

Aplicación del espectro electromagnético al crecimiento de la especie *Phaseolus vulgaris* (Frijol)

Application of the electromagnetic spectrum to the growth of the species *Phaseolus vulgaris* (Beans)

Carolina Riveros Gómez*
Paula Andrea Restrepo Aguirre*
Tatiana Pérez Gosteva**

*Estudiantes del pregrado de Ingeniería Geográfica y Ambiental en la universidad La Gran Colombia - Armenia, integrantes del Semillero de Investigación Green Granco.

**Ingeniera Electrónica, Docente Investigadora de la Universidad La Gran Colombia- Armenia. perezgostatiana@miugca.edu.co

Resumen

La implementación de nuevas técnicas de cultivo, de germinación y crecimiento de las plantas, se ha influenciado continuamente por los cambios que se ven reflejados, al poder elegir las características que se desean impulsar en la especie vegetativa a tratar. Por ende, la finalidad del presente artículo es indicar el efecto del espectro electromagnético sobre la calidad fisiológica de la semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Para ello, se realizó un diseño estructural donde se instalaron 4 filtros de diferente color (verde, azul, rojo y transparente), con los cuales se pretendía obtener datos de (crecimiento radicular, estiramiento del tallo, floración, color de las hojas, y modificaciones en el tipo de sustrato utilizado). Dentro de los resultados obtenidos, se encuentra que el filtro verde tuvo una mayor influencia en (el estiramiento del tallo), el filtro azul en (el crecimiento radicular) y el filtro rojo en (el crecimiento del tallo, la floración, y la producción de clorofila), comparado con el filtro transparente. Como conclusión, se determinó que se requiere de un lapso de tiempo más largo, para ver mayores cambios en el crecimiento y desarrollo de las plantas de frijol, a pesar de que la semilla de *Phaseolus vulgaris* es una semilla de rápido crecimiento. Por ende, se estableció que para una mayor eficiencia se deben implementar fotorreceptores en la fase vegetativa.

Palabras clave: Crecimiento en plantas, filtros de colores, fisiología vegetal, espectro electromagnético, *Phaseolus Vulgaris*.

Correspondencia de autor:

[**perezgostatiana@miugca.edu.co](mailto:perezgostatiana@miugca.edu.co)

© 2018 Universidad La Gran Colombia. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution License, que permite el uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que el autor original y la fuente se acrediten.

Cómo citar:

Pérez Gosteva, T., Riveros Gómez, C., & Restrepo Aguirre, P. A. (2023). Aplicación del espectro electromagnético al crecimiento de la especie *Phaseolus vulgaris* (Frijol). *UGCiencia*, 28(1). <https://doi.org/10.18634/ugcj.28v.1i.1281>



Abstract

The implementation of new cultivation and plant germination and growth techniques has been continually influenced by the changes that are reflected, by being able to choose the characteristics to be promoted in the vegetative species to be treated. Therefore, the purpose of this article is to indicate the effect of the electromagnetic spectrum on the physiological quality of bean (*Phaseolus Vulgaris*) seed. For this, a structural design was carried out where 4 filters of different colors (green, blue, red and transparent) were installed, with which it was intended to obtain data on (root growth, stem stretching, flowering, leaf color, and modifications in the type of substrate used). Among the results obtained, it is found that the green filter had a greater influence on (stem stretching), the blue filter on (root growth) and the red filter on (stem growth, flowering, and production. chlorophyll), compared to the clear filter. As a conclusion, it was determined that a longer period of time is required to see greater changes in the growth and development of bean plants, despite the fact that the *Phaseolus Vulgaris* seed is a fast-growing seed. Therefore, it was established that for greater efficiency photoreceptors should be implemented in the vegetative phase.

Keywords: Plant growth, color filters, electromagnetic spectrum, *Phaseolus Vulgaris*.

Introducción

El frijol (*Phaseolus vulgaris*) es la leguminosa alimenticia más importante en el mundo. Este cultivo se produce en sistemas, regiones y ambientes diversos dependiendo de factores externos (extrínsecos): estos dependen del ambiente; agua, luz y temperatura, así como de factores internos (intrínsecos): propios de la semilla; madurez y viabilidad de las semillas. La capacidad de germinación y los factores internos y externos que intervienen son los atributos principales involucrados en la calidad fisiológica de la semilla.

