



Fenotipado y evaluación de la calidad de plántulas de pimiento (Capsicum annuum L.) En semilleros con diferente intensidad de luz artificial y sustratos

Phenotyping and evaluation of the quality of pepper seedlings (Capsicum annuum L.) in nurseries with different intensity of artificial light and substrates

Fenotipagem e avaliação da qualidade de mudas de pimenta (Capsicum annuum L.) em viveiros com diferentes intensidades de luz artificial e sustratos

Pablo Israel Álvarez Romero ^I
pabloi.alvarez@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-0743-5210>

Kevin Fabricio Infante Pilco ^{II}
kevin.infante@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-8633-1502>

Raúl Guillermo Zambrano Pontón ^{III}
gzambrano@unach.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-4009-2726>

Ana Francisca Tibúrcia Amorim Ferreira e Ferreira ^{IV}
ana.tiburcia@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-7484-8106>

Correspondencia: pabloi.alvarez@esPOCH.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 23 de junio de 2022 * **Aceptado:** 12 de julio de 2022 * **Publicado:** 06 de agosto de 2022

- I. PhD en Ciencias en Fitopatología, Máster en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, mención en Mejoramiento y Sanidad Vegetal, Ingeniero Agrónomo, Docente en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Recursos Naturales, Riobamba, Ecuador.
- II. Ingeniero Agrónomo, Investigador Independiente, Ecuador.
- III. Magíster en Comunicación Corporativa, Licenciado en Ciencias de la Comunicación Social, Docente en la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Carrera de Comunicación, Riobamba, Ecuador.
- IV. PhD en Ciencias en Fitopatología, Professor em Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical/Universidade Federal do Amazonas-UFAM, Manaus/AM, Brasil.

Resumen

El objetivo de la investigación fue estudiar el efecto de diferentes intensidades de luz (blanca, azul y roja) y su interacción con diferentes sustratos en la producción de plántulas de tres genotipos de pimiento. Se usaron semillas de pimientos de los genotipos Painita, Yolo wonder y 13LR62100. Los tipos de luz led usadas fueron dos, luz azul (430 nm) y luz roja (630 nm), además luz natural fue usada como control. Los sustratos usados fueron: turba rubia, tierra negra, mezcla de sustratos 1 (50% arena + 25% humus + 25% tierra), mezcla de sustratos 2 (60% tierra negra + 20% humus + 20% sustrato comercial) y mezcla de sustratos 3 (50% tierra negra + 50% composta). Las variables evaluadas fueron: días a la germinación, porcentaje de germinación, días al apareamiento de las hojas cotiledonales y hojas verdaderas, altura y diámetro de las plántulas, materia seca e índice de Dickson. Los mejores resultados obtenidos en todos los genotipos y variables evaluadas estuvieron asociadas a la interacción de la luz azul y de los sustratos ricos en materia orgánica. Los resultados en el presente estudio motivan al uso de luz azul y sustratos ricos en materia orgánica para la producción de plántulas de pimiento.

Palabras Clave: plantas; mejoramiento vegetal; vivero; fenotipado.

Abstract

The objective of the research was to study the effect of different intensities of light (white, blue and red) and its interaction with different substrates in the production of seedlings of three pepper genotypes. Pepper seeds of the Painita, Yolo wonder and 13LR62100 genotypes were used. The types of led light used were two, blue light (430 nm) and red light (630 nm), in addition natural light was used as a control. The substrates used were: blond peat, black soil, substrate mixture 1 (50% sand + 25% humus + 25% soil), substrate mixture 2 (60% black soil + 20% humus + 20% commercial substrate) and of substrates 3 (50% black soil + 50% compost). The variables evaluated were: days to germination, germination percentage, days to the appearance of cotyledonal leaves and true leaves, height and diameter of seedlings, dry matter and Dickson index. The best results obtained in all the genotypes and variables evaluated were associated with the interaction of blue light and substrates rich in organic matter. The results in the present study motivate the use of blue light and substrates rich in organic matter for the production of pepper seedlings.

Keywords: seedlings; plant breeding; nursery; physiology; phenotyping.

