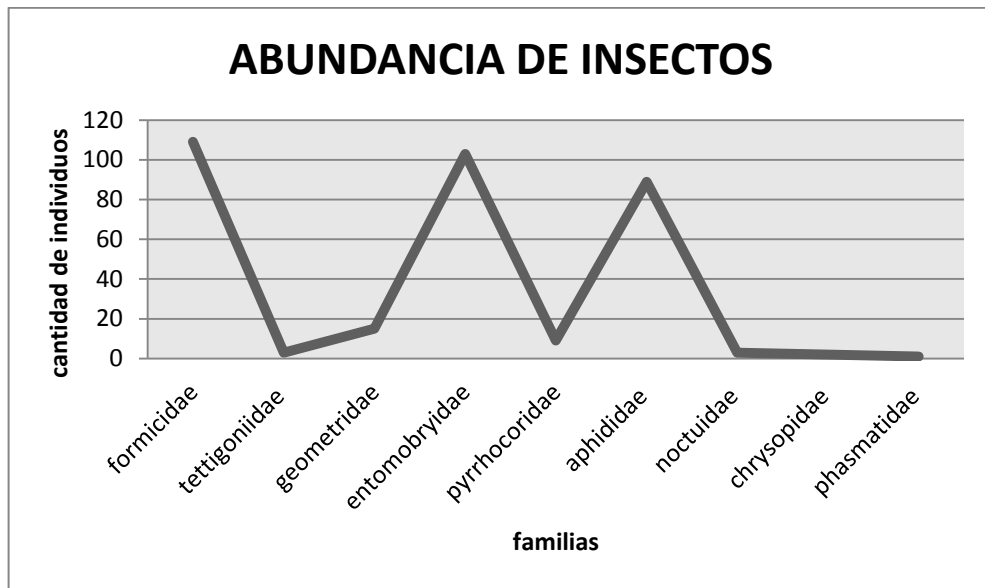


Figura 31 Abundancia de insectos.

Tabla 9 Riqueza de insectos

RIQUEZA	Azul	Rojo	Rojo-azul	Translucido	Polisombra	TOTAL
CLASES	2	2	2	2	2	2
ORDENES	4	5	5	5	5	7
FAMILIAS	4	6	7	7	7	9

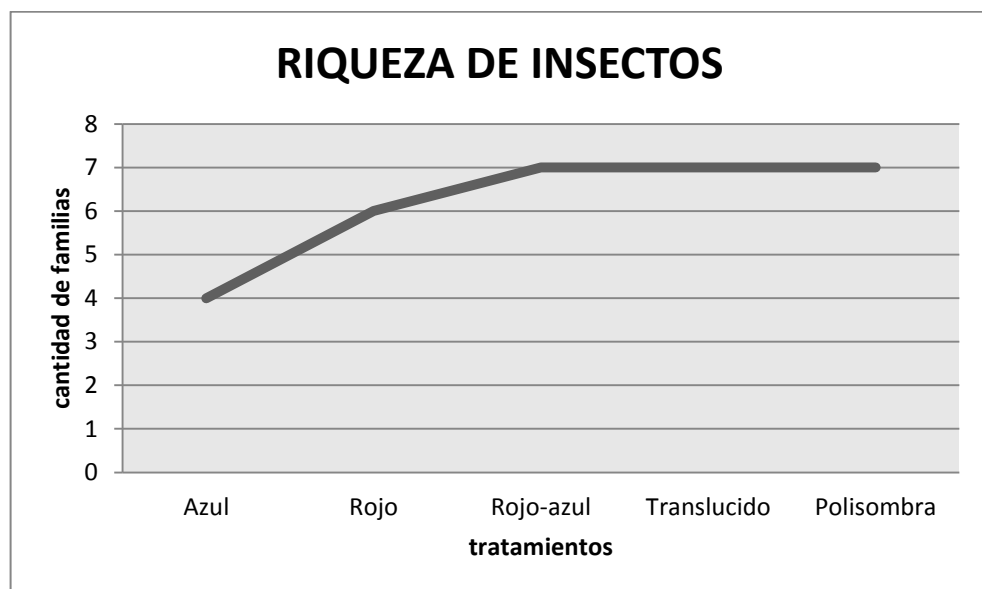


Figura 32 Riqueza de insectos.

Delgado et al. (2011)<sup>97</sup> realizaron un estudio donde evalúan la macrofauna del suelo asociada a diferentes sistemas con café y bosque, como se hizo en este proyecto generando resultados similares a los obtenidos en el presente trabajo como los órdenes Hymenoptera, Lepidóptera y Phasmida y la familia Formicidae.

Ahora bien, es necesario tener en cuenta que “los ojos compuestos de los insectos son normalmente tricromáticos, de forma que perciben el color mediante receptores que captan la luz en tres regiones: ultravioleta, azul y verde, respectivamente, lo que se ha conservado bastante constante en su evolución, a pesar de sus actuales diferentes modos de vida”<sup>98</sup>. Así, “de dichas regiones, para muchas especies, el rango de luz por debajo de los 400 nm (luz UV) parece desempeñar una función muy importante en la visión de los insectos”<sup>99</sup>, lo que es importante para su dispersión así como para su actividad<sup>100</sup>.

Tomando en cuenta lo anterior, se realiza una comparación con los plásticos que en este proyecto presentaron rangos de luz por debajo los 400 nm y su acción en la dispersión de insectos.

Dicho lo anterior, se tiene que los plásticos translucido, azul y rojo-azul presentaron la más alta absorbancia por debajo de los 400 nm, mientras que el plástico rojo no absorbe tanto estas longitudes de onda. En cuanto a los insecto fitófagos, son precisamente los tratamientos de los plásticos translucido y azul los que menor abundancia presentaron y es el plástico rojo el que menos efectividad obtuvo, lo que confirmaría lo dicho anteriormente; sin embargo el tratamiento de plásticos rojo-azul, presento poco efectividad a pesar de tener alta absorbancia de luz U.V., esto pudo ser causado por la influencia que tiene el plástico rojo al combinarse con el azul.

**9.4. Se evaluó la floración del café bajo la influencia de la luz utilizando coberturas plásticas de colores.**

#### **9.4.1. Temperatura (°C)**

Las mediciones de los parámetros ambientales indicaron que el tratamiento translucido obtuvo la mayor temperatura (figura 33) quizás por presentar mayor

---

<sup>97</sup> DELGADO, Gilma. BURBANO, Aracely. y SILVA, Amanda. Evaluación De La Macrofauna Del Suelo Asociada A Diferentes Sistemas Con Café Coffea Arabica L.. [EN LÍNEA]. Revista De Ciencias Agrícolas-volumen Xxviii No. 1 Pags. 91 - 106. 2011. [Citado en 03 de Agosto de 2018].

<sup>98</sup> Briscoe, A.; Chittka, L., 2001. The evolution of color vision in insects, CITADO POR CABELLO, T. y VAN DER BLOM, J. Efectos De Los Plásticos Anti plagas Sobre Los Insectos Polinizados Res En Invernadero. [EN LÍNEA]. Departamento De Biología Aplicada-universidad De Almeria. 2005. P. 40. [Citado en 03 de Agosto de 2018]

<sup>99</sup> Bertholf, L.M., 1931. The distribution of stimulative efficiency in the ultra-violet spectrum for the honeybee, Weiss, H.B.; Soraci, FA; McCoy, E.E., 1943. Insect behavior to various wave lengths of Light., Varela, F., 1974. Los ojos de los insectos, citados por Ibíd., p. 40

<sup>100</sup> Ibíd., p. 40.

cantidad de luz (figura 36), lo cual significa que las unidades experimentales de este tratamiento tuvieron menos sombra que las demás y por consiguiente este tratamiento presento menor humedad (figura 34). Además de lo anterior, en el tratamiento translucido se transmitieron las longitudes de onda roja e infrarroja.

Por otra parte, el tratamiento de polisombra presentó menor temperatura (figura 33), el rojo-azul mayor humedad (figura 34), tal vez porque fue uno de los tratamientos con menor cantidad de luz, y el rojo conto con menor cantidad de luz (figura 36).

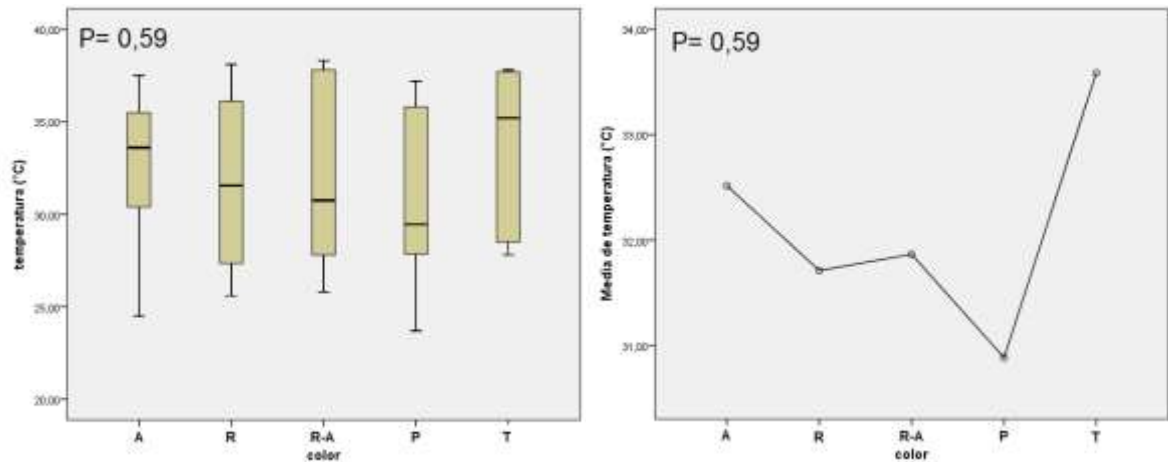


Figura 33 Temperatura.

#### 9.4.2. Humedad (%)

La cobertura azul y la transparente generaron la menor humedad (figura 34), debido a las mayores temperaturas registradas dentro de las coberturas. Por otra parte, la mezcla de colores junto con la polisombra favorecen el mantenimiento de valores de humedad favorables para el desarrollo de las plantas.