La germinación es el proceso fisiológico mediante el cual emergen y desarrollan, a partir del embrión, las estructuras esenciales para la formación de una planta normal. (Delouche, 2002)

La energía electromagnética actúa sobre la materia e interrelaciona con los organismos biológicos, en cada etapa de desarrollo desde la germinación, y por ello puede ser una técnica

de bajo costo para mejorar la calidad de la semilla (Armesto, et al, 2015).

En esta investigación se evaluó el efecto del espectro electromagnético sobre la calidad fisiológica de la semilla de frijol.

Phaseolus Vulgaris. Los objetivos de la investigación se estipulan en el siguiente orden: (1) Diseñar un montaje con los filtros de color azul, verde, rojo y transparente; (2) Identificar los cambios durante dos semanas y (3) Analizar los resultados obtenidos. Por consiguiente, en esta investigación se pretende responder a la siguiente pregunta. ¿Cómo influye la aplicación del espectro electromagnético al crecimiento de la especie *Phaseolus vulgaris* (Frijol)?

Perspectiva teórica

La planta de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Pasa por varias etapas de desarrollo. La rapidez con que pasa de una etapa a otra es variable y depende principalmente de la temperatura y del genotipo (Fernández, 1986).

Para clasificar los diferentes tipos de ondas electromagnéticas se usa el espectro electromagnético. Por consiguiente, todas las componentes difieren entre sí solamente por la frecuencia de las mismas y por consiguiente en su longitud de onda y se propagan con la misma velocidad en el espacio libre (Rojas, 2009).

Las longitudes de onda entre 300 y 900 nm son capaces de influenciar el crecimiento y desarrollo de las plantas, además de su

intensidad y duración junto con los factores climáticos (Casierra, et al, 2015).

Estudios recientes, han demostrado como diferentes porciones del espectro visible afectan metabólicamente a las plantas. Luz azul (450-495 nm), roja (620-750 nm), inclusive la luz verde (495-570 nm) cumplen roles específicos en la morfogénesis (Golovatskaya, Et al, 2015).

Metodología El método utilizado para este proyecto fue empírico - analítico de tipo experimental donde se tuvo en cuenta la medición de variables de magnitud longitudinal para la obtención de datos que permitan realizar un detallado análisis físico. El contenido de la investigación abarca un enfoque mixto construido a partir de dos componentes, uno fue de carácter teórico basado en la búsqueda de artículos académicos obtenidos de diversas fuentes y el otro fue práctico, en el que se realizó un montaje para la adquisición de resultados obtenidos en los filtros de luz (verde, azul, roja) y transparentes respectivamente:

Imagen 1: Montaje sin modificaciones



Fuente: (Autores).

Alto: 15 cm. Largo: 13 cm. Ancho: 13 cm.

Imagen 2: Montaje con modificaciones



Fuente: (Autores).

Alto: 15 cm. Largo: 13 cm. Ancho: 13 cm.
Soporte: 20 cm de alto.

Imagen 3: Variables que intervienen. Fuente: (Autores).

V A R I A B L E S	INDEPENDIENTES	<p>La luz: Exposición de luz solar durante 12 horas al día aproximadamente (Salida del sol) 05:51 - Puesta del sol 17:46)</p> <p>Humedad: Entre 76% y 92 % en el mes de noviembre. (Buenavista, Quindío)</p>
	DEPENDIENTES	<p>El crecimiento: Semilla de frijol (<i>Phaseolus Vulgaris</i>).</p>
I N D I C I C E S	CONTROLADORAS	<p>La altitud: 1477 msnm. (Buenavista, Quindío)</p> <p>La tierra: 4cm de tierra en recipientes de 6 cm de altura.</p> <p>El Agua: Riego manual con jeringa (5cm³ por maceta) (cada 2 días)</p> <p>Los recipientes: Vasos de cartón de igual forma y tamaño, con capacidad de 8oz.</p> <p>Los filtros: Cubos formados por palitos de madera, envueltos en papel celofán de colores (azul, verde, rojo y transparente)</p>

Fuente: (Autores).