Resumo

O objetivo dessa pesquisa foi estudar o efeito de diferentes intensidades de luz (branca, azul e vermelha) e sua interação com diferentes substratos na produção de mudas de três genótipos de pimentão. Foram utilizadas sementes de pimentão dos genótipos Painita, Yolo wonder e 13LR62100. Os tipos de luz led utilizados foram dois, luz azul (430 nm) e luz vermelha (630 nm), além disso, a luz natural foi usada como controle. Os substratos utilizados foram: turfa loira, terra preta, mistura de substrato 1 (50% areia + 25% húmus + 25% terra preta), mistura de substrato 2 (60% terra preta + 20% húmus + 20% substrato comercial) e de substratos 3 (50% terra preta + 50% compost). As variáveis avaliadas foram: dias para germinação, porcentagem de germinação, dias para aparecimento de folhas cotilédones e folhas verdadeiras, altura e diâmetro de plântulas, matéria seca e índice de Dickson. Os melhores resultados obtidos em todos os genótipos e variáveis avaliados foram associados à interação da luz azul e substratos ricos em matéria orgânica. Os resultados do presente estudo motivam o uso de luz azul e substratos ricos em matéria orgânica para a produção de mudas de pimentão.

Palavras-chave: mudas; melhoramento vegetal; Viveiro; fenotipagem.

Introducción

La producción de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en Ecuador se da en la región Costa y Sierra ecuatoriana. 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).

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).

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 pretendió 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).

Actualmente, la calidad de plántulas de las diferentes especies vegetales debe de asegurar a los agricultores que se desarrollen a campo abierto sin mucha dificultad y otorgue una producción uniforme en el futuro. 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).

Actualmente no se tiene información en Ecuador del uso de diferente intensidad de luz y sustratos en la calidad de plántulas de pimiento, por eso el presente estudio tuvo como objetivo principal evaluar la calidad de plántulas de pimiento (*Capsicum annum* L.) en semilleros con diferente intensidad de luz artificial y sustratos a nivel de vivero.

Materiales y métodos

El presente trabajo de investigación se realizó en la provincia de Chimborazo, en el cantón Riobamba, en Ecuador, en las siguientes coordenadas: 78° 39' 18'' W; 01° 41' 18'' S. La temperatura promedio durante el experimento fue de 14°C y la humedad relativa fue de 68,9%. Como material vegetal se usaron semillas de tres genotipos de pimiento (Yolo wonder, Painita RZ F1 y 13LR62100 F1). 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. La combinación de intensidades de luz, genotipos de pimiento y sustratos estudiados en el presente estudio se presentan en la Tabla -1.

Tabla- 1. Tratamientos evaluados para la producción de plántulas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) de diferentes cultivares 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 + mezcla de sustratos 1 (50% arena + 25% humus + 25% tierra negra).
T4	Luz azul + mezcla de sustratos 2 (60% tierra negra + 20% humus + 20% sustrato comercial).
T5	Luz azul + mezcla de sustratos 3 (50% tierra negra + 50% composta).
T6	Luz roja (630 nm) + turba rubia.
T7	Luz roja + tierra negra.
T8	Luz roja + mezcla de sustratos 1 (50% arena + 25% humus + 25% tierra negra).
T9	Luz roja + mezcla de sustratos 2 (60% tierra negra + 20% humus + 20% sustrato comercial).
T10	Luz roja + mezcla de sustratos 3 (50% tierra negra + 50% composta).
T11	Luz natural (700 nm) + turba rubia.
T12	Luz natural + tierra negra.
T13	Luz natural + mezcla de sustratos 1 (50% arena + 25% humus + 25% tierra negra).
T14	Luz natural + mezcla de sustratos 2 (60% tierra negra + 20% humus + 20% sustrato comercial).
T15	Luz natural + mezcla de sustratos 3 (50% tierra negra + 50% composta).

Para la preparación de los semilleros se utilizaron mezclas de los sustratos detallados en la Tabla 1, la composición del semillero fue homogénea para todos los tratamientos a emplear según el diseño experimental. Antes de la siembra se realizó la desinfección de los sustratos mediante agua caliente a los sustratos y tapándolos con un plástico de polietileno transparente durante al menos 4 días. Posteriormente, 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 precedió a identificarlos para los distintos tratamientos del ensayo. Se instalaron dos lámparas led marca Sylvania 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). Se realizaron riegos con ayuda de rociadores cada vez que hacía falta en los sustratos.

