



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE PLÁNTULAS DE
PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) EN SEMILLEROS CON
DIFERENTE INTENSIDAD DE LUZ ARTIFICIAL Y SUSTRATOS
EN EL CANTÓN RIOBAMBA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

KEVIN FABRICIO INFANTE PILCO

Riobamba - Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE PLÁNTULAS DE
PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) EN SEMILLEROS CON
DIFERENTE INTENSIDAD DE LUZ ARTIFICIAL Y SUSTRATOS
EN EL CANTÓN RIOBAMBA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR: KEVIN FABRICIO INFANTE PILCO

DIRECTOR: Ing. PABLO ISRAEL ÁLVAREZ ROMERO Ph.D.

Riobamba - Ecuador

2022

© 2022, Kevin Fabricio Infante Pilco

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio y procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, KEVIN FABRICIO INFANTE PILCO declaró que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que proviene de otras fuentes están debidamente citadas y referenciadas.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 12 de mayo del 2022.



Kevin Fabricio Infante Pilco

060502346-4

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, “**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE PLÁNTULAS DE PIMIENTO (*Capsicum annuum L.*) EN SEMILLEROS CON DIFERENTE INTENSIDAD DE LUZ ARTIFICIAL Y SUSTRATOS EN EL CANTÓN RIOBAMBA**”, de responsabilidad del señor **KEVIN FABRICIO INFANTE PILCO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Víctor Alberto Lindao Córdova Ph.D. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-05-12
Ing. Pablo Israel Álvarez Romero Ph.D. DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-05-12
Ing. Norma Soledad Erazo Sandoval Ph.D. MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022-05-12

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a mis amados padres quienes me han enseñado que con perseverancia y esfuerzo se logra salir de cualquier adversidad que se nos presente por más difícil que esta sea, querido padre Carlos y amada madre Rosa dios le pague por todas sus enseñanzas y todo su esfuerzo que han colocado en mí día tras día para alcanzar esta meta cumplida en mi vida profesional, son ustedes mi gran inspiración para seguir formándome como profesional y ser una persona de buenos valores día a día. A mis queridos hermanos; Gilma gracias por tu apoyo y consejos que me han servido en esta etapa de mi vida, Danny gracias por toda la ayuda brindada en este largo trayecto de mis estudios y ayudarme a cumplir este sueño, Bryan gracias por brindarme tu apoyo y consejos que me han servido para superarme día a día, Adrián y Doménica gracias por estar siempre a mi lado y brindarme su apoyo incondicional el cual me ha ayudado a cumplir mis metas propuestas. A mi querida amiga Catherine que no pudo concluir con esta etapa, sé que desde el cielo me sigues ayudando y brindando tu amistad sincera que siempre la recordaré.

Kevin

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Virgen por protegerme todos los días, a mis amados padres por brindarme la vida y apoyarme incondicionalmente en todas las metas que me he propuesto, han sido sin duda alguna una guía de esfuerzo y perseverancia cuyas enseñanzas las llevo siempre en el corazón, ya que me han enseñado que en la vida hay muchas dificultades que se nos presentan y nos pueden derrumbar pero poniendo todo el esfuerzo, coraje y valentía se cumplen los sueños que nos hemos propuesto, afrontando nuestros miedos e inseguridades, gracias por seguir aquí a mi lado guiándome día a día para ser un gran ser humano, sé que sin ustedes queridos padres nunca hubiera alcanzado este anhelo cumplido.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo que me formó como profesional y me permitió conocer a grandes docentes y amigos que me han ayudado a prepararme para lograr ayudar a la sociedad en un futuro.

A los docentes de mi carrera quienes han sido guía en esta etapa de mi vida, formándome con sus enseñanzas y sabiduría primero como un ser humano de buenos valores y después como una persona útil a la sociedad.

De manera muy especial agradezco a mi director de tesis al Ing. Pablo Israel Álvarez Romero, que aparte de ser un gran docente es un amigo y que gracias a su guía en base a sus conocimientos me permite terminar esta etapa de mi vida.

A la Ingeniera Norma Soledad Erazo Sandoval por su ayuda y enseñanzas en la culminación de mi trabajo de titulación.

Kevin

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPITULO I

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.1. Cultivo de Pimiento.....	3
1.1.1. <i>Origen</i>	3
1.1.2. <i>Taxonomía y Morfología</i>	3
1.1.3. <i>Requerimientos Edafoclimáticos</i>	4
1.1.4. <i>Particularidades del cultivo</i>	4
1.1.5. <i>Variedades del cultivo en estudio</i>	5
1.1.6. <i>Plagas y Enfermedades</i>	6
1.1.7. <i>Recolección</i>	7
1.1.8. <i>Comercialización</i>	7
1.2. Factores que afectan la Germinación.....	7
1.2.1. <i>Factores externos</i>	7
1.2.2. <i>Factores internos</i>	8
1.3. Efecto de la luz en plántulas en desarrollo.....	9
1.3.1. <i>Luz artificial</i>	9
1.3.2. <i>Distintos tipos de luz que una planta recibe</i>	9
1.3.3. <i>Cantidad, Calidad y Duración de la luz</i>	9
1.4. Importancia del sustrato en el cultivo.....	10
1.4.1. <i>¿Qué es el sustrato?</i>	10
1.4.2. <i>Tipos de sustratos</i>	10
1.4.3. <i>Composición óptima del sustrato</i>	12
1.4.4. <i>Funciones de los sustratos</i>	12

CAPITULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO.....	14
2.1.	Características del lugar	14
2.1.1.	<i>Localización</i>	14
2.1.2.	<i>Ubicación geográfica del semillero</i>	14
2.1.3.	<i>Ubicación geográfica del invernadero</i>	14
2.1.4.	<i>Condiciones climáticas</i>	14
2.2.	Materiales y equipos	14
2.2.1.	<i>Materiales de campo</i>	14
2.2.2.	<i>Material vegetal</i>	15
2.2.3.	<i>Materiales de oficina</i>	15
2.2.4.	<i>Insumos</i>	15
2.3.	Especificaciones del campo experimental	15
2.3.1.	<i>Unidad experimental</i>	15
2.3.2.	<i>Especificaciones del campo experimental</i>	15
2.4.	Factores y tratamientos en estudio	16
2.4.1.	<i>Factores en estudio</i>	16
2.4.2.	<i>Tratamientos en estudio</i>	16
2.4.3.	<i>Diseño Experimental</i>	17
2.4.4.	<i>Análisis Funcional.....</i>	17
2.5.	VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN	17
2.5.1.	<i>Días a la germinación.....</i>	17
2.5.2.	<i>Porcentaje de germinación.....</i>	18
2.5.3.	<i>Días a la aparición de las primeras hojas cotiledonales</i>	18
2.5.4.	<i>Días a la aparición de las primeras hojas verdaderas</i>	18
2.5.5.	<i>Altura de la planta</i>	18
2.5.6.	<i>Diámetro del tallo</i>	18
2.5.7.	<i>Peso fresco de las plántulas.....</i>	18
2.5.8.	<i>Peso seco de las plántulas.....</i>	19
2.5.9.	<i>Porcentaje de prendimiento.....</i>	19
2.5.10.	<i>Altura de la planta</i>	20
2.5.11.	<i>Diámetro del tallo</i>	20
2.5.12.	<i>Número de Hojas</i>	20
2.5.13.	<i>Análisis económico</i>	20
2.6.	Manejo del ensayo	21
2.6.1.	<i>Obtención de la semilla</i>	21

2.6.2.	<i>Preparación de semilleros</i>	21
2.6.3.	<i>Labores culturales de semilleros</i>	22
2.6.4.	<i>Umbráculo</i>	22

CAPITULO III

3.	RESULTADOS	24
3.1.	Días a la Germinación	24
3.2.	Porcentaje de Germinación	28
3.3.	Días a la aparición de las hojas cotiledonales	33
3.4.	Días a la aparición de las primeras hojas verdaderas	37
3.5.	Altura de la planta	42
3.6.	Diámetro del tallo	47
3.7.	Peso fresco de las plántulas	51
3.8.	Peso seco de las plántulas	55
3.8.1.	<i>Cálculo del índice de Dickson</i>	59
3.9.	Porcentaje de prendimiento de las plántulas	61
3.10.	Altura de la planta	65
3.11.	Diámetro del tallo	69
3.12.	Número de hojas	73
3.13.	Análisis Económico	76

	CONCLUSIONES	78
--	---------------------------	----

	RECOMENDACIONES	79
--	------------------------------	----

GLOSARIO DE TÉRMINOS

BIBIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Taxonomía del Pimiento	3
Tabla 2-1:	Tipos de luz y funciones en las plantas.....	9
Tabla 3-1:	Tipos de sustratos empleados en el ensayo	10
Tabla 4-1:	Propiedades físicas y químicas de los sustratos	12
Tabla 1-2:	Tratamientos a evaluar de las plántulas de pimiento (<i>Capsicum annuum L.</i>) de diferente cultivar con distinta calidad de luz en diferentes sustratos	16
Tabla 2-2:	Resumen análisis de varianza empleado en la investigación	17
Tabla 1-3:	ANOVA días a la germinación respecto a la luz azul.....	24
Tabla 2-3:	ANOVA días a la germinación respecto a la luz roja	24
Tabla 3-3:	ANOVA días a la germinación respecto a la luz natural	25
Tabla 4-3:	Días a la germinación sustratos x cultivares con las distintas intensidades de luz.....	27
Tabla 5-3:	ANOVA porcentaje de germinación respecto a la luz azul	28
Tabla 6-3:	ANOVA porcentaje de germinación respecto a la luz roja.....	29
Tabla 7-3:	ANOVA porcentaje de germinación respecto a la luz natural	29
Tabla 8-3:	Porcentaje de germinación sustratos x cultivares con las distintas intensidades de luz.....	31
Tabla 9-3:	ANOVA días a la aparición de las hojas cotiledonales respecto a la luz azul	33
Tabla 10-3:	ANOVA días a la aparición de las hojas cotiledonales respecto a la luz roja.....	35
Tabla 11-3:	ANOVA días a la aparición de las hojas cotiledonales respecto a la luz natural..	35
Tabla 12-3:	Días a la aparición de las hojas cotiledonales de los respectivos sustratos x cultivares con las distintas intensidades de luz	36
Tabla 13-3:	ANOVA días a la aparición de las primeras hojas verdaderas respecto a la luz azul.....	38
Tabla 14-3:	ANOVA días a la aparición de las primeras hojas verdaderas respecto a la luz roja.....	38
Tabla 15-3:	ANOVA días a la aparición de las primeras hojas verdaderas respecto a la luz natural	40
Tabla 16-3:	Días a la aparición de las hojas verdaderas de los respectivos sustratos x cultivares con las distintas intensidades de luz.....	40
Tabla 17-3:	ANOVA altura de las plantas a los 70 días respecto a la luz azul	42
Tabla 18-3:	ANOVA altura de las plantas a los 70 días respecto a la luz roja.....	43
Tabla 19-3:	ANOVA altura de las plantas a los 70 días respecto a la luz natural	43

Tabla 20-3: Altura de las plántulas a los 70 días de los respectivos sustratos x cultivares con las distintas intensidades de luz	45
Tabla 21-3: ANOVA diámetro del tallo de las plántulas respecto a la luz azul	47
Tabla 22-3: ANOVA diámetro del tallo de las plántulas respecto a la luz roja	47
Tabla 23-3: ANOVA diámetro del tallo de las plántulas respecto a la luz natural.....	48
Tabla 24-3: Diámetro del tallo a los 70 días de los respectivos sustratos x cultivares con las distintas intensidades de luz.....	50
Tabla 25-3: ANOVA peso fresco de las plántulas respecto a la luz azul	51
Tabla 26-3: ANOVA peso fresco de las plántulas respecto a la luz roja	52
Tabla 27-3: Peso fresco de las plántulas de los respectivos sustratos x cultivares con las distintas intensidades de luz	54
Tabla 28-3: ANOVA peso seco de las plántulas respecto a la luz azul.....	55
Tabla 29-3: ANOVA peso seco de las plántulas respecto a la luz roja	56
Tabla 30-3: Peso seco de las plántulas de los respectivos sustratos x cultivares con las distintas intensidades de luz	58
Tabla 31-3: Índice de Dickson de las plántulas respecto a la intensidad luz azul	59
Tabla 32-3: Índice de Dickson de las plántulas respecto a la intensidad luz roja.....	60
Tabla 33-3: Porcentaje de prendimiento de los cultivares de pimiento en invernadero respecto a los diferentes sustratos e intensidades de luz	63
Tabla 34-3: Altura de las plántulas de los cultivares de pimiento en invernadero respecto a los diferentes sustratos e intensidades de luz.....	67
Tabla 35-3: Diámetro del tallo de las plántulas de los cultivares de pimiento en invernadero respecto a los diferentes sustratos e intensidades de luz.....	71
Tabla 36-3: Número de hojas de los cultivares de pimiento en invernadero respecto a los diferentes sustratos e intensidades de luz.....	73
Tabla 37-3: Resumen del análisis económico de las plántulas de pimiento de los respectivos tratamientos.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Fenología del cultivo de pimiento.....	4
Figura 1-2: Croquis del ensayo en el invernadero.	19

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1:	Manejo del cultivo de pimiento.....	5
Gráfico 1-3:	Días a la germinación de las semillas de pimiento (<i>Yolo wonder</i> , <i>13LR62100</i> y <i>Painita</i>) en relación a los sustratos y luz: (A). Azul (B). Roja (C). Natural.....	26
Gráfico 2-3:	Porcentaje de germinación de pimiento (<i>Yolo wonder</i> , <i>13LR62100</i> y <i>Painita</i>) en relación a los sustratos y luz: (A). Azul (B). Roja (C). Natural.	30
Gráfico 3-3:	Días a la aparición hojas cotiledonales de pimiento (<i>Yolo wonder</i> , <i>13LR62100</i> y <i>Painita</i>) en relación a los sustratos y luz: (A). Azul (B). Roja (C). Natural.....	34
Gráfico 4-3:	Días a la aparición de las hojas verdaderas de pimiento (<i>Yolo wonder</i> , <i>13LR62100</i> y <i>Painita</i>) en relación a los sustratos y luz: (A). Azul (B). Roja (C). Natural....	39
Gráfico 5-3:	Altura plántulas de pimiento (<i>Yolo wonder</i> , <i>13LR62100</i> y <i>Painita</i>) a los 30, 45 y 70 días en relación a los sustratos y luz: (A). Azul (B). Roja (C). Natural	44
Gráfico 6-3:	Diámetro del tallo de las plántulas de pimiento (<i>Yolo wonder</i> , <i>13LR62100</i> y <i>Painita</i>) en relación a los sustratos y luz: (A). Azul (B). Roja (C). Natural.....	49
Gráfico 7-3:	Peso fresco de las plántulas de pimiento (<i>Yolo wonder</i> , <i>13LR62100</i> y <i>Painita</i>) en relación a los sustratos y luz: (A). Azul (B). Roja.....	53
Gráfico 8-3:	Peso seco de las plántulas de pimiento (<i>Yolo wonder</i> , <i>13LR62100</i> y <i>Painita</i>) en relación a los sustratos y luz: (A). Azul (B). Roja.....	57
Gráfico 9-3:	Porcentaje de prendimiento de las plántulas de pimiento en invernadero en relación a los sustratos y luz: (A). <i>Yolo wonder</i> (B). <i>13LR62100</i> (C). <i>Painita</i> . ..	62
Gráfico 10-3:	Altura de las plántulas de pimiento a los 45 días en invernadero en relación a los sustratos y luz: (A). <i>Yolo wonder</i> (B). <i>13LR62100</i> (C). <i>Painita</i>	66
Gráfico 11-3:	Diámetro del tallo a los 45 días de las plántulas de pimiento en invernadero en relación a los sustratos y luz: (A). <i>Yolo wonder</i> (B). <i>13LR62100</i> (C). <i>Painita</i> . ..	70
Gráfico 12-3:	Número de hojas a los 45 días de las plántulas de pimiento en invernadero en relación a los sustratos y luz: (A). <i>Yolo wonder</i> (B). <i>13LR62100</i> (C). <i>Painita</i> ...	74

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS LUGARES DONDE SE LLEVO A CABO LA INVESTIGACIÓN
- ANEXO B:** OBTENCIÓN Y DESINFECTADO MEDIANTE EL MÉTODO DE VAPOR DE LOS DISTINTOS SUSTRATOS EMPLEADOS EN EL ENSAYO
- ANEXO C:** COLOCACIÓN DE LOS DISTINTOS SUSTRATOS EN LOS SEMILLEROS
- ANEXO D:** COLOCACIÓN DE LAS SEMILLAS DE PIMIENTO EN LOS SEMILLEROS
- ANEXO E:** DÍAS A LA GERMINACIÓN DE LAS PLÁNTULAS DE PIMIENTO EN LAS DISTINTAS INTENSIDAD DE LUZ
- ANEXO F:** APARECIMIENTO DE LAS HOJAS COTILEDONALES DE LAS PLÁNTULAS DE PIMIENTO EN SUS RESPECTIVOS TRATAMIENTOS
- ANEXO G:** APARECIMIENTO DE LAS HOJAS VERDADERAS DE LAS PLÁNTULAS DE PIMIENTO EN SUS RESPECTIVOS TRATAMIENTOS
- ANEXO H:** ALTURA Y DIÁMETRO DEL TALLO DE LAS PLÁNTULAS PIMIENTO A LOS 70 DÍAS EN SUS RESPECTIVOS TRATAMIENTOS
- ANEXO I:** REALIZACIÓN DE PESO FRESCO Y PESO SECO EN EL LABORATORIO DE LAS DISTINTAS VARIEDADES DE PIMIENTO
- ANEXO J:** TRANSPLANTE DE LAS DISTINTAS VARIEDADES DE PIMIENTO A FUNDAS PLÁSTICAS TRANSPARENTES
- ANEXO K:** TRANSPLANTE DE LAS DISTINTAS VARIEDADES DE PIMIENTO A INVERNADERO
- ANEXO L:** TOMA DE DATOS DE LAS VARIABLES EVALUADAS EN EL *PIMIENTO WOLO YONDER*
- ANEXO M:** TOMA DE DATOS DE LAS VARIABLES EVALUADAS EN EL *PIMIENTO 13LR62100*
- ANEXO N:** TOMA DE DATOS DE LAS VARIABLES EVALUADAS EN EL *PIMIENTO PAINITA*
- ANEXO O:** COSTOS DE PRODUCCIÓN EN LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE PLÁNTULAS DE PIMIENTO (*Capsicum annum L.*)

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad de plántulas de pimiento (*Capsicum annuum L.*) en semillero con diferente intensidad de luz y sustratos en el cantón Riobamba, parroquia Yaruquíes, Comunidad de Santa Cruz. Se evaluó bajo un diseño de bloques al azar (DBA) con tres repeticiones y 3 intensidades de luz (azul, roja y natural), se contaron con 3 cultivares de pimiento: *Yolo wonder*, *13LR62100* y *Painita*. En el semillero se evaluaron: días a la germinación, porcentaje de germinación, días a la aparición de las hojas meristemáticas, días a la presencia de las hojas verdaderas, altura de las plántulas a los 30, 45 y 70 días, peso fresco y peso seco de 10 plantas seleccionadas al azar de cada uno de los tratamientos. En el invernadero se evaluaron: porcentaje de prendimiento, altura, diámetro del tallo y número de hojas, las tres últimas a los 45 días. Los resultados en el semillero mostraron que, los distintos cultivares colocados en la luz led azul, evaluadas las distintas variables, fueron superiores a los de la luz led roja y luz natural, destacándose la mezcla_sustratos_2 (60% tierra negra + 20% Humus + 20% Sustrato comercial) en porcentaje de germinación con un 74,30% con el cultivar *Painita*, altura con un 8,53 cm con el cultivar *13LR62100* y peso fresco con 2,25 gramos con el cultivar *Painita*. En el caso de invernadero las plántulas de la variedad *Yolo wonder* fueron las que se mejor se adaptaron en campo. Se concluyó que, la mezcla_sustratos_2 con la luz azul obtuvieron los mejores resultados influyendo en 3 de las 8 variables evaluadas en el semillero y destacándose de las otras intensidades de luz y sustratos. Se recomienda realizar ensayos con otras intensidades de luz led y aplicarlos a otras variedades de pimiento.

Palabras clave: <CALIDAD DE PLÁNTULAS>, <PIMIENTO (*13LR62100*)>, <INTENSIDAD DE LUZ>, <COMUNIDAD SANTA CRUZ>, <MEZCLA_SUSTRATOS_2>, <LUZ LED>.



D.B.R.A.I.
Ing. Cristhian Castillo




0970-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the quality of bell pepper seedlings (*Capsicum annuum L.*) in seedbeds with different light intensities and substrates in Riobamba canton, Yaruquíes parish, Santa Cruz community. It was evaluated under a randomized block design (RBD) with three replications and three light intensities (blue, red, and natural) with three bell pepper cultivars: *Yolo wonder*, *13LR62100*, and *Painita*. In the seedbed, the following were evaluated: days to germination, germination percentage, days to the appearance of meristematic leaves, days to the presence of true leaves, seedling height at 30, 45, and 70 days, fresh weight, and dry weight of 10 randomly selected plants from each of the treatments. In the greenhouse, the following were evaluated: percentage of apprehension, height, stem diameter, and the number of leaves, the last three at 45 days. The results in the seedbed showed that the different cultivars placed under the blue LED light, after evaluating the different variables, were superior to those placed under the red LED light and natural light, highlighting the substrate_2_mix (60% black soil + 20% humus + 20% commercial substrate) in germination percentage with 74.30% with the *Painita* cultivar, height with 8.53 cm with the *13LR62100* cultivar and fresh weight with 2.25 grams with the *Painita* cultivar. In the greenhouse case, the seedlings of the variety *Yolo wonder* were the best adapted in the field. It was concluded that the substrate_2_mix with blue light obtained the best results, influencing 3 of the 8 variables evaluated in the seedbed and highlighted among the other light intensities and substrates. It is recommended to carry out tests with other intensities of LED light and apply them to other bell pepper varieties.

Keywords: <SEEDLING QUALITY>, <BELL PEPPER (*13LR62100*)>, <LIGHT INTENSITY>, <SANTA CRUZ COMMUNITY>, <SUBSTRATE_2_MIX>, <LED_LIGHT>.



Silvana Patricia Celleri Quinde

C.C. 0602669830

INTRODUCCIÓN

La producción de pimiento (*Capsicum annuum L*) en Ecuador se da en la Costa y Sierra ecuatoriana. Según el último Censo Nacional Agropecuario (2010), en Ecuador se cultivaron 956 hectáreas de pimiento como monocultivo y 189 hectáreas como cultivo asociado, las provincias de mayor producción fueron las de Esmeraldas, Manabí y Guayas, de igual manera este cultivo se da en las provincias de Imbabura, Chimborazo, Loja y el Oro donde las condiciones ambientales son propicias para su desarrollo. Existen diferentes variedades de pimiento en Ecuador por ejemplo tenemos el verde, rojo y amarillo que no solamente forma parte de la alimentación humana, sino también se utiliza para los animales (Borbor, & Suárez, 2013, pp. 1-58).

La luz puede modificar el crecimiento y calidad de un cultivo en condiciones controladas, por lo tanto, puede afectar su cotización de mercado. La iluminación para el crecimiento de cualquier vegetal es aquella fuente de luz artificial que se ha diseñado para el desarrollo de las plantas cuando hay escasa o no existe la luz natural, del mismo modo; se utiliza para cultivar plantas que requieren más tiempo de iluminación para su desarrollo (Bures, et al., 2018, pp. 2-4).

En la actualidad, algunos invernaderos utilizan las lámparas de alta presión de sodio (HPS), los fluorescentes se emplean en cámaras de cultivo, pero por los beneficios medioambientales y de calidad productiva se utilizan las iluminarias LED como un invento revolucionario en producción hortícola (Bures, et al., 2018, pp. 2-4).

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente no se dispone de información *in situ*, sobre el efecto de diferente calidad de luz artificial, ni el efecto de esta luz combinada con diferentes sustratos sobre la producción de plántulas de pimiento.

JUSTIFICACIÓN

Estudios han demostrado que las luces LEDs, han influido significativamente en la producción de plantas hortícolas y no se requiere de mucha inversión económica si están en semilleros. Con la presente investigación se pretende determinar la calidad de luz más adecuada para obtener un mayor porcentaje de sobrevivencia de plántulas de pimiento en semillero, así como acortar el tiempo de semillero a campo abierto (Urrestarazu, et al., 2018, p. 9).

En semillero tenemos métodos de propagación de gran variedad de plantas, pero lamentablemente; algunas no funcionan porque se tiene la idea errada de que las semillas solo germinan y se desarrollan con suficiente humedad y un sustrato, no se toma en cuenta la luz, que determina el éxito o el fracaso de las plántulas que permanecen en el umbráculo (Rodríguez, 2017, p. 8).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad de plántulas de pimiento (*Capsicum annuum L.*) en semilleros con diferente intensidad de luz artificial y sustratos en el cantón Riobamba.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la intensidad de luz más adecuada para promover la germinación de semillas de pimiento (*Capsicum annuum L.*).
- Evaluar el comportamiento vegetativo de los plantines.
- Realizar un análisis económico de costos de producción de cada uno de los tratamientos empleados.

HIPÓTESIS

– **Nula**

H₀: La intensidad de luz artificial y sustratos no influyen de manera significativa en la calidad de producción de plántulas de Pimiento (*Capsicum annuum L.*).

– **Alternativa**

H₁: Al menos una intensidad de luz artificial y un sustrato influyen de manera significativa en la calidad de producción de plántulas de Pimiento (*Capsicum annuum L.*).

CAPITULO I

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Cultivo de Pimiento

1.1.1. Origen

El cultivo de pimiento tiene su origen en Bolivia y Perú (Mesoamérica), donde se cultivaban al menos cuatro especies. Gracias al primer viaje de Colón (1493) fue llevado al viejo continente, así pues, ya en el siglo XVI el cultivo se distribuyó primero por toda España, llegando al resto del mundo con ayuda de los portugueses (Deker, 2011, p. 9).

1.1.2. Taxonomía y Morfología

1.1.2.1. Taxonomía

De acuerdo con (Aldana Alfonso HM., 2001; citados en Bobor & Suárez, 2013, pp. 1-58), la taxonomía del cultivo de pimiento es:

Tabla 1-1: Taxonomía del Pimiento

Reino	<i>Vegetal</i>
Clase	<i>Angiospermae</i>
Subclase	<i>Dicotyledoneae</i>
Orden	<i>Tubiflorae</i>
Familia	<i>Solanaceae</i>
Género	<i>Capsicum</i>
Especie	<i>annuum Millar</i>

Fuente: Bobor & Suárez, 2013.

Realizado por: Infante, K, 2022.

1.1.2.2. Morfología

Planta herbácea perenne, cuyo ciclo de cultivo es anual, su producción puede ser tanto al aire libre para las distintas variedades y en invernaderos para los híbridos de este cultivo. Su raíz principal es pivotante y profunda, con gran cantidad de raíces adventicias que llegan a alcanzar una longitud de hasta 1m (Jiménez, 2018, p. 3).

El crecimiento de la planta es limitado y erecto presentando ramificaciones durante todo su ciclo, su hoja es lanceolada y entera. Las flores se producen en cada nudo del tallo y son pequeñas (Cabrera, 2009, pp. 2-30).

Su fruto es una baya hueca, semicartilaginosa, de color variable (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco) (Fornaris, 2014, p. 3).

Las semillas se encuentran en el fruto y son redondeadas, reniformes de color amarillo pálido y un presenta una longitud que varía entre 3 y 5 mm (Milla, 2015, p. 21).

1.1.3. *Requerimientos Edafoclimáticos*

- Para la germinación y el crecimiento necesita una temperatura mínima de 15°C y para la floración y fructificación debe ser de 18°C. Su temperatura óptima es entre los 20 y 26 °C.
- La planta necesita mucha luminosidad en sus primeros estadios de desarrollo y floración.
- Requiere de una humedad relativa entre el 50-70%.
- Se desarrolla en suelos profundos y con buen drenaje.
- Requiere un pH de suelo entre 5,5 y 7.
- El suelo más adecuado para el desarrollo del cultivo son los francos arenosos (Pino, 2018, p. 11).

1.1.4. *Particularidades del cultivo*

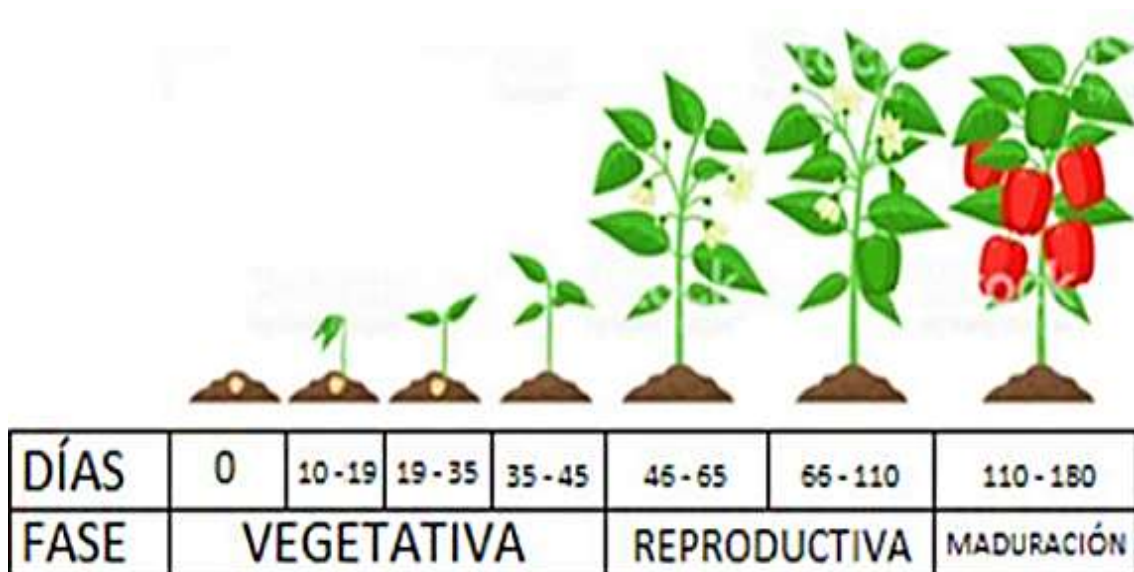


Figura 1-1. Fenología del cultivo de pimiento

Fuente: Aliaga, 2019, p. 5.

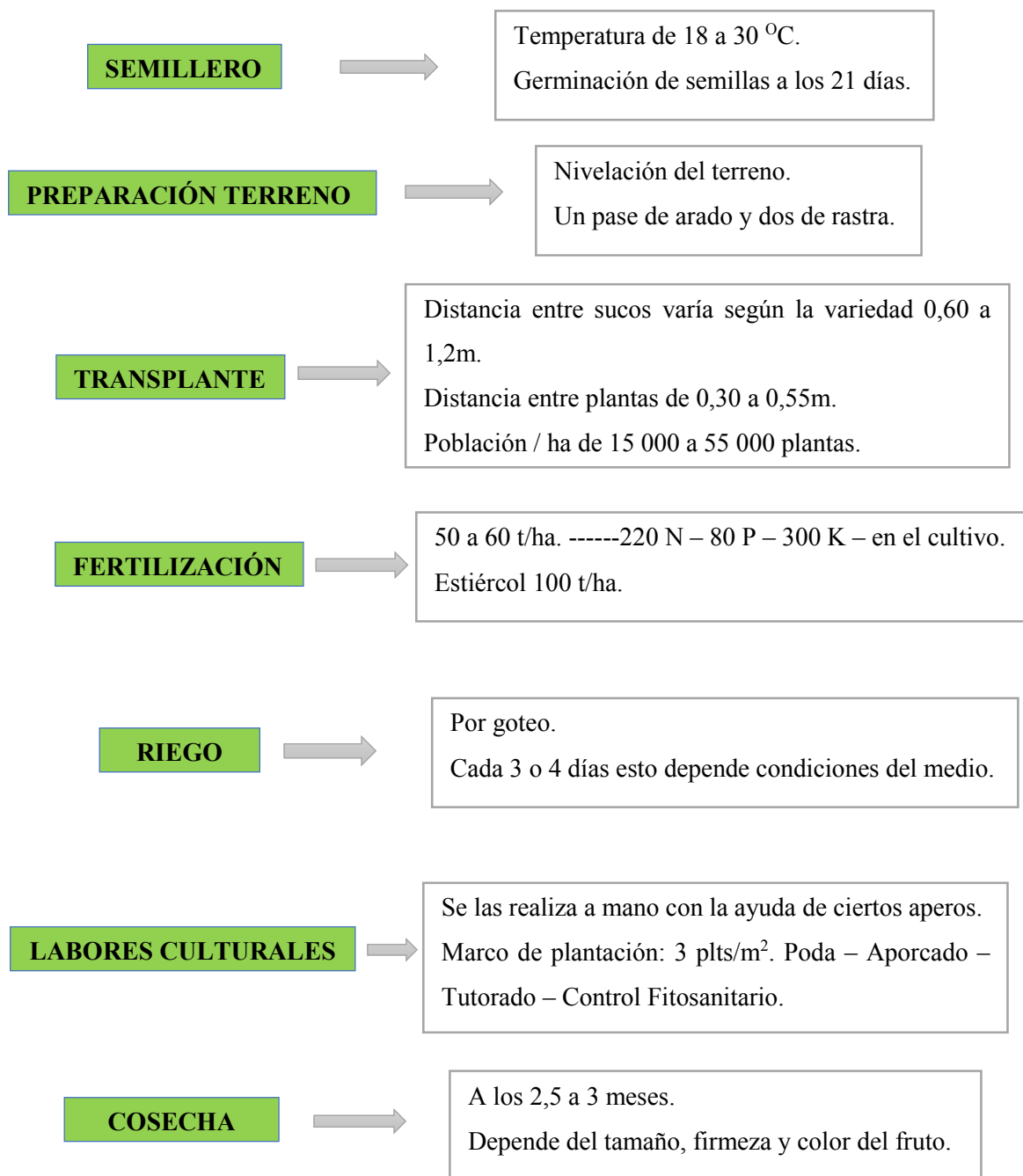


Gráfico 1-1. Manejo del cultivo de pimiento

Fuente: Cabrera, 2009.