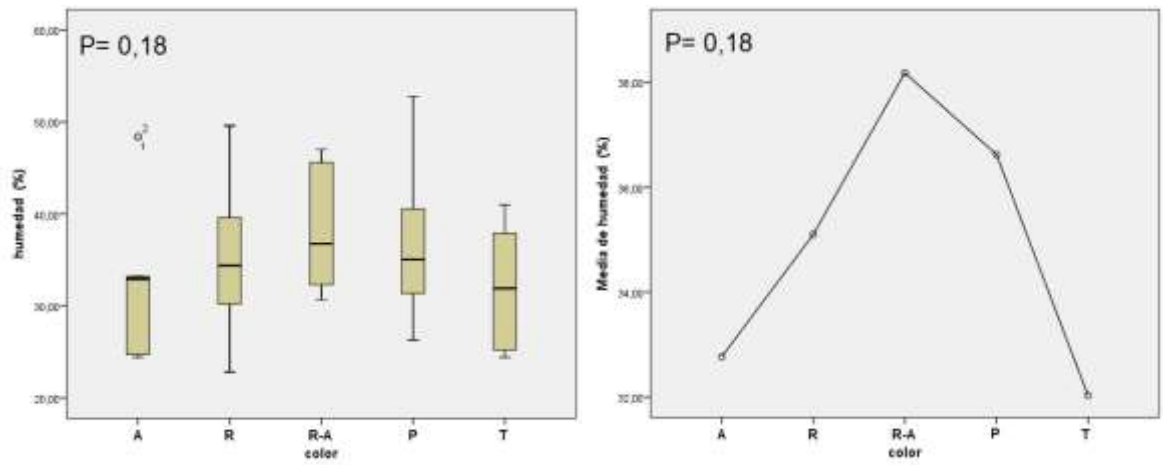


Figura 34 Humedad.

### 9.4.3. pluviosidad (mm)

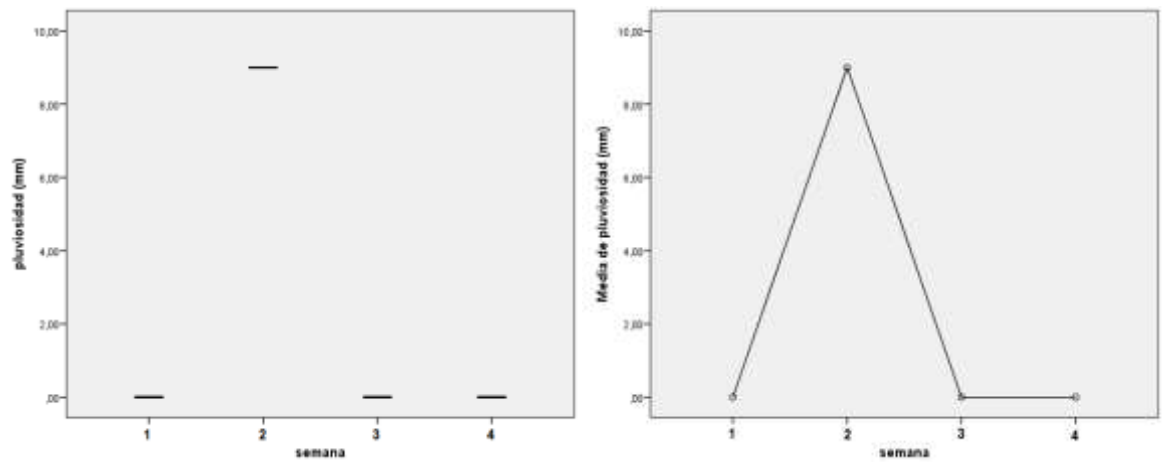


Figura 35 Pluviosidad semanal.

### 9.4.4. Luz (lux)

Los tratamientos que favorecieron la entrada de luz fue la polisombra y el plástico transparente, causando un efecto contrario el rojo y azul (figura 36).

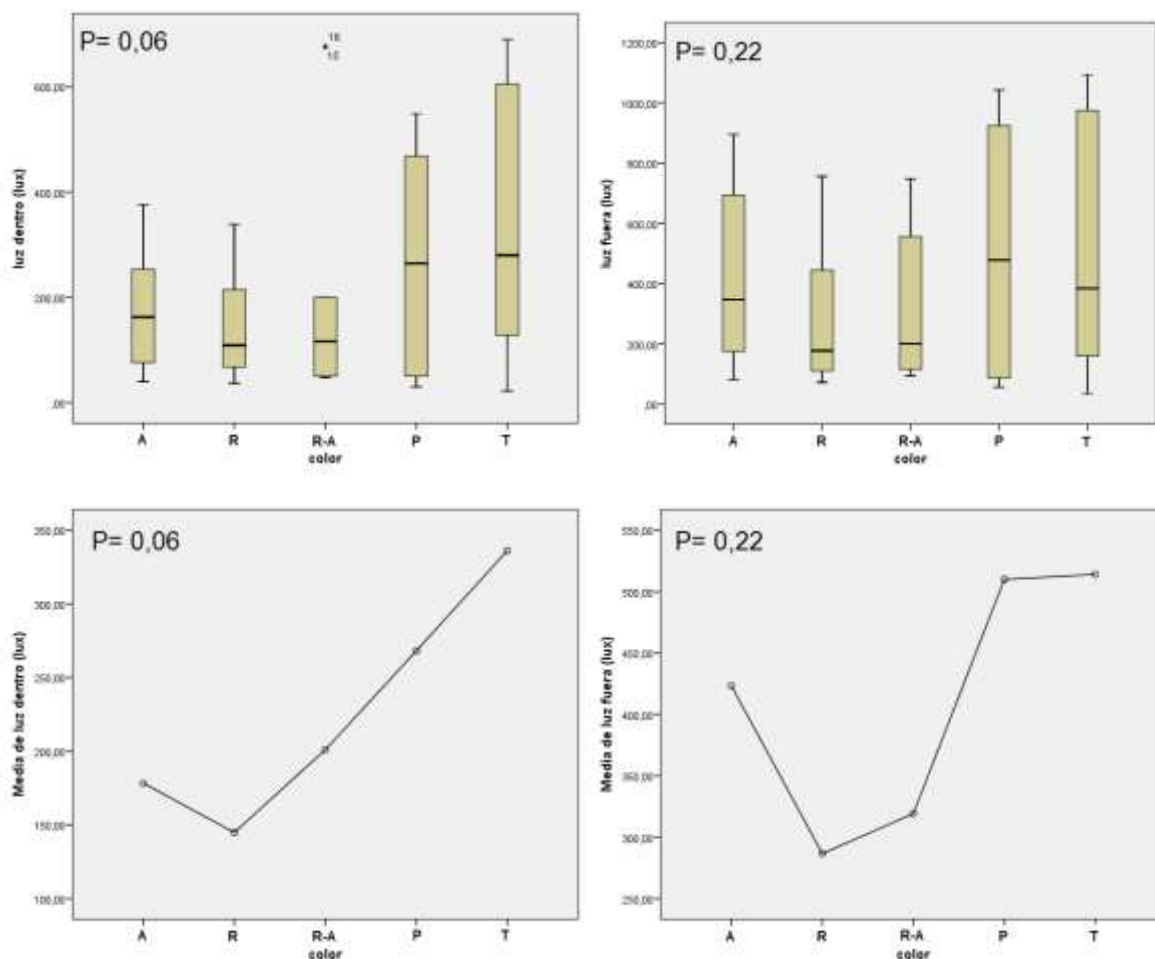


Figura 36 Luz: Cantidad de luz dentro (columna izquierda) y fuera (columna derecha) de las unidades experimentales.

#### 9.4.5. Cantidad de flores

La polisombra genero la mayor cantidad flores y la menor el tratamiento azul (figura 37). De lo anterior se puede inferir que todas las longitudes de onda de los rayos del sol que pasan por los orificios de la polisombra contribuyen mejor a la generación de flores, mientras que las longitudes de onda verde e infrarroja podrían ser perjudiciales para la floración ya que fueron las que se transmitieron mejor en el plástico azul, el cual dio los resultados menos favorables; Sin embargo, el número de flores por tratamiento no mostró diferencias significativas (Anexo D).

Al relacionar la cantidad de flores con los parámetros ambientales, se demuestra que el tratamiento de polisombra presento la menor temperatura con 30,88°C (Anexo D) y la segunda humedad más alta con 36,62% (Anexo D) en promedio, mientras que el tratamiento azul conto con la segunda mayor temperatura con 32,51 °C (Anexo D) y la segunda menor humedad con 32,76 % (Anexo D).

Adicionalmente cabe agregar que el tratamiento rojo-azul conto con la segunda mayor cantidad de flores (figura 37) (Anexo D).

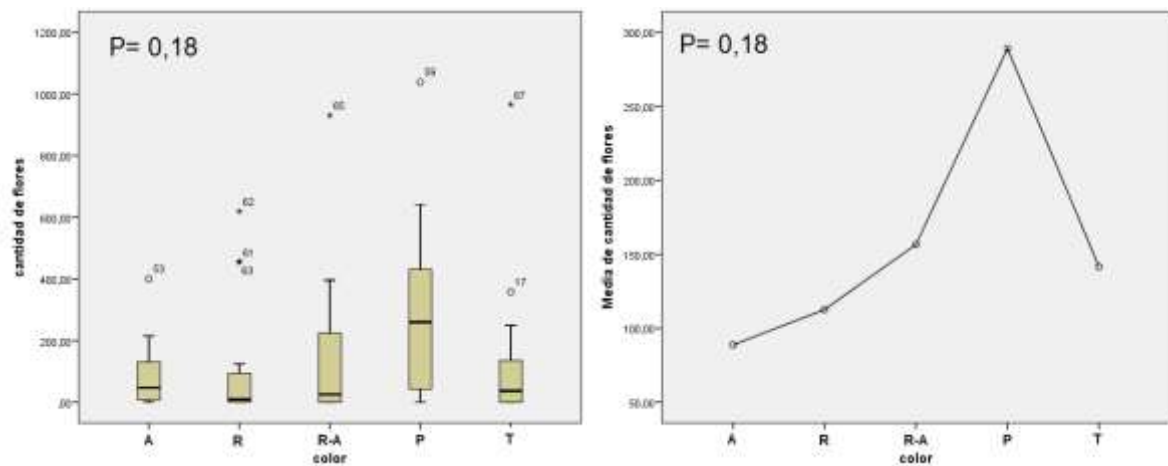


Figura 37 Cantidad de flores.