1. Las variables evaluadas en el experimento fueron: días y porcentaje de germinación, días a la emergencia de las primeras hojas cotiledonales y primeras hojas verdaderas, altura de la planta y diámetro del tallo, peso seco de las plántulas e índice de Dickson.
 - Días a la germinación: esta variable y 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.
 - Porcentaje de germinación: se contabilizó el número de semillas germinadas, y se calculó el porcentaje de germinación.
 - Días a la emergencia 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.
 - Días a la emergencia 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.
 - Altura de la planta: se registró la altura 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, esta medida se midió desde la parte basal hasta el ápice terminal de la hoja con la ayuda de un calibrador pie de rey.
 - 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.
 - Peso seco de las plántulas: se registró el peso seco de las plantas 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.
 - 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, para esto se usó la metodología de López y Ramirez (2014).

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar (D.B.C.A) con diferentes sustratos y cultivares para cada tipo de luz (luz azul, luz roja y luz natural). Después de verificar los supuestos de homogeneidad y normalidad de todas las variables, los datos fueron sometidos a análisis de varianza y prueba de Tukey al 5%. Los análisis se realizaron utilizando el software R, versión 4.1.2.

Resultados y discusión

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 de sustratos 1 con el cultivar 13LR62100; también se ubican la mezcla de 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, todos estos tratamientos se demoraron 7 días en promedio en germinar sus semillas colocándolas en el rango “a” y el tratamiento que más días demoró en la germinación de sus semillas fue la mezcla de sustratos 3 con el cultivar Yolo wonder, con un promedio de 11 días colocándolo en el rango “d” (Tabla 2). Para la luz roja, los días a la germinación presentaron 4 grupos en el cual la mezcla de sustratos 3 con el 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 el rango “a” compartieron esa posición algunos tratamientos con varias interacciones de sustratos con sus respectivas variedades de pimiento con un promedio de 7 días (Tabla 2). En el caso de la luz natural, los días a la germinación presentaron 3 grupos en el cual la mezcla de sustratos 1 con el cultivar 13LR62100 y la mezcla de sustratos 2 con el cultivar painita, fueron los tratamientos que menos días demoraron en la germinación de las semillas de pimiento con un promedio de 11 días colocándolo en el rango “a”. En rango “c” con una germinación de 19 días promedio se encontró a la mezcla de sustratos 2 con el cultivar Yolo wonder. En este caso existieron valores nulos, los cuales indicaron que no existió el proceso de germinación en esta intensidad de luz (Tabla 2).

Tabla 2. Días a la germinación de las semillas de pimiento en la interacción sustratos x cultivares con las distintas intensidades de luz.

Interacción Sustratos x Cultivares	Promedio de días a la germinación		
	Luz:	Luz:	Luz:
	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 de sustratos 1: Painita	7 a	7 a	13 b
Mezcla de 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 de sustratos 3: Painita	8 b	7 a	13 b
Mezcla de sustratos 3: 13LR62100	8 b	7 a	0
Mezcla de sustratos 2: Painita	8 b	8 b	11 a
Mezcla de sustratos 2: 13LR62100	8 b	8 b	12 a
Mezcla de sustratos 1: Yolo wonder	8 b	8 b	0
Mezcla de sustratos 2: Yolo wonder	9 c	8 b	19 d
Mezcla de sustratos 3: Yolo wonder	11 d	12 d	0

*Las interacciones con la misma letra son iguales estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Para la luz azul, el porcentaje de germinación presentó 10 grupos en los que se destaca que la mezcla de 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 de sustratos 3 con el cultivar Yolo wonder con 5,67%,

colocándolo en rango “i” (Tabla 3). Para la luz roja, el porcentaje de germinación presentó 7 grupos en el cual la mezcla de sustratos 2 con el cultivar Yolo wonder, fue el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje de germinación con un 62,06 % colocándolo en el rango “a” y el tratamiento que obtuvo el menor porcentaje de germinación fue la mezcla de sustratos 3 con Painita con 8,33%, colocándolo en rango “e” (Tabla 3). En el caso de la luz natural, el porcentaje de germinación presentó 3 grupos en el cual la mezcla de 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 de sustratos 2 con el cultivar Painita con 2,10%, colocándolo en rango “bc” (Tabla 3). En este caso existieron valores nulos, los cuales indicaron que no existió el proceso de germinación en esta intensidad de luz.