Realizado por: Infante K, 2022.

1.1.5. Variedades del cultivo en estudio

- Pimiento var. *Yolo Wonder*

Ideal para huertos urbanos y para su siembra en espacios reducidos. Trasplantar cuando las plantas tengan 15cm de altura, a 40cm entre plantas y 60 -70 cm entre hileras. Se caracteriza por ser una variedad semi-precoz es considerada una planta vigorosa con buena ramificación y productiva,

sus frutos son de color verde intenso y cuando ya están maduros cambian a un color rojo (González, 2011, pp. 7-9).

- Pimiento var. *13LR62100 RZ F1*

Esta variedad de pimiento hace referencia a un código experimental del que aun en la actualidad no se dispone de información verificada en el que muestre las características fisiológicas y morfológicas en estas plantas.

- Pimiento var. *Painita RZ F1*

Posee una alta tasa de producción, cuyo fruto se caracteriza por tener una piel ligeramente rugosa y gruesa. Esta variedad se la puede cosechar en verde o por el contrario en rojo, se caracteriza por ser una variedad precoz, posee una alta resistencia a enfermedades y plagas y el fruto posee características de larga vida (Clérico, 2021, p. 1).

1.1.6. Plagas y Enfermedades

Entre las principales plagas y enfermedades que afectan al cultivo de pimiento tenemos:

1.1.6.1. Plagas

- **Pulgón** (*Aphis gossypii*): succiona el material vegetal y provoca un debilitamiento progresivo provocando necrosis. Para su control tenemos la colocación de trampas cromáticas amarillas y eliminación de hierbas indeseadas (Carvajal, 2017, pp. 1-3).
- **Trips** (*Frankliniella occidentalis*): el mayor daño lo causan las ninfas y adultos, son insectos pequeños transmisores del virus bronceado del tomate, el cultivo puede presentar manchas circulares tanto en las hojas, flores y frutos provocando la muerte de estos tejidos (Guachan, 2019, p. 3).
- **Mosca blanca** (*Aleurotrachelus trachoides*): Sus larvas se alimentan de la succión de la savia de la planta provocando marchitamiento en la misma, los adultos se encuentran en el envés de la hoja. Evitamos este parásito si no asociamos cultivos y limpiando hierbas indeseadas (Armstrong, & Cabrera, 2014, pp. 5-9).
- **Oruga** (*Heliothis virescens*). Provocan daños en el tallo y en los frutos de la planta. Una medida de control es eliminar las hojas bajas de la planta (Armstrong, & Cabrera, 2014, pp. 5-9).

- **La araña roja (*Tetranychus urticae*):** Ácaro que succiona los jugos celulares de la planta tiñendo el tejido afectado de un color rojizo y con el transcurrir el tiempo se necrosa. Como medida de control tenemos que desinfectar el suelo (Gugole, 2017, pp. 3-6).

1.1.6.2. *Enfermedades*

- **Botritis (*Botrytis cinerea*):** Se caracteriza por atacar plantas debilitadas y flores moribundas, se visualiza una podredumbre gris en la zona afectada (Abellán, 2020, p. 1).
- **La tristeza del pimiento (*Phytophthora parasítica*):** Afecta a la planta en la turgencia de los tejidos provocando marchitamiento, no es provocada por un patógeno (Rodríguez, et al., 2010, p. 451).
- **El oídio (*Oidiopsis sícula*):** Es un hongo patógeno que ataca las hojas viejas y a medida que avanza esta enfermedad los síntomas aparecen en las hojas nuevas y provoca la defoliación de la planta y sus frutos (Rolleri, 2012, pp. 33-34).
- **Sarna bacteriana (*Xanthomonas campestris var. Vesicatoria*):** Se manifiesta con manchas necróticas de aspecto circular que afecta el tallo, hojas, flores y en frutos y ataca severamente al cultivo (Cosme, 2015, pp. 1-2).

1.1.7. *Recolección*

Sí debe recolectar el cultivo antes de su madurez fisiológica ya sea en verde o en rojo según la variedad y la demanda en el mercado:

- Pimientos Verdes: tamaño, firmeza y color del fruto.
- Pimientos de Color: un mínimo de 50% de coloración (Cabrera, 2009, pp. 2-30).

1.1.8. *Comercialización*

El pimiento más cultivado en nuestro país es el tipo Lamuyo, pero en los últimos años la demanda de pimiento tipo California ha aumentado en el mercado alcanzando el 50% de la producción nacional debido a su consumo (Cabrera, 2009, pp. 2-30).

1.2. **Factores que afectan la Germinación**

1.2.1. *Factores externos*

1.2.1.1. Humedad

La semilla necesita la absorción de agua para cumplir sus funciones metabólicas internas y rehidratar sus tejidos. Por lo que hasta que emerge la radícula debemos evitar cantidades excesivas de agua ya que no llegaría oxígeno al embrión (García, 2011, pp. 19-23).

1.2.1.2. Temperatura

Importante en el proceso de germinación ya que actúa sobre las semillas rehidratadas activando sus enzimas para las reacciones bioquímicas que ocurren dentro de estas, las semillas solo germinarán dentro de un cierto rango de temperatura y si es muy alta o por el contrario baja el proceso de germinación no se dará, aunque los demás factores sean favorables (García, 2011, pp. 19-23).

1.2.1.3. Gases

Las semillas requieren para su germinación un medio aireado que permita la disponibilidad de oxígeno y CO₂ para que el embrión obtenga la energía suficiente para sostener sus actividades metabólicas para dar origen a la radícula de las semillas (García, 2011, pp. 19-23).

1.2.2. Factores internos

1.2.2.1. Madurez de las semillas

La semilla debe alcanzar su desarrollo morfológico y fisiológico para considerarse madura. La madurez morfológica llega cuando las estructuras de la semilla han logrado su desarrollo, cabe mencionar que si la semilla siendo morfológicamente madura es incapaz de germinar aun requiere de transformaciones fisiológicas para conseguirlo. La madurez fisiológica llega al mismo tiempo que la morfológica como en la mayoría de las especies vegetales (García, 2011, pp. 19-23).

1.2.2.2. Viabilidad de las semillas

Se define como el lapso de tiempo en el cual las semillas aún conservan su capacidad de germinación, esto va a depender del tipo de semilla y de sus condiciones de almacenamiento, para que una semilla germine en decenas o centenas de años debemos de mantenerlas en las siguientes condiciones: mantenerla seca, temperaturas bajas y reducir al mínimo la existencia de oxígeno en su medio de conservación (García, 2011, pp. 19-23).

1.3. Efecto de la luz en plántulas en desarrollo

1.3.1. Luz artificial

La luz es esencial para que las plantas procesen los nutrientes necesarios mediante el proceso de fotosíntesis para su crecimiento y desarrollo. Para que las plantas crezcan con normalidad empleando una fuente de luz artificial hay que tener en cuenta dos factores: una temperatura de la luz idónea y una potencia mínima, esto va a depender de la especie vegetal. En la actualidad se utilizan dos tipos de fuentes: la luz led y los halogenuros metálicos (Ramos, & Ramírez, 2016, pp. 113-114).

1.3.2. Distintos tipos de luz que una planta recibe

Tabla 2-1: Tipos de luz y funciones en las plantas

Tipo de luz	Longitud haz de luz	Funciones
Luz ultravioleta	100 a 380 nm	Reduce la velocidad de la fotosíntesis, disminuye el florecimiento y la polinización, y afecta el desarrollo de las semillas.
Luz azul	430 a 500 nm	Es responsable del crecimiento vegetativo y de las hojas ayuda a reducir el estiramiento de la planta
Luz roja	630 a 770 nm	Es importante en la regulación del florecimiento, la producción de frutos y ayuda a aumentar el diámetro del tallo estimulando la ramificación
Luz roja lejana	660 a 730 nm	Puede provocar la elongación de la planta y desencadena el florecimiento en las plantas
Proporción rojo: rojo lejano	700 a 750 nm	Provoca la elongación de la planta.

Fuente Chen, 2016.

Realizado por: Infante, K, 2022.

1.3.3. Cantidad, Calidad y Duración de la luz

1.3.3.1. Cantidad de luz

La luz es la fuente principal de energía para las plantas cuando realizan el proceso de fotosíntesis, y con ello almacenan y usan los carbohidratos producidos durante este proceso como fuente de alimento (Chen, 2016, pp. 2-3).

1.3.3.2. Calidad de la luz

Hace referencia a la longitud de onda (color), la luz llega a nuestro planeta en longitudes de onda entre los 280 y los 2800 nm, la misma se divide en tres regiones: Ultravioleta (100 a 380 nm), luz visible (380 a 780 nm) e infrarroja (700 a 3000 nm). Las personas logramos visualizar longitudes de onda entre 380 a 770 nm; este pequeño intervalo se denomina luz visible (Chen, 2016, pp. 2-3).

1.3.3.3. Duración de la luz

Las horas de luz en el día a día impacta en los procesos de desarrollo de las especies vegetales, las plantas se dividen en tres categorías de acuerdo con la duración del día: Plantas de días corto, plantas de días largo y plantas de días neutros (Chen, 2016, pp. 2-3).

1.4. Importancia del sustrato en el cultivo

1.4.1. ¿Qué es el sustrato?

Es el material sobre el que se va a desarrollar la planta, además debe de permitir las condiciones idóneas para que las raíces puedan absorber los nutrientes del medio. Una composición ideal de sustrato interviene en el crecimiento de la planta, caso contrario si existe una deficiencia en el mismo no podrá hacerlo (Luque, 2020, p. 1).

1.4.2. Tipos de sustratos

Podemos encontrar distintos tipos de sustrato los cuales se diferencian en sus propiedades físicas (capacidad de aireación, porosidad y la estructura) y químicas (pH, presencia de iones y sales, etc.). Existen sustratos inertes químicamente llamados así por no intervenir de manera directa en la nutrición de la planta como perlita, arcilla expandida, lana de roca. Por otro lado, hay sustratos activos químicamente que actúan como una reserva de nutrientes (vermiculita, turbas, materiales lignocelulósicos, etc.) (Luque, 2020, p. 1).

Tabla 3-1: Tipos de sustratos empleados en el ensayo

Sustratos	Origen	Propiedades	Usos	Fuente
Turba Rubia	Se localiza en la superficie de los pantanos a bajas temperaturas y escasa luz solar	Ayuda a expandir el sistema radicular de las plantas.	Utilizado en horticultura, viveros y trasplante.	(Belén, 2017, pp.2-3)
Tierra Negra	Descomposición de la materia orgánica de restos de animales y de hojas.	Retiene el agua y proporciona una buena circulación entre las raíces de las plantas	Es una fuente de minerales que ayuda en el buen crecimiento de las plantas.	(Richford, 2017, pp. 1-2)
Arena	Extraídas y esterilizadas del río.	Densidad aparente similar a la grava, granulometría entre 0,5 y 2 mm, CIC nula y pH entre 4 y 8.	Es un sustrato de enraizamiento y de cultivo en contenedores.	(Texier, 2013, p. 296)
Sustrato Comercial El Chacra	Mezcla homogénea de distintos tipos de sustratos: Humus, Vermiculita y Fibra de coco.	Puede retener gran cantidad de agua, buena capacidad de aireación y su pH es próximo a la neutralidad.	Cultivos hidropónicos, mezclas en semilleros	(Bolívar, 2020, p. 1)
Humus	Descomposición de la materia orgánica y consumida por microorganismos del suelo.	Aporta nutrientes, airea el suelo, mejora la porosidad y aumenta la retención de agua.	Disminuye la frecuencia de riego por su textura y favorece el desarrollo de las raíces.	(Sala, 2021, p. 1)
Composta	Descomposición de la materia orgánica, hojas, verduras y frutas	Mejora la estructura del suelo, incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, hierro y azufre.	Reduce el uso de fertilizantes químicos y mejora la capacidad de retención de agua del suelo	(Quintana, 2013, pp. 1-3)

Realizado por: Infante, K, 2022.

1.4.3. *Composición óptima del sustrato*

Las propiedades que se deben tomar a consideración al diseñar un sustrato idóneo, que ayude en los procesos de germinación, enraizamiento y el desarrollo de la planta, se detallan a continuación:

Tabla 4-1: Propiedades físicas y químicas de los sustratos

Físicas	Químicas
Suficiente Porosidad	Capacidad intercambio catiónico
Densidad	Baja Salinidad
Estructura firme	Nivel de Descomposición Reducido
Granulometría	Capacidad para mantener el pH
Suministro de aire	Niveles óptimos de nutrientes asimilables
Capacidad de retención de Agua	

Fuente: Barceló, 2019.

Realizado por: Infante, K, 2022.

El cuidado: Debe de ser fácil de mezclar, libre de semillas de malas hierbas, debe de presentar resistencia a ciertos productos químicos de desinfección y libre de agentes patógenos (Barceló, 2019, pp. 1-5).

1.4.4. *Funciones de los sustratos*

1.4.4.1. *Soporte de las plantas*

Ayuda en el anclaje de la planta conforme al crecimiento de las raíces en el sustrato, logrando así una base firme para el soporte de la parte aérea de la planta (Abarca, & Aguilar, 2020, pp. 3-4).

1.4.4.2. *Humedad*

El agua es retenida en la superficie de las partículas del sustrato y con ello se almacena grandes cantidades de agua que es fundamental para el desarrollo de las especies vegetales. El agua es el elemento principal para el transporte de los elementos minerales hacia las raíces de la planta, la cual, distribuye hacia todas las partes de esta (Abarca, & Aguilar, 2020, pp. 3-4).

1.4.4.3. *Porosidad y drenaje*

La porosidad del sustrato influye en el crecimiento y desarrollo de la planta, el tamaño de los poros determina la tasa de drenaje e intercambio de gases del medio. Un sustrato que posee poros pequeños limita la aireación del medio debido a que después del riego se encuentran llenos, en cambio, un sustrato que posee poros grandes permite la entrada de aire al sustrato después del riego debido a que drena rápidamente y con ello se mantiene con normalidad el crecimiento de la planta (Abarca, & Aguilar, 2020, pp. 3-4).

1.4.4.4. Elementos minerales

El medio de crecimiento de una planta es fundamental, ya que, el sustrato va a proporcionar a la misma los elementos minerales necesarios que serán absorbidos por las raíces para el establecimiento del cultivo. Es preferible para la producción de cultivos un sustrato de fertilidad inicial baja ya que ayuda al manejo de la fertilización (Abarca, & Aguilar, 2020, pp. 3-4).

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Características del lugar

2.1.1. Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en la provincia de Chimborazo, en el cantón Riobamba, en la parroquia de Yaruquíes, en la comunidad de Santa Cruz. Dicho trabajo se realizó en dos instancias; primero se trabajó en el semillero y después a las plántulas se las llevó a un espacio de un invernadero de la zona.

2.1.2. Ubicación geográfica del semillero

- Altitud: 2754 m. s. n. m.
- Longitud: 78° 39' 18'' W.
- Latitud: 01° 41' 18'' S.

2.1.3. Ubicación geográfica del invernadero

- Altitud: 2751 m. s. n. m.
- Longitud: 78° 39' 25'' W.
- Latitud: 01° 41' 25'' S (**Anexo A**).

2.1.4. Condiciones climáticas

- Temperatura: 14 °C
- Precipitación: 561 mm/año
- Humedad relativa: 68,9 % (CLIMATE-DATA.ORG, 2021, p. 1).

2.2. Materiales y equipos

2.2.1. Materiales de campo

Gavetas, tablas, martillo, luces led de distintos colores, recipientes plásticos, balde de 10 lt, rociadores, cinta métrica, balanza, rótulos de identificación.

2.2.2. *Material vegetal*

Semillas de pimiento de 3 variedades: *Yolo Wonder*, Híbrido *Painita RZ F1* y del Híbrido *13LR62100 F1*.

2.2.3. *Materiales de oficina*

Computadora, impresora, cámara fotográfica, libreta de apuntes, calculadora.

2.2.4. *Insumos*

Sustratos, agua.

2.3. Especificaciones del campo experimental

2.3.1. *Unidad experimental*

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con 15 tratamientos y 3 repeticiones. Un total de 15 unidades experimentales (bandejas o semilleros) distribuidas por variedades. Para la variedad *Yolo Wonder* se utilizó 65 semillas por repetición dando un total 195 semillas por tratamiento. Para el híbrido *Painita RZ F1* se utilizó 48 semillas por repetición dando un total 144 semillas por tratamiento y para el híbrido *13LR62100 F1* se utilizó 48 semillas por repetición dando un total 144 semillas por tratamiento. Todas las variables fueron sometidas al análisis de varianza y para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos, se manejó la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

2.3.2. *Especificaciones del campo experimental*

- a) Número de tratamientos: 15.
- b) Número de repeticiones: 3.
- c) Número de unidades experimentales (bandejas o semilleros): 15.
- d) Total, de semillas en estudio: 4365.

2.4. Factores y tratamientos en estudio

2.4.1. Factores en estudio

- **Calidad de luz**

- a) Luz azul 430 nm.
- b) Luz roja 630 nm.
- c) Luz natural 700 nm.

- **Sustratos**

- a) Turba rubia.
- b) Tierra Negra.
- c) 50% Arena + 25% humus + 25% tierra negra (mezcla_sustratos_1).
- d) 60% Tierra negra + 20% humus + 20% Sustrato comercial (mezcla_sustratos_2).
- e) 50% Tierra negra + 50% Composta (mezcla_sustratos_3).

2.4.2. Tratamientos en estudio

Tabla 1-2: Tratamientos a evaluar de las plántulas de pimiento (*Capsicum annuum L.*) de diferente cultivar con distinta calidad de luz en diferentes sustratos

Tratamiento	Descripción
T1	Luz azul (430 nm) + turba rubia.
T2	Luz azul + tierra negra.
T3	Luz azul + 50% arena + 25% humus + 25% tierra negra.
T4	Luz azul + 60% tierra negra + 20% humus + 20% sustrato comercial.
T5	Luz azul + 50% tierra negra + 50% composta.
T6	Luz roja (630 nm) + turba rubia.
T7	Luz roja + tierra negra.
T8	Luz roja + 50% arena + 25% humus + 25% tierra negra.
T9	Luz roja + 60% tierra negra + 20% humus + 20% sustrato comercial.
T10	Luz roja + 50% tierra negra + 50% composta.
T11	Luz natural (700 nm) + turba rubia.
T12	Luz natural + tierra negra.
T13	Luz natural + 50% arena + 25% humus + 25% tierra negra.

T14	Luz natural + 60% tierra negra + 20% humus + 20% sustrato comercial.
T15	Luz natural + 50% tierra negra + 50% composta.

Realizado por: Infante, K, 2022.

2.4.3. *Diseño Experimental*

Se utilizó el diseño experimental DBA (3x5) con arreglo factorial con 15 tratamientos y 3 repeticiones. En la presente tabla se detalla el esquema ANOVA empleado en la presente investigación para el posterior análisis de los tratamientos en cuestión.

Tabla 2-2: Resumen análisis de varianza empleado en la investigación

Fuente de Variación	Formula	Grados libertad	S.C.	C.M.	F.	P. valor
Repeticiones	$(r - 1)$	2	SC _R	CM _R /(r - 1)	CM _R / CM _E	< 0,0001
Tratamientos	$(t - 1)$	14	SC _T	CM _T /(t - 1)	CM _T / CM _E	> 0,0001 y < 0,05
Error	$(r - 1) (t - 1)$	28	SC _E	CM _E / (r - 1) (t - 1)		> 0,05

Fuente: Moreno, et al., 2017.

Realizado por: Infante, K, 2022.

2.4.4. *Análisis Funcional*

Para todas aquellas variables que presentaron diferencias significativas y las que no las presentaron, se elaboró un análisis de separación de medias empleando la prueba de tukey al 5%.

2.5. Variables y métodos de evaluación

EN EL SEMILLERO

Para evaluar las distintas variables en el semillero se utilizó una estadística inferencial, con lo que se obtuvo diversos análisis de varianza (ANOVA) con la ayuda del programa estadístico R-Studio 2021. Con lo cual se comparó los mejores resultados en los distintos parámetros evaluados para cada intensidad de luz.

2.5.1. *Días a la germinación*

Se registró el día en que los brotes emergieron de 10 semillas elegidas al azar de cada unidad experimental, y se obtuvo un promedio de los días a la germinación en cada uno de los tratamientos.

2.5.2. Porcentaje de germinación

Se contabilizó el número de semillas germinadas, y se calculó el porcentaje de germinación con la fórmula:

$$\% \text{ Germinación} = \left(\frac{\text{num semill germ}}{\text{num semill semb}} \right) * 100$$

Realizado por: Infante, K. 2022.

2.5.3. Días a la aparición de las primeras hojas cotiledonales

Se registró el día en que emergieron las primeras hojas cotiledonares de 10 plantas seleccionadas, para obtener un promedio de cada uno de los tratamientos.

2.5.4. Días a la aparición de las primeras hojas verdaderas

Se registró el día en que emergieron las primeras hojas verdaderas de 10 plantas seleccionadas, para obtener un promedio de cada uno de los tratamientos.

2.5.5. Altura de la planta

Se registró la altura a los 30, 45 y 70 días de 10 plantas seleccionadas al azar de cada uno de los tratamientos para obtener un promedio de los diferentes tratamientos empleados, esta medida se midió desde la parte basal hasta el ápice terminal de la hoja con la ayuda de un calibrador pie de rey.

2.5.6. Diámetro del tallo

Se registró el diámetro del tallo a los 70 días de 10 plantas seleccionadas al azar de cada uno de los tratamientos para obtener un promedio de los diferentes tratamientos empleados.

2.5.7. Peso fresco de las plántulas

Se registró el peso fresco de las raíces de 10 plantas elegidas al azar de cada unidad experimental a los 71 días desde el establecimiento del experimento de cada uno de los tratamientos para obtener un promedio.

2.5.8. *Peso seco de las plántulas*

Se registró el peso seco de las raíces de 10 plantas elegidas al azar de cada unidad experimental a los 73 días desde el establecimiento del experimento de cada uno de los tratamientos para obtener un promedio.

2.5.8.1. *Índice de calidad de Dickson*

Se calculó el índice de calidad de Dickson, que permitió evaluar mejor las diferencias entre los tratamientos de las plantas que han sido sometidas a peso seco tanto de su parte aérea como de su parte radicular (López, & Ramírez, 2014, p. 7). La fórmula empleada es:

$$ICD = \left(\frac{\text{Peso seco total de la planta (g)}}{\left(\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro cuello de raíz (mm)}} + \frac{\text{Peso seco parte aérea (g)}}{\text{Peso seco raíz (g)}} \right)} \right)$$

Fuente: López, & Ramírez, 2014.

EN EL INVERNADERO

Para evaluar las distintas variables en campo se utilizó una estadística descriptiva, destacando aquellas plántulas de los distintos tratamientos de las cuales se obtuvo los mejores resultados en los distintos parámetros evaluados. A continuación, se presenta un croquis (figura 2-2) de cómo se encontraban las plántulas distribuidas en el invernadero.

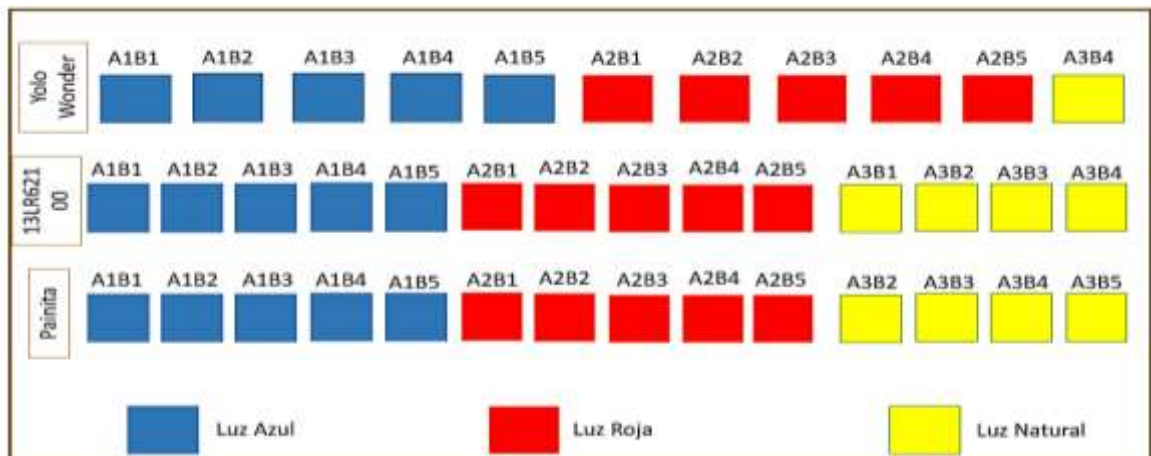


Figura 1-2: Croquis del ensayo en el invernadero

Realizado por: Infante, K, 2022.

2.5.9. *Porcentaje de prendimiento*

Se registró el porcentaje de prendimiento de las plántulas de pimiento que fueron colocadas en el invernadero de cada unidad experimental a los 21 después del trasplante y para ello se empleó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ *Prendimiento* } = \left(\frac{\text{num plantas}}{\text{num plant semb}} \right) * 100$$

Realizado por: Infante, K, 2022.

2.5.10. *Altura de la planta*

Se registró la altura a los 45 días de las plantas sembradas en el invernadero y con ello se obtuvo un promedio de los diferentes tratamientos empleados, esta medida se midió desde la parte basal hasta el ápice terminal de la hoja con la ayuda de un calibrador pie de rey.

2.5.11. *Diámetro del tallo*

Se registró el diámetro del tallo a los 45 días de las plantas sembradas en el invernadero y con ello se obtuvo un promedio de los diferentes tratamientos empleados. Esta medida se tomó con la ayuda del calibrador pie de rey.

2.5.12. *Número de Hojas*

Se registró el número de hojas a los 45 días de las plantas sembradas en el invernadero y con ello se obtuvo un promedio de los diferentes tratamientos empleados.

2.5.13. *Análisis económico*

Se realizó el análisis económico de los tratamientos en estudio, determinando los costos directos (semillas, luces, semilleros, etc.) y el precio de las plántulas de pimiento en el mercado en el año 2022 y se obtuvo el beneficio bruto (BB) y el beneficio neto (BN) para los distintos cultivares de pimiento.

$$\text{BB} = \text{Rendimiento (plántulas obtenidas)} \times \text{Precio mercado}$$

$$\text{BN} = \text{Beneficio bruto (BB)} - \text{Costos Directos}$$

Fuente: Mendoza C., 2021.

Realizado por: Infante, K, 2022.

2.6. Manejo del ensayo

2.6.1. Obtención de la semilla

Se compró semilla certificada de pimiento del híbrido *Painita* RZ F1 y del híbrido *13LR62100* F1 de RIJK ZWAAN, además se obtuvo semilla de la variedad *Yolo Wonder* de la casa comercial el CHACRA.

2.6.2. Preparación de semilleros

2.6.2.1. Obtención de los sustratos.

Se procedió a la compra y recolección de los distintos sustratos para la realización del ensayo.

2.6.2.2. Preparación de los semilleros.

Para la preparación de los semilleros se utilizaron mezclas de los sustratos (tierra negra; turba rubia; 50% arena + 25% humus + 25% tierra negra; etc.), la composición del semillero fue homogénea para todos los tratamientos a emplear según el diseño experimental (**Anexo C**).

2.6.2.3. Desinfección de los sustratos mediante la técnica de vapor.

Antes de la siembra se realizó la desinfección de los sustratos mediante el método de vapor (**Anexo B**), la cual consistió en agregar agua caliente a los sustratos y taparlos con un plástico de polietileno transparente durante al menos 4 días, en el periodo de mayor radiación solar, logrando así, un incremento en la temperatura que destruya a los agentes patógenos (Hernández, 2013, p. 205).

2.6.2.4. Siembra.

Se procedió a sembrar las semillas de pimiento en los semilleros a 3 mm de profundidad y con una distancia de 5 cm entre semilla, en los distintos sustratos y se procedió a identificarlos para los distintos tratamientos del ensayo (**Anexo D**).

2.6.2.5. Instalación de lámparas con diferente tonalidad de luz.

Se procedió a la compra de las distintas lámparas led con los espectros de luz correspondientes para cada tratamiento (luz led azul de 50 watts de potencia y luz led roja de 20 watts de potencia)

y fueron colocadas en las gavetas que se construyeron posteriormente al mismo tiempo que se construyó un pequeño invernadero para el establecimiento del experimento.

2.6.3. *Labores culturales de semilleros*

2.6.3.1. Deshierbas.

Se realizó el deshierbe de manera manual cada que aparecía malas hierbas que obstaculizaban el normal crecimiento de las plántulas.

2.6.3.2. Control fitosanitario.

Se procedió a la realización de un control fitosanitario con el producto químico Agrostamin que fortalece el sistema radicular de las plántulas y por ende se fortalece la plántula en sí, logrando así un control preventivo de enfermedades en las plántulas.

2.6.3.3. Riego.

Se realizaron riegos con ayuda de rociadores cada vez que hacía falta en los sustratos, esto empleando el método de la prueba del tacto para determinar la humedad.

2.6.4. *Umbráculo*

2.6.4.1. Preparación de fundas con sustratos.

Una semana antes del trasplante definitivo de las plántulas de pimiento se realizó la compra de fundas plásticas transparentes de 4x6 cm, para su preparación junto con el sustrato que servirá de soporte para las plántulas.

2.6.4.2. Desinfección del sustrato.

Una vez obtenido el sustrato (50%turba rubia+ 50%tierra negra) se precedió a su desinfección mediante la técnica de vapor y posteriormente se colocó en las fundas plásticas (**Anexo J**).

2.6.4.3. Trasplante a invernadero.

Una vez que las plántulas de los tratamientos estaban en condiciones óptimas para su trasplante se procedió a realizarlo bajo invernadero se trasplantaron 114 plántulas de pimiento donde se realizó el manejo del cultivo evaluando el % de sobrevivencia en campo (**Anexo K**).

CAPITULO III

3. RESULTADOS

3.1. Días a la Germinación

Para esta variable (gráfico 1-3), se detallan los días necesarios que transcurrieron desde que las semillas de pimiento fueron colocadas en los semilleros, con los distintos sustratos e intensidades de luz, hasta el momento de la aparición del brote de la plántula (**Anexo E**).

El análisis de varianza para días a la germinación, en el caso de la luz azul, se observó que existió un efecto (diferencias significativas) de los cultivares y de los sustratos, debido a que los valores de p fueron menores a 0,05; ($p < 0,05$). A continuación, se muestran los ANOVA de cada tipo de luz.

Tabla 1-3: ANOVA días a la germinación respecto a la luz azul

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Sustratos	4	18,2	4,7	1,34e+29	< 2e-16	**
Variedades	2	17,2	8,6	2,46e+29	< 2e-16	**
Repetición	2	0	0	1,03e+00	0,3718	ns
Sustratos*Variedades	8	8,8	1,1	3,14e+28	< 2e-16	**
Error	28	0	0			

CV= 7,459e-14

Significativo * ($p < 0,0001$ y $> 0,05$) altamente significativo ** ($p < 0,0001$) no significativo ns ($p > 0,05$).

Realizado por: Infante, K, 2022.

El análisis de varianza para días a la germinación, en el caso de la luz roja, se observó que existió un efecto (diferencias significativas) de los cultivares y de los sustratos, debido a que los valores de p fueron menores a 0,05; ($p < 0,05$).

Tabla 2-3: ANOVA días a la germinación respecto a la luz roja

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Sustratos	4	8,8	2,2	6,99e+28	< 2e-16	**
Variedades	2	26,8	13,4	4,26e+29	< 2e-16	**
Repetición	2	0	0	1,02e+00	0,3739	ns
Sustratos*Variedades	8	33,2	4,15	1,32e+29	< 2e-16	**
Error	28	0	0			

CV= 7,070e-14

Significativo * ($p < 0,0001$ y $> 0,05$) altamente significativo ** ($p < 0,0001$) no significativo ns ($p > 0,05$).

Realizado por: Infante, K, 2022.

El análisis de varianza para días a la germinación, en el caso de la luz natural, se observó que existió un efecto (diferencias significativas) de los cultivares y de los sustratos, debido a que los valores de p menores a 0,05; ($p < 0,05$).

Tabla 3-3: ANOVA días a la germinación respecto a la luz natural

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Sustratos	4	584	146	3,43e+31	< 2e-16	**
Variedades	2	337,6	168,8	3,96e+31	< 2e-16	**
Repetición	2	0	0	1,85e+00	0,176	ns
Sustratos*Variedades	8	984,4	123	2,89e+31	< 2e-16	**
Error	28	0	0			
CV= 2,693e-14						

Significativo * ($p < 0,0001$ y $> 0,05$) altamente significativo ** ($p < 0,0001$) no significativo ns ($p > 0,05$).

Realizado por: Infante, K, 2022.

En relación con los distintos ANOVAS (tablas 1-3, 2-3, 3-3) se realizó la prueba de tukey al 5% y mediante la separación de medias se determinó:

- Para la luz azul, los días a la germinación presentaron 4 grupos en los que se destaca que, el tratamiento que menos días demoró en la germinación fue la mezcla_sustratos_1 con el cultivar *13LR62100*; también se ubican la mezcla_sustratos_1 con el cultivar *Painita*; tierra negra con el cultivar *13LR62100*; tierra negra con el cultivar *Painita* y finalmente la turba rubia con el cultivar *Painita*, todas estas interacciones se demoraron 7 días promedio en germinar sus semillas, colocándolas en rango “a” y el tratamiento que más días demoró en la germinación de sus semillas fue la mezcla_sustratos_3 con el cultivar *Yolo wonder*, con un promedio de 11 días colocándolo en el rango “d” (gráfico 1-3 (A)).
- Para la luz roja, los días a la germinación presentaron 4 grupos en el cual, la mezcla_sustratos_3 con cultivar *Yolo wonder*, fue el tratamiento que más demoró en la germinación de sus semillas con un promedio de 12 días, colocándolo en el rango “d” y como en el caso de la luz azul en rango “a” comparten varias interacciones de sustratos con sus respectivas variedades de pimiento, con un promedio de 7 días (gráfico 1-3 (B)).
- En la luz natural, los días a la germinación presentaron 3 grupos en el cual, la mezcla_sustratos_1 con el cultivar *13LR62100* y mezcla_sustratos_2 con cultivar *Painita*, fueron los tratamientos que menos días demoraron en la germinación de las semillas, con un promedio de 11 días colocándolo en el rango “a”. En rango “c”, con una germinación de 19 días promedio tenemos la mezcla_sustratos_2 con el cultivar *Yolo wonder* (tabla 4-3).