Casierra et al. (2012) en su estudio antes mencionado afirman que Los tratamientos con las coberturas de color no afectaron significativamente el número de flores por planta<sup>101</sup>. Sin embargo en otro estudio realizado por Casiera et al. (2011)<sup>102</sup>, se evidencia que el color azul posee mayor flores que el rojo, y el rojo más que el transparente. Al comparar con los datos de este estudio los resultados fueron inversos, donde el translucido conto con más flores que el rojo y el rojo más que el azul.

Sabater (1997)<sup>103</sup> menciona que un grupo de investigadores encabezado por un Botánico, H. A. Borthwick y un quimicofisico, S. Hendricks, comenzaron a estudiar el hecho de que, si una planta de día corto se somete a un fotoperiodo donde se interrumpe con un breve periodo de iluminación extra, la planta no florece. Como resultado obtuvieron que a efectos de impedir la floración de la soja por iluminación nocturna, la luz que más cumple con este objetivo es la roja. Al contrastar dicha afirmación con los datos de floración del café, se nota que para dos de los tratamientos que menos floración obtuvieron (rojo y translucido) si se cumple, puesto que la luz roja fue una de las que mayor transmitancia obtuvo.

<sup>101</sup> CASIERRA POSADA, Fánor; NIETO, Paola J. y ULRICHS Christian. Crecimiento, Producción Y Calidad De Flores En Calas (*Zantedeschia Aethiopica* (L.) K. Spreng) Expuestas A Diferente Calidad De Luz. [EN LINEA]. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 15 (1): 97 – 105. 2012. [Citado en 3 de Febrero de 2017].

<sup>102</sup> CASIERRA POSADA, Fánor. PEÑA OLMOS, Jaime. y ULRICHS, Christian. Crecimiento Y Eficiencia Fotoquímica Del Fotosistema Ii En Plantas De Fresa (*fragaria Sp.*) Afectadas Por La Calidad De La Luz: Implicaciones Agronómicas. [EN LINEA]. Revista U.d.c.a Actualidad & Divulgación Científica 14 (2): 43 - 53. 2011. [Citado en 3 de Febrero de 2017].

<sup>103</sup> SABATER, F. La Luz Como Factor Ambiental Para Las Plantas. [EN LINEA]. 1977. P.16. [Citado en 6 de Septiembre de 2017].

## 10. CONCLUSIONES

De acuerdo con las propiedades ópticas, los plásticos presentaron mejores condiciones, como transmitir mejor la radiación roja e infrarrojo, para evaluar el efecto de las coberturas de colores en los procesos de producción de café, ya que estos contaron con mayor transmitancia en la cobertura azul, mientras que el papel cristal la obtuvo en la cobertura translúcida.

El tratamiento empleado para evaluar la germinación fue efectivo generando diferencias en cuanto a la germinación de las semillas de café siendo los tratamientos rojo y el azul, junto al translucido los que más porcentaje total de semillas germinadas produjeron influenciados posiblemente por una mayor temperatura (azul: 28,66°C, rojo: 29°C) y menor humedad relativa (azul: 53,66%, rojo: 54,33%) que los demás tratamientos. Así mismo, las longitudes de onda de los infrarrojos inciden en dichos resultados ya que esta se transmite de manera elevada, mientras que la longitud de onda amarilla es absorbida. Por tanto, al ser el tratamiento de polisombra el menos efectivo en la germinación, logra demostrarse que los plásticos de colores son una mejor opción en esta etapa de vida de la planta, ya que presentan mayor cantidad de semillas germinadas.

Los tratamientos evaluados en el crecimiento vegetativo del café dieron diferencias en cuanto a las variables analizadas (longitud del tallo, diámetro del tallo, cantidad de hojas, longitud de raíz, área foliar y biomasa) siendo la mejor para: longitud y diámetro del tallo, cantidad de hojas, área foliar y biomasa, la polisombra y en menores medidas el plástico transparente y la mezcla de rojo y azul. Mientras que para el crecimiento radicular el plástico transparente y el azul generaron las mayores medidas. Con respecto a la biomasa, la polisombra seguido del plástico translucido y el azul generaron los mayores valores, debido a un mejor efecto de éstos tratamientos sobre el diámetro, el número de hojas y el área foliar. Así, tomando en cuenta las mediciones ópticas hechas para los colores del plástico grueso, se infiere que la elevada transmitancia de las longitudes de onda infrarrojas, sumado una alta absorbancia de la radiación ultravioleta, contribuye a que se genere una alta efectividad en dichos aspectos de crecimiento para ambos tratamientos (translucido y azul), al ser un factor común.

Para insectos se realizó un muestreo absoluto, con método unidad de hábitat, se tiene que Los tratamientos translucido, azul y rojo contaron con una menor abundancia de organismos donde se transmitieron longitudes de onda roja e infrarroja y se absorbieron las ondas naranja y ultravioleta. Sin embargo, al contabilizar solo las familias de hábitos fitófagos, fueron los tratamientos translucido y azul los de menor abundancia. Por otra parte, la mayor riqueza de organismos se obtuvo bajo la mezcla de color rojo-azul, el tratamiento transparente y el de polisombra, en donde las familias Formicidae (Orden Hymenóptera), Aphididae (orden Hemiptera) y Geometridae (orden Lepidoptera) fueron los más representativos. Al parecer los diferentes colores influyen en la

presencia o ausencia de algunas familias de insectos y parece modular las abundancias de estos.

En floración, el tratamiento de polisombra fue el que mayor cantidad de flores generó (promedio de 288,93 flores) influenciado por tener la menor temperatura (30,88°C) y alta humedad (36,62%) con respecto a los demás tratamientos. Igualmente es de resaltar el tratamiento rojo-azul, puesto que le sigue al tratamiento de polisombra en cantidad de flores (promedio de 156,58).

Al comparar los resultados obtenidos con la hipótesis planteada, esta se confirma, puesto que para la etapa de germinación de las plántulas de café, las longitudes de onda que se transmiten y absorben en los plásticos rojo y azul. En cuanto al crecimiento, los plásticos translucido y azul poseen en cierta medida un efecto positivo, mientras que el rojo lo hace de manera negativa, donde las mediciones de longitud del tallo, diámetro del tallo, cantidad de hojas y biomasa, presentan diferencias significativas.



## 11. RECOMENDACIONES

Es recomendable la utilización de plásticos, especialmente los de color azul y rojo para la germinación del café, esto contribuiría a la disminución en el tiempo de producción, minimizando la cantidad de recursos empleados para dicho proceso como por ejemplo la cantidad de agua que se utiliza para el riego.

Se recomienda llevar a cabo estudios en condiciones climatológicas y geográficas diferentes, afianzando el conocimiento en la acción de los plásticos de colores sobre la producción de café. Además, puede ser referencia para que se lleven a cabo estudios en cuanto a la fase de floración de la especie, ya que los resultados obtenidos no fueron completamente satisfactorios, así como para la parte de generación de frutos que no fue evaluada.

La aplicación de este proceso alternativo de producción agrícola, puede llevarse a cabo en cultivos de grandes extensiones, especialmente la fase de germinación ya que no se requiere mucho espacio y solo dura unos cuantos meses. Así mismo, puede utilizarse en agricultura familiar, siendo complementado con actividades de fertilización orgánica que genere más beneficios al cuidado de los recursos naturales.

Por otra parte, los plásticos utilizados para este tipo de procesos pueden y deben ser recogidos adecuadamente al finalizar su tiempo de uso, dándoles un manejo final adecuado en el respectivo relleno sanitario. De lo anterior se puede decir que, si con esta estrategia de producción agrícola se lograra disminuir la utilización de agroquímicos, sería más fácil controlar la generación de residuos por parte de los plásticos que los químicos que van al suelo y luego van por escorrentía a las fuentes hídricas.

Tomando en cuenta lo antes expuesto, este proyecto puede ser una base para que se lleven a cabo estudios similares donde se evalúe también la utilización de fertilizantes y plaguicidas, logrando establecer cómo actúan estos en la producción de café y en qué medida pueden ser controlados.

## 12. BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO H., Edmundo. Interacciones Suelo-agua-raiz En El Proceso De Absorción De Agua Por Las Plantas. [EN LINEA]. Bol. Tec. 44, Fac. Agron. Univ. Chile. 1979. P. 17, 18. [Citado en 20 de Junio de 2018]. Disponible en internet: <<http://listas.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/INTERACCIONES%20SUELO-AGUA-RAIZ%20EN%20EL%20PROCESO%20DE.pdf>>

ACEVEDO RAMOS, Fernando. Avances En El Conocimiento De La Familia Myrmeleontidae (insecta, Neuroptera) De La Península Ibérica Y Baleares: Estadios Larvarios, Filogenia Y Modelos De Distribución. Memoria Para Optar Al Grado De Doctor. Madrid.: Universidad Complutense De Madrid. 2017. 422p.