Tabla 3- Porcentaje de germinación de las semillas de pimiento en la interacción sustratos x cultivares de pimiento con las distintas intensidades de luz.

Interacción Sustratos x Cultivares	Promedio del Porcentaje Germinación		
	Luz:	Luz:	Luz:
	Azul	Roja	Natural
Mezcla de sustratos 2: Yolo wonder	68,23 ab	62,07 a	22,03 a
Mezcla de 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 de sustratos 1: 13LR62100	35,43 g	32,63 bc	3,50 bc
Mezcla de sustratos 2: 13LR62100	44,47 ef	41 b	3,50 bc
Mezcla de 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 de sustratos 2: Painita	74,30 a	54,87 a	2,10 bc
Mezcla de sustratos 1: Yolo wonder	56,40 cd	61,53 a	0

Mezcla de sustratos 3:			
13LR62100	43,07 fg	9 e	0
Mezcla de 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

*Las interacciones con la misma letra son iguales estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Para la luz azul, los días a la emergencia de las hojas cotiledonales presentaron 6 grupos en los que se destaca que el tratamiento en el que menos días demoró en mostrar las hojas cotiledonales fue en la tierra negra con el cultivar 13LR62100 con 17 días promedio colocándolo en rango “a” y la mezcla de sustratos 3 con el cultivar Yolo Wonder, fue el tratamiento que más días demoró en aparecer las hojas cotiledonales con 21,67 días promedio colocándolo en el rango “d” (Tabla 4). Para la luz roja, los días a la emergencia 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 de sustratos 1 con el cultivar 13LR62100, fue el tratamiento que más días demoró en aparecer las hojas cotiledonales con 22 días promedio colocándolo en el rango “c” (Tabla 4). Para la luz natural, los días a la emergencia de las hojas cotiledonales presentaron 6 grupos en los que se destaca que el tratamiento que menos días demoró en mostrar las hojas cotiledonales fue el de turba rubia y 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 mostrar estas hojas con 25,33 días promedio colocándolo en el rango “d” (Tabla 4).

Tabla 4: Días a la emergencia al apareamiento de las primeras hojas cotiledonales en la interacción sustratos x cultivares de pimiento con las distintas intensidades de luz.

Interacción Sustratos x Cultivares	Promedio de emergencia de las hojas cotiledonales		
	Luz:	Luz:	Luz:
	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 de sustratos 2: 13LR62100	17,33 a	20,67 abc	24,67 bcd
Turba rubia: Painita	17,67 b	21 abc	0
Mezcla de sustratos 2: Yolo wonder	17,67 b	19,67 a	25 cd
Mezcla de sustratos 1: 13LR62100	17,67 b	22 c	24,67 bcd
Mezcla de 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 de sustratos 3: 13LR62100	18,67 bc	21,33 bc	0
Mezcla de sustratos 1: Yolo wonder	18,67 bc	20,33 ab	0
Mezcla de sustratos 2: Painita	19,33 bcd	20,67 abc	23,67 a
Mezcla de sustratos 3: Painita	19,67 cd	21,67 bc	24 ab
Mezcla de sustratos 3: Yolo wonder	21,67 d	19,67 a	0

*Las interacciones con la misma letra son iguales estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Para la luz azul, los días a la emergencia 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 de sustratos 3 con el cultivar Yolo wonder con 40 días promedio colocándolo en rango “c” (Tabla 5). Para la luz roja, los días a la emergencia 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 de sustratos 1 y 2 con el cultivar 13LR62100 con 51,67 días promedio colocándolo en el mismo rango (Tabla 5). Para la luz natural, los días a la emergencia 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 mostrar 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 de sustratos 1 con el cultivar 13LR62100 con 46 días promedio colocándolo en el mismo rango (Tabla 5).

Tabla - 5 Días al aparecimiento de las hojas verdaderas en la interacción sustratos x cultivares de pimiento con las distintas intensidades de luz.