El proceso metodológico fue distribuido en varias fases:

La primera consistió en diseñar un montaje apto donde la semilla de frijol pudiese ser estudiada, a partir de cuatromacetas cada una con un filtro del color correspondiente - azul, verde, rojo y transparente.

La segunda se basó en registrar los cambios que se fueron detectando a medida que crecían las semillas de *Phaseolus Vulgaris* por medio de una bitácora (durante 2 semanas).

Y la tercera se fundamentó en la interpretación de los resultados obtenidos en la aplicación del espectro electromagnético en el crecimiento de las plantas de *Phaseolus vulgaris*.

Discusión de resultados

Al final de artículo, se muestran como anexos las tablas correspondientes al seguimiento que se realizó (durante 2 semanas) a las semillas de *Phaseolus vulgaris*, donde se indica el crecimiento de (tallo, hojas, raíces) y otras variables en cada una de las plantas.

Al hacer una retroalimentación de todo el estudio a lo largo de las dos semanas, se determinó que el filtro verde tuvo una mayor influencia en (el estiramiento de tallo), el filtro azul en (el crecimiento radicular) y el filtro rojo en (el crecimiento del tallo, floración, y la producción de clorofila), cada filtro de color comparado con el filtro transparente, y analizado a través de la teoría alrededor del espectro electromagnético, la cual explica

como cada color afecta al crecimiento de las plantas.

Conclusiones

Se requiere de un lapso de tiempo más largo para ver mayores cambios en el crecimiento y desarrollo de las plantas de frijol, a pesar de que la semilla de *Phaseolus vulgaris* es una semilla de rápido crecimiento.

Se estableció que los tipos de suelos adecuados para la producción del frijol son los francos arcillosos y los francos arenosos. Además, se determinó que los factores extrínsecos fueron cambiantes durante la fase práctica, por lo tanto, no se evidenciaron cambios razonables en las plántulas que fueron tratadas con los filtros. Para concluir, se determinó que la viabilidad de este proyecto depende de los factores que intervinieron en el mismo como extrínsecos: estos dependen del ambiente; agua, luz y temperatura y factores internos, intrínsecos propios de la semilla; madurez y viabilidad de las semillas, además del modelo experimental que se implemente.

Por ende, se estableció que para una mayor eficiencia se deben implementar fotoreceptores en la fase vegetativa, en vista de que estos, aportarían una numerosa cantidad de fotones que intervengan de manera controlada y así se puedan obtener datos con un grado significativo de confiabilidad y certeza.

Referencias

Morales, M. et al.(2017).Características físicas y de germinación en semillas y plántulas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) silvestre, domesticado y su progenie.[http://www.](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000100043)

[scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000100043](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000100043)

Fernandez,F. Et al. (1986). Etapas de desarrollo de la planta de frijol común) [PDF]. http://ciat-library.ciat.cgiar.org/ciat_digital/ciat/28093.pdf

9).Radiación electromagnética.[PDF].https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/432/digital_17516.pdf?sequence=1

Rojas,K.(2009).Radiación electromagnética. [PDF].https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/432/digital_17516.pdf?sequence=1

Marin,L.(2016). Estudio de la influencia de diferentes longitudes de onda de luz led en la germinación de una orquídea *Encyclia* sp.[PDF].<https://dspace.unila.edu.br/bitstream/handle/123456789/634/Lucia%20Marin%20Perez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Todogrowled. (2018). El laboratorio de todogrowled. ESPECTRO DE LUZ Y PLANTAS.<http://laboratorio.todogrowled.com/espectro-de-luz-y-plantas>

Luque, J. (s.f). Espectro electromagnético y espectro radioeléctrico [PDF]. https://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/062017.pdf

Anexos: Las siguientes tablas hacen referencia a los resultados obtenidos en el estudio(durante 2 semanas).

Semana 1:

Tabla 1: Día de siembra y crecimiento #1.


VARIABLES	MIÉRCOLES (27 Oct)
INTERVENCIÓN	Se realizó la siembra de las semilla (2 semillas por filtro)
FILTRO TRANSPARENTE	Se instaló el filtro transparente
FILTRO VERDE	Se instaló el filtro verde
FILTRO AZUL	Se instaló el filtro azul
FILTRO ROJO	Se instaló el filtro rojo
OBSEVACIONES	En este primer día no se logró evidenciar ningún cambio, puesto que apenas empezó su face de germinación.
EVIDENCIA FOTOGRÁFICA	

Fuente: (Autores).