ALCALDÍA MUNICIPAL DE TIMBÍO, Plan Básico De Ordenamiento Territorial. [EN LÍNEA]. P. 13. [Citado en 02 de Agosto de 2018]. Disponible en internet: <<http://crc.gov.co/files/ConocimientoAmbiental/POT/timbio/3.PBOT%20TIMBIO%20ODIAGNOSTICO%20TERRITORIAL.pdf>>

ALCALDIA MUNICIPAL TUNJA, Análisis De La Situación De Salud Con El Modelo Conceptual De Determinantes Sociales De La Salud. [EN LINEA]. Secretaria De Protección Social. 2013. P.15. [Citado en 02 de Agosto de 2018]. Disponible en internet: <[https://www.boyaca.gov.co/SecSalud/images/Documentos/ASIS\\_2013/ASIS%20TUNJA%202013.pdf](https://www.boyaca.gov.co/SecSalud/images/Documentos/ASIS_2013/ASIS%20TUNJA%202013.pdf)>

ALPI, A. Y TOGNONI, F. Cultivo En Invernadero. [EN LINEA]. Tercera Edición. 2010. P.19 [Citado en 30 de Abril de 2017]. Disponible en internet: <<https://books.google.com.co/books?id=rXsJAQAQBAJ&pg=PA127&dq=espectro+luminico+en+plantas&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwiHs4zOwsXTAhXHOyYKHb9dBhA6AEISzAH#v=onepage&q=espectro%20luminico%20en%20plantas&f=false>>

ALVARADO SOTO, Melvin y ROJAS CUBERO, Gilberto. El Cultivo Y Beneficiado Del Café. [EN LINEA]. Editorial universidad estatal a distancia. 2007. P. 11. [Citado en 30 de Abril de 2017]. Disponible en internet: <[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=15qrSG-51l4C&oi=fnd&pg=PR7&dq=taxonomia+del+cafe+&ots=Oe17t6Q8cG&sig=ONM892OSlputz\\_3OzA35\\_S1P2N4#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=15qrSG-51l4C&oi=fnd&pg=PR7&dq=taxonomia+del+cafe+&ots=Oe17t6Q8cG&sig=ONM892OSlputz_3OzA35_S1P2N4#v=onepage&q&f=false)>

ARRASCO-RÍOS, Libertad. Efecto De La Radiación Ultravioleta-b En Plantas. [EN LÍNEA]. Volumen 27, Nº 3, Páginas 59-5796 Idesia (chile). 2009. p. 59,60. [Citado en 22 de Noviembre de 2018]. Disponible en internet: <<https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v27n3/art09.pdf>>

ARCILA P., Jaime; FARFÁN V, Fernando; MORENO B., Argemiro; SALAZAR G., Luis Fernando y INCAPIÉ G., Edgar. Sistemas De Producción de Café en Colombia. [EN LINEA]. Chinchiná, Cenicafe, 2007. P. 22, 23. [Citado en 30 de Abril de 2017]. Disponible en internet: <[http://www.cenicafe.org/es/publications/sistemas\\_de\\_produccion.pdf](http://www.cenicafe.org/es/publications/sistemas_de_produccion.pdf)>

ARCILA P., J.; BUHR, L.; BLEIHOLDER, H.; HACK, H. y WICKE, H. Aplicación de la escala BBCH ampliada para la descripción de las fases fenológicas del desarrollo de la planta de café *Coffea* sp. Boletín Técnico. [EN LINEA]. [Cenicafé No. 23:1-31. 2001. [Citado en 30 de Abril de 2017]. Disponible en internet: <<http://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/578>>

AZOFEIFA, Álvaro y MOREIRA Marco. Analisis De Crecimiento Del Chile Jalapeño (*Capsicum annuum* L. cv.Hot), EN ALAJUELA, COSTA RICA. [EN LÍNEA]. Agronomía Costarricense 28(1): 57-67. 2004. P. 58. [Citado en 5 de Septiembre de 2018]. Disponible en internet: <<http://www.redalyc.org/pdf/436/43628106.pdf>>

BACCARO, Fabricio B. FEITOSA, Rodrigo M. FERNANDEZ, Fernando. y FERNANDES, Itanna. Guia Para Os Gêneros De Formigas Do Brasil. Manaus, Brasil.:Editora Inpa, 2015.

BAMBAGUE CAICEDO, Carolina y ARBOLEDA RIASCOS, Enrique. Zonificación y análisis ecológico de las unidades de paisaje mediante la aplicación de los sistemas de información geográfica, en el campus universitario, Vereda Los Robles, Municipio Timbío. Facultad de Ciencias Naturales. Programa de Ecología, 2017, P. 54

BRANSTETTER, Michael G.. y SÁENZ, Laura. Las Hormigas (hymenoptera: Formicidae) De Guatemala. [EN LÍNEA]. Biodiversidad Volumen 2 . 2012. [Citado en 21 de Junio de 2018]. Disponible en internet: <[https://entomology.si.edu/StaffPages/BranstetterM/2012\\_LasHormigasGuatemala.pdf](https://entomology.si.edu/StaffPages/BranstetterM/2012_LasHormigasGuatemala.pdf)>

BUSTILLO PARDEY, Álex Enrique. El Manejo De Cafetales Y Su Relación Con El Control De La Broca Del Café En Colombia. [EN LINEA ]. 2002. P. 6. [Citado en 3 de Febrero de 2017]. Disponible en internet: <<http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/579/1/024.pdf>>

CABELLO, T. y VAN DER BLOM, J. Efectos De Los Plásticos Anti plagas Sobre Los Insectos Polinizados Res En Invernadero. [EN LÍNEA]. Departamento De Biología Aplicada-universidad De Almeria. 2005. [Citado en 03 de Agosto de 2018]. Disponible en internet: <[https://www.researchgate.net/publication/256445862\\_Efectos\\_de\\_los\\_plasticos\\_](https://www.researchgate.net/publication/256445862_Efectos_de_los_plasticos_)

antiplagas\_sobre\_los\_insectos\_polinizadores\_en\_invernadero?enrichId=rgreq-a3591ac4a4662818fa3153cd2145fb9b-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI1NjQ0NTg2MjtBUzoxODkyNjY5OTA3Mzk0NThAMTQyMjEzNjE3NTIwMg%3D%3D&el=1\_x\_3&\_esc=publicationCoverPdf>

CABEZAS GUTIÉRREZ, Marco; PEÑA, Fernando; DUARTE, Héctor; COLORADO, José y LORA SILVA, Rodrigo. Un Modelo Para La Estimación Del Área Foliar En Tres Especies Forestales De Forma No Destructiva. [EN LINEA]. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 12 (1): 121-130. 2009. P. 122. [Citado en 23 de Julio de 2018]. Disponible en internet: <<http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v12n1/v12n1a13.pdf>>

CALDARI JÚNIOR, Pedro. Manejo de la Luz en Invernaderos: Los Beneficios de Luz de Calidad en el Cultivo de Hortalizas. Simposio Internacional de Invernaderos. [EN LINEA]. México, 2007. P. 1. [Citado en 30 de Abril de 2017]. Disponible en internet: <<https://es.slideshare.net/andres333/manejo-de-laluzeninvernaderos>>

CARVAJAL HERRERA, José Jaime; ARISTIZÁBAL TORRES, Iván Darío; OLIVEROS TASCÓN, Carlos Eugenio. Evaluación De Propiedades Físicas Y Mecánicas Del Fruto De Café (*Coffea Arabica* L. Var. Colombia) Durante Su Desarrollo Y Maduración. [EN LINEA]. Dyna, año 79, Nro. 173, pp. 116-124. 2010. [Citado en 30 de Abril de 2017]. Disponible en internet: <<http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v79n173/a14v79n173.pdf>>

CASIERRA POSADA, Fánor; NIETO, Paola J. y ULRICHS Christian. Crecimiento, Producción Y Calidad De Flores En Calas (*Zantedeschia Aethiopica* (L.) K. Spreng) Expuestas A Diferente Calidad De Luz. [EN LINEA]. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 15 (1): 97 – 105. 2012. [Citado en 3 de Febrero de 2017]. Disponible en internet: <[http://vip.ucaldas.edu.co/agronomia/downloads/Agronomia23\(1\)\\_2.pdf](http://vip.ucaldas.edu.co/agronomia/downloads/Agronomia23(1)_2.pdf)>

CASIERRA POSADA, Fánor. PEÑA OLMOS, Jaime. y ULRICHS, Christian. Crecimiento Y Eficiencia Fotoquímica Del Fotosistema Ii En Plantas De Fresa (*Fragaria* Sp.) Afectadas Por La Calidad De La Luz: Implicaciones Agronómicas. [EN LINEA]. Revista U.d.c.a Actualidad & Divulgación Científica 14 (2): 43 - 53. 2011. [Citado en 3 de Febrero de 2017]. Disponible en internet: <<http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v14n2/v14n2a05.pdf>>

CASIERRA POSADA, Fánor. y PINTO CORREA, José Rogelio. Crecimiento De Plantas De Remolacha (*Beta Vulgaris* L. Var. *Crosby Egipcia*) Bajo Coberturas De Color. [EN LINEA ]. Rev.fac.nal.agr.medellín 64(2): 6081-6091. 2011. P. 6081. [Citado en 3 de Febrero de 2017]. Disponible en internet: <<http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v64n2/v64n2a05.pdf>>

CASIERRA POSADA, Fánor. y ROJAS B, Javier F. Efecto De La Exposición Del Semillero A Coberturas De Colores Sobre El Desarrollo Y Productividad Del Brócoli (*brassica Oleracea Var. Italica*). [EN LINEA ]. Agronomía Colombiana 27(1), 49-55. 2009. [Citado en 3 de Febrero de 2017]. Disponible en internet: <<http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v27n1/v27n1a07.pdf>>

CASIERRA-POSADA, Fánor. y PEÑA-OLMOS, Jaime E.. Modificaciones Fotomorfogénicas Inducidas Por La Calidad De La Luz En Plantas Cultivadas. [EN LÍNEA ]. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 39(supl.):84-92. 2015. [Citado en 23 de Noviembre de 2018]. Disponible en internet: <<https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/276/157>>

CEGARRA, Diana. Tratamiento Físico-químico En Efluentes De Una Tenería Provenientes De Un Tratamiento Biológico. [EN LÍNEA]. Universidad Del Zulia. 2011. [Citado en 23 de Noviembre de 2018]. Disponible en internet: <[https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/44450874/TENERIA\\_AGU\\_AS.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1543034351&Signature=7XBTBU7A%2BrpG%2BUiPtHdeaFw8FU%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DTRATAMIENTO\\_FISICO-QUIMICO\\_EN\\_EFLUENTES.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/44450874/TENERIA_AGU_AS.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1543034351&Signature=7XBTBU7A%2BrpG%2BUiPtHdeaFw8FU%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DTRATAMIENTO_FISICO-QUIMICO_EN_EFLUENTES.pdf)>

CHÁVEZ GARCÍA, Marco Antonio. Efecto De Dos Coberturas Plásticas En La Producción De Jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Bajo Invernadero En El Municipio De Coatepec Harinas. [EN LINEA]. Universidad Autónoma Del Estado De México. 2013. [Citado en 3 de Febrero de 2017]. Disponible en internet: <<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/40648/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>

CHU, H. F. How To Know. The Immature Insects. Peiping-china.:M. C. Brown Company Publishers, 1949. 235 p. P. 165, 185.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA. Plan Básico de Ordenamiento Territorial, Timbío Cauca. 2006.