Interacción Sustratos x Cultivares	Promedio de días a la emergencia de las hojas verdaderas		
	Luz	Luz	Luz
	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 de sustratos 3: Painita	38,33 abc	51,33 a	45 a
Mezcla de sustratos 2: Yolo wonder	38,33 abc	50,67 a	45,67 a
Mezcla de sustratos 2: Painita	38,33 abc	51 a	45,33 a
Mezcla de sustratos 1: 13LR62100	38,33 abc	51,67 a	46 a
Tierra negra: 13LR62100	38,67 abc	50,67 a	45,67 a
Mezcla de sustratos 3: 13LR62100	38,67 abc	51 a	0

Mezcla de sustratos 1: Painita	38,67 abc	50,33 a	45,33 a
Mezcla de sustratos 2:			
13LR62100	39,33 abc	51,67 a	45,67 a
Mezcla de 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 de sustratos 3: Yolo			
wonder	40 c	50,67 a	0

*Las interacciones con la misma letra son iguales estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Para la luz azul, la altura de la planta a los 70 días presentaron 7 grupos en los que se destacó que la mezcla de 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” (Tabla 6). 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 de 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 de sustratos 3 y el cultivar 13LR62100 con 3,60 cm colocándolo en el mismo rango (Tabla 6). 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 de 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 6).

Tabla- 6: Altura de las plántulas a los 70 días en la interacción sustratos x cultivares de pimiento con las distintas intensidades de luz.

Interacción Sustratos x Cultivares	Promedio de la altura de las plántulas a los 70 días
---------------------------------------	---

	Luz Azul	Luz Roja	Luz Natural
Mezcla de sustratos_2:			
13LR62100	8,53 a	4,30 a	4,07 a
Mezcla de sustratos 2: Painita	8,30 ab	3,87 a	4,10 a
Tierra negra: Painita	7 abc	3,83 a	4,20 a
Mezcla de sustratos 1:			
13LR62100	6,93 abc	3,83 a	4,37 a
Mezcla de sustratos 2: Yolo wonder			
	6,70 bcd	4,47 a	4,27 a
Mezcla de sustratos 1: Painita	6,53 cde	4,03 a	4,27 a
Mezcla de 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 de sustratos 3: Painita	5,87 cde	3,77 a	4,03 a
Turba rubia: Painita	5,80 cde	4,03 a	0
Mezcla de sustratos 3: Yolo wonder			
	5,77 cde	4,20 a	0
Mezcla de 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

*Las interacciones con la misma letra son iguales estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Para la luz azul, el diámetro del tallo de las plántulas presentaron 3 grupos en los que se destaca que la mezcla de sustratos 1 con el cultivar 13LR62100, fue el tratamiento que tuvo el mayor diámetro de su tallo con un promedio de 0,19 cm colocándolo en el rango “a” y el tratamiento que tuvo el menor diámetro fue el de la mezcla de sustratos 1 con el cultivar Painita con un promedio de 0,13 cm colocándolo en rango “b” (Tabla 7). Para la luz roja, el diámetro del tallo de las plántulas

presentaron un solo grupo en los que se destaca que la mezcla de 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 de sustratos 3 con el cultivar 13LR62100 con un promedio de 0,11 cm colocándolo en el mismo rango (Tabla 7). 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 de sustratos 2 con la variedad Yolo wonder con un promedio de 0,183 cm colocándolo en el mismo rango (Tabla 7).

Tabla - 7 : Diámetro del tallo a los 70 días en la interacción sustratos x cultivares de pimiento con las distintas intensidades de luz.

Interacción Sustratos x Cultivares	Promedio del diámetro del tallo (cm)		
	Luz:	Luz:	Luz:
	Azul	Roja	Natural
Mezcla de sustratos 1:			
13LR62100	0,193 a	0,14 a	0,20 a
Mezcla de 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 de sustratos 1: Yolo wonder	0,166 ab	0,166 a	0
Mezcla de 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 de 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 de sustratos 3: Painita	0,153 ab	0,126 a	0,21 a

Mezcla de sustratos 3:			
13LR62100	0,136 ab	0,11 a	0
Mezcla de 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 de sustratos_1: Painita	0,126 b	0,136 a	0,20 a