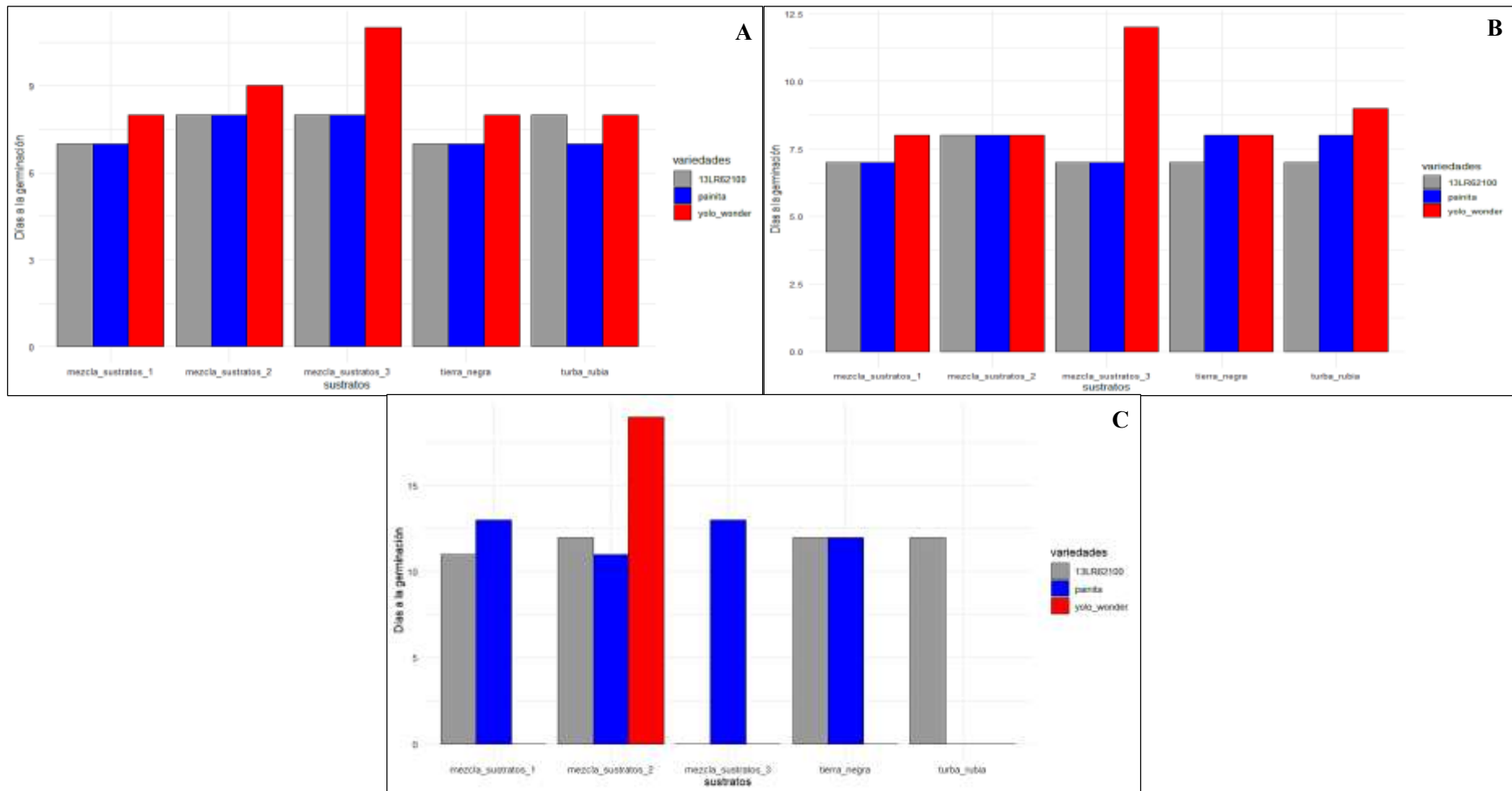


Gráfico 1-3. Días a la germinación de las semillas de pimiento (*Yolo wonder*, *13LR62100* y *Painita*) en relación a los sustratos y luz: (A). Azul (B). Roja (C). Natural

Realizado por: Infante, K, 2022.

En este caso existieron valores nulos, los cuales indicaron que no existió el proceso de germinación en esta intensidad de luz (gráfico 1-3 (C)).

Tabla 4-3: Días a la germinación sustratos x cultivares con las distintas intensidades de luz

Interacción Sustratos x Cultivares	Promedio días germinación		
	Azul	Roja	Natural
turba_rubia: painita	7 a	8 b	0
tierra_negra: painita	7 a	8 b	12 a
tierra_negra: 13LR62100	7 a	7 a	12 a
mezcla_sustratos_1: painita	7 a	7 a	13 b
mezcla_sustratos_1: 13LR62100	7 a	8 b	11 a
turba_rubia: yolo wonder	8 b	9 c	0
turba_rubia: 13LR62100	8 b	7 a	12 a
tierra_negra: yolo wonder	8 b	8 b	0
mezcla_sustratos_3: painita	8 b	7 a	13 b
mezcla_sustratos_3: 13LR62100	8 b	7 a	0
mezcla_sustratos_2: painita	8 b	8 b	11 a
mezcla_sustratos_2: 13LR62100	8 b	8 b	12 a
mezcla_sustratos_1: yolo wonder	8 b	8 b	0
mezcla_sustratos_2: yolo wonder	9 c	8 b	19 d
mezcla_sustratos_3: yolo wonder	11 d	12 d	0

Las interacciones con la misma letra no son significativamente diferentes.

Realizado por: Infante, K, 2022.

Analizando los promedios respectivos de los días a la germinación en las distintas intensidades de luz (tabla 4-3), podemos decir que; en el caso de la luz azul, el intervalo de tiempo que necesitó para que las semillas de pimiento de los distintos cultivares en sus respectivos sustratos fue de 7 a 11 días promedio, para la luz roja tenemos un intervalo de 7 a 12 días promedio y para la luz natural tenemos un intervalo de 11 a 19 días promedio, siendo esta intensidad de luz el tratamiento que más demoró en la germinación de las semillas de pimiento.

Con lo mencionado anteriormente Moreno et al., (2017, pp. 145-151) obtuvieron que; la germinación de las semillas de *Capsicum annuum l. var. Serrano* se dio en un rango de 6 a 12 días, empleando el led rojo (15 focos led de 6 W) y de 15 días empleando led blanco y azul (15 focos led de 6 W). Cabe mencionar que, en este experimento, las semillas de pimiento estuvieron colocadas en cámaras de germinación sometidas a periodos de luz de 11 h y 13 h de oscuridad en cada uno de los tratamientos empleados, con temperaturas de 24,4 °C y 35,8 °C. Estos resultados comparando con nuestro experimento, se tiene que hay cierta similitud en el caso de la intensidad de luz roja (630 nm) ya que se utilizó 2 led en forma de panel, cada uno de 20 W de potencia y difiere con el

de la luz azul (430 nm), debido a que se utilizó un panel de 50 W de potencia disminuyendo los días a la germinación para esta luz. En el caso de la luz natural, fue el tratamiento que más días demoró en la germinación, debido a la temperatura del ambiente que fue cambiante, mostrando que hubo influencia de los días a la germinación con los sustratos empleados.

Para explicar si hubo influencia de los distintos tipos de sustratos en las distintas intensidades de luz, Pérez (2014, p. 45) en su trabajo mezcló aserrín 60% con humus 40% y obtuvo que, las semillas de pimiento germinaron en un periodo de tiempo de 10 a 15 días y usando solamente humus de lombriz, estas semillas emergieron en un lapso de 18 a 20 días. La autora explica que el sustrato que demoró menos días en que sus semillas germinen, se debió a varios factores en los que se destaca: La temperatura, humedad, respiración aerobia, etc. Con estos datos podemos decir que; la mezcla de sustratos en condiciones óptimas ayuda a acelerar el proceso de emergencia de las semillas de pimiento y analizando los resultados obtenidos de la presente investigación, podemos decir que; las distintas intensidades de luz con los sustratos crearon condiciones óptimas para ayudar en el proceso de germinación, especialmente en los sustratos que pertenecieron al tratamiento con luz azul.

En el caso de la luz natural Montero (2015, p. 1-2) menciona que, las semillas de pimiento se demoran entre 7 a 10 días en germinar en condiciones idóneas, además que; hay que tomar en cuenta la época de siembra que condiciona el proceso de germinación por el clima, retrasando la germinación de estas semillas hasta un mes. Con lo mencionado anteriormente, en este experimento se eligió una época en el clima no era favorable para el proceso de germinación de estas semillas (9-18 °C).

3.2. Porcentaje de Germinación

En el caso de la variable porcentaje de germinación (gráfico 2-3), se detalla el total de semillas germinadas expresadas en porcentaje (%) de los distintos cultivares de pimiento de cada uno de los tratamientos, con las distintas intensidades de luz y sustratos que se llevó a cabo en la investigación.

El análisis de varianza para porcentaje de germinación, en el caso de la luz azul, se observó que existió un efecto (diferencias significativas) de los cultivares y de los sustratos, debido a que los valores de p fueron menores a 0,05; ($p < 0,05$).

Tabla 5-3: ANOVA porcentaje de germinación respecto a la luz azul

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Sustratos	4	11049	2762,3	353,28	< 2,2e-16	**
Variedades	2	488	244,1	31,21	7,45e-08	**
Repetición	2	181	90,4	11,56	0,000218	*
Sustratos*Variedades	8	6217	777,1	99,38	< 2,2e-16	**
Error	28	219	7,8			

CV= 6,241

Significativo * ($p < 0,0001$ y $> 0,05$) altamente significativo ** ($p < 0,0001$) no significativo ns ($p > 0,05$).

Realizado por: Infante, K, 2022.

El análisis de varianza para porcentaje de germinación, en el caso de la luz roja, se observó que existió un efecto (diferencias significativas) de los cultivares y de los sustratos, debido a que los valores de p fueron menores a 0,05; ($p < 0,05$).

Tabla 6-3: ANOVA porcentaje de germinación respecto a la luz roja

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Sustratos	4	13121,1	3280,3	3,32e+02	< 2,2e-16	**
Variedades	2	2982,4	1491,2	1,51e+02	1,01e-15	**
Repetición	2	18,7	9,3	9,45e-01	0,4006	ns
Sustratos*Variedades	8	1149,9	143,7	1,45e+01	3,99e-08	**
Error	28	276,8	9,9			

CV= 9,8001

Significativo * ($p < 0,0001$ y $> 0,05$) altamente significativo ** ($p < 0,0001$) no significativo ns ($p > 0,05$).

Realizado por: Infante, K, 2022.

El análisis de varianza para porcentaje de germinación, en el caso de la luz natural, se observó que existió un efecto (diferencias significativas) de los cultivares y de los sustratos, debido a que los valores de p fueron menores a 0,05; ($p < 0,05$).

Tabla 7-3: ANOVA porcentaje de germinación respecto a la luz natural

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Sustratos	4	360,06	90,016	1,98e+01	7,69e-08	**
Variedades	2	14,06	7,03	1,55e+00	0,2302	ns
Repetición	2	28,53	14,267	3,14e+00	0,0587	ns
Sustratos*Variedades	8	960,25	120,031	2,64e+01	4,28e-11	**
Error	28	127,11	4,54			

CV= 58,284

Significativo * ($p < 0,0001$ y $> 0,05$) altamente significativo ** ($p < 0,0001$) no significativo ns ($p > 0,05$).

Realizado por: Infante, K., 2022.

En relación con los distintos ANOVAS (tablas 5-3, 6-3 y 7-3) se realizó la prueba de tukey al 5% y mediante la separación de medias se determinó:

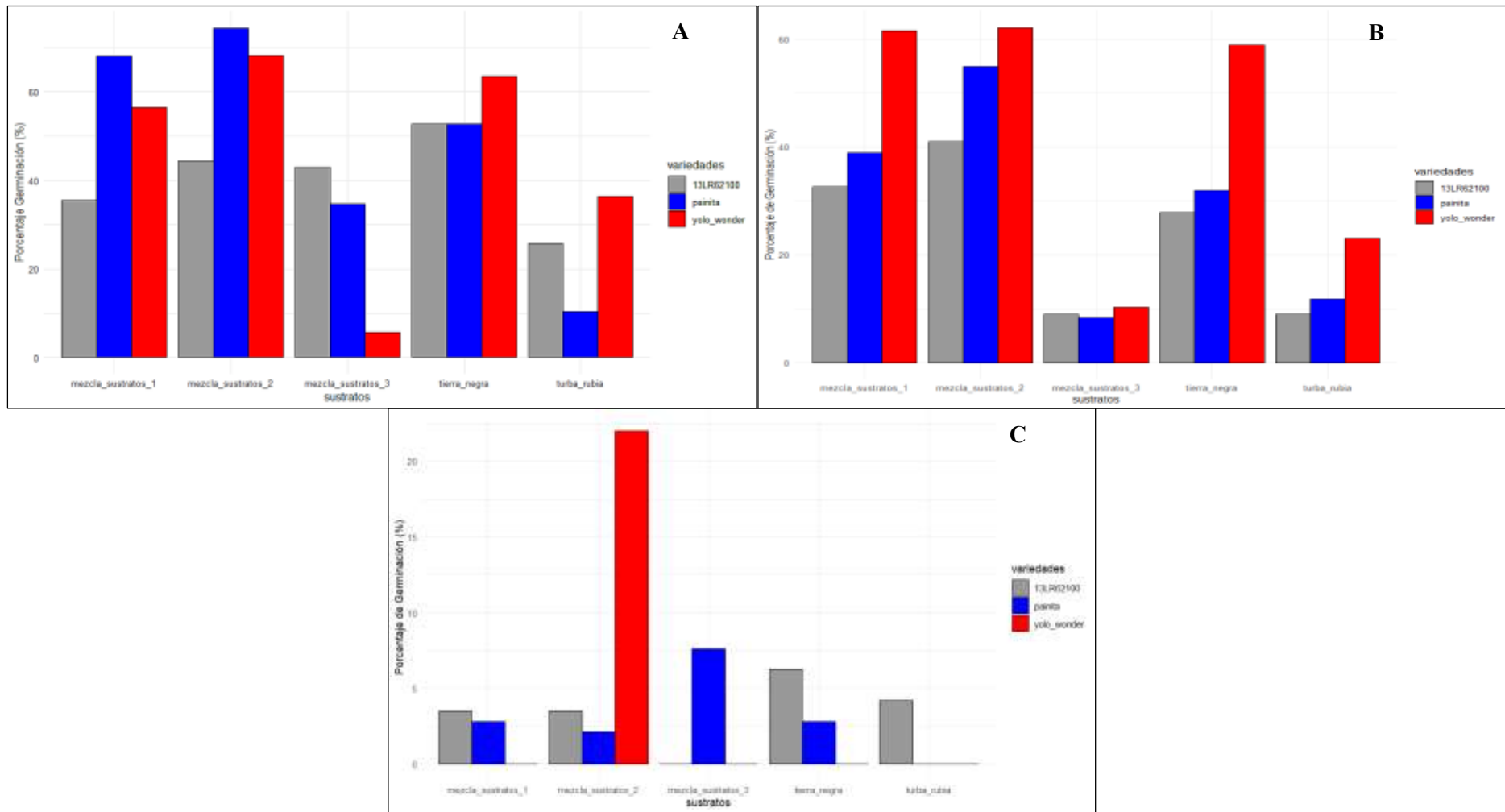


Gráfico 2-3. Porcentaje de germinación de pimienta (*Yolo wonder*, *13LR62100* y *Painita*) en relación a los sustratos y luz: (A). Azul (B). Roja (C). Natural
Realizado por: Infante, K, 2022.

- Para la luz azul, el porcentaje de germinación presentaron 10 grupos en los que se destaca que; la mezcla_sustratos_2 con el cultivar *Painita*, fue el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje de germinación con un 74,30 % colocándolo en el rango “a” y el tratamiento que obtuvo el menor porcentaje de germinación fue la mezcla_sustratos_3 con el cultivar *Yolo wonder* con 5,67% colocándolo en rango “i” (gráfico 2-3 (A)).
- Para la luz roja, el porcentaje de germinación presentaron 7 grupos en el cual, la mezcla_sustratos_2 con el cultivar *Yolo wonder*, fue el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje de germinación con un 62,066 % colocándolo en el rango “a” y el tratamiento que obtuvo el menor porcentaje de germinación fue la mezcla_sustratos_3 con *Painita*, con 8,33% colocándolo en rango “e” (gráfico 2-3 (B)).
- En el caso de la luz natural, el porcentaje de germinación presentaron 3 grupos en el cual, la mezcla_sustratos_2 con el cultivar *Yolo wonder*, fue el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje de germinación con un 22,03 % colocándolo en el rango “a” y el tratamiento que obtuvo el menor porcentaje de germinación fue la mezcla_sustratos_2 con *Painita* con 2,10% colocándolo en rango “bc” (tabla 8-3). En este caso existieron valores nulos, los cuales indicaron, que no existió el proceso de germinación en esta intensidad de luz y por ende no se evaluó el porcentaje de germinación en algunos tratamientos (gráfico 2-3 (C)).

Tabla 8-3: Porcentaje de germinación sustratos x cultivares con las distintas intensidades de luz

Interacción Sustratos x Cultivares	Promedio Porcentaje Germinación		
	Azul	Roja	Natural
mezcla_sustratos_2: yolo wonder	68,23 ab	62,07 a	22,03 a
mezcla_sustratos_3: painita	34,73 g	8,33 e	7,63 b
tierra negra: 13LR62100	52,77 de	27,80 cd	6,27 bc
turba rubia: 13LR62100	25,70 h	9 e	4,20 bc
mezcla_sustratos_1: 13LR62100	35,43 g	32,63 bc	3,50 bc
mezcla_sustratos_2: 13LR62100	44,47 ef	41 b	3,50 bc
mezcla_sustratos_1: painita	68,07 ab	38,90 b	2,80 bc
tierra_negra: painita	52,77 de	31,93 bcd	2,80 bc
mezcla_sustratos_2: painita	74,30 a	54,87 a	2,10 bc
mezcla_sustratos_1: yolo wonder	56,40 cd	61,53 a	0
mezcla_sustratos_3: 13LR62100	43,07 fg	9 e	0
mezcla_sustratos_3: yolo wonder	5,67 i	10,27 e	0
tierra_negra: yolo wonder	63,60 bc	58,97 a	0
turba rubia: painita	10,40 i	11,80 e	0
turba_rubia: yolo wonder	36,40 fg	23,07 d	0

Realizado por: Infante, K. 2022.

Analizando los promedios respectivos del porcentaje de germinación en las distintas intensidades de luz (tabla 8-3), podemos decir que; el mayor porcentaje de germinación lo alcanzó la luz azul con un 74,30 % de germinación, en la mezcla_sustratos_2 con el cultivar *Painita* y el que tuvo el menor porcentaje de germinación, fue el de la luz natural con 2,10 % de germinación en la mezcla_sustratos_2 con el cultivar *Painita*, en la luz roja hubo una germinación 62,07% siendo la máxima en este tipo de luz.

En base a los resultados obtenidos de la variable porcentaje de germinación, Valdés (2021, p. 1) menciona que; las semillas captan la luz azul para iniciar los procesos de germinación para llegar a brotar y si queremos potencializar este proceso, se recomienda utilizar un espectro similar a la luz solar con luz azul (35%), luz roja (25%), roja lejana (25%) y blanca (15%), con lo mencionado anteriormente, se podría explicar el bajo porcentaje de germinación de los tratamientos en las distintas intensidades de luz que fue menor al 90%.

En otras investigaciones como la de Paniagua et al., (2015, pp. 1-3), que trabajó con 3 tipos de luz: azul, rojo y verde, obtuvo que; el tratamiento con luz roja empleando 4 leds de alta intensidad de 5 W de potencia, fue el que presentó el mayor porcentaje de germinación en plántulas de *Brassica oleracea l* con un 90% de germinación, con una exposición de 12 horas y complementos de 3 y 6 horas con la luz blanca, le sigue la luz azul con un 85% de germinación, con 4 leds de alta intensidad y complementos de luz blanca de 3 y 6 horas y después tuvo un 82,5% de germinación con el led verde con las mismas especificaciones de los casos anteriores. Estos resultados comparados con la de esta investigación, difieren de cierta medida ya que aquí se trabajó con un solo tipo de luz, exponiendo a las semillas de pimiento en intervalos de 12 horas con su luz respectiva y 12 en oscuridad, con ello se obtuvo que; el mayor porcentaje de germinación se logró con la luz azul (430 nm) llegando a un máximo de 74, 30% en la mezcla_sustratos_2 con el cultivar *Painita*.

Para explicar el bajo porcentaje de germinación de la luz natural en los tratamientos (gráfico 2-3), Montero (2015, p. 1-2) citado anteriormente, menciona que; la temperatura del sustrato para que germinen estas semillas debe de ser cerca de los 26°C y sino estas pueden decaer en lugar de continuar con el proceso de germinación. Con esto que cita el autor y en base al experimento cabe mencionar que; la temperatura de la zona en los meses de Agosto – Octubre 2021 en el que se llevó a cabo la investigación eran de intervalos de 9°C a 18 °C, en la que se encontraban incluso precipitaciones, es por lo que, la temperatura ambiente influyó significativamente el proceso de germinación (WEATHER SPARK, 2021, p. 1).

En los gráficos (A) y (B) respectivamente (gráfico 2-3) se evidenció que; en los distintos tratamientos con el sustrato Compost (mezcla_sustratos_3) presentó bajos porcentajes de germinación ante esto, Ruiz (2012, p. 4) menciona que; el compost maduro debe de ser mezclado con otros sustratos en proporciones bajas hasta un 10% ya que, si sobrepasa este valor, el sustrato sufre compactación excesiva y por ende la semilla no germina. Mencionando esto, en la investigación se trabajó con porcentajes de Compost de 50 % específicamente en la mezcla_sustratos_3 es por lo que, el porcentaje de germinación en estos tratamientos fue bajo debido a que, con ese porcentaje de Compost, hubo una compactación excesiva impidiendo que llegue oxígeno a la semilla.

3.3. Días a la aparición de las hojas cotiledonales

En las presentes gráficas (gráfico 3-3) se muestran los días necesarios que transcurrieron desde que, las semillas de pimiento de los distintos cultivares y tratamientos fueron sembradas en los semilleros, hasta el momento de la aparición de las hojas cotiledonales de las plántulas en las distintas intensidades de luz (**Anexo F**).

El análisis de varianza para días a la aparición de las hojas cotiledonales, en el caso de la luz azul, se observó que existió un efecto (diferencias significativas) de los cultivares y de los sustratos, debido a que los valores de p fueron menores a 0,05; ($p < 0,05$).

Tabla 9-3: ANOVA días a la aparición de las hojas cotiledonales respecto a la luz azul

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Sustratos	4	28,755	7,188	16,469	4,77e-07	**
Variedades	2	16,044	8,022	18,378	7,99e-06	**
Repetición	2	4,444	2,222	5,090	0,013	*
Sustratos*Variedades	8	13,511	1,688	3,869	0,00351	*
Error	28	12,222	0,436			

CV= 3,586

Significativo * ($p < 0,0001$ y $> 0,05$) altamente significativo ** ($p < 0,0001$) no significativo ns ($p > 0,05$).

Realizado por: Infante, K, 2022.

El análisis de varianza para días a la aparición de las hojas cotiledonales, en el caso de la luz roja, se observó que existió un efecto (diferencias significativas) de los cultivares y de los sustratos, debido a que los valores de p fueron menores a 0,05; ($p < 0,05$).

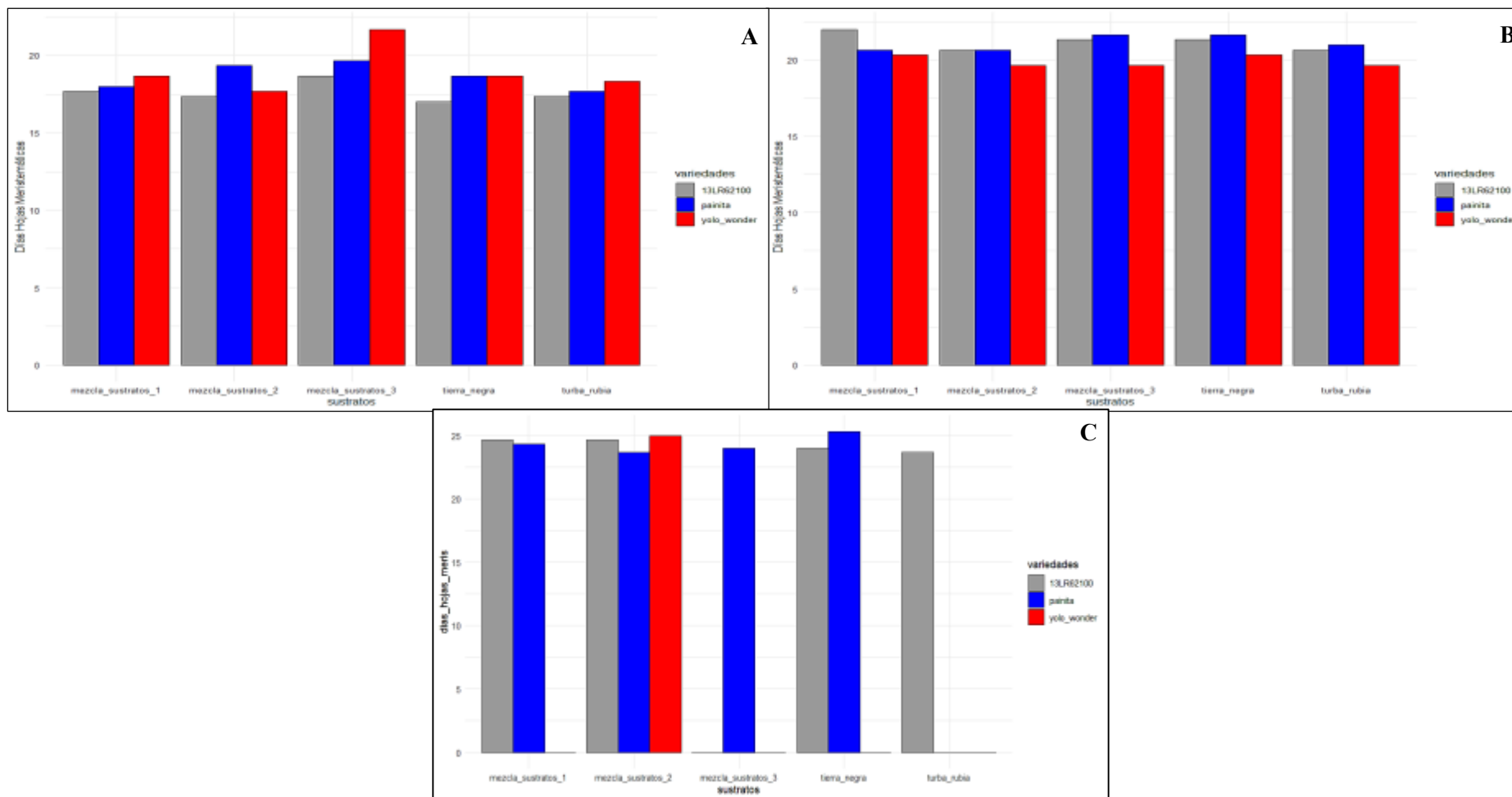


Gráfico 3-3. Días a la aparición de las hojas cotiledonales de pimiento (*Yolo wonder*, *13LR62100* y *Painita*) en relación a los sustratos y luz: (A). Azul (B). Roja (C).

Natural

Realizado por: Infante, K, 2022.

Tabla 10-3: ANOVA días a la aparición de las hojas cotiledonales respecto a la luz roja

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Sustratos	4	4,311	1,077	3,555	0,0182	*
Variedades	2	15,244	7,622	25,141	5,61e-07	**
Repetición	2	0,177	0,088	0,293	0,748	ns
Sustratos*Variedades	8	4,088	0,511	1,685	0,146	ns
Error	28	8,488	0,303			
CV= 2,653						

Significativo * ($p < 0,0001$ y $> 0,05$) altamente significativo ** ($p < 0,0001$) no significativo ns ($p > 0,05$).

Realizado por: Infante, K, 2022.

El análisis de varianza para días a la aparición de las hojas cotiledonales, en el caso de la luz natural, se observó que existió un efecto (diferencias significativas) de los cultivares y de los sustratos, debido a que los valores de p fueron menores a 0,05; ($p < 0,05$).

Tabla 11-3: ANOVA días a la aparición de las hojas cotiledonales respecto a la luz natural

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Sustratos	4	1727,24	431,81	4185,246	$< 2e-16$	**
Variedades	2	2083,24	1041,62	10095,723	$< 2e-16$	**
Repetición	2	1,11	0,56	5,384	0,0105	*
Sustratos*Variedades	8	2612,09	326,51	3164,646	$< 2e-16$	**
Error	28	2,89	0,10			
CV= 2,196						

Significativo * ($p < 0,0001$ y $> 0,05$) altamente significativo ** ($p < 0,0001$) no significativo ns ($p > 0,05$).

Realizado por: Infante, K, 2022.

En relación con los distintos ANOVAS (tablas 9-3, 10-3 y 11-3) se realizó la prueba de tukey al 5% mediante la separación de medias donde se determinó:

- Para la luz azul, los días a la aparición de las hojas cotiledonales presentaron 6 grupos en los que se destaca que; el tratamiento en el que menos días demoró en aparecer estas hojas fue en la tierra negra con el cultivar *13LR62100*, con 17 días promedio colocándolo en rango “a” y la mezcla_sustratos_3 con el cultivar *Yolo Wonder*, fue el tratamiento que más días demoró en aparecer estas hojas con 21,67 días promedio colocándolo en el rango “d” (gráfico 3-3 (A)).
- Para la luz roja, los días a la aparición de las hojas cotiledonales presentaron 5 grupos en los que se destaca que; el tratamiento en el que menos días demoró en aparecer estas hojas fue el de turba rubia con el cultivar *Yolo wonder*, con 19,67 días promedio colocándolo en rango “a” y la mezcla_sustratos_1 con el cultivar *13LR62100*, fue el tratamiento que más días

demoró en aparecer estas hojas con 22 días promedio colocándolo en el rango “c” (gráfico 3-3 (B)).

- Para la luz natural, los días a la aparición de las hojas cotiledonales presentaron 6 grupos en los que se destaca que; el tratamiento en el que menos días demoró en aparecer estas hojas fue el de turba rubia el cultivar *13LR62100*, con 23,67 días promedio colocándolo en rango “a” y el sustrato tierra negra con el cultivar *Painita*, fue el tratamiento que más días demoró en aparecer estas hojas con 25,33 días promedio colocándolo en el rango “d” (tabla 12-3). Cabe mencionar que en los otros tratamientos se presentaron valores nulos, lo que significó que no existió germinación en estos tratamientos (gráfico 3-3 (C)).

Tabla 12-3: Días a la aparición de las hojas cotiledonales de los respectivos sustratos x cultivares con las distintas intensidades de luz

Interacción Sustratos x Cultivares	Promedio aparición de las hojas cotiledonales		
	Azul	Roja	Natural
tierra negra: 13LR62100	17 a	21,33 bc	24 ab
turba rubia: 13LR62100	17,33 a	20,67 abc	23,67 a
mezcla_sustratos_2: 13LR62100	17,33 a	20,67 abc	24,67 bcd
turba_rubia: painita	17,67 b	21 abc	0
mezcla_sustratos_2: yolo wonder	17,67 b	19,67 a	25 cd
mezcla_sustratos_1: 13LR62100	17,67 b	22 c	24,67 bcd
mezcla_sustratos_1: painita	18 bc	20,67 abc	24,33 abc
turba_rubia: yolo wonder	18,33 bc	19,67 a	0
tierra_negra: yolo wonder	18,67 bc	20,33 ab	0
tierra_negra: painita	18,67 bc	21,67 bc	25,33 d
mezcla_sustratos_3: 13LR62100	18,67 bc	21,33 bc	0
mezcla_sustratos_1: yolo wonder	18,67 bc	20,33 ab	0
mezcla_sustratos_2: painita	19,33 bcd	20,67 abc	23,67 a
mezcla_sustratos_3: painita	19,67 cd	21,67 bc	24 ab
mezcla_sustratos_3: yolo wonder	21,67 d	19,67 a	0

Realizado por: Infante, K, 2022.

Al comparar los resultados obtenidos de los días a la aparición de las hojas cotiledonales en las distintas intensidades de luz (tabla 12-3) tenemos que, en la luz azul, estas hojas se demoraron en aparecer en un intervalo de 17 a 21,67 días promedio, en la luz roja aparecieron en un intervalo de 19,67 a 22 días promedio y en la luz natural, se demoraron en un intervalo de 23,67 a 25,33 días promedio en aparecer. Con lo mencionado anteriormente, tenemos que; la luz azul aceleró el apareamiento de las hojas cotiledonales del cultivar *13LR62100* en la tierra negra con 17 días promedio, destacándose del resto de las luces.

En base a los resultados obtenidos Fernández et al., (2017, pp. 62-64) mencionan que; el aparecimiento de las primeras hojas en plántulas de fréjol de distintas variedades se dio en intervalos de 11 a 16 días y en la variedad *Pompadour*, se dio en un intervalo de 12 a 20 días en condiciones de campo. Señalando que los factores que afectan a esta etapa son variados, en los que se destacan el genotipo, el clima, las condiciones de fertilidad del suelo, la luminosidad, etc., lo que causa la variación de las etapas de desarrollo de la planta.

Con lo manifestado anteriormente y comparando estos datos con la presente investigación, se visualizó que con la intensidad de luz azul (430 nm) el aparecimiento de las primeras hojas se dio en un intervalo de 17 a 19,67 días, llegando a un máximo de 21,67 días en el cultivar *Yolo wonder* con la mezcla_sustratos_3, cabe recalcar que; en este tratamiento se trabajó con un panel de luz led de 50 W de potencia y sumado a que las gavetas eran de plástico negro, la temperatura en este tratamiento, favoreció para el pronto aparecimiento de las primeras hojas de las plántulas de pimiento, en cambio con el panel de luz roja llegó a 40 W de potencia (630 nm), disminuyendo de cierta medida la temperatura de la gaveta de plástico y mostró un cierto retardo en el aparecimiento de estas hojas y en la luz natural (700 nm), el aparecimiento de estas hojas dependieron en sí de las condiciones climáticas de la zona e inclusive del genotipo de las semillas.