DEDECCA, D.M. Anatomía e desenvolvimiento ontogenético de *Coffea arabica* L. Var. Typica Cramer. [EN LINEA]. Bragantia 16:315-366. 1957. [Citado en 30 de Abril de 2017]. Disponible en internet: <http://www.scielo.br/brag/v16nunico/23.pdf>

DELGADO, Gilma. BURBANO, Aracely. y SILVA, Amanda. Evaluación De La Macrofauna Del Suelo Asociada A Diferentes Sistemas Con Café *Coffea Arabiga* L.. [EN LÍNEA]. Revista De Ciencias Agrícolas-volumen Xxviii No. 1 Pags. 91 -

106. 2011. [Citado en 03 de Agosto de 2018]. Disponible en internet: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5104119>>

DELVARE, Gérard. PIERRE ABERLENC, Henri. MICHEL, Bruno y FIGUEROA, Alberto. Los Insectos De África Y De América Tropical. Claves Para La Identificación De Las Principales Familias. 1 ed. Montpellier-france .:Centre De Coopération Internationale En Recherche Agronomique Pour Le Développement (cirad), 2002.

DÍAZ AZPIAZU, Magaly. GONZÁLEZ CAIRO, Vivian. PALACIOS VARGAS, José. y LUCIÁÑEZ SÁNCHEZ, Ma. José. Clave Dicotómica Para La Determinación De Los Colémbolos De Cuba (hexapoda: Collembola). [EN LÍNEA]. Boln. S.e.a., N° 34 : 73 – 83.. 2004. [Citado en 20 de Junio de 2018]. Disponible en internet: <[https://www.researchgate.net/publication/283734318\\_Clave\\_dicotomica\\_para\\_la\\_determinacion\\_de\\_los\\_colembolos\\_de\\_Cuba](https://www.researchgate.net/publication/283734318_Clave_dicotomica_para_la_determinacion_de_los_colembolos_de_Cuba)>

DOMÍNGUEZ, M. Cecilia. y VERA, Alejandro. Phasmatodea. [EN LÍNEA]. Biodiversidad De Artrópodos Argentinos, Vol. 4. 2014. [Citado en 22 de Junio de 2018]. Disponible en internet: <[https://www.researchgate.net/publication/263888678\\_Phasmida](https://www.researchgate.net/publication/263888678_Phasmida)>

ENCALADA CÓRDOVA, Max; SOTO CARREÑO, Francisco; MORALES GUEVARA, Donaldo y ÁLVAREZ BELLO, Idioleydis. Influencia de la Luz en Algunas Características Fisiológicas del Cafeto (*Coffea arabica* L. cv. Caturra) en Condiciones de Vivero. [EN LÍNEA]. *Cultivos Tropicales*, vol. 37, no 4, p. 89-97. 2016, P. 89. [Citado en 25 de Julio de 2018]. Disponible en internet: <<http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v37n4/ctr08416.pdf>>

FERNÁNDEZ, Mery Esperanza. Efectos Del Cambio Climático En La Producción Y Rendimiento De Cultivos Por Sectores. [EN LÍNEA]. Fondo Financiero De Proyectos De Desarrollo – Fonade Instituto De Hidrología, Meteorología Y Estudios Ambientales – Ideam. 2013. p. 27. [Citado en 22 de Noviembre de 2018]. Disponible en internet: <<http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Efectos+del+Cambio+Climatico+en+la+agricultura.pdf/3b209fae-f078-4823-afa0-1679224a5e85>>

FONTAL, Bernardo. El Espectro Electromagnético y sus Aplicaciones. [EN LÍNEA]. VII Escuela Venezolana Para la Enseñanza de la Química. 2005. P. 47. [Citado en 5 de Septiembre de 2018]. Disponible en internet: <[https://www.researchgate.net/profile/Bernardo\\_Fontal2/publication/228871821\\_El\\_Espectro\\_Electromagnetico\\_y\\_sus\\_Aplicaciones/links/59946c10aca272ec9087f8bb/EI-Espectro-Electromagnetico-y-sus-Aplicaciones.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Bernardo_Fontal2/publication/228871821_El_Espectro_Electromagnetico_y_sus_Aplicaciones/links/59946c10aca272ec9087f8bb/EI-Espectro-Electromagnetico-y-sus-Aplicaciones.pdf)>

FOOTTIT, Robert. y ADLER, Peter . Insect Biodiversity . Science And Society . 1 ed. Hoboken-usa .:Blackwell Publishing Ltd, 2009. 632 p. P. 348.

GULLAN, P. J. . y CRANSTON, P. S. . The Insects . An Outline Of Entomology . 5 ed. Davis-usa .:University Of California, 2014. 987 p.

HERNANDEZ MOSCOSO, Rafael. y KARCA, Juan Adrián. Tecnologías Que Enferman. Efectos Nocivos De La Contaminación Electromagnética Y Como Protegerse. [s.l.]. :Penguin Random House Grupo Editorial, 2016.

INSTITUTO DEL CAFÉ DE COSTA RICA. Guía Técnica para el Cultivo del Café. [EN LINEA]. Barva, Heredia, 2011. P. 8. [Citado en 23 de Julio de 2018]. Disponible en internet: <<http://www.icafe.cr/wp-content/uploads/cicafe/documentos/GUIA-TECNICA-V10.pdf>>

JARAMILLO ANDRADE, Juan Francisco. Evaluación Agronómica Del Cultivo De Tomate (*solanum Lycopersicum*) Bajo Tres Diferentes Coberturas Plásticas. [EN LINEA ]. 2015. P. 12, 13. [Citado en 3 de Febrero de 2017]. Disponible en internet: <<http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5339/1/122917.pdf>>

JARAMILLO ROBLEDO, Álvaro. Clima Andino Y Café En Colombia. [EN LÍNEA]. 1 Edición-cenicafé. 2005. P. 43. [Citado en 22 de Noviembre de 2018]. Disponible en internet: <<http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/859/7/5.%20Radiaci%C3%B3n%20solar.pdf>>

JONCKHEERE, Inge; FLECK, Stefan; NACKAERTS, Kris; MUYS, Bart, COPPIN, Pol y BARET, Frédéric. Review of Methods for In Situ Leaf Area Index Determination Part I. Theories, Sensors and Hemispherical Photography. [EN LINEA]. Agric. Forest Meteorol. 121:19–35. 2004. [Citado en 23 de Julio de 2018]. Disponible en internet: <[https://pdfs.semanticscholar.org/3252/9762519f0cc15b28e05c62cb9d0a7853b504.pdf?\\_ga=2.74239387.86654228.1532490771-284072681.1532490771](https://pdfs.semanticscholar.org/3252/9762519f0cc15b28e05c62cb9d0a7853b504.pdf?_ga=2.74239387.86654228.1532490771-284072681.1532490771)>

LANTERI, Analía A. y DEL RÍO, M. Guadalupe. Filogenia De Hexapoda. [EN LÍNEA]. Biodiversidad De Artrópodos Argentinos, Vol. 3. 2014. [Citado en 22 de Junio de 2018]. Disponible en internet: <[http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/repositorio/\\_documentos/sipcyt/bfa004478.pdf](http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/repositorio/_documentos/sipcyt/bfa004478.pdf)>

LAZO, José Vicente y ASCENCIO, Jocelyne. Efecto De Diferentes Calidades De Luz Sobre El Crecimiento De *Cyperus rotundus*. Bioagro. [EN LINEA ]. Vol. 22 (2): 153-158. 2010. P. 153. [Citado en 3 de Febrero de 2017]. Disponible en internet: <[http://www.ucla.edu.ve/bioagro/Rev22\(2\)/8.%20Efecto%20de%20diferentes%20calidades%20de%20luz.pdf](http://www.ucla.edu.ve/bioagro/Rev22(2)/8.%20Efecto%20de%20diferentes%20calidades%20de%20luz.pdf)>

MONROIG INGLES, Miguel. Manual Para La Propagación Del Cafeto. [EN LINEA]. Universidad de Puerto Rico. P. 7. [Citado en 23 de Julio de 2018]. Disponible en internet: <[http://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj-1798/Manual\\_propag\\_cafe\\_2.pdf](http://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj-1798/Manual_propag_cafe_2.pdf)>

MONTEALEGRE ZAPATA, Fernando. Estudio De La Fauna De Tettigoniidae (orthoptera : Ensifera) Del Valle Del Cauca. Tesis Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener Al Título De Biólogo Entomólogo. Cali.: Universidad Del Valle. 1997. 266p.

MUÑOZ ORTEGA, Luis Genaro. .Ensayos Sobre Economía Cafetera. Caficultura Sostenible, Moderna Y Competitiva ed. [s.l.]: Federación Nacional De Cafeteros De Colombia, 2014. 126 p. p. 5, 13.