*Las interacciones con la misma letra son iguales estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Para la luz azul, el peso seco de las plántulas presentó 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 g colocándolo en el rango “a” y el tratamiento que tuvo el menor peso seco fue el de la mezcla de sustratos 1 con el cultivar Yolo wonder con un promedio de 0,11 g colocándolo en el mismo rango (Tabla 8). 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 en estos sustratos. Para la luz roja, el peso seco de las plántulas presentaron 6 grupos en los que se destaca que la mezcla de sustratos 2 con el cultivar 13LR62100, fue el tratamiento que tuvo el mayor peso fresco de sus plántulas con un promedio de 0,13 g colocándolo en el rango “a” y el tratamiento que tuvo el menor peso fresco fue el de la mezcla de sustratos 1 con el cultivar Yolo wonder con un promedio de 0,07 g colocándolo en rango “e” (Tabla 8). 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.

Tabla -8: Peso seco de las plántulas a los 70 días en la interacción sustratos x cultivares de pimiento con las distintas intensidades de luz.

Interacción	Promedio del Peso seco (g)	
	Luz Azul	Luz Roja
Sustratos x Cultivares		
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

*Las interacciones con la misma letra son iguales estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%

Analizando los resultados obtenidos por el índice de Dickson (Tabla 9) correspondientes a la luz azul, se observó 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 la mezcla de sustratos 3 con el cultivar 13LR62100 con un valor de 0,03.

Tabla-9: Índice de Dickson de las plántulas de pimiento crecidas en diferentes sustratos respecto a la intensidad de 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

Analizando los resultados obtenidos por el índice de Dickson (Tabla 10) correspondientes a la luz roja, se observó que el tratamiento de la mezcla de sustratos 2 y el cultivar 13LR62100 fue el tratamiento que obtuvo el mayor índice con un valor de 0,03 y el tratamiento que tuvo el menor índice fue el de la mezcla de sustratos 1 con el cultivar Yolo wonder con un valor de 0,01.

Tabla -10: Índice de Dickson de las plántulas de pimieno crecidas en diferentes sustratos respecto a la intensidad de 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

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 de sustratos 1 con el cultivar Yolo wonder en la intensidad de luz roja.

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 tratamiento 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 la 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) 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).

En base a los resultados obtenidos de la variable porcentaje de germinación, Valdés (2021, p. 4) 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. 1-5), que trabajó con 3 tipos de luz: azul, rojo y verde, donde 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* con un 90% de germinación con una exposición de 12 h y complementos de 3 y 6 h 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 h 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 h con la 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 de sustratos 2 con el cultivar Painita. Para explicar el bajo porcentaje de germinación de la luz natural en los tratamientos Montero (2015) 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 del experimento en los meses de Agosto – Octubre 2021 en el que se llevó a cabo esta 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). Fernández et al., (2017, pp. 62-64) mencionan que el apareamiento 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 de 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 las condiciones climáticas de la zona e inclusive del genotipo de las semillas. Por el contrario, Chen (2016) menciona que la luz azul ayuda a la germinación de las semillas y 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 aparecimiento 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 aparecimiento 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. González (2019, pp. 8-17) trabajó con tres distintas intensidades de luz (rojo, azul y verde) en una sola cabina separadas respectivamente para cada luz, en este lugar se colocaron 16 macetas que contenían semillas de *Amaranthus caudatus* y sustrato, 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 h 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 el autor 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, 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 esta luz junto con los sustratos tuvo influencia en este tratamiento.

Para explicar si existió influencia del sustrato en el experimento planteado se hace mención a Ortega *et al.*, (2010, p. 368-369) mencionado anteriormente, obtuvieron que en plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum*) el efecto de 5 distintos tipos de sustratos fue estudiado dando como resultado a los 30 días después de la siembra que el mayor crecimiento de plántulas de tomate fue el tratamiento compuesto de lombricomposta con 17cm seguidamente de la turba con 15cm y del aserrín con 12cm, aclarando que estos sustratos poseen al cantidad de nutrientes suficientes que favorecen el crecimiento y desarrollo de la planta. Mencionando esto y en base a nuestro estudio, se observa que los tratamientos en los cuales hubo presencia de humus de lombriz (mezcla de 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.