Por otra parte, Reche (2010, pp. 97-98) menciona que; a los 14 días se visualiza las hojas cotiledonales en pimiento dulce bajo invernadero en condiciones óptimas, es decir; con temperaturas de 22 a 26 °C y pueden existir variaciones a este dato cuando las temperaturas llegan a bajar de los 16 a 18 °C por la noche, si ocurre esto, las plantas de pimiento reducen sus funciones fisiológicas, es por lo que, la zona geográfica en donde se encuentran germinando estas semillas debe de ser idónea, además se debe tomar en cuenta si es verano o invierno y la variedad de las semillas. Además, menciona que; la luminosidad en niveles altos y continuos provocan la reducción del crecimiento de las hojas. Con lo mencionado anteriormente, en la investigación se trabajó con tiempos de luminosidad de 12 horas en el caso de la luz azul y roja mostrando que, la luz azul (430 nm) fue beneficiosa para el aparecimiento de las hojas meristemáticas llegando a 17 días en aparecer en la tierra negra, en cambio en la luz roja (630 nm) tardó 19,67 días en varios sustratos, mostrando que; en este tipo de luz hay que reducir las horas de luminosidad que se le dio a los tratamientos y en la luz natural, que fue el tratamiento que más demoró en aparecer las primeras hojas, se vio influenciado tanto por la luminosidad y la temperatura de la zona retardando el proceso.

3.4. Días a la aparición de las primeras hojas verdaderas

En el gráfico 4-3 se muestran los días necesarios que transcurrieron desde que las semillas de pimienta de las distintas variedades y tratamientos fueron sembradas en los semilleros hasta el momento de la aparición de las hojas verdaderas de las plántulas (**Anexo G**).

El análisis de varianza para días a la aparición de las primeras hojas verdaderas, para el caso de la luz azul, se observó que existió un efecto (diferencias significativas) de los cultivares y de los sustratos, debido a que los valores de p fueron menores a 0,05; ($p < 0,05$).

Tabla 13-3: ANOVA días a la aparición de las primeras hojas verdaderas respecto a la luz azul

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Sustratos	4	1,466	0,366	1,084	0,383	ns
Variedades	2	11,2	5,6	16,563	1,79e-05	**
Repetición	2	2,533	1,266	3,746	0,0361	*
Sustratos*Variedades	8	8,133	1,016	3,007	0,0144	*
Error	28	9,466	0,338			
CV= 1,501						

Significativo * ($p < 0,0001$ y $> 0,05$) altamente significativo ** ($p < 0,0001$) no significativo ns ($p > 0,05$).

Realizado por: Infante, K, 2022.

El análisis de varianza para días a la aparición de las primeras hojas verdaderas, en el caso de la luz roja, se observó que existió un efecto (diferencias significativas) de los cultivares y de los sustratos, debido a que los valores de p fueron menores a 0,05; ($p < 0,05$).

Tabla 14-3: ANOVA días a la aparición de las primeras hojas verdaderas respecto a la luz roja

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Sustratos	4	0,577	0,144	0,595	0,669	ns
Variedades	2	2,533	1,266	5,216	0,0118	*
Repetición	2	1,200	0,600	2,471	0,1027	ns
Sustratos*Variedades	8	5,688	0,711	2,928	0,017	*
Error	28	6,800	0,242			
CV= 0,967						

Significativo * ($p < 0,0001$ y $> 0,05$) altamente significativo ** ($p < 0,0001$) no significativo ns ($p > 0,05$).

Realizado por: Infante, K, 2022.

El análisis de varianza para días a la aparición de las primeras hojas verdaderas, en el caso de la luz natural, se observó que existió un efecto (diferencias significativas) de los cultivares y de los sustratos, debido a que los valores de p fueron menores a 0,05; ($p < 0,05$).

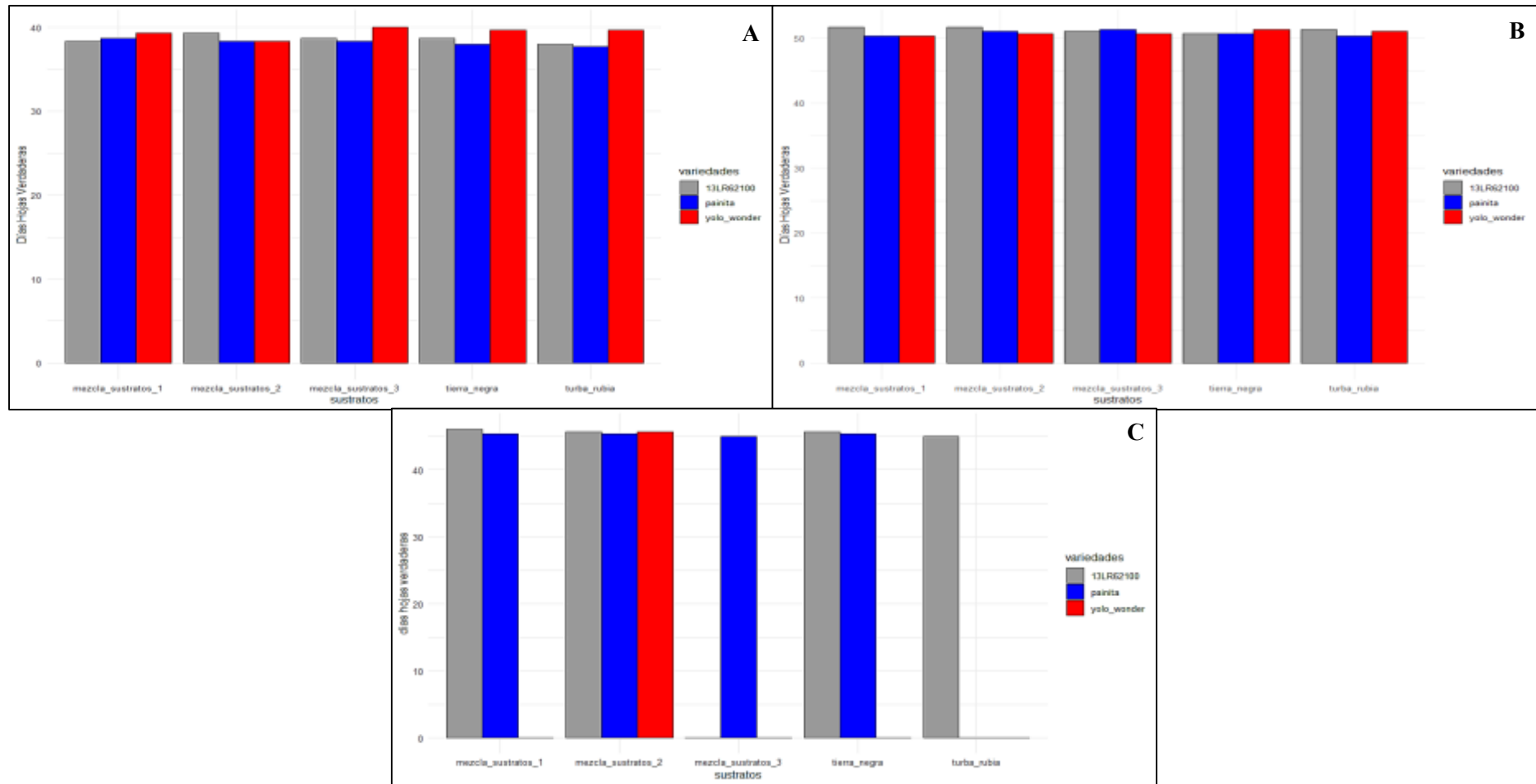


Gráfico 4-3. Días a la aparición de las hojas verdaderas de pimiento (*Yolo wonder*, *13LR62100* y *Painita*) en relación a los sustratos y luz: (A). Azul (B). Roja (C). Natural

Realizado por: Infante, K, 2022.

Tabla 15-3: ANOVA días a la aparición de las primeras hojas verdaderas respecto a la luz natural

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Sustratos	4	5894,4	1473,6	11461,246	< 2e-16	**
Variedades	2	7398,9	3699,5	28773,629	< 2e-16	**
Repetición	2	0,4	0,2	1,555	0,2288	ns
Sustratos*Variedades	8	9013,5	1126,7	8763,135	< 2e-16	**
Error	28	3,6	0,10			
CV= 1,315						

Significativo * ($p < 0,0001$ y $> 0,05$) altamente significativo ** ($p < 0,0001$) no significativo ns ($p > 0,05$).

Realizado por: Infante, K, 2022.

En relación con los distintos ANOVAS (tablas 13-3, 14-3 y 15-3) se realizó la prueba de tukey al 5% y mediante la separación de medias se determinó:

- Para la luz azul, los días a la aparición de las hojas verdaderas presentaron 5 grupos en los que se destaca que la turba rubia con el cultivar *Painita*, fue el tratamiento que menos días demoró en aparecer estas hojas con 37,67 días promedio, colocándolo en el rango “a” y el tratamiento en el que más días demoró en aparecer estas hojas fue en la mezcla_sustratos_3 con el cultivar *Yolo wonder* con 40 días promedio colocándolo en rango “c” (gráfico 4-3 (A)).
- Para la luz roja, los días a la aparición de las hojas verdaderas presentaron un solo grupo en los que se destaca que la turba rubia con el cultivar *Painita*, fue el tratamiento que menos días demoró en aparecer estas hojas con 50,33 días promedio, colocándolo en el rango “a” y el tratamiento en el que más días demoró en aparecer estas hojas fue el de mezcla_sustratos_1 y 2 con el cultivar *13LR62100* con 51,67 días promedio colocándolo en el mismo rango (gráfico 4-3 (B)).
- Para la luz natural, los días a la aparición de las hojas verdaderas presentaron un solo grupo en los que se destaca que la turba rubia con el cultivar *13LR62100*, fue el tratamiento que menos días demoró en aparecer estas hojas con 45 días promedio, colocándolo en el rango “a” y el tratamiento en el que más días demoró en aparecer estas hojas fue el de mezcla_sustratos_1 con el cultivar *13LR62100* con 46 días promedio, colocándolo en el mismo rango (tabla 16-3). Cabe mencionar que en los otros tratamientos se presentaron valores nulos, lo que significa que no existió germinación en estos tratamientos como en los casos anteriores (gráfico 4-3 (C)).

Tabla 16-3: Días a la aparición de las hojas verdaderas de los respectivos sustratos x cultivares con las distintas intensidades de luz

Interacción Sustratos x Cultivares	Promedio días aparición hojas verdaderas		
	Azul	Roja	Natural
turba rubia: painita	37,67 a	50,33 a	0
turba rubia: 13LR62100	38 ab	51,33 a	45 a
tierra_negra: painita	38 ab	50,67 a	45,33 a
mezcla_sustratos_3: painita	38,33 abc	51,33 a	45 a
mezcla_sustratos_2: yolo wonder	38,33 abc	50,67 a	45,67 a
mezcla_sustratos_2: painita	38,33 abc	51 a	45,33 a
mezcla_sustratos_1: 13LR62100	38,33 abc	51,67 a	46 a
tierra_negra: 13LR62100	38,67 abc	50,67 a	45,67 a
mezcla_sustratos_3: 13LR62100	38,67 abc	51 a	0
mezcla_sustratos_1: painita	38,67 abc	50,33 a	45,33 a
mezcla_sustratos_2: 13LR62100	39,33 abc	51,67 a	45,67 a
mezcla_sustratos_1: yolo wonder	39,33 abc	50,33 a	0
turba rubia: yolo wonder	39,67 bc	51 a	0
tierra negra: yolo wonder	39,67 bc	51,33 a	0
mezcla_sustratos_3: yolo wonder	40 c	50,67 a	0

Realizado por: Infante, K, 2022.

En relación con los resultados obtenidos para la variable días a la aparición de las hojas verdaderas (tabla 16-3) tenemos que, en la intensidad de luz azul las hojas verdaderas fueron las que menos días tomaron en aparecer llegando a un máximo de 40 días, después le sigue la de la luz natural con su poco porcentaje de germinación con un máximo de 46 días en aparecer estas hojas y en cambio, la de luz roja fue el tratamiento que más tardó en aparecer estas hojas llegando a un máximo de 51, 67 días en aparecer.

En base a los resultados obtenidos para esta variable, Buñay (2017, pp. 26-29) obtuvo como resultado que, el apareamiento de las primeras hojas verdaderas ocurre a partir de los 25 días, desde la siembra de las semillas de pimiento variedad *verde* bajo las condiciones climáticas del cantón Antonio Elizalde en la provincia del Guayas, las cuales fueron: Temperatura media de 24.7 °C, 77,40% de humedad y 6,42 mm de precipitación, estas condiciones climáticas fueron las más favorables para el establecimiento del cultivo como señalan varios autores citados anteriormente. Comparando estos datos con la investigación los resultados que se obtuvieron (tabla 16-3) varían en gran medida, ya que, las plántulas de los distintos tratamientos con respecto a la luz azul (430 nm) y roja (630 nm), la temperatura en las gavetas no alcanzaba los 24.7 °C para ambos casos, debido a las condiciones climáticas del lugar en donde se llevó la presente investigación las cuales fueron: Temperatura de 14 °C, precipitación de 561 mm/año y una humedad relativa: 68,9 % estos datos inclusive afectaron a las plántulas de la luz natural que en sí dependieron de las condiciones ambientales del lugar (CLIMATE-DATA.ORG, 2021, p. 1).

Por el contrario, Chen (2016, pp. 2-3) menciona que, la luz azul ayuda a la germinación de las semillas, estimula el crecimiento vegetativo y a la aparición de las hojas, ayudando al proceso fotosintético que es favorable en este tipo de luz; en cambio, la luz roja ayuda en la regulación del florecimiento y a la producción de frutos. Con lo mencionado anteriormente, en la investigación se obtuvo que, la luz azul (430 nm) promovió el apareamiento de las hojas verdaderas ayudando en los procesos fisiológicos de la planta en este aspecto, en cambio para la luz roja (630 nm) se observó que fue el tratamiento que más demoró en aparecer estas hojas, incluso más que en la natural ya que este tipo de luz ayuda a otras funciones de la planta específicamente en la floración y fructificación, es por lo que, el apareamiento de las hojas en esta luz fue un proceso retardado, además hay que sumarle las condiciones climáticas del lugar que también influyeron en la evaluación de esta variable.

Por su parte, Moreno *et al.*, (2017, pp. 145-151) citado anteriormente menciona que, las plantas tienen una forma diferente de responder a la luz visible en longitudes de onda específicas, es por lo que; debido a esto los tratamientos de luz azul, roja y natural en sus distintas interacciones (variedades x sustratos) se vieron influenciados tanto en su crecimiento y morfología, provocando algún tipo de retardo en este proceso ya que, el apareamiento de las hojas verdaderas va a ser más temprano en condiciones óptimas de humedad, temperatura y luminosidad adecuadas para este cultivo.

3.5. Altura de la planta

Se evaluó la altura que alcanzaron las plántulas a los 30, 45 y 70 días en las distintas intensidades de luz y diferentes tipos de sustratos (gráfico 5-3), el promedio de la altura de las plántulas dependió en sí del % de emergencia de las plántulas del semillero con los tratamientos respectivos (**Anexo H**). Cabe mencionar que el análisis de varianza para la variable altura de la planta se la realizó únicamente a los 70 días ya que, en sí, la altura final de un experimento es la variable más evaluada y por ende mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos.

El análisis de varianza para altura de la planta a los 70 días, en el caso de la luz azul, se observó que existió un efecto (diferencias significativas) de los cultivares y de los sustratos, debido a que los valores de p fueron menores a 0,05; ($p < 0,05$).

Tabla 17-3: ANOVA altura de las plantas a los 70 días respecto a la luz azul

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Sustratos	4	29,53	7,382	23,734	1,19e-08	**
Variedades	2	3,145	1,573	5,056	0,0134	*
Repetición	2	0,537	0,269	0,864	0,4325	ns

Sustratos*Variedades	8	10,35	1,294	4,159	0,0022	*
Error	28	8,709	0,311			

CV= 8,733

Significativo * ($p < 0,0001$ y $> 0,05$) altamente significativo ** ($p < 0,0001$) no significativo ns ($p > 0,05$).

Realizado por: Infante, K, 2022.

El análisis de varianza para altura de la planta a los 70 días, en el caso de la luz roja, se observó que existió un efecto (diferencias significativas) de los cultivares y de los sustratos, debido a que los valores de p fueron menores a 0,05; ($p < 0,05$).

Tabla 18-3: ANOVA altura de las plantas a los 70 días respecto a la luz roja

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Sustratos	4	0,804	0,201	1,597	0,203	ns
Variedades	2	0,868	0,434	3,451	0,045	*
Repetición	2	0,005	0,003	0,021	0,970	ns
Sustratos*Variedades	8	0,830	0,104	0,825	0,588	ns
Error	28	3,521	0,126			

CV= 8,925

Significativo * ($p < 0,0001$ y $> 0,05$) altamente significativo ** ($p < 0,0001$) no significativo ns ($p > 0,05$).

Realizado por: Infante, K, 2022.

El análisis de varianza para altura de la planta a los 70 días, en el caso de la luz natural, se observó que existió un efecto (diferencias significativas) de los cultivares y de los sustratos, debido a que los valores de p fueron menores a 0,05; ($p < 0,05$).

Tabla 19-3: ANOVA altura de las plantas a los 70 días respecto a la luz natural

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Sustratos	4	49,96	12,491	120,22	$< 2e-16$	**
Variedades	2	60,52	30,259	291,21	$< 2e-16$	**
Repetición	2	0,02	0,009	0,083	0,92	ns
Sustratos*Variedades	8	76,38	9,548	91,88	$< 2e-16$	**
Error	28	2,91	0,10			

CV= 12,928

Significativo * ($p < 0,0001$ y $> 0,05$) altamente significativo ** ($p < 0,0001$) no significativo ns ($p > 0,05$).

Realizado por: Infante, K, 2022.

En relación con los distintos ANOVAS (tablas 17-3, 18-3 y 19-3) se realizó la prueba de tukey al 5% y mediante la separación de medias se determinó:

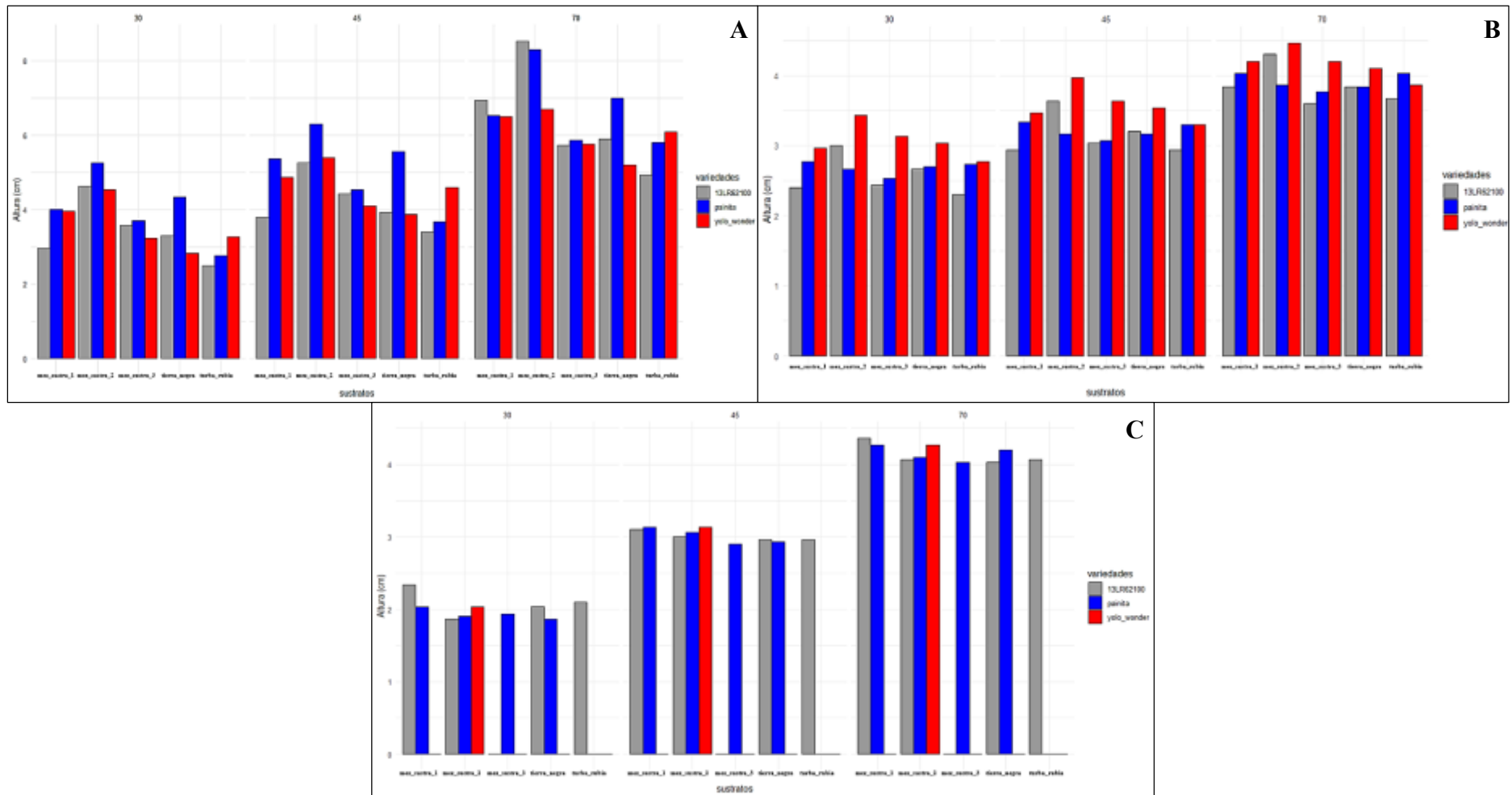


Gráfico 5-3. Altura plántulas de pimiento (*Yolo wonder*, *13LR62100* y *Painita*) a los 30, 45 y 70 días en relación a los sustratos y luz: (A). Azul (B). Roja (C). Natural

Realizado por: Infante, K, 2022.

- Para la luz azul, la altura de la planta a los 70 días presentaron 7 grupos en los que se destaca que, la mezcla_sustratos_2 con el cultivar *13LR62100*, fue el tratamiento que más altura tuvo en sus plántulas con 8,53 cm, colocándolo en el rango “a” y el tratamiento que menos altura tuvo en sus plántulas fue el de la turba rubia con el cultivar *13LR62100* con 4,93 cm colocándolo en rango “c” (gráfico 5-3 (A)).
- Para la luz roja, la altura de la planta a los 70 días presentaron un solo grupo en los que se destaca que, la mezcla_sustratos_2 con el cultivar *yolo wonder*, fue el tratamiento que más altura tuvo en sus plántulas con 4,47 cm, colocándolo en el rango “a” y el tratamiento que menos altura tuvo en sus plántulas fue el de la mezcla_sustratos_3 el cultivar *13LR62100* con 3,60 cm colocándolo en el mismo rango (gráfico 5-3 (B)).
- Para la luz natural, la altura de la planta a los 70 días presentaron un solo grupo en los que se destaca que, la mezcla_sustratos_1 con el cultivar *13LR62100*, fue el tratamiento que más altura tuvo en sus plántulas con 4,37 cm colocándolo en el rango “a” y el tratamiento que menos altura tuvo en sus plántulas fue el de tierra negra con *13LR62100* con 4,03 cm, colocándolo en el mismo rango (tabla 20-3). Cabe mencionar que; en los otros tratamientos se presentaron valores nulos lo que significa que no existió germinación en estos tratamientos como en los casos anteriores (gráfico 5-3 (C)).

Tabla 20-3: Altura de las plántulas a los 70 días de los respectivos sustratos x cultivares con las distintas intensidades de luz

Interacción Sustratos x Cultivares	Promedio altura de las plántulas (cm) a los 70 días		
	Azul	Roja	Natural
mezcla_sustratos_2: 13LR62100	8,53 a	4,30 a	4,07 a
mezcla_sustratos_2: painita	8,30 ab	3,87 a	4,10 a
tierra_negra: painita	7 abc	3,83 a	4,20 a
mezcla_sustratos_1: 13LR62100	6,93 abc	3,83 a	4,37 a
mezcla_sustratos_2: yolo wonder	6,70 bcd	4,47 a	4,27 a
mezcla_sustratos_1: painita	6,53 cde	4,03 a	4,27 a
mezcla_sustratos_1: yolo wonder	6,50 cde	4,20 a	0
turba rubia: yolo wonder	6,10 cde	3,87 a	0
tierra_negra: 13LR62100	5,90 cde	3,83 a	4,03 a
mezcla_sustratos_3: painita	5,87 cde	3,77 a	4,03 a
turba rubia: painita	5,80 cde	4,03 a	0
mezcla_sustratos_3: yolo wonder	5,77 cde	4,20 a	0
mezcla_sustratos_3: 13LR62100	5,73 cde	3,60 a	0
tierra_negra: yolo wonder	5,20 de	4,10 a	0
turba rubia: 13LR62100	4,93 e	3,67 a	4,07 a

Realizado por: Infante, K, 2022.

Al analizar los resultados obtenidos para la variable altura de la planta a los 70 días (tabla 20-3) tenemos que, la intensidad de luz azul fue el tratamiento en el que se presentaron las mejores alturas promedios con respecto al resto de las luces llegando a un mínimo de 4,93 cm, en segundo lugar se ubican las alturas presentadas en la luz natural llegando a un mínimo de 4,03 cm y finalmente, el tratamiento con la luz roja fue el que presentó las más bajas alturas llegando a un mínimo de 3,60 cm en una de sus interacciones mostrando que en sí; el efecto de la luz y sus respectivos sustratos tuvo impacto en esta variable.

Con respecto a estos resultados obtenidos, González (2019, pp. 8-17) trabajó con tres distintas intensidades de luz (rojo, azul y verde) en una sola cabina separada respectivamente para cada luz, en este lugar se colocaron 16 macetas que contenían semillas de *Amaranthus caudatus* y sustrato donado del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, las cuales fueron colocadas en cada división de la cabina, aquí se instalaron 10 luces led de 12 voltios de distintas intensidades, las cuales estuvieron colocadas a 14 cm de cada maceta y con una exposición de luminosidad de 12 horas para cada una, estas luces se encendían a las 6 am y se apagaban a las 6 pm. Con lo mencionado, la autora obtuvo que; el tratamiento en el que se empleó la luz azul fue el que mejor respondió al momento de evaluar la altura de estas plantas, ya que, las mismas alcanzaron una media de 14,1 cm de altura, también se evaluó el efecto con la luz verde en el que se obtuvo una media de 7,6 cm y finalmente para la luz roja se obtuvo una media de 3,6 cm en el que la autora explica que, este tipo de luz no influyó de manera significativa en las plantas de *Amaranthus caudatus*.

Con lo mencionado anteriormente y comparando con los resultados de la presente investigación se observa que existe cierta similitud de resultados, ya que con la luz azul (430 nm) de 50 watts de potencia se obtuvo que, las plántulas de pimiento de las distintas variedades presentaron rangos de altura superiores a los de la luz roja y natural llegando a una media de 8,53 cm de altura en una de sus interacciones (tabla 20-3), y del mismo modo, en el caso de la luz roja (630 nm) se observa que no existió influencia de este tipo de luz en el crecimiento y por ende en la altura de las plántulas de pimiento. Con respecto a la luz natural (700 nm) se obtuvo que, las plántulas en este tratamiento no tuvieron alturas inferiores a los 4 cm ni superiores a los 5cm, en el que en si el espectro de luz visible en este tipo de luz junto con los sustratos tuvo influencia en este tratamiento.

Para explicar si existió influencia del sustrato en el experimento planteado, se hace mención de Ortega *et al.*, (2010, p. 368-369) mencionado anteriormente, donde obtuvieron que, en plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* MILL) cuando evaluaron el efecto de 5 distintos tipos de sustratos dando como resultado que, a los 30 días después de la siembra, el mayor crecimiento de

plántulas de tomate fue del tratamiento compuesto de lombricomposta con 17 cm, seguidamente de la turba con 15 cm y del aserrín con 12 cm, aclarando que; estos sustratos poseen la cantidad de nutrientes suficientes que favorecieron el crecimiento y desarrollo de la planta. Mencionando esto y en base a nuestro experimento, notamos que; los tratamientos en los cuales hay presencia de humus de lombriz (mezcla_sustratos_1 y 2) en las distintas intensidades de luz, el crecimiento de las plántulas sobresalió del resto de los sustratos, mostrando que junto a las intensidades de luz estos dos parámetros influyeron considerablemente en la evaluación de esta variable.

3.6. Diámetro del tallo

En esta variable se muestra el promedio del diámetro del tallo de las plántulas de pimiento (gráfico 6-3) a los 70 días en las distintas intensidades de luz y diferentes tipos de sustratos (**Anexo H**).

El análisis de varianza para diámetro del tallo, en el caso de la luz azul, se observó que existió un efecto (diferencias significativas) de los cultivares y de los sustratos, debido a que los valores de p fueron menores a 0,05; ($p < 0,05$).

Tabla 21-3: ANOVA diámetro del tallo de las plántulas respecto a la luz azul

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Sustratos	4	0,00444	0,00111	2,791	0,045	*
Variedades	2	0,00676	0,00338	8,490	0,00131	*
Repetición	2	0,00052	0,00026	0,653	0,52817	ns
Sustratos*Variedades	8	0,00712	0,00089	2,238	0,05489	ns
Error	28	0,011146	0,000398			

CV= 12,735

Significativo * ($p < 0,0001$ y $> 0,05$) altamente significativo ** ($p < 0,0001$) no significativo ns ($p > 0,05$).

Realizado por: Infante, K, 2022.

El análisis de varianza para diámetro del tallo, en el caso de la luz roja, se observó que no existió un efecto (diferencias significativas) de los cultivares y de los sustratos, debido a que los valores de p fueron mayores a 0,05; ($p < 0,05$).

Tabla 22-3: ANOVA diámetro del tallo de las plántulas respecto a la luz roja

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Sustratos	4	0,0028	0,0007	1,944	0,1308	ns
Variedades	2	0,0022	0,0011	3,051	0,0633	ns
Repetición	2	0,00028	0,00014	0,394	0,6783	ns
Sustratos*Variedades	8	0,00635	0,00079	2,198	0,059	ns
Error	28	0,010	0,00036			

CV= 13,885

Significativo * ($p < 0,0001$ y $> 0,05$) altamente significativo ** ($p < 0,0001$) no significativo ns ($p > 0,05$).

Realizado por: Infante, K, 2022.

El análisis de varianza para diámetro del tallo, en el caso de la luz natural, se observó que existió un efecto (diferencias significativas) de los cultivares y de los sustratos, debido a que los valores de p fueron menores a 0,05; ($p < 0,05$).

Tabla 23-3: ANOVA diámetro del tallo de las plántulas respecto a la luz natural

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Sustratos	4	0,0980	0,0245	113,413	$< 2e-16$	**
Variedades	2	0,15137	0,07568	350,092	$< 2e-16$	**
Repetición	2	0,00028	0,00014	0,6476	0,531	ns
Sustratos*Variedades	8	0,17613	0,02201	101,841	$< 2e-16$	**
Error	28	0,00605	0,000216			
CV= 12,390						

Significativo * ($p < 0,0001$ y $> 0,05$) altamente significativo ** ($p < 0,0001$) no significativo ns ($p > 0,05$).

Realizado por: Infante, K, 2022.

En relación con los distintos ANOVAS (tablas 21-3, 22-3 y 23-3) se realizó la prueba de tukey al 5% y mediante la separación de medias se determinó:

- Para la luz azul, el diámetro del tallo de las plántulas presentaron 3 grupos en los que se destaca que, la mezcla_sustratos_1 con el cultivar *13LR62100*, fue el tratamiento que tuvo el mayor diámetro de su tallo con un promedio de 0,193 cm, colocándolo en el rango “a” y el tratamiento que tuvo el menor diámetro fue el de la mezcla_sustratos_1 con el cultivar *Painita*, con un promedio de 0,126 cm colocándolo en rango “b” (gráfico 6-3 (A)).
- Para la luz roja, el diámetro del tallo de las plántulas presentaron un solo grupo en los que se destaca que, la mezcla_sustratos_1 con el cultivar *Yolo wonder*, fue el tratamiento que tuvo el mayor diámetro de su tallo con un promedio de 0,166 cm, colocándolo en el rango “a” y el tratamiento que tuvo el menor diámetro fue el de la mezcla_sustratos_3 con el cultivar *13LR62100*, con un promedio de 0,11 cm colocándolo en el mismo rango (gráfico 6-3 (B)).
- Para la luz natural, el diámetro del tallo de las plántulas presentaron un solo grupo en los que se destaca que, la tierra negra con el cultivar *13LR62100*, fue el tratamiento que tuvo el mayor diámetro de su tallo con un promedio de 0,22 cm, colocándolo en el rango “a” y el tratamiento que tuvo el menor diámetro fue el de la mezcla_sustratos_2 con la variedad *Yolo Wonder*, con un promedio de 0,183 cm colocándolo en el mismo rango (tabla 24-3).