Tabla 2: Día de crecimiento #2, #3 y #4. Fuente: (Autores).


JUEVES (28 Oct) - VIERNES (29 Oct) - SÁBADO (30 Oct)									
RIEGO:					MODIFICACIONES:				
Manual con jeringa (5cm ³ por maceta) (cada 2 días)					Se señalaron las dos semillas en cada maceta como: S1(Semilla 1) y S2 (Semilla 2).				
Crecimiento Raíz		Crecimiento Tallo		Color de las hojas		Tamaño de las hojas		Suelo	
S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	(Al rededor de la planta)	
1.0 cm	1.5 cm	2.0 cm	2.2 cm	No es visible aún	No es visible aún	Sin hoja aún	Sin hoja aún	Color, textura y humedad óptimos	
Crecimiento Raíz		Crecimiento Tallo		Color de las hojas		Tamaño de las hojas		Suelo	
S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	(Al rededor de la planta)	
0.7 cm	0.5 cm	2.0 cm	2.0 cm	No es visible aún	No es visible aún	Sin hoja aún	Sin hoja aún	Color, textura y humedad óptimos	
Crecimiento Raíz		Crecimiento Tallo		Color de las hojas		Tamaño de las hojas		Suelo	
S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	(Al rededor de la planta)	
1.0 cm	No es visible	2.2 cm	1.5 cm	No es visible aún	No es visible aún	Sin hoja aún	Sin hoja aún	Color, textura y humedad óptimos	
Crecimiento Raíz		Crecimiento Tallo		Color de las hojas		Tamaño de las hojas		Suelo	
S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	(Al rededor de la planta)	
1.5 cm	1.3 cm	2.0 cm	2.0 cm	No es visible aún	No es visible aún	Sin hoja aún	Sin hoja aún	Color, textura y humedad óptimos	

Durante estos tres días se logró evidenciar el crecimiento del eje embrionario de la planta, el cual dió lugar al brote de las raíces en la parte inferior, y al brote del tallo en la parte superior. La longitud de este brote midió en la mayoría 2.0 cm, es decir, creció aproximadamente 0.7 cm por día. Las semillas estuvieron expuestas a la luz solar durante el día y tuvieron total oscuridad durante la noche. Además, se lograron observar raíces de entre 0.5 cm y 1.5 cm de largo en todas las plantas. Se detectó una semilla sin raíz y sin color verde en su eje embrionario (S2 - filtro azul).



Fuente: (Autores).



Tabla 3: Día de crecimiento #5, #6 y #7.

DOMINGO (31 Oct) - LUNES (01 Nov) - MARTES (02 Nov)								
RIEGO:				MODIFICACIONES:				
Manual con jeringa (5cm ³ por maceta) (cada 2 días)				No se realizó ninguna modificación				
Crecimiento Raíz		Crecimiento Tallo		Color de las hojas		Tamaño de las hojas (+ larga)		Suelo
S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	(Al rededor de la planta)
No visibles	No visibles	7.0 cm	11.5 cm	Verde (pálido)	Verde (pálido)	2.5 cm	5.0 cm	Presencia de herbáceas (alta).
Crecimiento Raíz		Crecimiento Tallo		Color de las hojas		Tamaño de las hojas		Suelo
S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	(Al rededor de la planta)
No visibles	No visibles	15.0 cm	13.5 cm	Verde (pálido)	Verde (pálido)	4.2 cm	3.8 cm	Presencia de herbáceas (alta).
Crecimiento Raíz		Crecimiento Tallo		Color de las hojas		Tamaño de las hojas		Suelo
S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	(Al rededor de la planta)
No visibles	No visibles	16.0 cm	3.0 cm	Verde (fuerte)	No se ha desarrollado	3.5 cm	Sin hoja aún	Presencia de herbáceas (leve).
Crecimiento Raíz		Crecimiento Tallo		Color de las hojas		Tamaño de las hojas		Suelo
S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	(Al rededor de la planta)
No visibles	No visibles	16.0 cm	15.0 cm	Verde (fuerte)	Verde (fuerte)	4.3 cm	4.2 cm	Presencia de herbáceas (alta).
<p>Durante estos tres días se logró evidenciar el crecimiento vertical de los tallos (entre 7 cm - 16 cm de longitud) y una leve curvatura de los mismos, debido a la poca altura de los filtros y a que las plantas van creciendo en la dirección por donde ingresa la luz. Se detectó que las plantas del filtro rojo y verde cuentan con la misma longitud de tallo, es decir, tienen un crecimiento parejo de las plantas que están en la misma maceta. Adicional a eso, se localizó una semilla sin desarrollarse completamente (S2 - filtro azul).</p>								
								