Con lo mencionado anteriormente y comparado con la presente investigación, en los casos de luz azul (430 nm) y roja (630 nm) se observó diferencias 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 h, en el caso de la luz natural (700 nm) que fue el tratamiento que presentó mayores diámetros en los tallos de las plántulas de pimiento respecto a las otras luces, esto se debió a que en esta 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) menciona que en sus resultados obtuvieron que el sustrato compuesto por lombricomposta es el que tiene 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 en el desarrollo de las plántulas y que los demás tratamientos (Turba, Aserrín, Suelo Agrícola y cascara de cacahuate) manifestaron un comportamiento estadístico similar según explica el autor. En la presente investigación, se observó que en 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 20 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.

En relación con los resultados obtenidos para la variable peso seco de las plántulas 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 g en el caso de luz azul y en la luz roja llega a un máximo de 0,13 g. Con respecto a estos resultados obtenidos en la presente investigación, Ortega *et al.*, (2010, p. 368-369), 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. En el presente estudio también se que las plantas tratadas con 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 que, para esta variable además de los sustratos y el genotipo de la semilla, el efecto de las luces en las plántulas de pimiento, condicionó de forma directa la acumulación de materia seca de estas plántulas que se vio directamente relacionado con estas variables en mención. Los resultados en la presente investigación motivan al uso de luz azul y sustratos ricos en materia orgánica para la producción de plántulas de pimiento a nivel comercial, garantizando la calidad de las plántulas.

Conclusiones

- La intensidad de luz que mejor efecto tuvo sobre la mayoría de variables analizadas y genotipos de pimiento fue la luz azul (430 nm).
- Los tipos de sustratos que influenciaron considerablemente las variables analizadas fueron los que tenían más contenido de materia orgánica.

Referencias

1. 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, Cánton Santa Elena [En línea] (Trabajo Titulación). (Pregrado) Universidad Estatal Península de Santa Elena. Santa Elena-Ecuador. 2013. p. 1. [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>.
2. BURES, Silvia, URRESTARAZU, Miguel y & KOTIRANTA, Stiina. Iluminación artificial en agricultura [En línea]. POSTHARVEST. BIZ, 2018. [Consulta: 29 julio 2021]. Disponible en: https://www.poscosecha.com/es/noticias/iluminacion-artificial-en-agricultura/_id:80678/.
3. CHEN, José. La influencia de la luz en el crecimiento del cultivo [En línea]. México: Premier Tech Horticulture Ltd., 2016. [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>.
4. FERNÁNDEZ, Fernando; GEPTS, Paúl; & LOPEZ, Marceliano. ETAPAS DE DESARROLLO EN LA PLANTA DE FRIJOL [En línea]. Cali-Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 2017. [Consulta: 1 septiembre 2021]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/132691059.pdf>.
5. 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>.
6. 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>.
7. MONTERO, José. Temperaturas y tiempos para la germinación de las semillas [En línea]. Ecoagricultor. Huerto ecológico, 2015. [Consulta: 22 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.gruposacsa.com.mx/tiempo-de-germinacion-de-los-pimientos/>.
 8. 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>.
 9. 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)).
 10. 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>.
 11. RODRÍGUEZ, S. Guía para Semilleros y Semilleras [En línea]. Costa Rica: Biodiversidad, Red de Coordinación en Biodiversidad, 2017. [Consulta: 29 julio 2021]. Disponible en: <http://agroecologia.org/wp-content/uploads/2017/05/libro-de-Semillas.pdf>.
 12. URRESTARAZU, Miguel; BURÉS, Silvia; & KOTIRANTA, Stina. Iluminación Artificial en Horticultura [En línea]. España: Universidad de Almería, 2018. [Consulta: 29 julio 2021]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/322821562>.
 13. VALDÉS, Yaisys. Luz artificial para plantas: la influencia de la iluminación en el proceso de crecimiento [En línea]. Secom here comes the light, 2021. [Consulta: 22 agosto 2021].

Disponible en: <https://blog.secom.es/la-influencia-de-la-luz-en-el-crecimiento-de-las-plantas/#>.

14. WEATHER SPARK. Datos históricos meteorológicos en el invierno de 2021 en Riobamba [En línea]. Aeropuerto Internacional Cotopaxi, 2021. [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>.

© 2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).