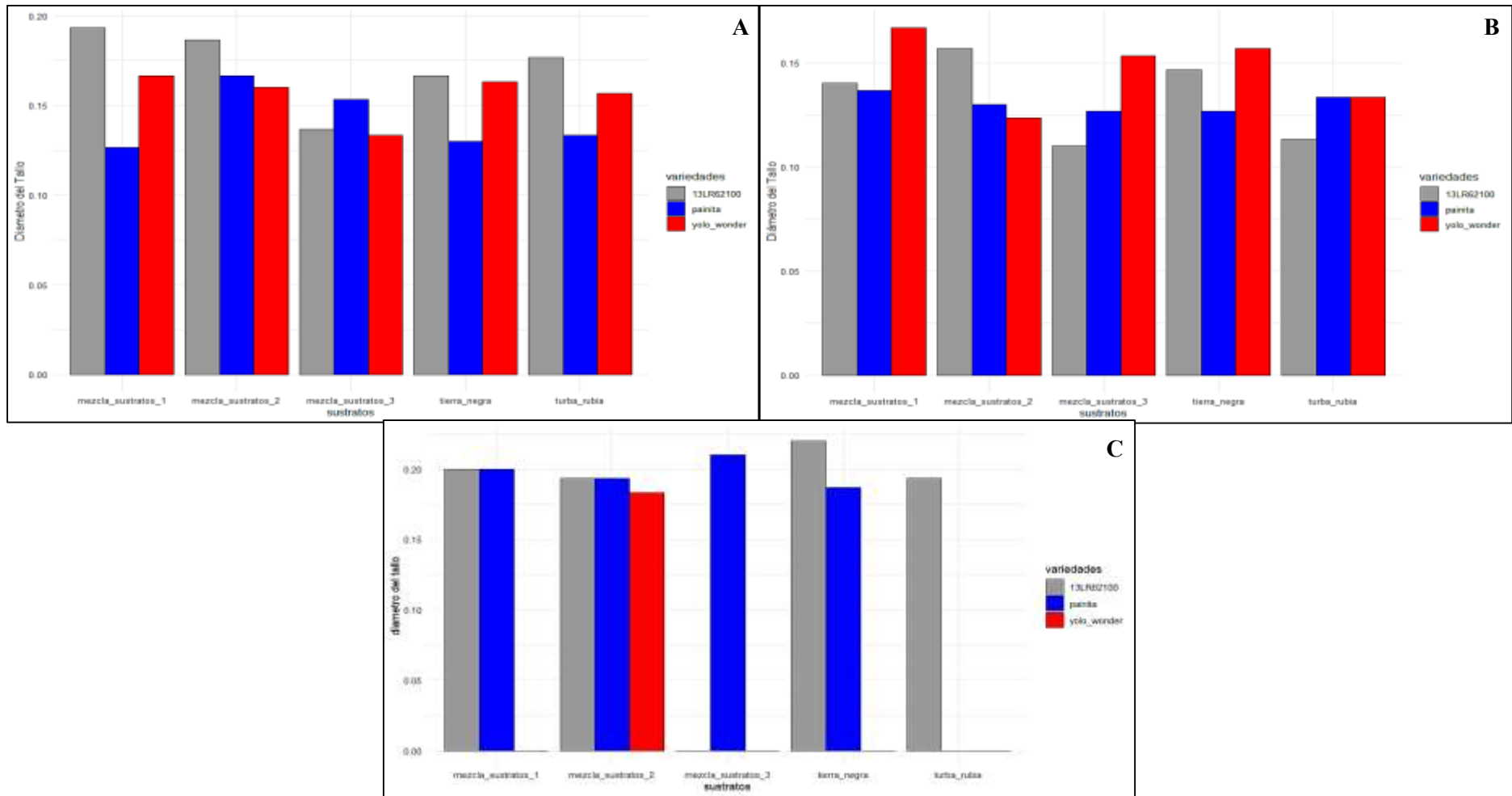


Gráfico 6-3. Diámetro del tallo de las plántulas de pimienta (*Yolo wonder*, *13LR62100* y *Painita*) en relación a los sustratos y luz: (A). Azul (B). Roja (C). Natural

Realizado por: Infante, K, 2022.

Cabe mencionar que, los otros tratamientos presentaron valores nulos lo que significa que no existió germinación en estos tratamientos como en los casos anteriores (gráfico 6-3 (C)).

Tabla 24-3: Diámetro del tallo a los 70 días de los respectivos sustratos x cultivares con las distintas intensidades de luz

Interacción Sustratos x Cultivares	Promedio diámetro del tallo (cm) a los 70 días		
	Azul	Roja	Natural
mezcla_sustratos_1: 13LR62100	0,193 a	0,14 a	0,20 a
mezcla_sustratos_2: 13LR62100	0,186 ab	0,156 a	0,193 a
turba rubia: 13LR62100	0,176 ab	0,113 a	0,193 a
mezcla_sustratos_1: yolo wonder	0,166 ab	0,166 a	0
mezcla_sustratos_2: painita	0,166 ab	0,13 a	0,193 a
tierra_negra: 13LR62100	0,166 ab	0,146 a	0,22 a
tierra_negra: yolo wonder	0,163 ab	0,156 a	0
mezcla_sustratos_2: yolo wonder	0,16 ab	0,123 a	0,183 a
turba rubia: yolo wonder	0,156 ab	0,133 a	0
mezcla_sustratos_3: painita	0,153 ab	0,126 a	0,21 a
mezcla_sustratos_3: 13LR62100	0,136 ab	0,11 a	0
mezcla_sustratos_3: yolo wonder	0,133 ab	0,153 a	0
turba rubia: painita	0,133 ab	0,133 a	0
tierra negra: painita	0,13 b	0,126 a	0,186 a
mezcla_sustratos_1: painita	0,126 b	0,136 a	0,20 a

Realizado por: Infante, K, 2022.

En relación con los resultados obtenidos para la variable diámetro del tallo de las plántulas (tabla 24-3) tenemos que, en la luz natural con la poca germinación que presentó, tuvo el mayor diámetro del tallo de sus plántulas, en la interacción tierra negra con el cultivar de pimiento 13LR62100 con 0,22 cm llegando a un mínimo de 0,183 cm, lo que no ocurre con los demás tratamientos con sus respectivas luces llegando a un máximo 0,193 cm de diámetro de su tallo en la luz azul.

Al respecto Flores *et al.*, (2021, pp. 13-20) cuando trabajaron con 5 combinaciones de distintas intensidades de luz (diodos emisores de luz led de 200 W de potencia) obtuvieron como resultado que, combinando las luces led roja y azul en proporción 80:20 respectivamente, obtuvieron el mayor diámetro con 10,5 mm en tallos de *Lilium spp.* “Corcava”, con un periodo de radiación fotosintética de 14 horas, siguiéndole el testigo con luz blanca al 100% con 9,7 mm de diámetro en el tallo, con el mismo fotoperiodo que en el caso anterior, además cabe mencionar que en este experimento se utilizó una solución nutritiva con las siguientes características: 75% (NO_3^- , H_2PO_4^- , SO_4 , K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} , con una concentración de 9, 1, 5, 5, 7 y 3 meq L^{-1} durante todo el ciclo del cultivo. Con lo mencionado anteriormente y comparado con la presente investigación, en los casos de luz azul (430 nm) y roja (630 nm), notamos una cierta diferencia estadística entre tratamientos al evaluar la variable diámetro del tallo, siendo mejor las plántulas sometidas a luz

azul con 50 W de potencia y con una disponibilidad de luz de 12 horas. En el caso de la luz natural (700 nm) fue el tratamiento que presentó los mayores diámetros en los tallos de las plántulas de pimiento, para este resultado se puede explicar qué; en este tipo de luz existió diferencias en las horas de luminosidad que recibieron las plántulas en este tratamiento, lo que ayudó favorablemente para la evaluación de esta variable, además hay que tomar en cuenta que, las plántulas se desarrollaron en condiciones poco favorables en este tratamiento, con lo que el vigor de las semillas es otro factor a considerar.

Para explicar si los sustratos empleados en las distintas intensidades de luz tuvieron influencia en la variable diámetro del tallo, Ortega *et al.*, (2010, p. 368-369) en sus resultados obtuvieron que, el sustrato compuesto por lombricomposta es el que tuvo las más altas mediciones en plantas de tomate llegando a 6 mm de diámetro, debido a su alto aporte nutricional y a sus propiedades físicas que favorecieron el desarrollo de las plántulas y que los demás tratamientos (Turba, Aserrín, Suelo Agrícola y cascara de cacahuete) manifestaron un comportamiento estadístico similar según explica el autor. Con lo mencionado anteriormente podemos notar que, en la presente investigación, aquellos sustratos en los que se encuentra el humus de lombriz son los que tienen el mayor diámetro de tallo obteniendo valores de 19 mm en la luz azul (430 nm), 14 mm en la luz roja (630 nm) y de 22 mm en la luz natural, esto se debió a que se realizaron mezclas de sustratos dándole propiedades físicas diferentes lo que ayudaron en la evaluación de esta variable.

3.7. Peso fresco de las plántulas

El peso fresco de las plántulas se obtuvo dividiendo la parte aérea de las mismas de su parte radicular, que posteriormente fueron pesadas por separado con la ayuda de la balanza analítica. Los resultados de esta variable se colocaron en gráficos comparativos (gráfico 7-3), aclarando que solamente se pesaron plántulas de la intensidad de luz azul y roja, cabe mencionar que; en la luz natural debido a su bajo porcentaje de germinación, no cumplió con los requisitos necesarios para que sea tomado a consideración la medición en peso fresco de estas plántulas (**Anexo I**).

El análisis de varianza para peso fresco de las plántulas, en el caso de la luz azul, se observó que existió un efecto (diferencias significativas) de los cultivares y de los sustratos, debido a que los valores de *p* fueron menores a 0,05; ($p < 0,05$).

Tabla 25-3: ANOVA peso fresco de las plántulas respecto a la luz azul

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Sustratos	4	7,4955	1,8738	538,347	< 2e-16	**
Variedades	2	1,475	0,73751	211,879	< 2e-16	**

Repetición	2	0,008	0,004	1,1498	0,3312	ns
Sustratos*Variedades	8	14,8601	1,85752	533,647	< 2e-16	**
Error	28	0,0975	0,00348			

CV= 3,229

Significativo * ($p < 0,0001$ y $> 0,05$) altamente significativo ** ($p < 0,0001$) no significativo ns ($p > 0,05$).

Realizado por: Infante, K, 2022.

El análisis de varianza para peso fresco de las plántulas, en el caso de la luz roja, se observó que existió un efecto (diferencias significativas) de los cultivares y de los sustratos, debido a que los valores de p fueron menores a 0,05; ($p < 0,05$).

Tabla 26-3: ANOVA peso fresco de las plántulas respecto a la luz roja

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Sustratos	4	21,069	5,2674	5559,484	< 2e-16	**
Variedades	2	0,5334	0,2667	281,491	< 2e-16	**
Repetición	2	0,0081	0,0041	4,295	0,0236	*
Sustratos*Variedades	8	4,4412	0,5551	585,934	< 2e-16	**
Error	28	0,027	0,0009			

CV= 2,910

Significativo * ($p < 0,0001$ y $> 0,05$) altamente significativo ** ($p < 0,0001$) no significativo ns ($p > 0,05$).

Realizado por: Infante, K, 2022.

En relación con los distintos ANOVAS (tablas 25-3 y 26-3) se realizó la prueba de tukey al 5% y mediante la separación de medias se determinó:

- Para la luz azul, el peso fresco de las plántulas presentaron 7 grupos en los que se destaca que, la mezcla_sustratos_2 con el cultivar *Painita*, fue el tratamiento que tuvo el mayor peso fresco de sus plántulas con un promedio de 2,25 gramos, colocándolo en el rango “a” y el tratamiento que tuvo el menor peso fresco fue el de la mezcla_sustratos_3 con el cultivar *13LR62100*, con un promedio de 1,72 gramos colocándolo en rango “d”. Cabe mencionar que en algunos tratamientos de este tipo de luz existieron valores nulos lo que significa que no se evaluó esta variable en estos sustratos debido al bajo porcentaje de germinación que presentó esta luz en estos sustratos (gráfico 7-3 (A)).
- Para la luz roja, el peso fresco de las plántulas presentaron 8 grupos en los que se destaca que, la mezcla_sustratos_1 con el cultivar *13LR62100* fue el tratamiento que tuvo el mayor peso fresco de sus plántulas con un promedio de 1,85 gramos, colocándolo en el rango “a” y el tratamiento que tuvo el menor peso fresco fue el de la tierra negra con el cultivar *Painita*, con un promedio de 1,32 gramos colocándolo en rango “f” (tabla 27-3).

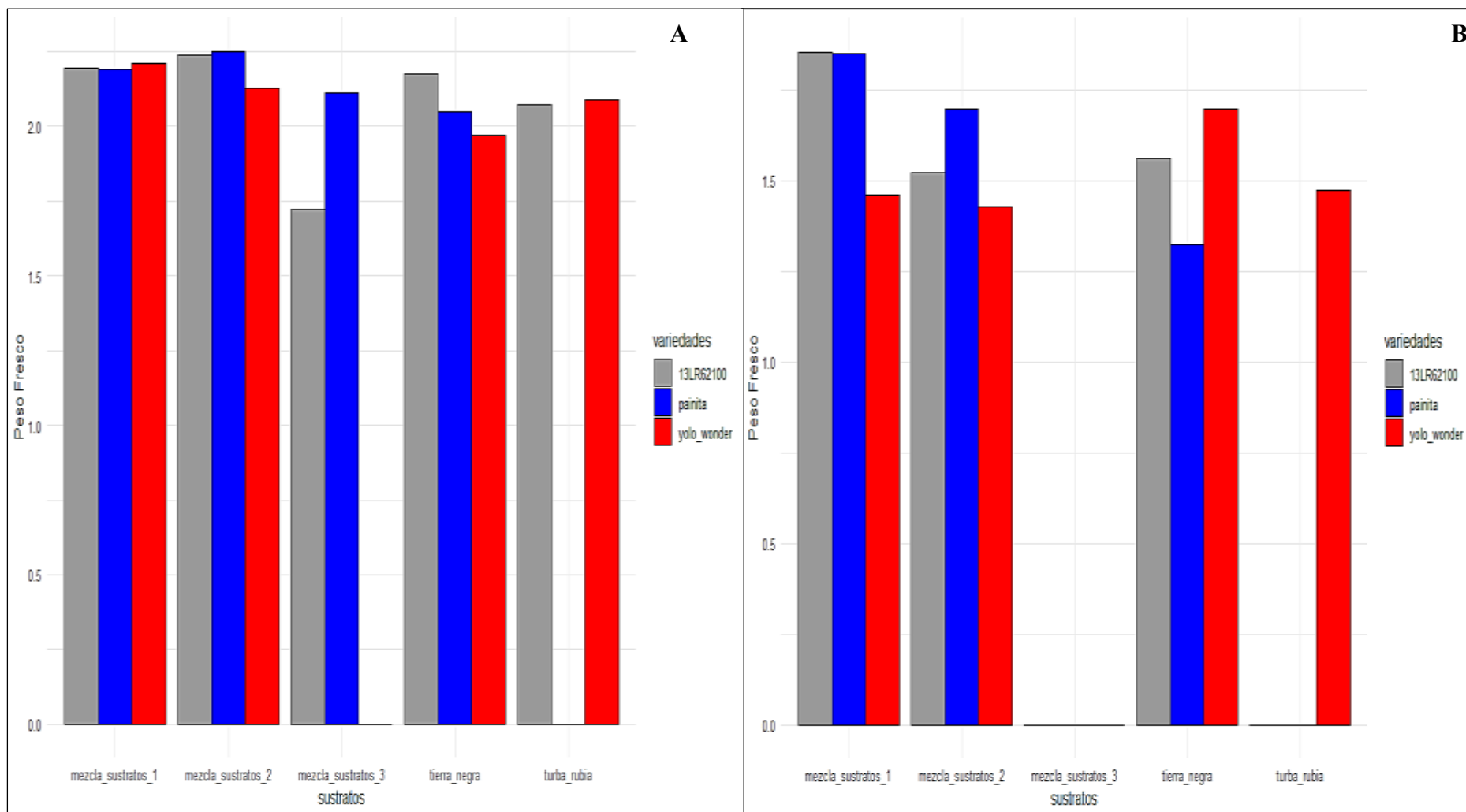


Gráfico 7-3. Peso fresco de las plántulas de pimiento (*Yolo wonder*, *13LR62100* y *Painita*) en relación a los sustratos y luz: (A). Azul (B). Roja

Realizado por: Infante, K, 2022.

Como en el caso anterior algunos tratamientos en este tipo de luz tienen valores nulos, lo que significa que no se evaluó esta variable en estos sustratos debido al bajo porcentaje de germinación que presentó en esta luz en los mismos (gráfico 7-3 (B)).

Tabla 27-3: Peso fresco de las plántulas de los respectivos sustratos x cultivares con las distintas intensidades de luz

Interacción Sustratos x Cultivares	Promedio Peso fresco (gr) a los 70 días	
	Azul	Roja
mezcla_sustratos_2: painita	2,25 a	1,70 b
mezcla_sustratos_2: 13LR62100	2,24 a	1,52 cd
mezcla_sustratos_1: yolo wonder	2,21 ab	1,46 de
mezcla_sustratos_1: 13LR62100	2,20 ab	1,85 a
mezcla_sustratos_1: painita	2,19 ab	1,85 a
tierra_negra: 13LR62100	2,18 ab	1,56 c
mezcla_sustratos_2: yolo wonder	2,13 abc	1,43 e
mezcla_sustratos_3: painita	2,11 abc	0
turba rubia: yolo wonder	2,09 abc	1,47 cde
turba rubia: 13LR62100	2,07 abc	0
tierra negra: painita	2,05 bc	1,32 f
tierra negra: yolo wonder	1,97 c	1,70 b
mezcla_sustratos_3: 13LR62100	1,72 d	0
mezcla_sustratos_3: yolo wonder	0	0
turba rubia: painita	0	0

Realizado por: Infante, K, 2022.

En relación con los resultados obtenidos para la variable peso fresco de las plántulas (tabla 27-3) se observa que, los pesos frescos en la luz azul son superiores a los de la luz roja llegando a un peso fresco máximo de 2,25 gramos en el caso de luz azul y en la luz roja llega a un máximo de 1,853 gramos.

Con respecto a los resultados obtenidos en esta investigación, Pérez (2012, p. 7), que trabajó con distintas intensidades de luz cubiertas con papel celofán (rojo y azul), con papel aluminio y otra con exposición directa a la luz blanca, con fotoperiodos de 16 horas de luminosidad y 8 de oscuridad con temperaturas de 23 °C en distintas cámaras de cultivo, en donde se emplearon Giberelinas las cuales facilitaron el crecimiento y desarrollo de las plántulas, con todo esto, el autor obtuvo que el mayor peso fresco en plántulas de *Lactuca sativa* con promedio de 6 plantas por tratamiento, fue de 2,35 gramos con la luz azul y que el menor peso fresco de las plántulas fue de 1,17 gramos con la luz roja, para calcular estas medidas aclara el autor que se utilizó una balanza granataria y a que además al momento de manipular las plántulas, varias raíces de las mismas se desprendían de estas, alterando los valores mencionados. Estos resultados comparados

con esta investigación concuerdan de cierta forma ya que, en este caso se tomó el peso promedio de 10 plántulas de pimiento obteniendo mayores pesos frescos en la luz azul (430 nm), sin la aplicación de hormonas y con una exposición de luz de 12 horas llegando a un máximo de 2,25 gramos, en cambio con la luz roja (630 nm) se obtuvo que, el mayor peso fresco en uno de los tratamientos fue de 1,853 gramos, para la obtención de estos resultados, se utilizó una balanza analítica que determinó los pesos, los cuales también tienen alteraciones debido a que, al momento de lavar la parte radicular de las plántulas algunas raíces se desprendían y con ello se vio afectado el peso en gramos de toda la planta.

Por otra parte, Paniagua *et al.*, (2015, pp. 1-3) citado anteriormente, en su investigación obtuvo que, aplicando luz verde (4 leds de alta intensidad de 5 watts de potencia) sobre plántulas de brócoli por 12 horas consiguió el mayor peso fresco con 1,35 gramos, después le sigue el tratamiento con la luz roja por 12 horas ocupando el tercer promedio de peso fresco con 1,30 gramos y el menor peso lo obtuvo aplicando luz azul por 12 horas con 1,09 gramos. Estos datos comparados con la presente investigación difieren en sus resultados ya que, en este caso se obtuvo que con la luz azul (430 nm) con un panel de leds de 50 W de potencia, consiguió los mayores pesos frescos respecto a la luz roja (630 nm) que ocupó 2 leds de 20 W de potencia cada uno y con ello los pesos frescos para esta luz son inferiores, además hay que recalcar que la temperatura, el sustrato y el tipo de luz con una exposición de 12 horas para ambos casos influyeron en la obtención de estos resultados.

3.8. Peso seco de las plántulas

Los resultados de esta variable están relacionados con el peso fresco de las plántulas es por lo que; solamente se pesaron las plántulas de la intensidad de luz azul y roja (gráfico 8-3), aclarando que, en la luz natural no existieron la suficiente cantidad de plántulas para tomar esta medida ya que, debido a la poca germinación que presentó este tratamiento, estas plántulas fueron ocupadas en el trasplante a invernadero para evaluar otros parámetros (**Anexo I**).

El análisis de varianza para peso seco de las plántulas, en el caso de la luz azul, se observó que no existió un efecto (diferencias significativas) de los cultivares y de los sustratos, debido a que los valores de *p* fueron mayores a 0,05; ($p < 0,05$).

Tabla 28-3: ANOVA peso seco de las plántulas respecto a la luz azul

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Sustratos	4	0,34069	0,08517	1,5095	0,2263	ns
Variedades	2	0,04102	0,02051	0,3635	0,6985	ns

Repetición	2	0,05981	0,0299	0,5300	0,5944	ns
Sustratos*Variedades	8	0,64496	0,08062	1,4288	0,2282	ns
Error	28	1,57988	0,05642			

CV= 130,35

Significativo * ($p < 0,0001$ y $> 0,05$) altamente significativo ** ($p < 0,0001$) no significativo ns ($p > 0,05$).

Realizado por: Infante, K, 2022.

El análisis de varianza para peso seco de las plántulas, en el caso de la luz roja, se observó que existió un efecto (diferencias significativas) de los cultivares y de los sustratos, debido a que los valores de p fueron menores a 0,05; ($p < 0,05$).

Tabla 29-3: ANOVA peso seco de las plántulas respecto a la luz roja

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Sustratos	4	0,0828	0,0207	1416,134	$< 2e-16$	**
Variedades	2	0,0021	0,00106	72,640	$8,27e-12$	**
Repetición	2	0,00015	0,000075	5,126	0,0127	*
Sustratos*Variedades	8	0,01677	0,00209	143,384	$< 2e-16$	**
Error	28	0,00041	0,000015			

CV= 6,106

Significativo * ($p < 0,0001$ y $> 0,05$) altamente significativo ** ($p < 0,0001$) no significativo ns ($p > 0,05$).

Realizado por: Infante, K, 2022.

En relación con los distintos ANOVAS (tablas 28-3 y 29-3) se realizó la prueba de tukey al 5% y mediante la separación de medias se determinó:

- Para la luz azul, el peso seco de las plántulas presentaron un solo grupo en los que se destaca que, la tierra negra con el cultivar *Yolo Wonder* fue el tratamiento que tuvo el mayor peso seco de sus plántulas con un promedio de 0,60 gramos, colocándolo en el rango “a” y el tratamiento que tuvo el menor peso seco fue el de la mezcla_sustratos_1 con el cultivar *Yolo Wonder*, con un promedio de 0,11 gramos colocándolo en el mismo rango. Cabe mencionar que en algunos tratamientos de este tipo de luz existieron valores nulos lo que significa que no se evaluó esta variable en estos sustratos debido al bajo porcentaje de germinación que presentaron en esta luz estos sustratos (gráfico 8-3 (A)).
- Para la luz roja, el peso seco de las plántulas presentaron 6 grupos en los que se destaca que, la mezcla_sustratos_2 con el cultivar *13LR62100* fue el tratamiento que tuvo el mayor peso fresco de sus plántulas con un promedio de 0,13 gramos, colocándolo en el rango “a” y el tratamiento que tuvo el menor peso fresco fue el de la mezcla_sustratos_1 con el cultivar *Yolo wonder*, con un promedio de 0,07 gramos colocándolo en rango “e” (tabla 30-3).

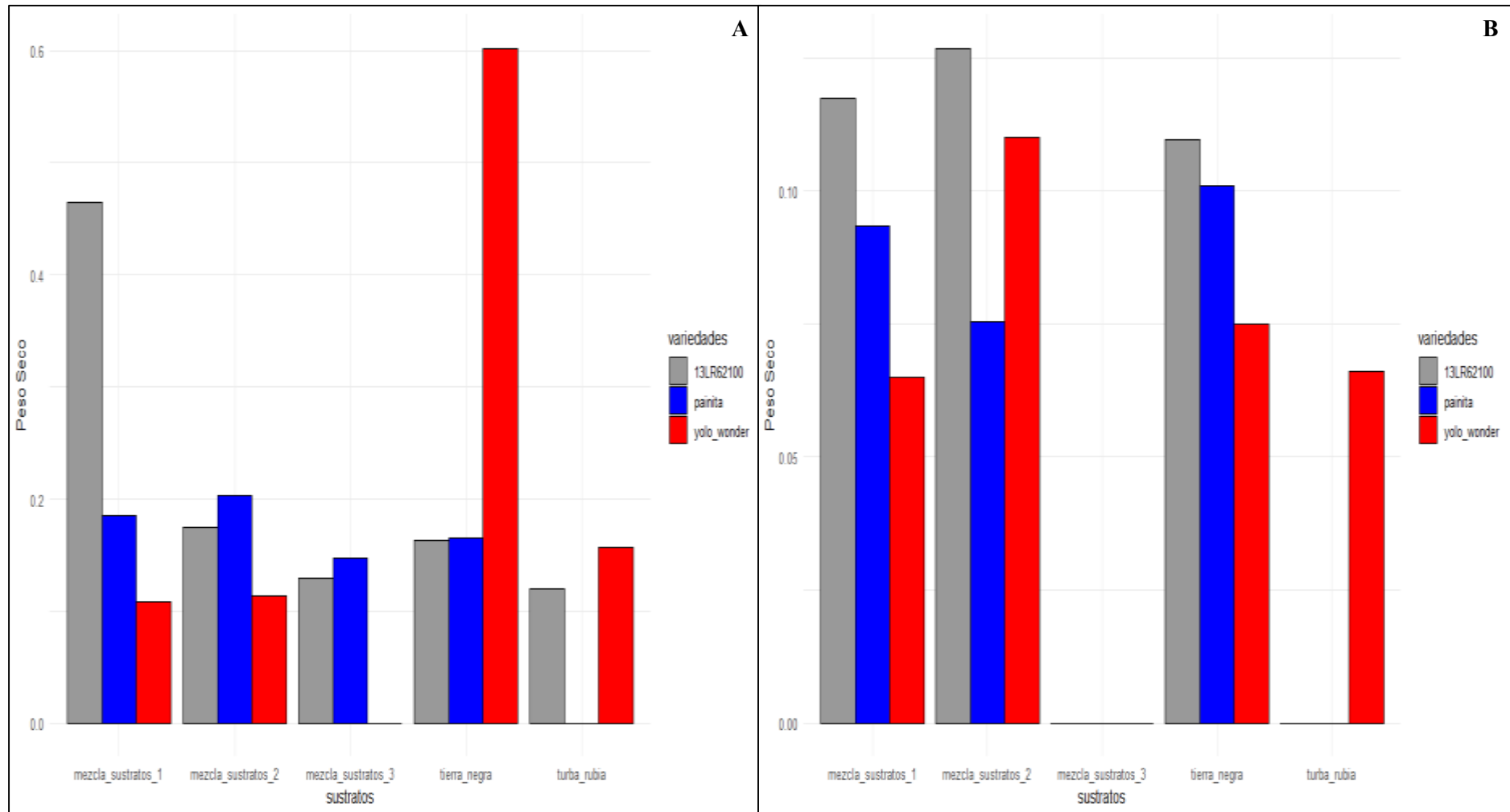


Gráfico 8-3. Peso seco de las plántulas de pimiento (*Yolo wonder*, *13LR62100* y *Painita*) en relación a los sustratos y luz: (A). Azul (B). Roja

Realizado por: Infante, K, 2022.

Como en el caso anterior algunos tratamientos de este tipo de luz existieron valores nulos lo que significa que no se evaluó esta variable en estos sustratos debido al bajo porcentaje de germinación que presentaron en esta luz estos sustratos (gráfico 8-3 (B)).

Tabla 30-3: Peso seco de las plántulas de los respectivos sustratos x cultivares con las distintas intensidades de luz

Interacción Sustratos x Cultivares	Promedio Peso seco (gr) a los 70 días	
	Azul	Roja
tierra_negra: yolo wonder	0,60 a	0,08 e
mezcla_sustratos_1: 13LR62100	0,47 a	0,12 ab
mezcla_sustratos_2: painita	0,20 a	0,08 e
mezcla_sustratos_1: painita	0,19 a	0,09 d
mezcla_sustratos_2: 13LR62100	0,17 a	0,13 a
tierra_negra: painita	0,17 a	0,10 cd
tierra negra: 13LR62100	0,16 a	0,11 bc
turba rubia: yolo wonder	0,16 a	0,07 e
mezcla_sustratos_3: painita	0,15 a	0
mezcla_sustratos_3: 13LR62100	0,13 a	0
turba rubia: 13LR62100	0,12 a	0
mezcla_sustratos_2: yolo wonder	0,11 a	0,11 bc
mezcla_sustratos_1: yolo wonder	0,11 a	0,07 e
mezcla_sustratos_3: yolo wonder	0	0
turba rubia: painita	0	0

Realizado por: Infante, K, 2022.

En relación con los resultados obtenidos para la variable peso seco de las plántulas (tabla 30-3) se observó que, los pesos secos en la luz azul son superiores a los de la luz roja llegando a un peso seco máximo de 0,60 gramos en el caso de luz azul y en la luz roja llega a un máximo de 0,13 gramos.

Con respecto a estos resultados obtenidos en la presente investigación, *Ortega et al.*, (2010, p. 368-369) citado anteriormente, menciona que; el peso seco de las plántulas de tomate en su trabajo se vio influenciado tanto por los sustratos, altura y diámetro del tallo, siendo estos factores determinantes al momento de la toma de estos datos que llevan una correlación altamente significativa. Con lo mencionado anteriormente y comparado con nuestros resultados tienen cierta similitud ya que, las plántulas de la luz azul (430 nm) fueron las que tenían la mayor altura y diámetro del tallo que las plántulas de la luz roja (630 nm), con lo que; hay que tomar en cuenta para esta variable además de los sustratos y la variedad de la semilla, el efecto de las luces en las plántulas de pimiento, que condicionó de forma directa la acumulación de materia seca de estas plántulas, que se vio directamente relacionado con estas variables en mención.

Por otra parte, Paniagua *et al.*, (2015, pp. 1-3) citado anteriormente, cuyos parámetros aplicados en su investigación se explicaron con anterioridad, obtuvo que; aplicando luz roja sobre plántulas de brócoli por 12 horas consiguió el mayor peso seco con un aumento del 6% respecto al control, después le sigue el tratamiento con la luz azul y el menor peso seco lo obtuvo aplicando luz verde por 3 horas. Estos datos comparados con la presente investigación difieren en sus resultados ya que, se obtuvo que con la luz azul (430 nm) con el panel de 50 watts de potencia, se consiguieron los mayores pesos secos de las plántulas y en el caso de la luz roja (630 nm) estos pesos fueron bajos en todos sus tratamientos.

3.8.1. Cálculo del índice de Dickson

Para determinar la calidad de plántulas obtenidas en el semillero, se utilizó el índice de calidad de Dickson, ya que, las otras variables evaluadas anteriormente por si solas no describen la calidad de plántulas obtenidas, es por lo que; calculando este índice nos permite evaluar de mejor manera las diferencias morfológicas entre plantas de una muestra y valorar su comportamiento en campo (López, & Ramírez, 2014, p. 7).

A continuación, se detalla el cálculo del índice de Dickson para cada una de las luces con sus respectivos tratamientos, aclarando que las siguientes tablas presentaron valores nulos, lo que significa que, en esos tratamientos no se evaluó el peso seco de las plántulas debido a los bajos porcentajes de germinación.

Tabla 31-3: Índice de Dickson de las plántulas respecto a la intensidad luz azul

Tratamiento	Sustrato	Cultivar	Índice Dickson
T1	Turba Rubia	yolo wonder	0,03
T1	Turba Rubia	13LR62100	0,04
T1	Turba Rubia	painita	0
T2	Tierra_negra	yolo wonder	0,09
T2	Tierra_negra	13LR62100	0,03
T2	Tierra_negra	painita	0,04
T3	mezcla_sustratos_1	yolo wonder	0,03
T3	mezcla_sustratos_1	13LR62100	0,04
T3	mezcla_sustratos_1	painita	0,04
T4	mezcla_sustratos_2	yolo wonder	0,03
T4	mezcla_sustratos_2	13LR62100	0,03
T4	mezcla_sustratos_2	painita	0,05
T5	mezcla_sustratos_3	yolo wonder	0
T5	mezcla_sustratos_3	13LR62100	0,03
T5	mezcla_sustratos_3	painita	0,03

Realizado por: Infante, K, 2022.

Analizando los resultados obtenidos por el índice de Dickson (tabla 31-3) correspondientes a la luz azul, se observó que a las plántulas de los distintos tratamientos se los ha clasificado como Baja ya que su valor es $< 0,20$. Pero cabe mencionar que, el tratamiento de tierra negra con el cultivar *Yolo wonder*, fue el tratamiento que obtuvo el mayor índice con un 0,09 y el tratamiento que tuvo el menor índice fue el de mezcla_sustratos_3 con el cultivar *13LR62100* con 0,03.

Tabla 32-3: Índice de Dickson de las plántulas respecto a la intensidad luz roja

Tratamiento	Sustrato	Cultivar	Índice Dickson
T1	Turba Rubia	yolo wonder	0,01
T1	Turba Rubia	13LR62100	0
T1	Turba Rubia	painita	0
T2	Tierra_negra	yolo wonder	0,03
T2	Tierra_negra	13LR62100	0,02
T2	Tierra_negra	painita	0,01
T3	mezcla_sustratos_1	yolo wonder	0,01
T3	mezcla_sustratos_1	13LR62100	0,02
T3	mezcla_sustratos_1	painita	0,03
T4	mezcla_sustratos_2	yolo wonder	0,03
T4	mezcla_sustratos_2	13LR62100	0,03
T4	mezcla_sustratos_2	painita	0,02
T5	mezcla_sustratos_3	yolo wonder	0
T5	mezcla_sustratos_3	13LR62100	0
T5	mezcla_sustratos_3	painita	0

Realizado por: Infante, K, 2022.