NÁJERA CONTRERAS, Francisco y BERMEJO VELAZQUEZ, Basilio. Efecto De La Intensidad De Luz Sobre El Crecimiento En Altura Y Producción De Materia Seca En Plántulas De *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*. [EN LÍNEA]. Foresta Veracruzana 1 (2):25-30. 1999. P. 25. [Citado en 5 de Septiembre de 2018]. Disponible en internet: <<http://www.redalyc.org/pdf/497/49710205.pdf>>

OLIVA MONROY, Zahyda Magaly. Efecto De Colores De Cobertura Plástica Al Suelo Y Del Manejo De Poda En Chile Pimiento Variedad Nathalie, Bajo Casa Malla; La Fragua, Zacapa. [EN LINEA ]. 2015. [Citado en 3 de Febrero de 2017]. Disponible en internet: <<http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2015/06/09/Oliva-Zahyda.pdf>>

OSPINA SÁNCHEZ, Claudia Marcela. RODRÍGUEZ, Jairo. y PECK, Daniel. Clave Para La Identificación De Géneros De Collembola En Agroecosistemas De Colombia. [EN LÍNEA]. Revista Colombiana De Entomología 35 (1): 57-61. 2009. [Citado en 20 de Junio de 2018]. Disponible en internet: <<http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v35n1/v35n1a11.pdf>>

OTERO, José Vicéns; HERRARTE SÁNCHEZ, Ainhoa y MEDINA MORAL, Eva. Análisis De La Varianza (Anova). [EN LINEA]. 2005. [Citado en 3 de Febrero de 2017]. Disponible en Internet: <[https://www.uam.es/personal\\_pdi/economicas/eva/pdf/anova.pdf](https://www.uam.es/personal_pdi/economicas/eva/pdf/anova.pdf)>

PANIAGUA PARDO, Guillermo; HERNÁNDEZ AGUILAR, Claudia; RICO MARTÍNEZ, Fernando; DOMÍNGUEZ PACHECO, Flavio Arturo; MARTÍNEZ ORTIZ, Efraín y MARTÍNEZ GONZÁLEZ, Claudia Lizbeth. Efecto De La Luz Led De Alta Intensidad Sobre La Germinación Y El Crecimiento De Plántulas De Brócoli (*Brassica Oleracea* L.). [EN LINEA]. Núm. 40, pp. 199-212; México, 2015. [Citado en 25 de Julio de 2018]. Disponible en internet: <<http://www.scielo.org.mx/pdf/polib/n40/n40a13.pdf>>



PÉREZ HIDALGO, Nicolás. MIER DURANTE, M. Pilar. y UMARAN, Ángel. Orden Hemiptera: Subórdenes Cicadomorpha, Fulgoromorpha Y Sternorrhyncha. [EN LÍNEA]. Revista Ide@ - Sea, N° 54: 1–18.. 2015. [Citado en 21 de Junio de 2018]. Disponible en internet: <[http://sea-entomologia.org/IDE@/revista\\_54.pdf](http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_54.pdf)>

PÉREZ PÉREZ, Dover Franco. Evaluación De Plántulas De Pepino (cucumis Sativus L.) Bajo Cubiertas Plásticas Fotoselectivas En Macrotúneles.. Tesis Presentada Para Obtener El Título De: Ingeniero Agrónomo En Horticultura. Coahuila, México.: Universidad Autónoma Agraria “antonio Narro”. 2007. 35p.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F. y EICHHORN, S.E. Biology of plants. 6 ed. New York, Freeman Publishers Co., 1999. P. 944

RENGÍFO CORREA, Laura A.. y GONZÁLEZ, Ranulfo. Clave Ilustrada Para La Identificación De Las Familias De Pentatomomorpha (hemiptera-heteroptera) De Distribución Neotropical. [EN LÍNEA]. Issn 0123 - 3068 Boletín Científico Centro De Museos Museo De Historia Natural 15 (1): 168 - 187. 2011. [Citado en 21 de Junio de 2018]. Disponible en internet: <<http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v15n1/v15n1a13.pdf>>

RIBERA, Ignacio. MELIC, Antonio. y TORRALBA, Antonio. Introducción Y Guía Visual De Los Artrópodos. [EN LÍNEA]. Revista Ide@ - Sea, N° 2: 1–30.. 2015. [Citado en 22 de Junio de 2018]. Disponible en internet: <[http://sea-entomologia.org/IDE@/revista\\_2.pdf](http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_2.pdf)>

RIZO MUSTELIER, Miriela; VUELTA LORENZO, Daniel Rafael. y LORENZO GARCÍA, Ana María. Agricultura, Desarrollo Sostenible, Medio Ambiente, Saber Campesino Y Universidad. [EN LÍNEA]. Centro De Información Y Gestión Tecnológica De Santiago De Cuba Cuba. 2017. p.110 [Citado en 16 de Octubre de 2018]. Disponible en internet: <<http://www.redalyc.org/pdf/1813/181351615008.pdf>>

SABATER, F. La Luz Como Factor Ambiental Para Las Plantas. [EN LINEA ]. 1977. P.14-17. [Citado en 3 de Febrero de 2017]. Disponible en internet: <<http://revistas.um.es/analesumciencias/article/viewFile/102821/97751>>

SADAVA, David. y PURVES, William. Vida. La Ciencia De La Biología. 8 ed. Buenos Aires-argentina. :Editorial Médica Panamericana, 2009. 812 p.

SCHUSTER, Jack. Claves Para Identificar Insectos Inmaduros Holometabolos . [EN LÍNEA]. Manejo Integrado De Plagas (costa Rica) N°11 P. 61-74. . 1989. [Citado en 22 de Junio de 2018]. Disponible en internet: <<http://www.sidalc.net/repdoc/A2477e/A2477e.pdf>>

SERRADA, R. Influencia de los factores ecológicos en la vegetación. *Apuntes de Selvicultura*. Servicio de Publicaciones. EUIT Forestal. 2008. P. 90 . [Citado en 30 de Abril de 2017].

SOUKUP, Jaroslav. Clave Para Las Familias De Los Hemípteros. [EN LÍNEA]. *Rev. Per. De Ent.*, 9(1): 67-70. 1966. [Citado en 21 de Junio de 2018]. Disponible en internet: <<http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/entomologia/v09/pdf/a10v09.pdf>>

TOLÓN BECERRA, Alfredo y LASTRA BRAVO, Xavier. La Agricultura Intensiva Del Poniente Almeriense Diagnóstico E Instrumentos De Gestión Ambiental. [EN LINEA]. *M+A. Revista Electrónica de Medio Ambiente UCM*: 18-40. 2010. P. 8. [Citado en 30 de Abril de 2017]. Disponible en internet: <<http://revistas.ucm.es/index.php/MARE/article/view/MARE1010120018A/15042>>

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). Acuerdos Ambientales Y Producción Más Limpia. [EN LINEA]. 2006. P. 2. [Citado en 3 de Febrero de 2017]. Disponible en Internet: <<http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/DTIx0898xPA-EnvAgreementsES.pdf>>

URUEÑA GÓMEZ, Marcela. y BERNAL, Oscar Mauricio. Informe De Comités Departamentales: Caficultura Matemáticamente Inteligente. . LXXVI Congreso Nacional De Cafeteros. Bogotá.:Federación Nacional De Cafeteros, 2011. 71 p.

VÁSQUEZ, José Alfredo; CARDONA A, Marleny, VERA, Luz Dinora; GARCÍA, Alejandra; ESCOBAR, Germán y ORTIZ, Juan David. Efectos Ambientales Y Socioeconómicos De Los Procesos Productivos Del Café Y Del Banano: Una Mirada Multifactorial. [EN LINEA]. 2006. P. 9, 12, 13. [Citado en 3 de Febrero de 2017]. Disponible en internet: <<http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/ecos-economia/article/view/1948/1958>>

VICTOR, Janine; KOEKEMOER, Marinda; FISH, Lyn; SMITHIES, Shirley Y MÖSSMER, Marthina. Herbarium Essentials: The Southern African Herbarium User Manual. [EN LINEA]. *Southern African Botanical Diversity Network Report* No. 25. Sabonet, Pretoria. 2004. p. 20, 21. [Citado en 23 de Julio de 2018]. Disponible en internet: <<https://www.sanbi.org/wp-content/uploads/2018/04/sabonet-report-no-25-herbarium-essentials-southern-african-herbarium-user-manual.pdf>>

ZOMPRO, Oliver . A Key To The Stick-insect Genera Of The "anareolatae" Of The New World, With Descriptions Of Several New Taxa (insecta: Phasmatodea). [EN LÍNEA ]. *Studies On Neotropical Fauna And Environment*, Vol. 39, N°.2, Pp. 133-144. 2004. [Citado en 22 de Junio de 2018]. Disponible en internet: <[https://www.researchgate.net/publication/233211576\\_A\\_Key\\_to\\_the\\_Stick-Insect\\_Genera\\_of\\_the\\_'Anareolatae'\\_of\\_the\\_New\\_World\\_with\\_Descriptions\\_of\\_Several\\_New\\_Taxa\\_Insecta\\_Phasmatodea](https://www.researchgate.net/publication/233211576_A_Key_to_the_Stick-Insect_Genera_of_the_'Anareolatae'_of_the_New_World_with_Descriptions_of_Several_New_Taxa_Insecta_Phasmatodea)>

## 13. ANEXOS

### ANEXO A Tablas Objetivo Específico 1

#### Papel cristal

Tabla 8: Datos descriptivos

Tipo de medición	Color	Numero de datos	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Absorbancia	Azul	12	,39	,18	,20	,80
	Rojo	12	,42	,17	,20	,68
	rojo-azul	12	,66	,19	,27	1,04
	azul-rojo	12	,63	,19	,25	1,02
	Translucido	12	,19	,04	,12	,28
	Total	60	,46	,24	,12	1,04
transmitancia (%)	Azul	12	45,38	17,79	15,90	71,30
	Rojo	12	42,22	17,52	22,70	70,10
	rojo-azul	12	21,71	12,06	6,80	55,30
	azul-rojo	12	23,53	12,91	7,40	58,50
	Translucido	12	69,15	4,97	56,20	74,00
	Total	60	40,40	21,95	6,80	74,00
Transparencia (lux)	Azul	12	746,00	,00	746,00	746,00
	Rojo	12	640,00	,00	640,00	640,00
	rojo-azul	12	397,00	,00	397,00	397,00
	azul-rojo	12	475,00	,00	475,00	475,00
	Translucido	12	958,00	,00	958,00	958,00
	Total	60	643,20	200,97	397,00	958,00

Tabla 9: Pruebas post hoc, subconjuntos homogéneos

Tipo de medición	Prueba	Color	Numero de datos	Subconjunto para alfa = 0.05		
				1	2	3
Absorbancia	Tukey B <sup>a</sup>	Translucido	12	,19		
		Azul	12		,39	
		Rojo	12		,42	
		azul-rojo	12			,63
		rojo-azul	12			,66
Transmitancia (%)	Tukey B <sup>a</sup>	rojo-azul	12	21,71		
		azul-rojo	12	23,53		
		Rojo	12		42,22	
		Azul	12		45,38	
		Translucido	12			69,15

#### Plástico grueso

Tabla 10: Datos descriptivos

Tipo de medición	Color	Numero de datos	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Absorbancia	Azul	12	1,22	,47	,66	2,32
	Rojo	12	1,09	,60	,38	1,95
	rojo-azul	12	2,12	,56	,92	2,99
	azul-rojo	12	2,14	,56	,92	2,96
	translucido	12	,97	,54	,65	2,64
	Total	60	1,51	,74	,38	2,99
transmitancia (%)	Azul	12	28,70	34,28	3,10	99,80
	Rojo	12	15,66	14,78	1,20	42,30
	rojo-azul	12	1,50	2,99	,10	10,90
	azul-rojo	12	17,40	34,04	,20	91,40
	translucido	12	17,69	12,46	,40	43,10
	Total	60	16,19	24,14	,10	99,80
transparencia (lux)	Azul	12	452,00	,00	452,00	452,00