Fuente: (Autores).


Semana 2:

Tabla 4: Día de crecimiento #8, #9 y #10.

MIÉRCOLES (03 Nov) – JUEVES (04 Nov) – VIERNES (05 Nov)									
RIEGO:					MODIFICACIONES:				
Manual con jeringa (5cm ³ por maceta) (cada 2 días)					Se recortaron las paredes del filtro en la parte inferior, para mayor flujo de aire. Además, se instaló un nuevo soporte sobre la base de los filtros, para que las plantas tengan más espacio donde crecer.				
Crecimiento Raíz		Crecimiento Tallo		Color de las hojas		Tamaño de las hojas (+ larg)		Suelo	
S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	(Al rededor de la planta)	
No visibles	No visibles	9.0 cm	12.5 cm	Verde (pálido)	Verde (pálido)	5.0 cm	7.0 cm	Presencia de lombrices y algunas babosas.	
Crecimiento Raíz		Crecimiento Tallo		Color de las hojas		Tamaño de las hojas		Suelo	
S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	(Al rededor de la planta)	
No visibles	No visibles	17.0 cm	18.6 cm	Verde (pálido)	Verde (pálido)	5.7 cm	6.5 cm	Presencia de lombrices y algunas babosas.	
Crecimiento Raíz		Crecimiento Tallo		Color de las hojas		Tamaño de las hojas		Suelo	
S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	(Al rededor de la planta)	
No visibles	No visibles	16.8 cm	7.0 cm	Verde (fuerte)	Verde (fuerte)	5.5 cm	3.8 cm	Presencia de lombrices y algunas babosas.	
Crecimiento Raíz		Crecimiento Tallo		Color de las hojas		Tamaño de las hojas		Suelo	
S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	(Al rededor de la planta)	
No visibles	No visibles	16.8 cm	17.5 cm	Verde (fuerte)	Verde (fuerte)	6.0	7.4 cm	Presencia de lombrices y algunas babosas.	
<p>Durante estos tres días se logró evidenciar el avance en el crecimiento de la planta o semilla (S2 - filtro azul), mostrando alargamiento de tallo y surgimiento de las hojas (un poco frágiles). Además, se logró apreciar un engrosamiento del tallo y un mayor desarrollo de las hojas, en todo el grupo de plantas analizadas. Por otra parte, se evidenció el aumento de lombrices y la presencia de algunas babosa muy pequeñas debido a la humedad de la tierra.</p>									
									



Fuente: (Autores).

Tabla 5: Día de crecimiento #11, #12 y #13.