Analizando los resultados obtenidos por el índice de Dickson (tabla 32-3) correspondientes a la luz roja, se observó que a las plántulas de los distintos tratamientos se los ha clasificado como Baja ya que su valor es $< 0,20$. Pero cabe mencionar que, el tratamiento de mezcla_sustratos_2 el cultivar *13LR62100*, fue el tratamiento que obtuvo el mayor índice con un 0,03 y el tratamiento que tuvo el menor índice fue el de mezcla_sustratos_1 con el cultivar *Yolo wonder* con 0,01. Relacionando los resultados obtenidos en el índice de Dickson para ambos tipos de luz (azul y roja) tenemos que, el mayor valor alcanzado en este parámetro fue el tratamiento con tierra negra con el cultivar *Yolo wonder*, dando un valor de 0,09 en la luz azul y el menor fue el de mezcla_sustratos_1 con el cultivar *Yolo wonder* con un valor de 0,01 en la intensidad de luz roja.

Con lo mencionado anteriormente, López & Ramírez (2014, p. 7) establecieron plántulas de *Pinus oocarpa* en un vivero, a las cuales se las separó por 3 tratamientos según las dosis de fertilización empleadas en las mismas, así pues, establecieron un tratamiento sin fertilización (F0), un tratamiento con fertilización de 100 gr. de 18-46-0 en 5 lt de agua (F1) y un tratamiento que se aplicó la misma dosis que en F1 después de dos meses (F3), cabe mencionar que, estos

tratamientos estuvieron dependiendo tanto del espectro de luz visible y a las condiciones climáticas del lugar. Con estas características del experimento se obtuvo que, al momento de evaluar el índice de calidad de Dickson las plantas de calidad alta fueron aquellas en las que hubo presencia de fertilización, obteniendo valores para F2 y F1 de 1,66 y 1,57 respectivamente y que el tratamiento que no se aplicó ningún tipo de fertilizante, fue de calidad baja, ya que obtuvo un valor de 0,37, con estos resultados los autores hacen énfasis en que la fertilización fue un punto clave para la determinación en este parámetro.

Con lo mencionado anteriormente y comparado con la presente investigación, el índice de calidad de Dickson en todos los tratamientos que fueron evaluados tuvieron un índice bajo, esto debido a que; las plántulas en sí, solamente dependían de la cantidad de nutrientes que se encontraban en los sustratos y de las distintas intensidades de luz en el que estaban expuestas, es por lo que; la fertilización como señala López & Ramírez (2014, p. 7), hubiera tenido un mayor efecto al momento de evaluar estos índices.

EN EL INVERNADERO

3.9. Porcentaje de prendimiento de las plántulas

Cuando se determinó el porcentaje de prendimiento de las plántulas de pimiento de los distintos cultivares, cabe mencionar que, fue colocada una planta por repetición de cada uno de los tratamientos; es decir que, de cada tratamiento se determinó la media general de 3 plántulas y a partir de este dato, se obtuvo el % de sobrevivencia promedio de las plántulas de pimiento en el invernadero de cada tratamiento, de acuerdo con su intensidad de luz correspondiente (**Anexo K**). Aclarando que, en el caso de la luz natural al momento en que se evaluó esta variable, existieron algunos tratamientos que no fueron ubicados en el invernadero debido a que, en su etapa de semillero no presentó germinación estos tratamientos (gráfico 9-3).

Al momento en el que se trasplantó las distintas plántulas de pimiento a invernadero, no se trabajó con un diseño específico por motivo del espacio disponible para la siembra (1 m x 50 m), se realizó la desviación estándar en base a las repeticiones de cada tratamiento para obtener una media general y así se comprobó que variedad fue la mejor de acuerdo con su distinta intensidad de luz y a su respectivo sustrato (tabla 33-3).

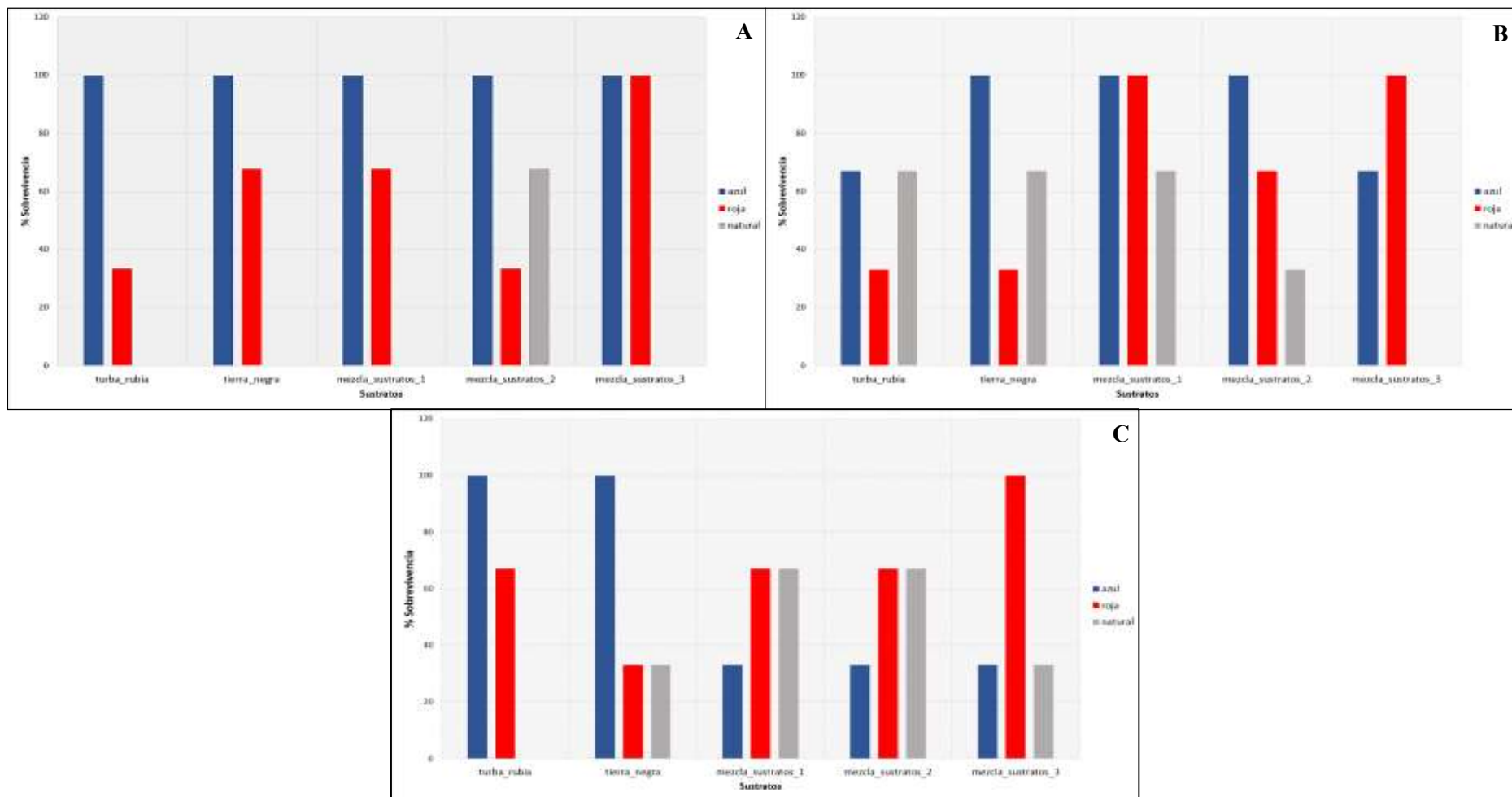


Gráfico 9-3. Porcentaje de prendimiento de las plántulas de pimentero en invernadero en relación a los sustratos y luz: (A). *Yolo wonder* (B). *13LR62100* (C). *Painita*

Realizado por: Infante, K, 2022.

Tabla 33-3: Porcentaje de prendimiento de los cultivares de pimiento en invernadero respecto a los diferentes sustratos e intensidades de luz

Promedios de porcentaje de Prendimiento y Desviación estándar de las plántulas							
		<i>yolo wonder</i>		<i>13LR62100</i>		<i>painita</i>	
Luz	Sustratos	Pr	S	Pr	S	Pr	S
Luz Azul	turba_rubia	100	0	66,67	47,14	100	0
	tierra_negra	100	0	100	0	100	0
	mezcla_sustratos_1	100	0	100	0	33,33	47,14
	mezcla_sustratos_2	100	0	100	0	33,33	47,14
	mezcla_sustratos_3	100	0	66,67	47,14	33,33	47,14
Luz Roja	turba_rubia	33,33	47,14	33,33	47,14	66,67	47,14
	tierra_negra	66,67	47,14	100	0	33,33	47,14
	mezcla_sustratos_1	66,67	47,14	66,67	47,14	66,67	47,14
	mezcla_sustratos_2	33,33	47,14	100	0	66,67	47,14
	mezcla_sustratos_3	100	0	66,67	47,14	100	0
Luz Natural	turba_rubia	0	Ne	66,67	47,14	0	Ne
	tierra_negra	0	Ne	66,67	47,14	33,33	47,14
	mezcla_sustratos_1	0	Ne	66,67	47,14	66,67	47,14
	mezcla_sustratos_2	66,67	47,14	33,33	47,14	66,67	47,14
	mezcla_sustratos_3	0	Ne	0	Ne	33,33	47,14

Pr: % prendimiento S. desviación estándar Ne. no evaluada.

Realizado por: Infante, K, 2022.

- Evaluando el porcentaje de prendimiento del cultivar *Yolo wonder* en las tres distintas intensidades de luz (azul, roja y natural) en el invernadero se obtuvo que, las plántulas del tratamiento con luz azul presentaron un porcentaje promedio de sobrevivencia del 100% y una desviación estándar (s) de “0” en todos los tratamientos (tabla 33-3). Las plántulas de la luz roja en la mezcla_sustratos_3, tuvieron el mayor promedio de prendimiento del 100% con una desviación estándar (s) de “0” y el menor promedio de prendimiento registrado fue de: turba rubia y mezcla_sustratos_2 con 33,33% de prendimiento, con una desviación estándar (s) de “47,14”. En cambio, con la luz natural debido a la nula germinación que presentó este tratamiento en los semilleros, solamente se evaluó el porcentaje promedio de prendimiento de la mezcla_sustratos_2 que dio como resultado un 66,67% y una desviación estándar (s) de “47,14” (gráfico 9-3 (A)).
- Evaluando el porcentaje de prendimiento de la variedad de pimiento *13LR62100* en las tres distintas intensidades de luz (azul, roja y natural) en el invernadero se obtuvo que, las plántulas con luz azul tuvieron el 100% de porcentaje promedio de sobrevivencia, siendo la mayor en los tratamientos de tierra negra, mezcla_sustratos_1 y 2 con una (s) de “0” y las que menor prendimiento promedio tuvieron fueron: los tratamientos de turba rubia y

mezcla_sustratos_3 con 66,67% con una (s) de “47,14” (tabla 33-3). Las plántulas de la luz roja en la mezcla_sustratos_1 y 3 tuvieron un mayor prendimiento promedio con el 100% y una (s) de “0” y las que menor prendimiento tuvieron fueron: la turba rubia y tierra negra con un promedio de 33,33% y una (s) de “47,14”. En cambio, con la luz natural el mayor porcentaje promedio de prendimiento lo alcanzaron los sustratos turba rubia, tierra negra y mezcla_sustratos_1 con 66,67% con una (s) de “47,14” y el que menor prendimiento promedio tuvo fue el de mezcla_sustratos_2 con 33,33 % y una (s) de “47,14” (gráfico 9-3 (B)).

- Evaluando el porcentaje de prendimiento de la variedad de pimiento *Painita* en las tres distintas intensidades de luz (azul, roja y natural) en el invernadero se obtuvo que, las plántulas con luz azul tuvieron el 100% de sobrevivencia promedio, siendo la mayor en los tratamientos de tierra negra y turba rubia con una (s) de “0” y las que menor prendimiento promedio tuvieron fueron los tratamientos de mezcla_sustratos_1, 2 y 3 con 33,33% con una (s) de “47,14” (tabla 33-3). Las plántulas de la luz roja en la mezcla_sustratos_3 tuvo el mayor promedio de prendimiento del 100% y una (s) de “0” y la que menor promedio de prendimiento tuvo fue la tierra negra con un 33,33% y una (s) de “47,14”. En cambio, con la luz natural el mayor prendimiento promedio tuvieron los sustratos de mezcla_sustratos_1 y 2 con 66,67% con una (s) de “47,14” y el que menor prendimiento promedio tuvo fueron los sustratos de tierra negra y mezcla_sustratos_3 con 33,33 % y una (s) de “47,14” (gráfico 9-3 (C)).

En relación con los resultados obtenidos del porcentaje de prendimiento (tabla 33-3). Ríos (2012, pp. 32-38) en su investigación obtuvo que, el porcentaje de prendimiento en 6 tratamientos con 3 repeticiones cada una de 80 plantas de pimiento variedad *Nathalie* F1, fueron de 98%, 97% y el más bajo de 95% dando una media de 97% de prendimiento a los 12 días después del trasplante, en condiciones climáticas de la zona, en la época en que se realizó el trasplante con una temperatura de 17-25 °C y humedad (75%) las cuales fueron idóneas para el establecimiento del cultivo, además previo al trasplante en campo se desinfectó el suelo con hidróxido de cobre en dosis de 2,5 g/litro aplicándolo en drench, cabe mencionar que; la autora explica que si existieron en sus tratamientos promedios menores a los mencionados, se debió a un efecto negativo al momento de distribuir las plántulas. Además, cita a otros autores que mencionan que, el porcentaje de prendimiento es considerado bueno cuando esta sobre el 90%.

Con lo mencionado anteriormente y en base a nuestro experimento, se observó que la variedad de pimiento *Yolo wonder* en relación con la luz azul (430 nm) y sus distintos tipos de sustratos alcanzó un porcentaje de prendimiento del 100%, mientras que; en las otras variedades de

pimiento, tanto con el mismo tipo de luz y diferente (roja y natural) alcanzaron valores de 66,67% y 33,33% de prendimiento, siendo estos últimos resultados bajos para esta variable. Cabe mencionar que, en este caso debido al poco espacio que se proporcionó en el invernadero para el trasplante de las plántulas solo se colocaron 3 por tratamiento, es por lo que; estos resultados son bajos en esta variable. Además, cabe aclarar que, el trasplante de los pimientos de las distintas variedades se lo realizó en los meses de Noviembre - Diciembre, en el que las condiciones climáticas de la zona eran de 9 a 18 °C y 85,2 mm, las cuales son condiciones poco favorables para el establecimiento del cultivo (WEATHER SPARK, 2021, p. 1).

Es por todos estos factores en mención, con lo que se podría explicar el bajo porcentaje de prendimiento en los otros tratamientos diferentes a los del cultivar *Yolo wonder* respecto a la luz azul.

3.10. Altura de la planta

La altura de las plantas se lo realizó a los 45 días después del trasplante (gráfico 10-3), se tomó los datos respectivos de cada variedad en relación con el porcentaje de prendimiento, con lo que, se obtuvo los promedios de cada uno de los tratamientos empleados en base al número de plantas de cada repetición por tratamiento sobrevivientes (**Anexo L**).

Con los resultados obtenidos, se realizó la desviación estándar en base a las repeticiones de cada tratamiento para obtener una media general y así se comprobó que variedad fue la mejor, de acuerdo con su distinta intensidad de luz y a su respectivo sustrato al momento de evaluar la altura de las plantas a los 45 días. Cabe mencionar que, en algunos tratamientos de la luz natural hay valores nulos por lo que no se evaluó la desviación estándar en estos tratamientos debido a la ausente germinación en los semilleros respecto a esta intensidad de luz (tabla 34-3).

- Evaluando la altura de las plantas del cultivar *Yolo wonder* en las tres distintas intensidades de luz (azul, roja y natural) en el invernadero se obtuvo que, las plántulas de tierra negra con luz azul presentaron la mayor altura promedio con 14,57 cm y una desviación estándar (s) de “0,56” y la menor altura promedio tuvo la turba rubia con 12,43 cm y una (s) de “1,14” (tabla 34-3). Las plántulas de la luz roja en la mezcla_sustratos_3, tuvieron la mayor altura promedio con 12,33 cm y (s) de “0,33” y la menor altura promedio registrada fue la de turba rubia con 3,33 cm de y una (s) de “4,71”. En cambio, con la luz natural debido a la nula germinación que presentó este tratamiento en los semilleros, solamente se evaluó la altura promedio de la mezcla_sustratos_2 con 11,23 cm y una (s) de “7,97” (gráfico 10-3 (A)).

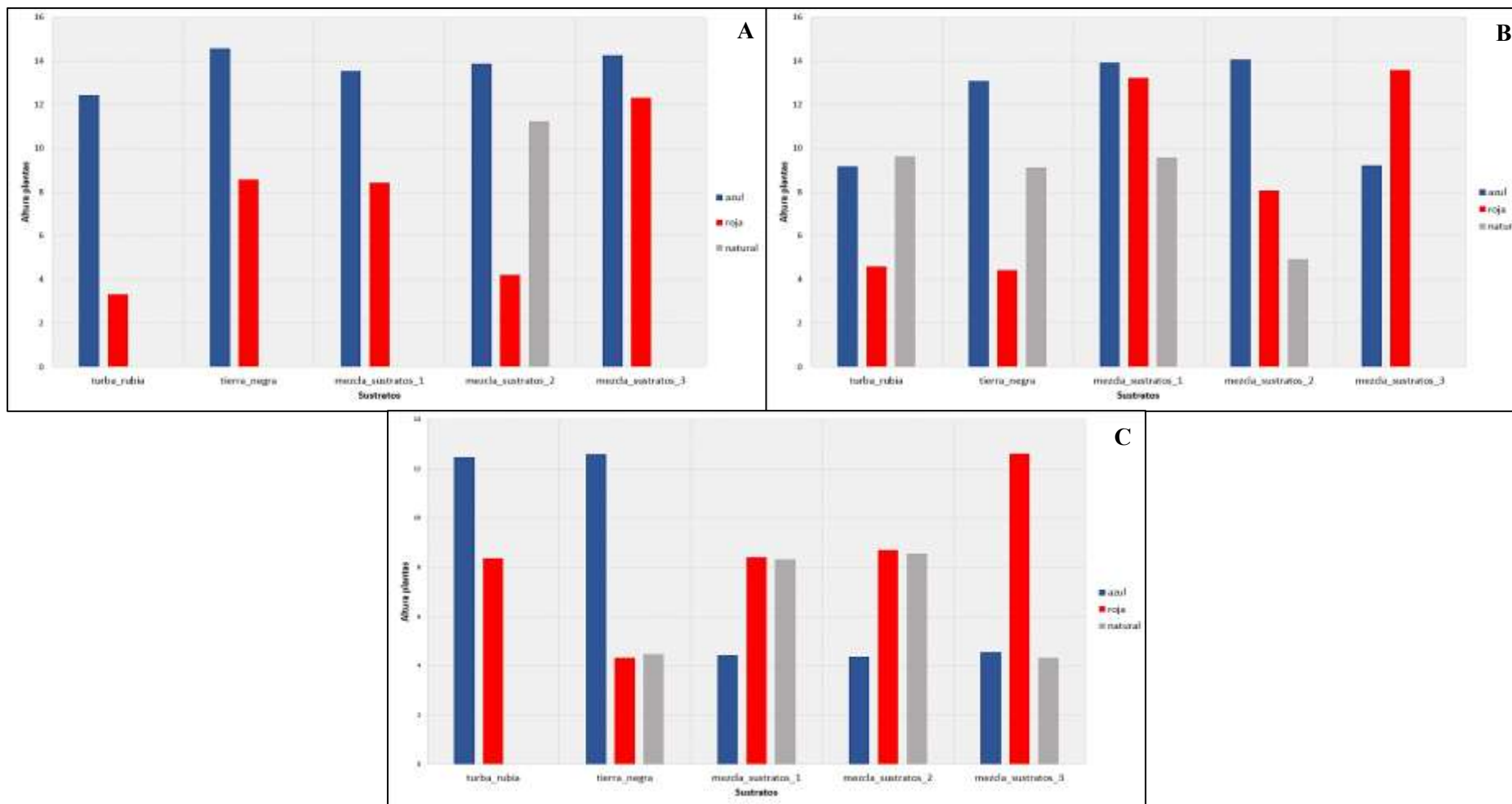


Gráfico 10-3. Altura de las plántulas de pimiento a los 45 días en invernadero en relación a los sustratos y luz: (A). *Yolo wonder* (B). *13LR62100* (C). *Painita*

Realizado por: Infante, K, 2022.

Tabla 34-3: Altura de las plántulas de los cultivares de pimiento en invernadero respecto a los diferentes sustratos e intensidades de luz

Promedios de Altura a los 45 días y su respectiva Desviación estándar							
		<i>yolo wonder</i>		<i>13LR62100</i>		<i>painita</i>	
Luz	Sustratos	Altura (cm)	S	Altura (cm)	S	Altura (cm)	S
Luz Azul	turba_rubia	12,43	1,14	9,17	6,49	12,46	0,5
	tierra_negra	14,57	0,56	13,08	0,55	12,58	0,32
	mezcla_sustratos_1	13,53	0,53	13,93	0,49	4,43	6,26
	mezcla_sustratos_2	13,87	0,78	14,07	0,79	4,36	6,17
	mezcla_sustratos_3	14,27	0,57	9,23	6,53	4,56	6,44
Luz Roja	turba_rubia	3,33	4,71	4,59	6,5	8,37	5,92
	tierra_negra	8,57	6,07	4,42	6,26	4,32	6,10
	mezcla_sustratos_1	8,43	5,97	13,22	0,31	8,41	5,95
	mezcla_sustratos_2	4,20	5,94	8,07	5,72	8,69	6,15
	mezcla_sustratos_3	12,33	0,33	13,6	0,44	12,62	0,29
Luz Natural	turba_rubia	0	Ne	9,63	6,82	0	Ne
	tierra_negra	0	Ne	9,12	6,45	4,47	6,32
	mezcla_sustratos_1	0	Ne	9,58	6,78	8,32	5,89
	mezcla_sustratos_2	11,23	7,97	4,94	6,98	8,56	6,06
	mezcla_sustratos_3	0	Ne	0	Ne	4,32	6,10

S. desviación estándar Ne. no evaluada.

Realizado por: Infante, K, 2022.

- Evaluando la altura de las plantas del cultivar *13LR62100* en las tres distintas intensidades de luz (azul, roja y natural) en el invernadero se obtuvo que, las plántulas de mezcla_sustratos_2 con luz azul, presentaron la mayor altura promedio con 14,07 cm y una desviación estándar (s) de “0,79” y la menor altura promedio tuvo la turba rubia con 9,17 cm y una (s) de “6,49” (tabla 34-3). Las plántulas de la luz roja en la mezcla_sustratos_3 tuvieron la mayor altura promedio con 13,6 cm y (s) de “0,44” y la menor altura promedio registrada fue la de tierra negra con 4,42 cm y una (s) de “6,26”. En cambio, con la luz natural la mayor altura promedio tuvo la turba rubia con 9,63 cm y una (s) de “6,82” y la menor altura promedio tuvo la mezcla_sustratos_2 con 4,94 cm y una (s) de “6,98” (gráfico 10-3 (B)).
- Evaluando la altura de las plantas del cultivar *Painita* en las tres distintas intensidades de luz (azul, roja y natural) en el invernadero se obtuvo que, las plántulas de tierra negra con luz azul presentaron la mayor altura promedio con 12,58 cm y una desviación estándar (s) de “0,32” y la menor altura promedio tuvo la mezcla_sustratos_2 con 4,36 cm y una (s) de “6,17” (tabla 34-3). Las plántulas de la luz roja en la mezcla_sustratos_3 tuvieron la mayor altura promedio con 12,62 cm y (s) de “0,29” y la menor altura promedio registrada fue de tierra negra con 4,32 cm y una (s) de “6,10”. En cambio, con la luz natural la mayor altura

promedio tuvo la mezcla_sustratos_2 con 8,56 cm y una (s) de “6,06” y la menor altura promedio tuvo la mezcla_sustratos_3 con 4,32 cm y una (s) de “6,10” (gráfico 10-3 (C)).

Analizando los resultados de la variable altura de las plantas a los 45 días (tabla 34-3) de manera general podemos observar que, el cultivar *Yolo wonder* en la mezcla_sustratos_3 con la intensidad luz azul, fue el tratamiento que mayor altura promedio tuvo con 14,27 cm y la que menor altura promedio tuvo fue el cultivar *Yolo wonder* en la turba rubia con 3,33 cm con la intensidad de luz roja.

En relación con los resultados obtenidos en la investigación, Borbor *et al.*, (2013, pp. 1-58) obtuvieron que, en plántulas obtenidas a partir de semillas sometidas a imbibición a campo magnético de 3 variedades de pimiento *Quetzal*, *Magali R* y *Salvador* alcanzaron alturas de promedio de 25,23 cm; 26,25 cm y 26,49 cm respectivamente, cabe mencionar que previo al trasplante de estas plántulas se realizó los respectivos análisis tanto de suelo, para conocer sus propiedades físicas y químicas como la de agua, ocupada para el riego de los distintos tratamientos que consistieron en 9 tratamientos, cada uno de 4 repeticiones con 36 plántulas de cada variedad. Al momento del trasplante de estas plántulas se utilizó el fertilizante comercial DAP conocido como Fosfato Diamónico, el cual tuvo 1,88 g de N y además se aplicó a los 15 y 30 días después del trasplante sulfato de amonio $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ y sulfato de potasio K_2SO_4 para evaluar la altura promedio de las 3 variedades de pimiento a los 40 días, además se utilizó el riego por goteo en esta investigación.

Con lo mencionado anteriormente y comparado con la presente investigación, los resultados que se obtuvieron para la variable altura con las distintas intensidades de luz en relación con los sustratos y variedades empleadas, no se asemejan, ya que; al momento de trasplantar las plántulas de pimiento al invernadero, en el suelo ya había sido incorporado previamente gallinaza (abono orgánico) con propiedades tales como: 1.4% de N, 50% de humedad y 0,7% de potasio (Estrada, 2005, p. 45). El cual ayudó de cierta forma a las plantas de pimiento, ha alcanzar alturas promedios de 3 plantas por tratamiento de 12,33 a 14,27 cm (tabla 34-3) cabe mencionar que, si existen alturas promedio inferiores se debe al porcentaje de prendimiento en cada uno de los tratamientos.

En esta investigación no se realizó ningún tipo de fertilización química hasta los 45 días que fue evaluada esta variable, es por lo que; la altura máxima promedio que fue de 14,27 cm no se compara a las alturas promedio registrada por Borbor *et al.*, cuya altura mínima promedio fue de 24,70 cm con fertilización. Por su parte, Castillo *et al.*, (2011, pp. 103-109) en su investigación uso 3 abonos orgánicos (estiércol bovino, gallinaza y humus) en 30 plántulas de pimiento por

repetición (3 repeticiones, 8 tratamientos) y obtuvo que, evaluando la altura a los 45 días los tratamientos en el que había empleado humus y gallinaza (3 T/h), fueron los que presentaron la menor altura y el tratamiento testigo en el que se utilizó fertilización química NPK (10-30-10) aplicando a los 15 y 45 días después del trasplante, fue el que presentó la mayor altura. Con lo mencionado anteriormente se observó que la fertilización química es indispensable al momento de evaluar esta variable ya que, en sí, ayuda al crecimiento y desarrollo de la planta, es por ende que en la investigación las alturas fueron inferiores que en los casos expuestos anteriormente.

3.11. Diámetro del tallo

El diámetro del tallo de las plantas de pimiento se lo evaluó a los 45 días después del trasplante (gráfico 11-3), se tomó los datos respectivos de cada variedad en relación con el porcentaje de prendimiento, con lo que; se obtuvo los promedios de cada uno de los tratamientos empleados en base al número de plantas de cada repetición por tratamiento (**Anexo M**).

Con los resultados obtenidos, se realizó la desviación estándar en base a las repeticiones de cada tratamiento, para obtener una media general y así se comprobó que variedad fue la mejor, de acuerdo con su distinta intensidad de luz y a su respectivo sustrato al momento de evaluar el diámetro del tallo de las plantas a los 45 días. Cabe mencionar que, en algunos tratamientos de la luz natural hay valores nulos, por lo que; no se evaluó la desviación estándar en estos tratamientos debido a la ausente germinación en los semilleros respecto a esta intensidad de luz (tabla 35-3).

- Evaluando el diámetro del tallo de las plantas del cultivar *Yolo wonder* en las tres distintas intensidades de luz (azul, roja y natural) en el invernadero se obtuvo que, las plántulas de mezcla_sustratos_3 con luz azul, presentaron el mayor diámetro de tallo promedio con 0,45 cm y una desviación estándar (s) de “0,04” y el menor diámetro de tallo promedio tuvo la mezcla_sustratos_2 con 0,38 cm y una (s) de “0,02” (tabla 35-3). Las plántulas de la luz roja en la mezcla_sustratos_3, tuvieron el mayor diámetro de tallo promedio con 0,38 cm y (s) de “0,02” y el menor diámetro de tallo promedio registrado fue de turba rubia con 0,10 cm y una (s) de “0,14”. En cambio, con la luz natural, debido a la nula germinación que presentó este tratamiento en los semilleros, solamente se evaluó el diámetro de tallo promedio de la mezcla_sustratos_2 con 0,32 cm y una (s) de “0,22” (gráfico 11-3 (A)).

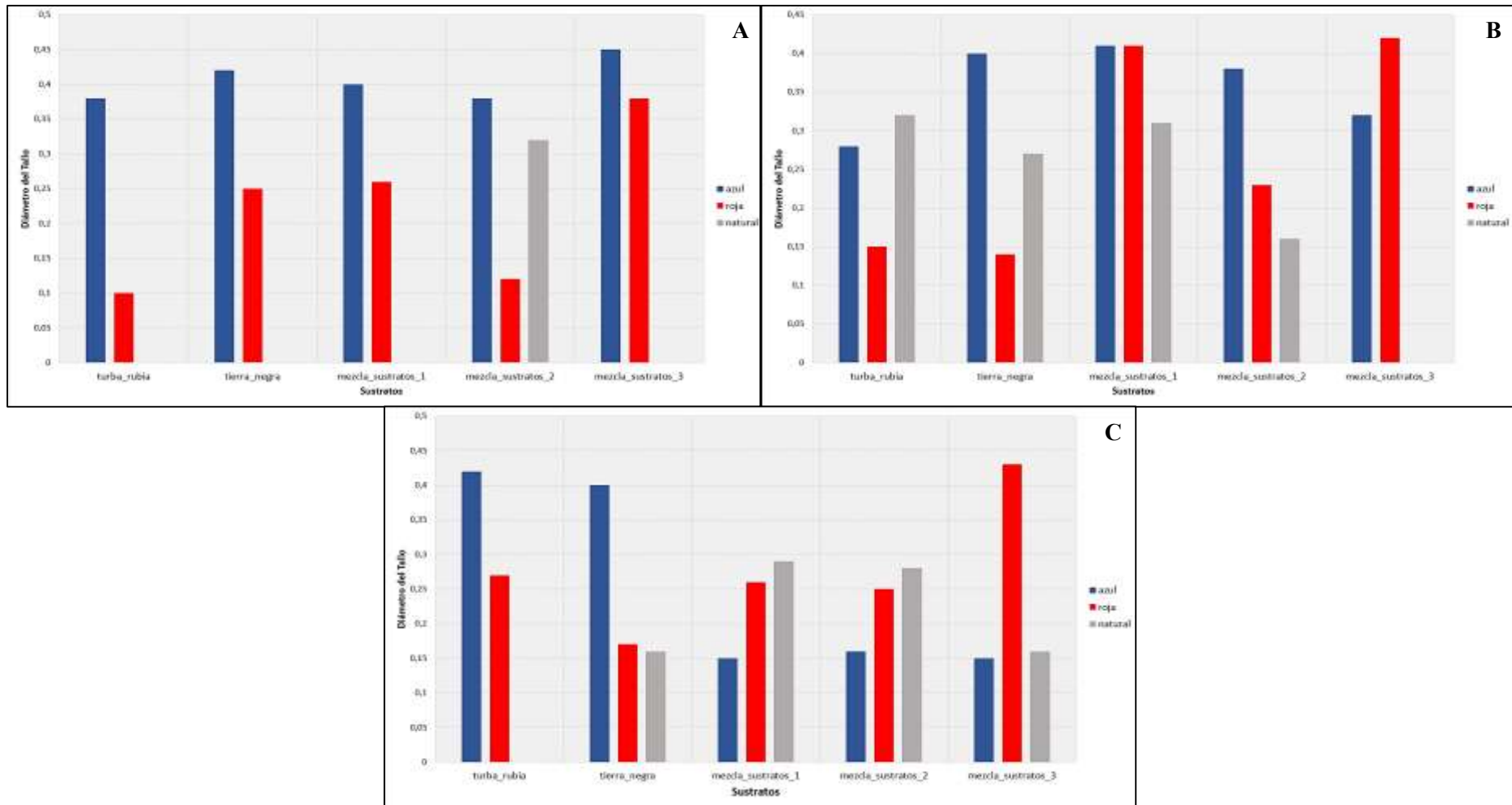


Gráfico 11-3. Diámetro del tallo a los 45 días de las plantúlas de pimentero en invernadero en relación a los sustratos y luz: (A). *Yolo wonder* (B). *13LR62100* (C). *Painita*

Realizado por: Infante, K, 2022.