	Rojo	12	407,00	,00	407,00	407,00
	rojo-azul	12	100,00	,00	100,00	100,00
	azul-rojo	12	99,00	,00	99,00	99,00
	translucido	12	413,00	,00	413,00	413,00
	Total	60	294,20	161,06	99,00	452,00

Tabla 11: Pruebas post hoc, subconjuntos homogéneos

Tipo de medición	Prueba	Color	Numero de datos	Subconjunto para alfa = 0.05	
				1	2
Absorbancia	Tukey B <sup>a</sup>	Translucido	12	,97	
		Rojo	12	1,09	
		Azul	12	1,22	
		rojo-azul	12		2,12
		azul-rojo	12		2,14
Tipo de medición	Prueba	Color	Numero de datos	Subconjunto para alfa = 0.05	
				1	2
Transmitancia (%)	Tukey B <sup>a</sup>	rojo-azul	12	1,50	
		Rojo	12	15,66	15,66
		azul-rojo	12	17,40	17,40
		Translucido	12	17,69	17,69
		Azul	12		28,70

### Plástico delgado

Tabla 12: Datos descriptivos

Tipo de medición	Color	Numero de datos	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Absorbancia	azul	12	,82	,27	,43	1,45
	rojo	12	,89	,23	,55	1,29
	rojo-azul	12	1,55	,31	,89	2,18
	azul-rojo	12	1,49	,31	,84	2,10
	Total	48	1,19	,43	,43	2,18
transmitancia (%)	azul	12	18,72	9,89	4,00	36,90
	rojo	12	16,62	7,20	6,10	29,40
	rojo-azul	12	3,95	3,18	,80	13,20
	azul-rojo	12	4,02	3,37	,90	13,90
	Total	48	10,83	9,40	,80	36,90
transparencia (lux)	azul	12	712,00	,00	712,00	712,00
	rojo	12	424,00	,00	424,00	424,00
	rojo-azul	12	196,00	,00	196,00	196,00
	azul-rojo	12	193,00	,00	193,00	193,00
	Total	48	381,25	214,95	193,00	712,00

Tabla 13: Pruebas post hoc, subconjuntos homogéneos

Tipo de medición	Prueba	Color	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
				1	2
Absorbancia	Tukey B <sup>a</sup>	Azul	12	,82	
		Rojo	12	,89	
		azul-rojo	12		1,49
		rojo-azul	12		1,55
Tipo de medición	Prueba	Color	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
				1	2
Transmitancia (%)	Tukey B <sup>a</sup>	rojo-azul	12	3,95	
		azul-rojo	12	4,02	
		Rojo	12		16,62
		Azul	12		18,72

## ANEXO B Tablas Objetivo Específico 2

### Temperatura (°C)

Tabla 14: Datos descriptivos

Color	Numero de datos	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo

Azul	3	28,66	1,52	27,00	30,00
Rojo	3	29,00	2,64	26,00	31,00
rojo-azul	3	27,33	2,08	25,00	29,00
Polisombra	3	27,33	2,51	25,00	30,00
Translucido	3	26,33	1,52	25,00	28,00
Total	15	27,73	2,05	25,00	31,00

#### Humedad (%)

Tabla 15: Datos descriptivos

Color	Numero de datos	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Azul	3	53,66	1,15	53,00	55,00
Rojo	3	54,33	2,30	53,00	57,00
rojo-azul	3	57,33	4,50	53,00	62,00
Polisombra	3	57,00	2,64	54,00	59,00
Translucido	3	58,33	7,09	52,00	66,00
Total	15	56,13	3,94	52,00	66,00

#### Pluviosidad (mm)

Tabla 16: Datos descriptivos

Semana	Numero de datos	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
semana 1	7	8,00	11,09	,00	31,00
semana 2	7	9,14	6,71	,00	18,00
semana 3	7	32,42	27,22	1,00	85,00
semana 4	7	26,14	28,42	1,00	85,00
semana 5	7	11,00	12,85	,00	35,00
semana 6	7	9,14	9,90	,00	29,00
semana 7	7	23,28	37,64	,00	93,00
semana 8	7	9,85	16,09	,00	40,00
semana 9	6	,00	,00	,00	,00
Total	62	14,56	21,37	,00	93,00

#### Lux (lux)

Tabla 17: Datos descriptivos

Color	Numero de datos	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Azul	3	48,33	22,27	34,00	74,00
Rojo	3	94,00	74,90	43,00	180,00
rojo-azul	3	74,00	84,92	22,00	172,00
Polisombra	3	82,66	60,69	35,00	151,00
Translucido	3	270,00	353,90	46,00	678,00
Total	15	113,80	164,61	22,00	678,00
Azul	3	124,33	49,13	87,00	180,00
rojo	3	146,33	84,15	80,00	241,00
rojo-azul	3	270,33	283,86	99,00	598,00
polisombra	3	151,33	71,59	82,00	225,00
translucido	3	379,33	483,67	74,00	937,00
Total	15	214,33	238,96	74,00	937,00

#### Porcentaje de semillas germinadas completamente (%)

Tabla 18: Datos descriptivos y Kruskal Wallis

Color	Numero de datos	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Azul	3	60,83	22,40	35,00	75,00
Rojo	3	59,16	11,54	52,50	72,50
rojo-azul	3	50,83	21,26	35,00	75,00
Polisombra	3	11,66	8,03	2,50	17,50
Translucido	3	52,50	10,89	40,00	60,00
Total	15	47,00	23,05	2,50	75,00
Anova	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4898,33	4	1224,58	4,81	,02

#### Porcentaje del total de semillas germinadas (%)

Tabla 20: datos descriptivos Kruskal Wallis

Color	Numero de datos	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Azul	3	79,16	12,33	65,00	87,50
Rojo	3	80,00	6,61	75,00	87,50
rojo-azul	3	75,00	16,39	57,50	90,00
Polisombra	3	41,66	5,20	37,50	47,50
Translucido	3	81,66	7,63	75,00	90,00
Total	15	71,50	17,94	37,50	90,00
Anova	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3410,00	4	852,50	7,75	,00

### Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de porcentaje de semillas germinadas parcialmente (%) es la misma entre las categorías de color.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	402,000	Retener la hipótesis nula.
2	La distribución de porcentaje del total de semillas germinadas (%) es la misma entre las categorías de color.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	138,000	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,0

## ANEXO C Tablas Objetivo Específico 3

### Temperatura (°C)

Tabla 21: Datos descriptivos

Color	Numero de datos	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Azul	1170	27,16	4,29	19,20	36,00
Rojo	1170	26,41	5,72	19,80	39,70
rojo-azul	1170	28,39	6,80	19,70	59,10
Polisombra	1170	25,98	4,57	19,10	38,00
Translucido	1170	26,71	5,53	18,00	45,50
Total	5850	26,93	5,52	18,00	59,10

Tabla 22: Pruebas post hoc, subconjuntos homogéneos

Prueba	Color	Numero de datos	Subconjunto para alfa = 0.05			
			1	2	3	4
Tukey B <sup>a</sup>	Polisombra	1170	25,98			
	Rojo	1170	26,41	26,41		
	Translucido	1170		26,71	26,71	
	Azul	1170			27,16	
	rojo-azul	1170				28,39

### Humedad (%)

Tabla 23: Datos descriptivos

Color	Numero de datos	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Azul	1170	62,90	13,33	36,50	87,70
Rojo	1170	66,44	16,71	24,90	95,70
rojo-azul	1170	60,91	15,51	34,20	91,00
Polisombra	1170	65,84	15,04	30,90	97,70
Translucido	1170	63,55	17,56	25,50	97,40
Total	5850	63,93	15,82	24,90	97,70

Tabla 24: Pruebas post hoc, subconjuntos homogéneos

Prueba	Color	Numero de datos	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3

Tukey B <sup>a</sup>	rojo-azul	1170	60,91		
	Azul	1170		62,90	
	Translucido	1170		63,55	
	Polisombra	1170			65,84
	Rojo	1170			66,44

#### Pluviosidad (mm)

Tabla 25: Datos descriptivos

Semana	Numero de datos	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
semana 1	405	,60	,49	,00	1,00
semana 2	375	20,73	18,48	1,00	38,00
semana 3	405	,00	,00	,00	,00
semana 4	375	1,00	2,45	,00	10,00
semana 5	405	5,73	5,39	,00	11,00
semana 6	375	,00	,00	,00	,00
semana 7	405	,00	,00	,00	,00
semana 8	375	,00	,00	,00	,00
semana 9	405	2,73	,44	2,00	3,00
semana 10	375	20,33	8,85	15,00	35,00
semana 11	405	,00	,00	,00	,00
semana 12	375	19,80	10,49	10,00	31,00
semana 13	405	14,00	8,41	10,00	35,00
semana 14	375	38,00	2,45	35,00	40,00
semana 15	390	48,73	33,96	17,00	85,00
Total	5850	11,24	18,39	,00	85,00

Tabla 26: Pruebas post hoc, subconjuntos homogéneos

Prueba	Semana	Numero de datos	Subconjunto para alfa = 0.05							
			1	2	3	4	5	6	7	
Tukey B <sup>a,b</sup>	semana 3	405	,00							
	semana 6	375	,00							
	semana 7	405	,00							
	semana 8	375	,00							
	semana 11	405	,00							
	semana 1	405	,60	,60						
	semana 4	375	1,00	1,00						
	semana 9	405		2,73						
	semana 5	405			5,73					
	semana 13	405				14,00				
	semana 12	375					19,80			
	semana 10	375					20,33			
	semana 2	375					20,73			
	semana 14	375						38,00		
	semana 15	390								48,73