SÁBADO (06 Nov) - DOMINGO (07 Nov) - Lunes (08 Nov)									
RIEGO:					MODIFICACIONES:				
Manual con jeringa (5cm ³ por maceta) (cada 2 días)					No se realizó ninguna modificación				
Crecimiento Raíz		Crecimiento Tallo		Color de las hojas		Tamaño de las hojas (+ lar)		Suelo	
S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	(Al rededor de la planta)	
No visibles	No visibles	19.0 cm	14.0 cm	Verde (fuerte)	Verde (fuerte)	8.0 cm	9.0 cm	Color, textura y humedad óptimos	
Crecimiento Raíz		Crecimiento Tallo		Color de las hojas		Tamaño de las hojas		Suelo	
S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	(Al rededor de la planta)	
No visibles	No visibles	20.0 cm	22.0 cm	Verde (pálido)	Verde (pálido)	7.0 cm	9.5 cm	Color, textura y humedad óptimos	
Crecimiento Raíz		Crecimiento Tallo		Color de las hojas		Tamaño de las hojas		Suelo	
S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	(Al rededor de la planta)	
No visibles	No visibles	17.5 cm	12.0 cm	Verde (fuerte)	Verde (fuerte)	8.0 cm	5.0 cm	Color, textura y humedad óptimos	
Crecimiento Raíz		Crecimiento Tallo		Color de las hojas		Tamaño de las hojas		Suelo	
S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	(Al rededor de la planta)	
No visibles	No visibles	18.0 cm	20.5 cm	Verde (fuerte)	Verde (fuerte)	8.0	9.0 cm	Color, textura y humedad óptimos	
<p>Durante estos tres días se logró evidenciar un gran avance en el crecimiento de todas las plantas, además se observó el surgimiento de hojas nuevas en cada una de ellas. En esta fase, algunas plantas ya dejaron caer sus cotiledones, que son de donde nacieron, mientras otras todavía los sujetan (se encuentran secos y frágiles). Respecto a la longitud de los tallos en estos días, se registraron valores de entre (12 cm y 22 cm).</p>									
									

Fuente: (Autores).

Tabla 6: Día de crecimiento #14 y #15. Fuente: (Autor).

MARTES (09 Nov) - Miércoles (10 Nov)									
RIEGO:					MODIFICACIONES:				
Manual con jeringa (5cm ³ por maceta) (cada 2 días)					Se retiraron las plantas de la maceta con el filtro, para realizar las medidas finales.				
Crecimiento Raíz		Crecimiento Tallo		Color de las hojas		Tamaño de las hojas (+ larg		Suelo	
S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	(Al rededor de la planta)	
13.0 cm	12.0 cm	21.0 cm	16.5 cm	Verde (fuerte)	Verde (fuerte)	8.3 cm	10.0 cm	Color, textura y humedad óptimos	
Crecimiento Raíz		Crecimiento Tallo		Color de las hojas		Tamaño de las hojas		Suelo	
S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	(Al rededor de la planta)	
13.5 cm	14.0 cm	23.0 cm	25.0 cm	Verde (pálido)	Verde (pálido)	7.5 cm	10.0 cm	Color, textura y humedad óptimos	
Crecimiento Raíz		Crecimiento Tallo		Color de las hojas		Tamaño de las hojas		Suelo	
S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	(Al rededor de la planta)	
18.0 cm	12.0 cm	19.5 cm	14.5 cm	Verde (fuerte)	Verde (fuerte)	8.5 cm	6.0 cm	Color, textura y humedad óptimos	
Crecimiento Raíz		Crecimiento Tallo		Color de las hojas		Tamaño de las hojas		Suelo	
S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	(Al rededor de la planta)	
13.5 cm	12.0 cm	20.0 cm	22.5 cm	Verde (fuerte)	Verde (fuerte)	8.5 cm	10.0 cm	Color, textura y humedad óptimos	
<p>En su último día de observación, se logró evidenciar un alargamiento sobresaliente de las plantas ubicadas en el filtro verde (hasta 25 cm) y la mayoría de las plantas superó la altura del filtro en las que estaban ubicadas. Seguidamente, después del último observamiento, se retiraron las plantas de la maceta con el filtro, para realizar las medidas finales de (tallo, hojas y raíces), además del registro del peso normal de cada una, para proceder a trasladarlas al horno de secado (durante 24 horas) y por último, tomar su peso seco, que será su peso final, sin nada de agua dentro de las plantas. Referente a la longitud de las raíces se logró determinar que apesar de estar en un espacio reducido, lograron alargarse a medidas de entre (12 cm - 18 cm).</p>									
									

Fuente: (Autores).

Tabla 7: Tabla de peso normal. Fuente: (Autores).

FILTRO TRANSPARENTE	Peso Normal	
	S1	S2
	3.0 g	3.6 g
FILTRO VERDE	Peso Normal	
	S1	S2
	3.0 g	4.0 g
FILTRO AZUL	Peso Normal	
	S1	S2
	3.0 g	2.0 g
FILTRO ROJO	Peso Normal	
	S1	S2
	3.0 g	3.0 g

Fuente: (Autores).