Tabla 35-3: Diámetro del tallo de las plántulas de los cultivares de pimiento en invernadero respecto a los diferentes sustratos e intensidades de luz

Promedios de Diámetro del tallo a los 45 días y su respectiva Desviación estándar							
Luz	Sustratos	<i>yolo wonder</i>		<i>13LR62100</i>		<i>painita</i>	
		diámetro (cm)	S	diámetro (cm)	S	diámetro (cm)	S
Luz Azul	turba_rubia	0,38	0,08	0,28	0,21	0,42	0,03
	tierra_negra	0,42	0,06	0,4	0,01	0,4	0,02
	mezcla_sustratos_1	0,40	0,04	0,41	0,03	0,15	0,21
	mezcla_sustratos_2	0,38	0,02	0,38	0,06	0,16	0,23
	mezcla_sustratos_3	0,45	0,04	0,32	0,22	0,15	0,21
Luz Roja	turba_rubia	0,1	0,14	0,15	0,22	0,27	0,19
	tierra_negra	0,25	0,18	0,14	0,20	0,17	0,24
	mezcla_sustratos_1	0,26	0,19	0,41	0,05	0,26	0,18
	mezcla_sustratos_2	0,12	0,16	0,23	0,16	0,25	0,18
	mezcla_sustratos_3	0,38	0,02	0,42	0,03	0,43	0,05
Luz Natural	turba_rubia	0	Ne	0,32	0,22	0	Ne
	tierra_negra	0	Ne	0,27	0,19	0,16	0,22
	mezcla_sustratos_1	0	Ne	0,31	0,22	0,29	0,20
	mezcla_sustratos_2	0,32	0,22	0,16	0,22	0,28	0,20
	mezcla_sustratos_3	0	Ne	0	Ne	0,16	0,23

S. desviación estándar Ne. no evaluada.

Realizado por: Infante, K, 2022.

- Evaluando el diámetro del tallo de las plantas del cultivar *13LR62100* en las tres distintas intensidades de luz (azul, roja y natural) en el invernadero se obtuvo que, las plántulas de mezcla_sustratos_1 con luz azul, presentaron el mayor diámetro de tallo promedio con 0,41 cm y una desviación estándar (s) de “0,03” y el menor diámetro de tallo promedio tuvo la turba rubia con 0,28 cm y una (s) de “0,21” (tabla 35-3). Las plántulas de la luz roja en la mezcla_sustratos_3, tuvieron el mayor diámetro de tallo promedio con 0,42 cm y (s) de “0,03” y el menor diámetro de tallo promedio registrado fue de tierra negra con 0,14 cm y una (s) de “0,20”. En cambio, con la luz natural, el mayor diámetro de tallo promedio tuvo la turba rubia con 0,32 cm y una (s) de “0,22” y el menor diámetro de tallo promedio tuvo la mezcla_sustratos_2 con 0,16 cm y una (s) de “0,22” (gráfico 11-3 (B)).
- Evaluando el diámetro del tallo de las plantas del cultivar *Painita* en las tres distintas intensidades de luz (azul, roja y natural) en el invernadero se obtuvo que, las plántulas de turba rubia con luz azul presentaron el mayor diámetro de tallo promedio con 0,42 cm y una desviación estándar (s) de “0,03” y el menor diámetro de tallo promedio tuvo la mezcla_sustratos_1 y 3 con 0,15 cm respectivamente y una (s) de “0,21” (tabla 35-3). Las plántulas de la luz roja en la mezcla_sustratos_3, tuvieron el mayor diámetro de tallo

promedio con 0,43 cm y (s) de “0,05” y el menor diámetro de tallo promedio registrado fue el de tierra negra con 0,17 cm y una (s) de “0,24”. En cambio, con la luz natural, el mayor diámetro de tallo promedio tuvo la mezcla_sustratos_1 con 0,29 cm y una (s) de “0,20” y el menor diámetro de tallo promedio tuvo la tierra negra con 0,16 cm y una (s) de “0,22” (gráfico 11-3 (C)).

Analizando los resultados de la variable diámetro del tallo de las plantas a los 45 días (tabla 35-3) de manera general, podemos observar que; el cultivar *Painita* en la mezcla_sustratos_3 con la intensidad de luz roja, fue el tratamiento que tuvo el mayor diámetro de tallo promedio con 0,43 cm y el que menor diámetro de tallo promedio tuvo fue el cultivar *Yolo wonder* en la turba rubia con 0,10 cm con la intensidad de luz roja.

En base a los resultados obtenidos para esta variable, Sánchez (2021, pp. 56-60) trabajó con 4 cultivares de pimiento (*Padrón*, *Cubanelle*, *Marconi* y *Yolo wonder*), cada uno de estos contó con 30 plantas por repetición (4 repeticiones; 4 tratamientos), al momento del trasplante del semillero a campo abierto, a estas plántulas se les aplicó un enraizador químico denominado Phyto Root, el cual se aplicó a 50 cc en 20 litros de agua y una vez preparada la mezcla, se aplicó a las plántulas de las distintas variedades para ayudar en su crecimiento radicular y para mejorar la adaptación del cultivo a campo, cabe mencionar que; en este experimento, se aplicó una fertilización foliar con el producto químico Fuerza verde transcurriendo 15 días para la evaluación de sus distintas variables, el riego fue por gravedad en este experimento. Con todas estas características descritas en la investigación se obtuvo que, a los 45 días después del trasplante, cuando se evaluó el diámetro del tallo de las distintas variedades, los resultados registrados fueron que para la variedad de pimiento *Cubanelle* y *Yolo wonder*, fueron los tratamientos que tuvieron los más bajos diámetros de tallo promedio, con medias de 0,543 y 0,538 cm respectivamente y los más altos fueron de las variedades *Padrón* con una media de 0,576 cm y *Marconi* con 0,537 cm de diámetro de tallo.

Con lo mencionado anteriormente y comparado con la presente investigación, los resultados que se obtuvieron para la variable diámetro del tallo, con las distintas intensidades de luz en relación con los sustratos y variedades empleadas, no se asemejan, ya que; existieron algunos parámetros que hacen que exista alguna variación entre resultados en ambas investigaciones, ya que, en este caso el cultivar *Yolo wonder* cuyas semillas fueron sometidas a periodos de luz azul por 12 horas y en la mezcla_sustratos_3, tuvo el mayor diámetro de tallo promedio con 0,45 cm sin la aplicación de fertilización foliar, solamente empleando el uso de gallinaza al momento del trasplante y con un número de 3 plantas por tratamiento, cabe mencionar que; en los otros tratamientos se presentaron mediciones bajas de diámetro del tallo (tabla 35-3) esto fue debido al

poco número de plantas evaluadas por tratamiento, ya que; por el poco espacio disponible en el invernadero no fue posible disponer de un diseño apropiado.

3.12. Número de hojas

El número de hojas de las plantas de pimiento se lo evaluó a los 45 días después del trasplante de las plántulas (gráfico 12-3), se tomó los datos respectivos de cada variedad en relación con el porcentaje de prendimiento, con lo que; se obtuvo los promedios de cada uno de los tratamientos empleados en base al número de plantas de cada repetición por tratamiento (**Anexo N**).

Con los resultados obtenidos, se realizó la desviación estándar en base a las repeticiones de cada tratamiento, para obtener una media general y así se comprobó que variedad fue la mejor de acuerdo con su distinta intensidad de luz y a su respectivo sustrato al momento de evaluar el número de hojas de las plantas a los 45 días. Cabe mencionar que, en algunos tratamientos de la luz natural hay valores nulos, por lo que; no se evaluó la desviación estándar en estos tratamientos debido a la ausente germinación en los semilleros respecto a esta intensidad de luz (tabla 36-3).

Tabla 36-3: Número de hojas de los cultivares de pimiento en invernadero respecto a los diferentes sustratos e intensidades de luz

Promedios de número de hojas a los 45 días y su respectiva Desviación estándar							
Luz	Sustratos	<i>yolo wonder</i>		<i>13LR62100</i>		<i>painita</i>	
		hojas	S	hojas	S	hojas	S
Luz Azul	turba_rubia	13,67	2,49	7,33	5,25	10,67	0,94
	tierra_negra	13,33	0,94	11,67	1,25	12	1,63
	mezcla_sustratos_1	14	1,63	13,33	0,94	4,33	6,13
	mezcla_sustratos_2	14,33	0,47	12,33	0,94	4,67	6,6
	mezcla_sustratos_3	15	1,63	9,33	6,65	4,33	6,13
Luz Roja	turba_rubia	3,67	5,19	4,33	6,13	8,67	6,13
	tierra_negra	7,67	5,44	3,67	5,19	3,33	4,71
	mezcla_sustratos_1	8	5,72	11,33	0,47	7,33	5,25
	mezcla_sustratos_2	5	7,07	9,33	6,65	9	6,38
	mezcla_sustratos_3	12,33	1,25	12,67	1,25	11,67	1,25
Luz Natural	turba_rubia	0	Ne	10,67	8,22	0	Ne
	tierra_negra	0	Ne	8,67	6,18	5	7,07
	mezcla_sustratos_1	0	Ne	9	6,48	7,33	5,25
	mezcla_sustratos_2	10,67	8,22	5,33	7,54	8,67	6,18
	mezcla_sustratos_3	0	Ne	0	Ne	5,67	8,01

S. desviación estándar Ne. no evaluada.

Realizado por: Infante, K, 2022.

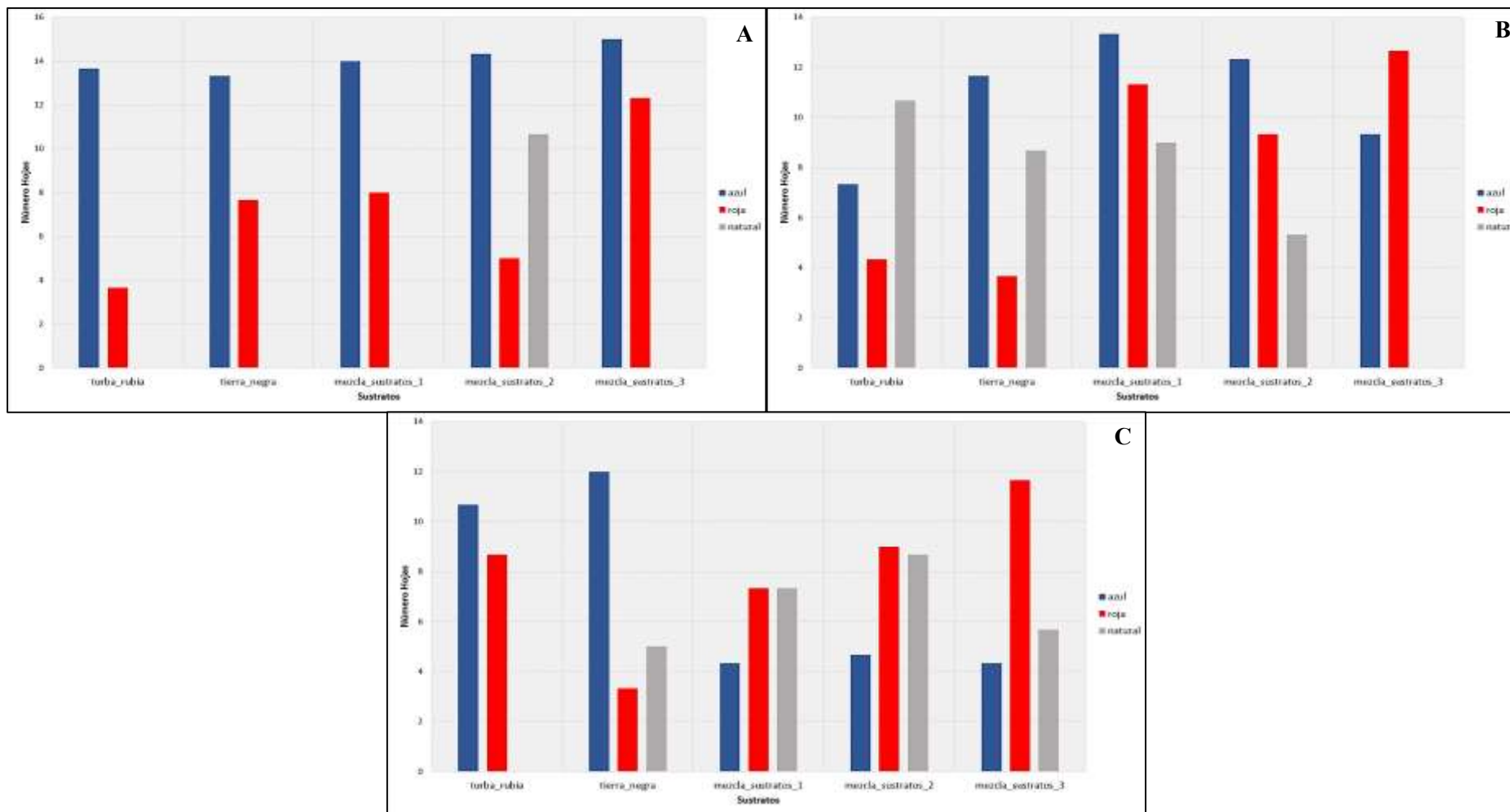


Gráfico 12-3. Número de hojas a los 45 días de las plántulas de pimienta en invernadero en relación a los sustratos y luz: (A). *Yolo wonder* (B). *13LR62100* (C). *Painita*

Realizado por: Infante, K, 2022.

- Evaluando el número de hojas de las plantas del cultivar *Yolo wonder* en las tres distintas intensidades de luz (azul, roja y natural) en el invernadero se obtuvo que, las plántulas de mezcla_sustratos_2 con luz azul presentaron el mayor número de hojas promedio con 14,33 hojas y una desviación estándar (s) de “0,47” y el menor número de hojas promedio tuvo la tierra negra con 13,33 hojas y una (s) de “0,94” (tabla 36-3). Las plántulas de la luz roja en la mezcla_sustratos_3, tuvieron el mayor número de hojas promedio con 12,33 hojas y (s) de “1,25” y el menor número de hojas promedio registrado fue de turba rubia con 3,67 hojas y una (s) de “5,19”. En cambio, con la luz natural, debido a la nula germinación que presentó este tratamiento en los semilleros, solamente se evaluó el número de hojas promedio de la mezcla_sustratos_2 con 10,67 hojas y una (s) de “8,22” (gráfico 12-3 (A)).
- Evaluando el número de hojas de las plantas del cultivar *13LR62100* en las tres distintas intensidades de luz (azul, roja y natural) en el invernadero se obtuvo que, las plántulas de mezcla_sustratos_2 con luz azul presentaron el mayor número de hojas promedio con 12,33 hojas y una desviación estándar (s) de “0,94” y el menor número de hojas promedio tuvo la turba rubia con 7,33 hojas y una (s) de “5,25” (tabla 36-3). Las plántulas de la luz roja en la mezcla_sustratos_3, tuvieron el mayor número de hojas promedio con 12,67 hojas y (s) de “1,25” y el menor número de hojas promedio registrado fue de tierra negra con 3,67 hojas y una (s) de “5,19”. En cambio, con la luz natural, el mayor número de hojas promedio tuvo la turba rubia con 10,67 hojas y una (s) de “8,22” y el menor número de hojas promedio tuvo la mezcla_sustratos_2 con 5,33 hojas y una (s) de “7,54” (gráfico 12-3 (B)).
- Evaluando el número de hojas de las plantas del cultivar *Painita* en las tres distintas intensidades de luz (azul, roja y natural) en el invernadero se obtuvo que, las plántulas de tierra negra con luz azul presentaron el mayor número de hojas promedio con 12 hojas y una desviación estándar (s) de “1,63” y el menor número de hojas promedio tuvo la mezcla_sustratos_1 y 3 con 4,33 hojas respectivamente y una (s) de “6,13” (tabla 36-3). Las plántulas de la luz roja en la mezcla_sustratos_3, tuvieron el mayor número de hojas promedio con 11,67 hojas y (s) de “1,25” y el menor número de hojas promedio registrado fue de tierra negra con 3,33 hojas y una (s) de “4,71”. En cambio, con la luz natural, el mayor número de hojas promedio tuvo la mezcla_sustratos_2 con 8,67 hojas y una (s) de “6,18” y el menor número de hojas promedio tuvo la tierra negra con 5 hojas y una (s) de “7,07” (gráfico 12-3 (C)).

Analizando los resultados de la variable número de hojas de las plantas a los 45 días (tabla 36-3) de manera general, podemos observar que; el cultivar *Yolo wonder* en la mezcla_sustratos_2 con la intensidad de luz azul, fue el tratamiento que mayor número de hojas promedio tuvo con 14,33

hojas y el que menor número de hojas promedio tuvo fue el cultivar *Painita* en la tierra negra con 3,33 hojas con la intensidad de luz roja.

Analizando los resultados que se obtuvieron para esta variable, Mendoza (2021, p. 34) trabajó con una asociación de cultivos (pimiento y acelga) con un diseño de bloques al azar con 3 tratamientos y 7 repeticiones de 21 plantas cada uno a campo abierto, en el que se realizaba la fertilización según las necesidades de los cultivos en mención, la evaluación del número de hojas promedio fue a los 60 días, en el que se obtuvo como resultado que, en la asociación; el cultivo de pimiento fue el que presentó el menor número de hojas promedio con 10 hojas y en cambio el cultivo de acelga se dio el mayor número de hojas promedio con 14,1 hojas.

Con lo mencionado anteriormente y comparado con la presente investigación, estos datos tienen cierta similitud, ya que; una vez evaluado el número de hojas de cada cultivar de pimiento de acuerdo con su distinta luz y sustrato, se evidenció que la variedad *Yolo wonder* en la mezcla_sustratos_3 con la intensidad luz azul (430 nm), alcanzó el más alto promedio en número de hojas con 15, en asociación con el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*), del mismo modo para la evaluación de este parámetro, dependió del porcentaje de prendimiento de las 3 plántulas por cada tratamiento en el invernadero, mostrando valores inferiores en la evaluación del número de hojas (tabla 36-3) en cultivo asociado.

En cambio, Sánchez (2021, pp. 56-60) citado anteriormente, que trabajó con 4 cultivares de pimiento (*Padrón, Cubanella, Marconi y Yolo wonder*), cuyas características de su investigación han sido descritas con anterioridad, obtuvo que; para la valoración de esta variable, el promedio de número de hojas a los 45 días, el mayor promedio en hojas lo alcanzó la variedad *Padrón* con 48 hojas y el que menor número de hojas promedio tuvo fue con los tratamientos *Marconi y Yolo wonder*, cada uno con 27 hojas respectivamente. Estos resultados comparados con la presente investigación difieren, ya que; en este caso el mayor número de hojas promedio lo alcanzó el pimiento *Yolo wonder* con 15 hojas con la intensidad de luz azul (430 nm), con 3 plántulas por tratamiento, con la incorporación de gallinaza en el suelo, en cultivo asociado y sin ningún tipo de fertilización edáfica o foliar.

3.13. Análisis Económico

Al momento de realizar el análisis beneficio costo, se tomó a consideración los costos de producción, empleado por las plántulas obtenidas y los cálculos respectivos del beneficio bruto y neto de cada uno de los cultivares de forma general, en los distintos tipos de luz y sustratos que fueron empleados. Además, cabe mencionar que, el precio de las plántulas de pimiento de manera

estándar en el vivero comercial “Santa Rosa” ubicado en la parroquia San Luis, cantón Riobamba, en el mes de Marzo del año 2022 fueron de: Pimiento *Yolo wonder* USD 0,07 en semillero y pimientos *13LR62100* y *Painita* USD 0,12 en semillero, tomando como referencia el precio de plántulas de las variedades *Nathalie F1* y *Marconi*. Cabe mencionar que, las plántulas de pimiento de la variedad *Yolo wonder*, al tratarse de una variedad no comercial en el presente año (2022) su precio es inferior a las plántulas de híbridos de pimiento.

Tabla 37-3: Resumen del análisis económico de las plántulas de pimiento de los respectivos tratamientos

Tratamientos	Variedades	Costos directos	plántulas obtenidas	Beneficio Bruto (BB)	Beneficio Neto (BN)
T1	<i>yolo wonder</i>	63,76	913	73,04	0,15
T2	<i>13LR62100</i>	174,26	223	31,22	-147,50
T3	<i>painita</i>	174,26	265	37,10	-142,46

Realizado por: Infante, K, 2022.

Analizando el respectivo análisis económico de cada una de las variedades empleadas en los distintos sustratos e intensidades de luz se obtuvo que, el tratamiento con el cultivar *Yolo Wonder* fue el tratamiento que generó un beneficio neto de USD 0,15 y el que menor costo de producción se empleó. En cambio, con los tratamientos de los cultivares de pimiento *13LR62100* y *Painita* los beneficios netos dieron como resultado números negativos debido a la escasa obtención de las plántulas en los semilleros de los distintos tratamientos.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos de las distintas variables evaluadas tanto en el semillero como en el invernadero se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

1. Con la luz azul y la mezcla_sustratos_2 (60% tierra negra + 20% humus + 20% sustrato comercial) en la producción de plántulas de pimiento se obtuvieron los mejores resultados en las distintas variables valoradas e intensidades de luz y cómo estas influyeron en 3 de los 8 variables evaluadas en el semillero las cuales fueron: el porcentaje de germinación con un 74,30% con el cultivar de pimiento *Painita*, la altura de las plántulas con un valor de 8,53 cm promedio con el cultivar *13LR62100* y el peso fresco con un valor promedio de 2,25 gramos con el cultivar *Painita*.
2. Las plántulas de los distintos cultivares colocadas en el invernadero, en relación con la intensidad de luz azul y sus distintos sustratos presentaron los mayores promedios en: % prendimiento el cultivar *Yolo wonder* con luz azul alcanzó el 100% promedio en todos sus tratamientos; altura de las plantas a los 45 días con 14,57 cm promedio lo alcanzó la tierra negra con el cultivar *Yolo wonder*; diámetro del tallo con 0,45 cm promedio lo alcanzó la mezcla_sustratos_3 con el cultivar *Yolo wonder* y el número de hojas lo obtuvo la mezcla_sustratos_2 con 14,33 hojas con el mismo cultivar.
3. Se determinó con el análisis económico que el cultivar de pimiento *Yolo wonder* en todos sus tratamientos fue el que alcanzó un mayor beneficio con USD 0,15 en la obtención de las plántulas de los distintos tratamientos e intensidades de luz.

RECOMENDACIONES

1. Realizar otros ensayos en los que se utilicen otras intensidades de luz, ya que en la actualidad los paneles de luz led son de diversos colores y aplicarlos a otras variedades de pimiento con la mezcla de sustratos_2: 60% Tierra negra + 20% humus + 20% sustrato comercial.
2. Implementar un modelo en el que se considere más de una cámara en cada intensidad de luz en relación con los mismos cultivares de pimiento y los mismos sustratos.
3. Realizar otros ensayos en el que se implemente el uso de la luz blanca debido a que esta intensidad de luz contiene espectros de luz visible que incluyen la luz azul y roja y comparar estos efectos para las intensidades de luz usadas en esta investigación.
4. Implementar un diseño específico de las plántulas de pimiento, extendiendo el tiempo de evaluación y empleando un mayor número de plantas, una vez trasplantadas en invernadero para obtener mejores resultados al momento de evaluar las distintas variables que se pueden manejar.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Baya hueca: En la botánica se denomina al tipo de fruto que esta hueca, con semillas rodeadas de pulpa y es tan resistente que crece en cualquier sitio (REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, 2016, p. 1).

Crecimiento: Se refiere a los incrementos en estatura y peso y a otros cambios que ocurren mediante el paso del tiempo en los seres vivos (Turco, et al., 2018, pp. 1-2).

Cultivar: En botánica se define como las variedades de especies vegetales las cuales han sido obtenidas por diferentes técnicas agrícolas (Arévalo, et al., 2006, pp. 5-9).

Desarrollo: Se refiere a la evolución progresiva de las diferentes etapas vitales de un organismo, sea que se trate de un organismo unicelular o pluricelular, como animales y plantas (Turco, et al., 2018, pp. 1-2).

Diodos emisores: Son un dispositivo semiconductor que emite luz debido al efecto electroluminiscente (ELECTRONICA LUGO, 2015, p. 1).

Fotoperiodo: Permite a las plantas regular sus funciones biológicas utilizando el número de horas de luz que hay a lo largo de todo el año (Simón, 2019, p. 1).

Giberelinas: Son reguladores esenciales del desarrollo de las plantas y abarcan todos los semblantes de lo que se refiere a la vida de las plantas (Felix, 2020, pp. 1-2).

Lombricomposta: Es un material similar a la tierra, producido a partir de residuos orgánicos, altos en nutrientes y utilizado comúnmente como mejorador de suelos (Morales, 2011, p. 3).

Materiales lignocelulósicos: El objetivo principal es dar a la planta el soporte estructural, impermeabilidad, y la resistencia contra el ataque microbiano y el estrés oxidativo (Ortiz, 2016, pp. 4-5).

Madurez fisiológica: Se refiere a la etapa del desarrollo de la fruta u hortaliza en que se ha producido el máximo crecimiento y maduración (FAO, 2020, p. 100).

Madurez morfológica: Se consigue cuando las distintas estructuras de las semillas se han completado, dándose por finalizada cuando el embrión ha alcanzado su máximo desarrollo (FAO, 2020, p. 100).

Plantas de días cortos: Es la direccionalidad del crecimiento de las plantas por luz y foto periodicidad, regulación de la floración y otras transiciones del desarrollo por la longitud del día y la noche (Axayacatti, 2017, p. 2).

Respiración aerobia: Es una serie de reacciones metabólicas que tienen lugar dentro de las células de los seres vivos, a través de los cuales se obtiene energía química a partir de la descomposición de moléculas orgánicas (Carbó, et al., 2013, pp. 265-266).

Variedad: es considerada como una adaptación de la especie que ha sido modificada por los cambios diversos que se ha presentado en su hábitat (climáticos, presencia de plagas, enfermedades, etc.) (Arévalo, et al., 2006, pp. 5-9).

Vigor de semilla: Es la sumatoria total de aquellas propiedades de las semillas que determinan el nivel de actividad y el comportamiento de las semillas o de un lote de semillas durante la germinación y emergencia de las plántulas (Salinas, et al., 2013, p. 4).

BIBLIOGRAFÍA

ABARCA, Sergio; & AGUILAR, Roberto. *Principios básicos de los sustratos* [En línea]. Premier Horticulture Ltd PROMIX, 2020. pp. 3-4. [Consulta: 14 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.pthorticulture.com/media/4065/principios-b%C3%A1sicos-de-los-sustratos-es.pdf>.

ABELLÁN, Karulo. *Botrytis cinerea - Plagas y Enfermedades* [En línea]. España: CANNA, 2020. p. 1. [Consulta: 1 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.canna.es/botrytis-cinerea-plagas-enfermedades>.

ALIAGA, Carlos. TRATAMIENTO CONVENCIONAL DE FUNGOSIS DEL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) EN SALAVERRY – LA LIBERTAD [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. 2019. p. 5. [Consulta: 2021-07-02]. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3137/TesisPimiento.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

ARÉVALO, R.; BERTONCINI, E; GUIRADO, N.; & CHAILA, S. "Los términos cultivar o variedad de caña de azúcar (*Saccharum* spp.)". REVISTA CHAPINGO SERIE [En línea], 2006, (México) 12(1), pp. 5-9. [Consulta: 5 noviembre 2021]. ISSN: 1027-152X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/609/60912102.pdf>.

ARMSTRONG, Arístides; & CABRERA, Irma. *Insectos que Atacan al Pimiento* [En línea]. Puerto Rico: Recinto Universitario de Mayaguez, 2014. pp. 5-9. [Consulta: 2 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.uprm.edu/eea/wp-content/uploads/sites/177/2016/04/PIMIENTO-Insectos-v2005.pdf>.

AXAYACATTI, Olmo. *Fotoperiodismo y el control de la floración* [En línea]. Departamento de Recursos Naturales. Programa de Semillas Forrajeras, 2017. p. 2. [Consulta: 13 enero 2022]. Disponible en: https://www.fca-ude.edu.uy/upload/Materiales/FOTOPERIODISMO_interior-0056-0247.pdf.

BARCELÓ, José. *Importancia del SUSTRATO para los cultivos y jardines* [blog]. Sevilla-España: Paisajismo Digital, 2019. pp. 1-5. [Consulta: 14 agosto 2020]. Disponible en: <https://paisajismodigital.com/blog/importancia-del-sustrato-para-los-cultivos-y-jardines/#:~:text=El%20sustrato%20se%20divide%20en,y%20negras%2C%20entre%20otros%20materiales..>

BELÉN, M. *Principales características de la Turba Rubia* [En línea]. hidroponia.mx, 2017. pp. 1-3. [Consulta: 16 agosto 2021]. Disponible en: <https://hidroponia.mx/principales-caracteristicas-de-la-turba-rubia/#:~:text=Existen%20diferentes%20tipos%20de%20peat,nivel%20importante%20de%20retenci%C3%B3n%20de>.

BOLÍVAR, Sergio. El Chacra [En línea]. 2020. p. 1. [Consulta: 14 mayo 2020]. Disponible en: <https://www.nexdu.com/ec/riobamba-h/empresa/el-agro-7933>.

BORBOR, Alberto; & SUÁREZ, Gardenia. *Producción de tres híbridos de pimiento (Capsicum annum) a partir de semillas sometidas a imbibición e imbibición más campo magnético en el campo experimental Río Verde, Cantón Santa Elena* [En línea] (Trabajo Titulación). (Pregrado) Universidad Estatal Península de Santa Elena. Santa Elena-Ecuador. 2013. pp. 1-58. [Consulta: 2021-07-29]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/901/1/BORBOR%20NEIRA%20ALBERTO%20Y%20SU%C3%81REZ%20SU%C3%81REZ%20GARDENIA.pdf>.

BUÑAY, Cristhian. ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DEL PIMIENTO (Capsicum annum.L) VAR. VERDE, BAJO LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL CANTÓN GENERAL ANTONIO ELIZALDE (BUCA Y) PROVINCIA DEL GUAYAS [En línea] (Trabajo Titulación). (Pregrado) Universidad Técnica de Ambato, Cumandá-Ecuador. 2017. pp. 26-29. [Consulta: 2021-09-08]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25090/1/tesis%20024%20Ingenier%C3%ADa%20Agropecuaria%20-%20Bu%C3%B1ay%20Christian%20-%20cd%20024.pdf?fbclid=IwAR3fPpIarrO1kmljyMaTFG-yypnelc88eMjoNGIYriEcJ44do6xjR3yoo1E>.

BURES, Silvia, URRESTARAZU, Miguel y & KOTIRANTA, Stina. *Iluminación artificial en agricultura* [En línea]. POSTHARVEST. BIZ, 2018. pp. 2-4. [Consulta: 29 julio 2021]. Disponible en: https://www.poscosecha.com/es/noticias/iluminacion-artificial-en-agricultura/_id:80678/.

CABRERA, Ricardo. *El Cultivo del Pimiento* [En línea]. The pepper growing, 2009. pp. 2-30. [Consulta: 30 julio 2021]. Disponible en: <http://allmacigos.cl/bt/EL%20CULTIVO%20DEL%20PIMIENTO.pdf>.

CARBÓ, Miquel; FLÓREZ, Igor; & GONZÁLEZ, Miguel. *La respiración de las plantas* [En línea]. FUNDAMENTOS DE FISIOLOGÍA VEGETAL, 2013. pp. 265-266. [Consulta: 16 enero 2022]. Disponible en: <http://biblio3.url.edu.gt/Publi/Libros/2013/FisioVegetal/14.pdf>.

CARVAJAL, Rogelio. *Principales enfermedades y plagas del pimiento* [En línea]. Certis Growing Together, 2017. pp. 1-3. [Consulta: 3 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.certiseurope.es/noticias/detalle/news/principales-enfermedades-y-plagas-del-pimiento/>.

CASTILLO, Magaly; & Chiluisa, Mónica. EVALUACIÓN DE TRES ABONOS ORGÁNICOS (ESTIÉRCOL DE BOVINO, GALLINAZA Y HUMUS) CON DOS DOSIS DE APLICACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE PIMIENTO (*Capsicum annum* L.) EN EL RECINTO SAN PABLO DE MALDONADO, CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DE COTOPAXI, AÑO 2011 [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Técnica de Cotopaxi, La Maná-Ecuador. 2011. pp. 103-109. [Consulta: 2021-10-03]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/935/1/T-UTC-1231.pdf>.

CHEN, José. *La influencia de la luz en el crecimiento del cultivo* [En línea]. México: Premier Tech Horticulture Ltd., 2016. pp. 1-3. [Consulta: 13 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-influencia-de-la-luz-en-el-crecimiento-del-cultivo/#:~:text=Duraci%C3%B3n%20de%20la%20luz%20o%20fotoperiodo%3A&text=Las%20plantas%20se%20pueden%20dividir,la%20primavera%20o%20el%20oto>.

CLÉRICO, Santiago. *PAINITA RZ F1 (35-628)* [En línea]. Rijk Zwaan, 2021. p. 1. [Consulta: 29 julio 2021]. Disponible en: <https://www.rijkszwaan.cl/busca-tu-variedad/pimiento/painita-rz>.

CLIMATE-DATA.ORG. *Clima Riobamba (Ecuador)* [En línea]. Climate-data-org, 2021. p. 1. [Consulta: 15 agosto 2021]. Disponible en: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-del-chimborazo/riobamba-2973/>.

COSME, José. *Control de mancha bacteriana en pimientos* [En línea]. México: Universidad de Sonora, 2015. pp. 1-2. [Consulta: 9 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.hortalizas.com/cultivos/control-de-mancha-bacteriana-en-pimientos/>.

DEKER, Londres. Adaptación de cinco híbridos de Pimiento (*Capsicum annum* L.) en la zona de Catarama, Cantón Urdaneta Provincia de los Ríos [En línea] (Trabajo de Titulación).

(Ingeniero) Universidad de Guayaquil, Guayaquil-Ecuador. 2011. p. 9. [Consulta: 30 julio 2021]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8163/1/TESIS%20PIMIENTO.pdf>.

ELECTRONICA LUGO. *Proyectos y soluciones tecnológicas* [En línea]. 2015. p. 1. [Consulta: 26 enero 2022]. Disponible en: <https://electronicalugo.com/led-diodo-emisor-de-luz-conceptos-basicos-tipos-y-caracteristicas/>.

ESTRADA, Pareja. "Manejo y procesamiento de la gallinaza" Revista Lasallista de Investigación [En línea], 2005, (Colombia) 2(1), p. 43-48 [Consulta: 18 septiembre 2009]. ISSN: 1794-4449. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/695/69520108.pdf>.

FAO. *Operaciones de cosecha y campo* [En línea]. Santiago-Chile: Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, 2020. p. 100. [Consulta: 19 enero 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/x5055s/x5055S03.htm#:~:text=La%20madurez%20fisiol%C3%B3gica%20se%20refiere,es%20seguida%20por%20el%20envejecimiento..>

FELIX, Ivan. *Giberelinas ¿Qué son? y ¿Como se aplican?* [blog]. México: fagro, 2020. pp. 1-2. [Consulta: 19 enero 2022]. Disponible en: <https://blogdefagro.com/2018/08/24/giberelinas/>.