#### Luz (lux)

Tabla 27: Datos descriptivos

Tipo de medición	Color	Numero de datos	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
luz dentro (lux)	Azul	1170	162,46	127,90	8,00	560,00
	Rojo	1170	212,35	215,16	3,00	741,00
	rojo-azul	1170	82,04	80,23	4,00	344,00
	Polisombra	1170	196,28	187,02	10,00	633,00
	Translucido	1170	306,20	270,49	13,00	945,00
	Total	5850	191,87	201,77	3,00	945,00
luz fuera (lux)	Azul	1170	430,17	339,29	15,40	1083,00
	Rojo	1170	376,76	362,18	8,00	1079,00
	rojo-azul	1170	369,77	301,75	13,00	1081,00
	Polisombra	1170	409,47	373,53	22,00	1083,00
	Translucido	1170	466,87	402,64	17,00	1097,00
		Total	5850	410,61	359,14	8,00

Tabla 28: Pruebas post hoc, subconjuntos homogéneos

Tipo de medición	Prueba	Color	Número de datos	Subconjunto para alfa = 0.05			
				1	2	3	4
luz dentro (lux)	Tukey B <sup>a</sup>	rojo-azul	1170	82,04	162,46	196,28	306,20
		Azul	1170				
		Polisombra	1170	369,77	376,76	409,47	430,17
		Rojo	1170				
		Translucido	1170				
luz fuera (lux)	Tukey B <sup>a</sup>	rojo-azul	1170	369,77	376,76	409,47	466,87
		Rojo	1170				
		Polisombra	1170	376,76	409,47	430,17	
		Azul	1170				
		Translucido	1170				

#### Longitud del tallo (cm)

Tabla 29: Datos descriptivos

Color	Numero de datos	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Azul	1127	5,69	1,22	,00	10,30
Rojo	1125	5,62	1,71	,00	45,00
rojo-azul	1125	5,82	1,12	3,10	10,00
Polisombra	1125	5,86	1,24	2,60	9,80
Translucido	1125	5,62	1,20	2,80	9,90
Total	5627	5,72	1,32	,00	45,00

Tabla 30: Pruebas post hoc, subconjuntos homogéneos

Prueba	Color	Numero de datos	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
Tukey B <sup>a,b</sup>	Rojo	1125	5,62	
	Translucido	1125	5,62	
	Azul	1127	5,69	
	rojo-azul	1125		5,82
	Polisombra	1125		5,86

#### Diámetro del tallo (mm)

Tabla 31: Datos descriptivos

Color	Numero de datos	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Azul	1127	2,22	,66	,00	21,40
Rojo	1125	2,16	,39	,00	3,40
rojo-azul	1125	2,13	,30	1,02	2,96
Polisombra	1125	2,39	,45	1,04	3,88
Translucido	1125	2,23	,34	1,07	3,24
Total	5627	2,23	,46	,00	21,40

Tabla 32: Pruebas post hoc, subconjuntos homogéneos

Prueba	Color	Numero de datos	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
Tukey B <sup>a,b</sup>	rojo-azul	1125	2,13		
	Rojo	1125	2,16		
	Azul	1127		2,22	
	Translucido	1125		2,23	
	Polisombra	1125			2,39

#### Cantidad de hojas

Tabla 33: Datos descriptivos y Kruskal Wallis

Color	Numero de datos	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Azul	1127	6,05	1,87	,00	10,00
Rojo	1125	5,93	2,04	,00	12,00
rojo-azul	1125	5,99	1,91	2,00	11,00
Polisombra	1125	6,31	2,10	2,00	12,00
Translucido	1125	6,39	2,04	2,00	12,00
Total	5627	6,14	2,00	,00	12,00

Tabla 34: Pruebas post hoc, subconjuntos homogéneos

Prueba	Color	Numero de datos	Subconjunto para alfa = 0.05
--------	-------	-----------------	------------------------------



		1		2	
Tukey B <sup>a,b</sup>	Rojo	1125	5,93		
	rojo-azul	1125	5,99		
	Azul	1127	6,05		
	Polisombra	1125			6,31
	Translucido	1125			6,39

#### Longitud de raíz (cm)

Tabla 35: Datos descriptivos y Kruskal Wallis

Color	Número de datos	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Azul	45	13,34	4,07	5,30	19,90
Rojo	45	12,53	4,10	2,30	19,60
rojo-azul	45	12,78	4,00	6,20	21,00
Polisombra	45	12,85	4,83	4,70	22,00
Translucido	45	13,37	4,39	5,50	24,10
Total	225	12,97	4,26	2,30	24,10

#### Área foliar (cm<sup>2</sup>)

Tabla 36: Datos descriptivos Kruskal Wallis

Color	Número de datos	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Azul	45	36,44	15,80	13,17	82,00
Rojo	45	35,72	17,87	11,92	85,45
Rojo-azul	45	36,26	19,35	13,72	84,72
Translucido	45	36,62	16,76	11,25	80,35
Polisombra	45	42,01	25,57	13,37	98,07

#### Biomasa de peso fresco (g)

Tabla 37: Datos descriptivos y Kruskal Wallis

Tipo de medición	Color	Número de datos	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
estructuras aéreas (g)	Azul	75	3,07	1,24	,87	6,08
	Rojo	75	2,34	,89	,07	5,47
	rojo-azul	75	2,85	1,21	,89	5,81
	Polisombra	75	4,17	1,45	,29	7,06
	Translucido	75	3,20	1,54	,98	7,32
	Total	375	3,13	1,41	,07	7,32
estructuras subterráneas (g)	Azul	75	,88	,50	,23	4,18
	Rojo	75	,75	,33	,04	1,70
	rojo-azul	75	,78	,29	,28	1,57
	Polisombra	75	1,08	,40	,18	2,28
	Translucido	75	,87	,50	,17	2,14
	Total	375	,87	,43	,04	4,18

#### Biomasa de peso seco (g)

Tabla 38: Datos descriptivos Kruskal Wallis

Tipo de medición	Color	Número de datos	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
peso seco estructuras aéreas (g)	Azul	75	,8560	,31	,27	1,55
	Rojo	75	,74	,29	,04	1,80
	rojo-azul	75	,79	,31	,29	1,71
	Polisombra	75	1,17	,40	,15	1,91
	Translucido	75	,95	,43	,33	2,26
	Total	375	,90	,38	,04	2,26
peso seco estructuras subterráneas (g)	Azul	75	,26	,08	,07	,49
	Rojo	75	,24	,08	,03	,53
	rojo-azul	75	,24	,07	,13	,43
	Polisombra	75	,35	,11	,09	,62
	Translucido	75	,29	,12	,08	,60
	Total	375	,27	,10	,03	,62

**Resumen de prueba de hipótesis**

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1 La distribución de longitud del tallo (cm) es la misma entre las categorías de color .	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.
2 La distribución de diámetro del tallo (mm) es la misma entre las categorías de color .	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.
3 La distribución de cantidad de hojas es la misma entre las categorías de color .	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.
4 La distribución de longitud de raíz (cm) es la misma entre las categorías de color .	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,856	Retener la hipótesis nula.
5 La distribución de área foliar (cm <sup>2</sup> ) es la misma entre las categorías de color .	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,907	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05

**Resumen de prueba de hipótesis**

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1 La distribución de peso fresco estructuras aéreas (g) es la misma entre las categorías de color.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.
2 La distribución de peso fresco estructuras subterráneas (g) es la misma entre las categorías de color.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.
3 La distribución de peso seco estructuras aéreas (g) es la misma entre las categorías de color.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.
4 La distribución de peso seco estructuras subterráneas (g) es la misma entre las categorías de color.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05

## ANEXO D Tablas Objetivo Específico 4

### Temperatura (°C)

Tabla 39: Datos descriptivos

Color	Numero de datos	Media	Desviación estándar	Minimo	Máximo
Azul	12	32,51	4,48	24,50	37,50
Rojo	16	31,71	4,58	25,60	38,10
rojo-azul	12	31,86	5,00	25,80	38,30
Polisombra	16	30,88	4,68	23,70	37,20
Translucido	14	33,58	4,33	27,80	37,80
Total	70	32,06	4,57	23,70	38,30

### Humedad (%)

Tabla 40: Datos descriptivos

Color	Numero de datos	Media	Desviación estándar	Minimo	Máximo
Azul	12	32,76	8,30	24,40	48,40
Rojo	16	35,10	7,82	22,80	49,60
rojo-azul	12	38,18	6,45	30,70	47,00
Polisombra	16	36,62	7,93	26,30	52,80
Translucido	14	32,02	5,81	24,40	41,00
Total	70	34,96	7,48	22,80	52,80

### Pluviosidad (mm)

Tabla 41: Datos descriptivos

Semana	Numero de datos	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
semana 1	20	,00	,00	,00	,00
semana 2	14	9,00	,00	9,00	9,00
semana 3	18	,00	,00	,00	,00
semana 4	18	,00	,00	,00	,00
Total	70	1,80	3,62	,00	9,00

### Luz (lux)

Tabla 42: Datos descriptivos

Tipo de medición	Color	Numero de datos	Media	Desviación estándar	minimo	Máximo
luz dentro (lux)	Azul	12	178,33	119,36	40,00	376,00
	Rojo	16	144,87	103,71	37,00	339,00

luz fuera (lux)	rojo-azul	12	201,00	231,00	47,00	676,00
	Polisombra	16	268,12	212,02	30,00	549,00
	Translucido	14	336,14	240,64	22,00	690,00
	Total	70	226,65	196,73	22,00	690,00
	Azul	12	423,50	306,96	82,00	896,00
	Rojo	16	286,62	261,50	72,00	756,00
	rojo-azul	12	319,16	257,98	94,00	748,00
	Polisombra	16	509,87	411,16	56,00	1043,00
	Translucido	14	514,00	384,23	34,00	1094,00
	Total	70	412,17	338,47	34,00	1094,00

#### Cantidad de flores

Tabla 45: Datos descriptivos y Kruskal Wallis

Color	Numero de datos	Media	Desviación estándar	Minimo	Máximo
Azul	12	88,75	122,42	,00	400,00
Rojo	16	112,62	202,75	,00	619,00
rojo-azul	12	156,58	281,56	,00	930,00
Polisombra	16	288,93	281,50	,00	1038,00
Translucido	14	141,57	260,55	,00	966,00
Total	70	162,15	243,53	,00	1038,00

#### Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de cantidad de flores es la misma entre las categorías de color.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	149,000	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,0