FERNÁNDEZ, Fernando; GEPTS, Paúl; & LOPEZ, Marceliano. *ETAPAS DE DESARROLLO EN LA PLANTA DE FRIJOL* [En línea]. Cali-Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 2017. pp. 62-64. [Consulta: 1 septiembre 2021]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/132691059.pdf>.

FLORES, Silvia; CASTILLO, Ana; & AVÍTIA, Edilberto. "Uso de diferentes proporciones de led rojos y azules para mejorar el crecimiento de *Lilium spp.*". Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas [En línea], 2021, (México) 12(5), pp. 13-20. [Consulta: 12 septiembre 2021]. ISSN 5623-253X. Disponible en: <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/2607/4348>.

FORNARIS, Guillermo. *Características de la Planta* [En línea]. Puerto Rico: Recinto Universitario de Mayaguez, 2014. p. 3. [Consulta: 1 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/03/PIMIENTO-Character%C3%ADsticas-de-la-Planta-v2005.pdf>.

GARCÍA, Francisco. *Germinación de Semillas* [En línea]. Valencia-España: Universidad Politécnica de Valencia, 2011. pp. 19-23. [Consulta: 10 agosto 2021]. Disponible en: http://www.euita.upv.es/variados/biologia/temas/tema_17.htm.

GONZÁLES, Lourdes. EFECTO DE LAS DIFERENTES LONGITUDES DE ONDA DE LUZ LED EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE AMARANTHUS CAUDATUS VARIEDAD "ALEGRIA" [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad del Azuay, Cuenca-Ecuador. 2019. pp. 8-17. [Consulta: 2021-09-16]. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/8983/1/14628.pdf>.

GONZÁLEZ, Darwin. *Respuesta del pimiento capsicum annum variedad yolo wonder a la formulación de abonos orgánicos en la granja Sta. Inés* [En línea]. Machala-Ecuador: Universidad Técnica de Machala, 2011. pp. 7-9. [Consulta: 2 agosto 2021]. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/485>.

GUACHAN, Betty. Principales plagas y enfermedades en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.), en el barrio Santa Rosa, cantón Urcuquí [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Técnica de Babahoyo, Carchi-Ecuador. 2019. p. 3. [Consulta: 28-08-2021]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6407/E-UTB-FACIAGING%20AGRON-000173..pdf?sequence=4&isAllowed=y>.

GUGOLE, O. "Manejo Integrado de Araña Roja en Hortalizas Bajo Invernadero" [En línea], 2017, (México) 78(2), pp. 3-6. [Consulta: 1 julio 2021]. ISSN 906-909. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manejo-integrado-de-arana-roja-en-hortalizas-bajo-invernadero>.

HERNÁNDEZ, Carlos. *Desinfección del Suelo por Solarización* [En línea]. Valencia-España: Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2013. p. 205. [Consulta: 14 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/desinfeccion-del-suelo-por-solarizacion>.

JIMÉNEZ, Pablo. Identificación del agente causal(s) de la pudrición radicular en pimiento (*Capsicum annum* L.) en Tumbaco [En línea] (Trabajo Titulación). (Pregrado) Universidad Central del Ecuador, Quito-Ecuador. 2018. p. 3. [Consulta: 30 julio 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15929/1/T-UCE-0001-CAG-014.pdf>.

LÓPEZ, Jiltza; & RAMÍREZ, Osmany. Evaluación de la influencia de la fertilización en el vivero sobre la calidad de la planta de *Pinus oocarpa* Schiede y su desarrollo inicial en plantación

[En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Nacional Agraria, Managua-Nicaragua. 2014. pp. 7-8. [Consulta: 2021-09-17]. Disponible en: <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04t591.pdf>.

LUQUE, L. *¿Qué es el sustrato de cultivo?* [En línea]. Montilla-España: Suministros Agrícolas LUQUE, S.L., 2020. p. 1. [Consulta: 7 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.suministrosagricolasluque.com/que-es-el-sustrato-de-cultivo/>.

MENDOZA, Cindy. RESPUESTA AGRONÓMICA DEL PIMIENTO (*Capsicum annum*) A LA SIEMBRA SOCIAL DEL CULTIVO DE ACELGA (*Beta vulgaris*) EN EL CANTÓN MILAGRO, N C CRECINTO LA ESPERANZA [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Agraria del Ecuador, Milagro-Ecuador. 2021. pp 29-34. [Consulta: 2021-10-07]. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MENDOZA%20VERA%20CINDY%20VALERIA.pdf>.

MILLA, Alberto. *Capsicum de capsas, cápsula: El Pimiento* [En línea]. Compendios de Horticultura, 2015. p. 21. [Consulta: 1 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.olivosdebadajoz.com/PLANTAS-DE-HORTALIZA/pimiento.pdf>.

MONTERO, José. *Temperaturas y tiempos para la germinación de las semillas* [En línea]. Ecoagricultor. Huerto ecológico, 2015. pp. 1-2. [Consulta: 22 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.gruposacsa.com.mx/tiempo-de-germinacion-de-los-pimientos/>.

MORALES, Mariana. *Taller de elaboración de lombricomposta* [En línea]. Santa Fe-Colombia: Universidad Iberoamericana, 2011. p. 3. [Consulta: 19 enero 2022]. Disponible en: <https://ibero.mx/web/filesd/publicaciones/taller-de-lombricomposta.pdf>.

MORENO, María; LOZA, Sofía; & ORTÍZ, Martín. "Efecto de luz Led sobre semillas de *Capsicum annum* L. var. serrano". *Biotecnología Vegetal* [En línea], 2017, (México) 17(3), pp. 145-151. [Consulta: 18 agosto 2021]. ISSN 2074-8647. Disponible en: <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/552/html>.

ORTEGA, Luis; SÁNCHEZ, Josset; Díaz, Ramon et al. "EFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* MILL)". *Ra Ximha* [En línea], 2010, (México) 6(3), pp. 365-372. [Consulta: 14 septiembre 2009]. ISSN: 1665-0441. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/461/46116015005.pdf>.

ORTÍZ, William. "Materiales Lignocelulósicos" Revista de Tecnología - Journal of Technology [En línea], 2016, (Colombia) 15(1) pp. 166. [Consulta: 14 enero 2022]. ISSN: 1692-1399. Disponible en: <https://www.unbosque.edu.co/nuestro-bosque/catalogo/revista-de-tecnologia-journal-technology-volumen-15-numero-1>.

PANIAGUA, Guillermo; HERNÁNDEZ, Claudia; RICO, Fernando; DOMÍNGUEZ, Flavio, et al. "Efecto de la luz led de alta intensidad sobre la germinación y el crecimiento de plántulas de brócoli (*Brassica oleracea* L.)" [En línea], 2015, (México) 40(2), pp. 1-3. [Consulta: 25 agosto 2021]. ISSN 1405-2768. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682015000200013#:~:text=En%20general%2C%20semilla%20germinada%20en,et%20al.%2C%202009\)..](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682015000200013#:~:text=En%20general%2C%20semilla%20germinada%20en,et%20al.%2C%202009)..)

PÉREZ, Karina. Efectos de la luz en la germinación en semillas de *Lactuca sativa* [En línea]. slideshare a Scribd company, 2012. p. 7. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/KarinaPz/informe4morfo#>.

PÉREZ, María. EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS Y CUATRO DOSIS DE BIOESTIMULANTE PARA LA PRODUCCIÓN DE PIMIENTO ORNAMENTAL [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Central del Ecuador, Quito-Ecuador. 2014. p. 45. [Consulta: 2021-08-23]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3222/1/T-UCE-0004-85.pdf>.

PINO, Mariana. *GUIA DIDACTICA: CULTIVO Y MANEJO DEL PIMIENTO (Capsicum annuum L.)* [En línea]. Plata-Argentina: Universidad Nacional de la Plata, 2018. p. 11. [Consulta: 12 julio 2021]. Disponible en: https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/41414/mod_resource/content/1/Gu%C3%ADa%20de%20Pimiento%202017%20%281%29.pdf.

QUINTANA, Roo. *Que es la composta y cuales son sus beneficios* [En línea]. México: Universidad de Quintana Roo, 2013. pp. 1-3. [Consulta: 8 agosto 2021]. Disponible en: https://www.crc.uri.edu/download/UQROO_compostPamphlet.pdf.

RAMOS, Yesid; & RAMÍREZ, Eduardo. *Desarrollo de un sistema de iluminación artificial LED para cultivos en interiores-Vertical Farming (VF)* [En línea], 2016, (Colombia) 80 (2) pp. 111-120. [Consulta: 11 agosto 2021]. ISSN 0122-056X. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/315907313_Desarrollo_de_un_sistema_de_iluminacio

n_artificial_LED_para_cultivos_en_interiores_-
_Vertical_Farming_VF/fulltext/58ed029aaca27232c3ac3c0a/Desarrollo-de-un-sistema-de-
iluminacion-artificial.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. *Asociación de academias de la lengua española* [En línea]. 2016. p. 1. [Consulta: 12 enero 2022]. Disponible en: <https://dle.rae.es/baya>.

RECHE, José. *Cultivo del Pimiento Dulce en Invernadero* [En línea]. Sevilla-España: Consejería de Agricultura y Pesca, Servicio de Publicaciones y Divulgación, 2010. pp. 97-98. [Consulta: 3 septiembre 2021]. Disponible en: https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160265Cultivo_Pimiento_Invernadero.pdf.

RICHFORD, Nannette. Qué es la tierra negra y cuáles son sus usos [blog]. Gardencenterejea, 2017. pp. 1-2. [Consulta: 13 agosto 2021]. Disponible en: <https://blog.gardencenterejea.com/tierra-negra-usos/>.

RÍOS, Gabriela. EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE PIMIENTO NATHALIE F1 (*Capsicum annum* L) UTILIZANDO DOS DENSIDADES DE PLANTACIÓN Y TRES TIPOS DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA, EN LA PARROQUIA DE CHECA CANTÓN QUITO PROVINCIA DE PICHINCHA [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda-Ecuador. 2012. pp. 32-38. [Consulta: 2021-11-21]. Disponible en: https://handbook.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/AGRARIAS_7/Ingenieria%20Agronomica/67.pdf.

RODRÍGUEZ, M.; MORALES, C.; OSORIO, E., et al. *La enfermedad de la Tristeza del pimiento causada por *Phytophthora parasitica*: susceptibilidad a la infección de las distintas partes de la planta* [En línea]. Guadajira-España: Centro de Investigación Agraria Finca La Orden-Valdesequera, 2010. pp. 451-452. [Consulta: 16 julio 2021]. Disponible en: <http://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2054.%20VI%20Congreso%20Ib%C3%A9rico%20de%20Ciencias%20Hort%C3%ADcolas.%20XII%20Congreso%20Nacional%20de%20Ciencias%20Hort%C3%ADcolas/Comunicaciones/La%20enfermedad%20de%20la%20Tristeza%20del%20pimi>.

RODRÍGUEZ, S. *Guía para Semilleros y Semilleras* [En línea]. Costa Rica: Biodiversidad, Red de Coordinación en Biodiversidad, 2017. p. 8. [Consulta: 29 julio 2021]. Disponible en: <http://agroecologia.org/wp-content/uploads/2017/05/libro-de-Semillas.pdf>.

ROLLERI, Jorgelina. *Oidio del pimiento* [En línea]. Departamento de Protección Vegetal, Ministerio de Asuntos Agrarios, 2012. pp. 33-34. [Consulta: 6 agosto 2021]. Disponible en: https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/13455/mod_resource/content/0/OidioPimientoBH_33.pdf.

RUIZ, Juan. 2012. *Compost para germinación en semilleros* [En línea]. Agromática. Compost. 2012. p. 4. [Consulta: 1 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.agromatica.es/compost-para-germinacion-en-semilleros/>.

SALA, Gaspar. *Beneficios del humus de lombriz en nuestro huerto o jardín* [En línea]. EcoInventos green technology, 2021. p. 1. [Consulta: 8 agosto 2021]. Disponible en: <https://ecoinventos.com/beneficios-humus-lombriz-huerto-jardin/#comments>.

SALINAS, Adriana; CRAVIOTTO, Mario. et al. *Pruebas de vigor y calidad fisiológica de semillas de soja* [En línea]. Brasilia-Brazil: Pesq. agropec. bras., 2013. p. 4. [Consulta: 15 enero 2020]. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/pab/a/YPkXVKw9MbrZDgbhyJ5T7NK/?format=pdf&lang=es#:~:text=El%20vigor%20de%20las%20semillas,y%20emergencia%20de%20las%20pl%C3%A1ntulas>.

SÁNCHEZ, Joe. COMPORTAMIENTO MORFO-AGROPRODUCTIVO DE DIFERENTES CULTIVARES DE PIMIENTO (CAPSICUM ANUUM L.) EN LA PARROQUIA LA VICTORIA [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Técnica de Machala, Machala-Ecuador. 2021. pp. 51-60. [Consulta: 2021-10-05]. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16568/1/TTUACA-2021-IA-DE00034.pdf>.

SIMÓN, Ángel. *Fotoperiodo, clave en el crecimiento de las plantas* [En línea]. AQUAE FUNDACIÓN, 2019. p. 1. [Consulta: 17 enero 2022]. Disponible en: <https://www.fundacionaquae.org/wiki/fotoperiodo-al-ritmo-de-la-luz/#:~:text=Llamamos%20fotoperiodo%20al%20conjunto%20de,los%20d%C3%ADas%20son%20m%C3%A1s%20cortos%E2%80%93>.

TEXIER, William. *Arena como sustrato para el cultivo de plantas – Hidroponía* [En línea]. HydroScope, 2013. p. 296. [Consulta: 7 agosto 2021]. Disponible en: <https://bureauinsurance.com/es/arena-como-sustrato-para-el-cultivo-de-plantas-hidroponia/>.

TURCO, Gloria; VIDAL, Carla; BASCONSUELO, Sara. et al. *Crecimiento y desarrollo ¿son sinónimos en plantas?* [En línea]. Córdoba-Argentina: UniRío editora, 2018. pp. 1-2. [Consulta: 19 enero 2022]. Disponible en: <https://kidshealth.org/es/parents/childs-growth.html>.

URRESTARAZU, Miguel; BURÉS, Silvia; & KOTIRANTA, Stiina. *Iluminación Artificial en Horticultura* [En línea]. España: Universidad de Almería, 2018. p. 9. [Consulta: 29 julio 2021]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/322821562>.

VALDÉS, Yaisys. *Luz artificial para plantas: la influencia de la iluminación en el proceso de crecimiento* [blog]. Secom here comes the light, 2021. p. 1. [Consulta: 22 agosto 2021]. Disponible en: <https://blog.secom.es/la-influencia-de-la-luz-en-el-crecimiento-de-las-plantas/#>.

WEATHER SPARK. *Datos históricos meteorológicos en el invierno de 2021 en Riobamba* [En línea]. Aeropuerto Internacional Cotopaxi, 2021. p. 1. [Consulta: 25 agosto 2021]. Disponible en: <https://es.weatherspark.com/h/s/20020/2021/3/Datos-hist%C3%B3ricos-meteorol%C3%B3gicos-del-invierno-2021-en-Riobamba-Ecuador#Figures-Temperature>.


D.B.R.A.I.
Ang. Cristhian Castilla

ANEXOS

ANEXO A: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS LUGARES DONDE SE LLEVO A CABO LA INVESTIGACIÓN.



(a) Ubicación del semillero (b) Ubicación del invernadero.

ANEXO B: OBTENCIÓN Y DESINFECTADO MEDIANTE EL MÉTODO DE VAPOR DE LOS DISTINTOS SUSTRATOS EMPLEADOS EN EL ENSAYO.



ANEXO C: COLOCACIÓN DE LOS DISTINTOS SUSTRATOS EN LOS SEMILLEROS.



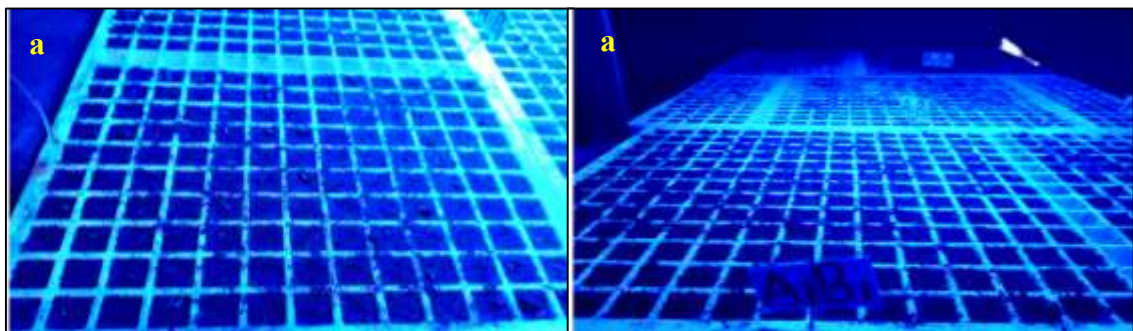


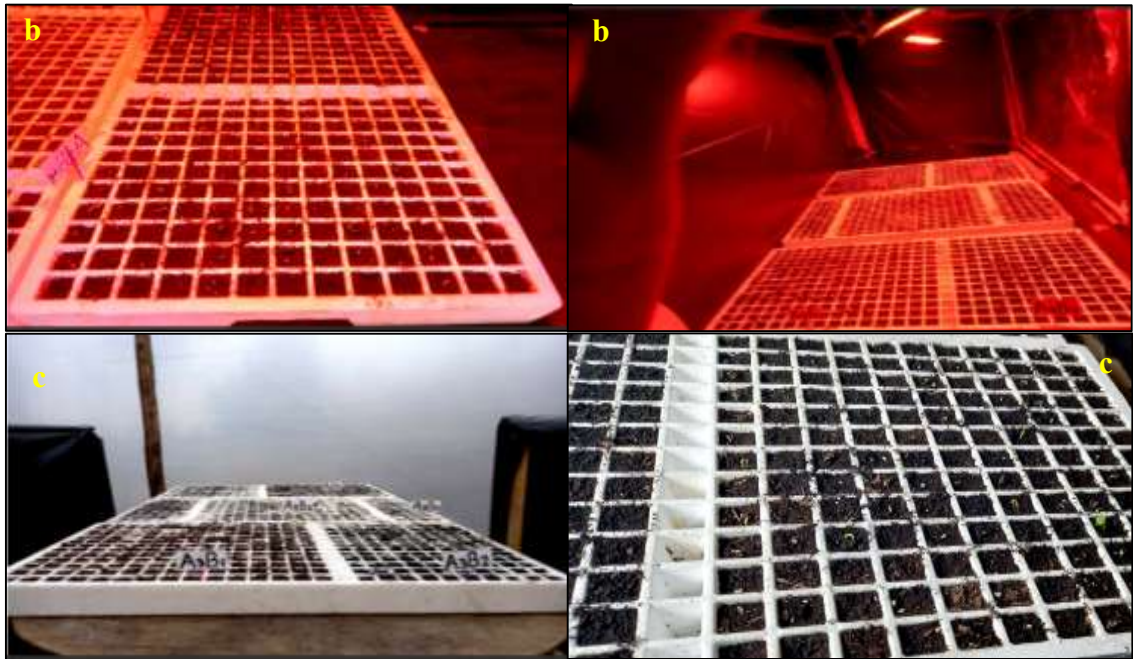
ANEXO D: COLOCACIÓN DE LAS SEMILLAS DE PIMIENTO EN LOS SEMILLEROS.



(a). Semillas *Yolo Wonder* (b). Semillas *13LR62100* (c). Semillas *Painita*.

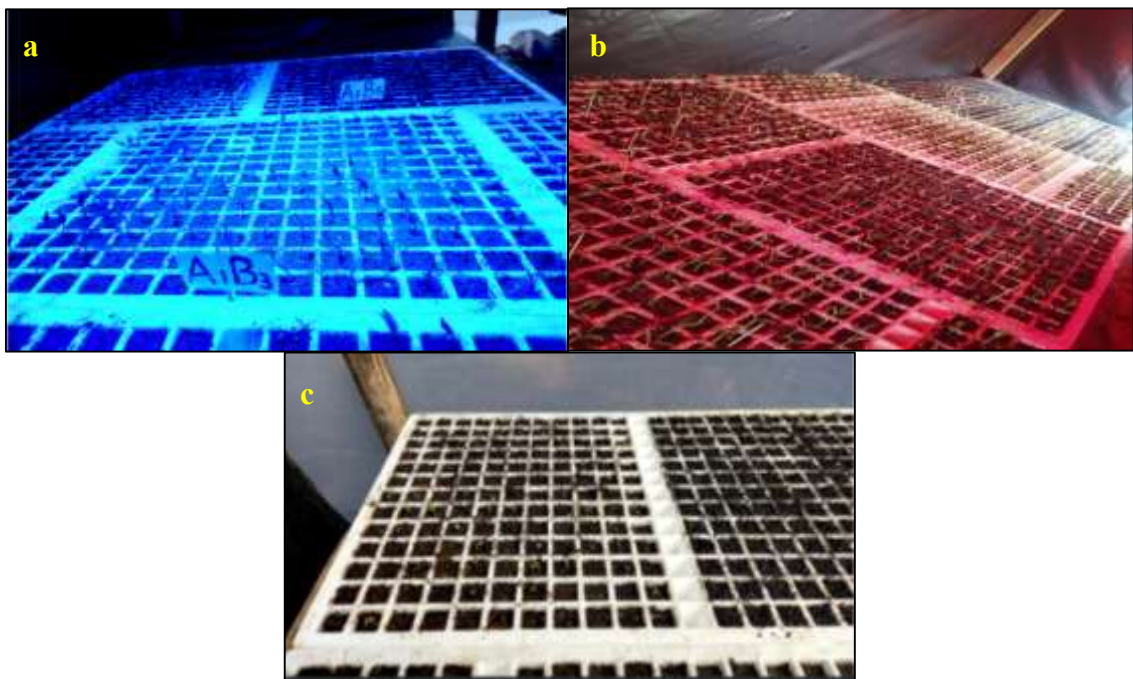
ANEXO E: DÍAS A LA GERMINACIÓN DE LAS PLÁNTULAS DE PIMIENTO EN LAS DISTINTAS INTENSIDAD DE LUZ.





(a). Luz Azul (b). Luz Roja (c). Luz Natural

ANEXO F: APARECIMIENTO DE LAS HOJAS COTILEDONALES DE LAS PLÁNTULAS DE PIMIENTO EN SUS RESPECTIVOS TRATAMIENTOS.

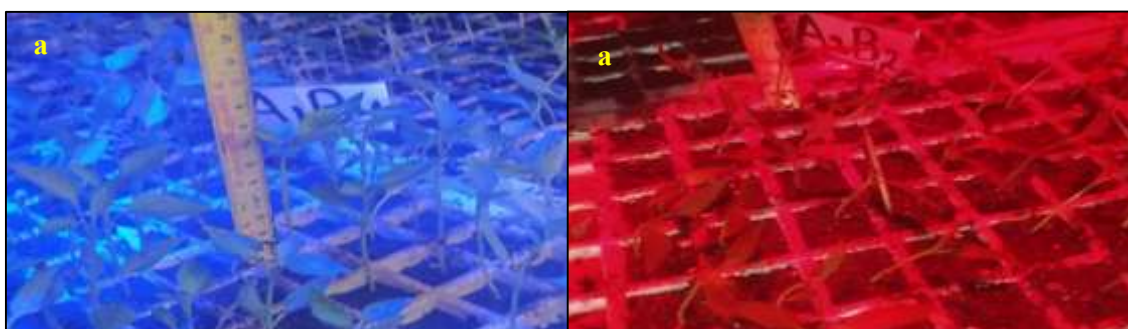


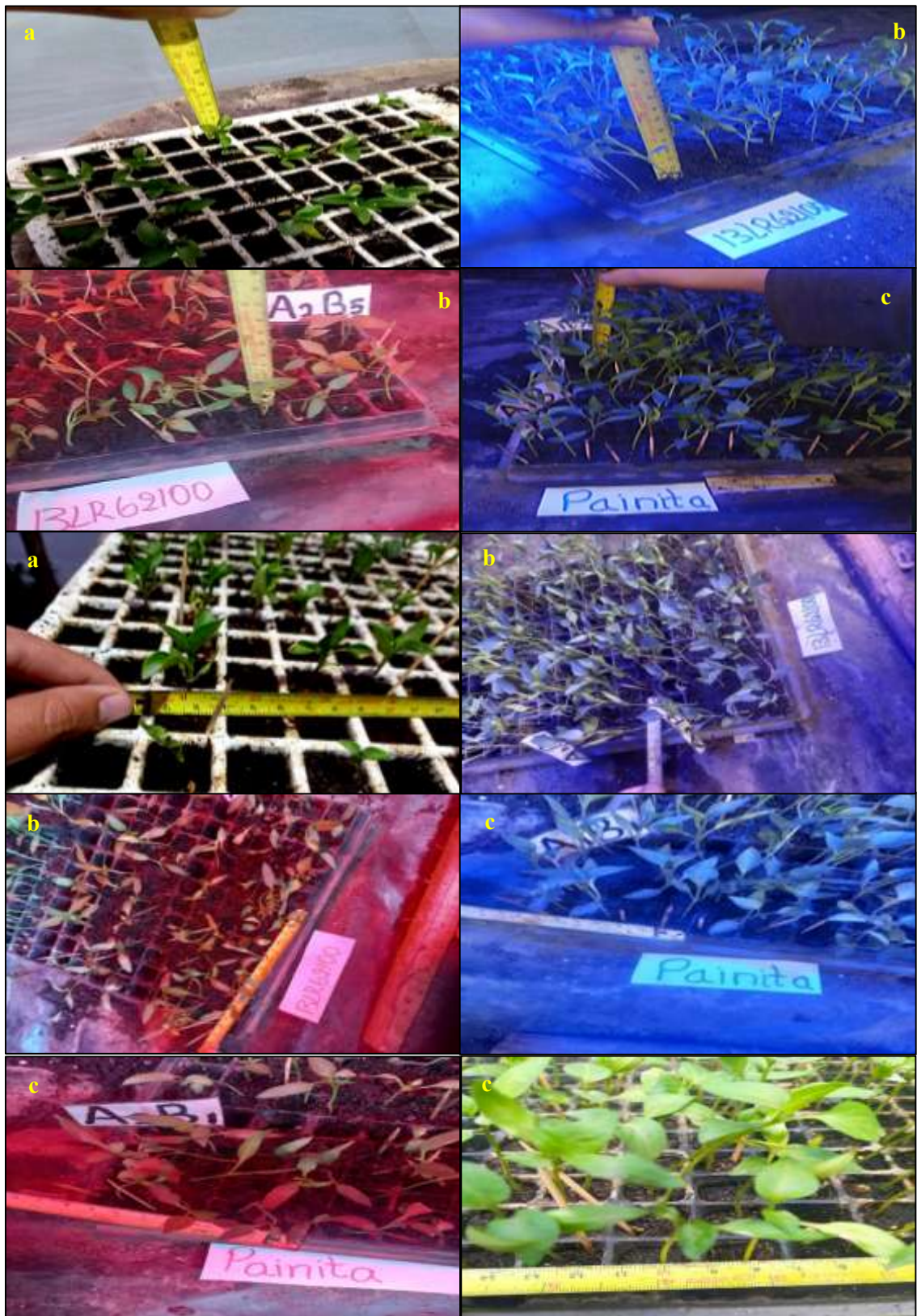
ANEXO G: APARECIMIENTO DE LAS HOJAS VERDADERAS DE LAS PLÁNTULAS DE PIMIENTO EN SUS RESPECTIVOS TRATAMIENTOS.



(a). Pimiento *Yolo wonder* (b). Pimiento *13LR62100* (c). Pimiento *Painita*.

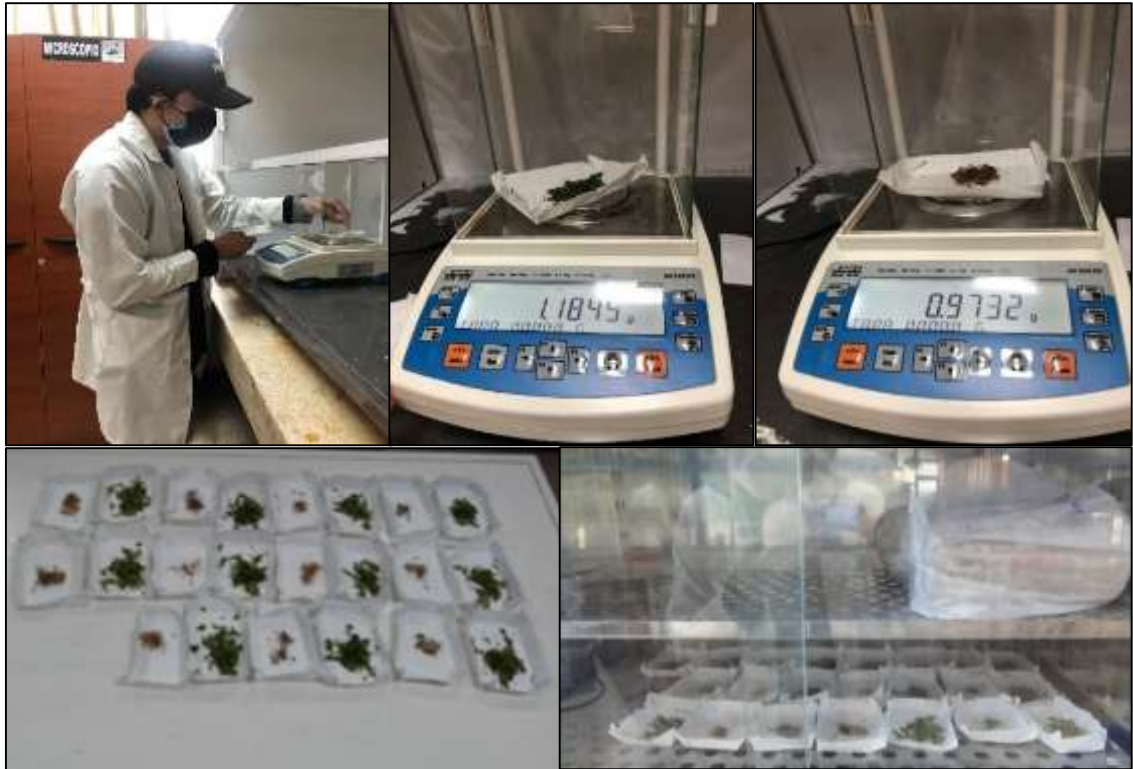
ANEXO H: ALTURA Y DIÁMETRO DEL TALLO DE LAS PLÁNTULAS PIMIENTO A LOS 70 DÍAS EN SUS RESPECTIVOS TRATAMIENTOS.





(a). Pimiento *Yolo wonder* (b). Pimiento *13LR62100* (c). Pimiento *Painita*.

ANEXO I: REALIZACIÓN DE PESO FRESCO Y PESO SECO EN EL LABORATORIO DE LAS DISTINTAS VARIEDADES DE PIMIENTO.



ANEXO J: TRANSPLANTE DE LAS DISTINTAS VARIEDADES DE PIMIENTO A FUNDAS PLÁSTICAS TRANSPARENTES.



(a). Desinfección del sustrato empleando el método de vapor (b). Trasplante de las plántulas a las fundas transparentes (c). Cultivar de pimiento *Yolo wonder* (d). Cultivares de pimiento *13LR62100* y *Painita*.

ANEXO K: TRANSPLANTE DE LAS DISTINTAS VARIETADES DE PIMIENTO A INVERNADERO.



(a). Siembra del pimiento Yolo wonder (b). Siembra del pimiento *13LR62100* (c). Siembra del pimiento *Painita* (d). Visualización de la siembra de los pimientos en el área establecida en invernadero.

ANEXO L: TOMA DE DATOS DE LAS VARIABLES EVALUADAS EN EL *PIMIENTO WOLO YONDER*.



(a). Altura de la planta (b). Diámetro del tallo (c). Conteo número de hojas.

**ANEXO M: TOMA DE DATOS DE LAS VARIABLES EVALUADAS EN EL *PIMIENTO*
*13LR62100***



(a). Altura de la planta (b). Diámetro del tallo (c). Conteo número de hojas.

**ANEXO N: TOMA DE DATOS DE LAS VARIABLES EVALUADAS EN EL *PIMIENTO*
PAINITA.**



(a). Altura de la planta (b). Diámetro del tallo (c). Conteo número de hojas

**ANEXO O: COSTOS DE PRODUCCIÓN EN LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE
PLÁNTULAS DE PIMIENTO (*Capsicum annuum L.*).**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unidades	Precio total
Obtención de la semilla				
Semillas de pimiento yolo wonder	Funda	2	4,75	9,50
Semillas pimiento 13LR62100	Funda	1	120	120
Semillas pimiento Painita	Funda	1	120	120
SUBTOTAL				249,50
SUSTRATOS				
Turba Rubia	Funda 5 kg	1	4,75	4,75
Tierra Negra	Funda 2 kg	3	2	6
Arena de Rio	Funda 1 kg	2	1	2
Humus	Funda 5 kg	1	2,8	2,80
Sustrato comercial	Funda 3 kg	1	3,5	3,50
Composta	Funda 3 kg	1	2,50	2,50
SUBTOTAL				21.55
SEMILLERO				
Madera	Unidades		60	60
Envase Plástico	Unidad	1	1,5	1,5
Rociadores	Unidad	3	2,25	6,75
Fundas de plástico	Unidad	3	1	3
Plástico	Unidad	5	6	30
Clavos	libras	2	2,50	5
Semilleros	Unidades	15	4,75	71,25
SUBTOTAL				177.5
EQUIPO ELÉCTRICO				
Luz Azul	Lámpara led	1	30	30
Luz Roja	Lámpara led	2	20	40
Cable número 14 color rojo	Unidad	1	15	15
Cable número 14 color negro	Unidad	1	15	15
Taípe	Unidad	1	1	1
Juego de desarmadores	Unidad	1	15	15
Cautín	Unidad	1	5	5
SUBTOTAL				121
Gastos Indirectos				
Imprevistos (suministros)			20	20
SUBTOTAL				20
TOTAL				589,55



**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 06/ 06 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Kevin Fabricio Infante Pilco
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Agronomía
Título a optar: Ingeniero Agrónomo
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz


D.B.R.A.I.
Ing. Cristhian Castillo

