

Diferentes colores de luz: la alternativa sustentable para acelerar la producción agrícola.

DIANA ELINOS CALDERÓN, CIRCE GUADALUPE GONZÁLEZ CONTRERAS, MARÍA FERNÁNDEZ DE LA TORRE, MARIANA FRAGA DUARTE, ELIZABETH GORDILLO ARRAÑAGA, MICHELLE RAMÍREZ RANGEL.

Resumen— En esta investigación se propone una alternativa económica, sustentable y eficaz para aumentar la producción en la agricultura. Las plantas captan las diferentes longitudes de onda de luz para realizar fotosíntesis y obtener alimento. Cada especie posee diferentes pigmentos de acuerdo al medio en el que vive, por lo que cada planta aprovecha de distinta manera la luz para crecer. Por lo anterior, el crecimiento de las plantas se puede estimular utilizando la parte del espectro electromagnético adecuada, esto permitirá que la planta tenga un mejor aprovechamiento de energía y se acelerará su crecimiento.

I. INTRODUCCIÓN

El frijol; *Phaseolus vulgaris*, es la legumbre de mayor consumo en nuestro país, se proyecta que tendrá un importante aumento en su consumo y producción, estimándose que para el año 2030 aumente de 1.22 MMt a 1.44 MMt (mil millones de toneladas) (SAGARPA, 2017). Esta legumbre es de suma importancia en nuestra sociedad y por ello se utilizó como modelo en esta investigación.

Como se mencionó anteriormente, cada planta cuenta con pigmentos dependiendo del hábitat. Los pigmentos sirven para la absorción de ciertos colores del espectro electromagnético, es decir, cada pigmento absorbe solamente ciertos colores de la luz solar. Con el aprovechamiento de los pigmentos a través del espectro electromagnético, las comunidades pueden aumentar la producción de cultivos, lo que traería un beneficio tanto económico como alimenticio, ya que al aumentar la producción de cultivos se incrementa la disponibilidad de alimento.

El modelo que se ocupó fue *Phaseolus vulgaris*, sin embargo el mismo principio puede ser aplicado en otros cultivos con el conocimiento de los pigmentos que la planta utiliza en sus diferentes etapas de desarrollo.

La población va en aumento, por ello se estima que para el 2050 la demanda de cultivo va a tener un crecimiento del 100%-110% en comparación con el 2005, sin embargo los impactos ambientales que esta demanda exige van a depender de la expansión de la agricultura global.

MARÍA FERNÁNDEZ DE LA TORRE, MARIANA FRAGA DUARTE, ELIZABETH GORDILLO ARRAÑAGA, MICHELLE RAMÍREZ RANGEL pertenece a la ESCUELA PREPARATORIA.

El proyecto fue asesorado por DRA. DIANA ELINOS CALDERÓN Y M. EN C. CIRCE GUADALUPE GONZÁLEZ CONTRERAS

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) han ido en aumento cada año, alrededor de un cuarto de estas emisiones son resultado de la deforestación para cultivos, así como la producción y el uso de fertilizantes. Los fertilizantes dañan los ecosistemas marinos, agua potable, ciclos biogeoquímicos y ecosistemas terrestres, por lo que su uso debe de ser controlado.

El aumento de producción agrícola se puede dar por medio de la extensificación o por la intensificación. La primera consiste en deforestar una mayor área para tener más tierras de cultivo

y la segunda en aumentar la producción por medio de técnicas mejoradas y rotación de cultivos. La intensificación es la opción que produce menor impacto ambiental.

La fertilidad de la tierra puede ser mejorada con legumbres y rotación de cultivos, ya que esto permite que la tierra se mantenga rica en nutrientes y lo más importante, evita el uso de fertilizantes (Tilman, 2011).

II. CONCEPTOS BÁSICOS

Sustentabilidad

La sustentabilidad ha sido foco de atención en los últimos años, ya que es fundamental que esta sea puesta en práctica en todos los ámbitos en favor del medio ambiente. Sin embargo, es necesario entender el concepto de sustentabilidad y concientizar a la sociedad de su importancia. La sustentabilidad busca no sobreexplotar los recursos disponibles, busca llegar al equilibrio con el medio ambiente, utilizando de manera correcta los recursos disponibles, además, de no comprometer los recursos para futuras generaciones.

No obstante, la aplicación sustentable requiere de una reestructuración de los medios de producción, además de cooperación mundial e interés del sector público y privado. Es fundamental que se tomen acciones que apoyen nuevos métodos de producción que estén en armonía con el medio ambiente y que se encuentre el equilibrio entre el ambiente y los métodos para satisfacer las necesidades humanas.

La agricultura y sus daños al medio ambiente

La FAO (La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) da a conocer un informe acerca de los sectores que ocasionan mayor daño ambiental, en este informe se enfatizan los daños que está causando la agricultura. La agricultura representa la mayor proporción de uso de la tierra por el hombre. Casi dos terceras partes del agua utilizada por el hombre se destina a la agricultura. (FAO, 2015). La agricultura está ocasionando diversos daños al medio ambiente, altera los ciclos biogeoquímicos, es el principal emisor de nitrógeno, además de emitir metano, degrada suelos, contamina

las aguas con fosfatos, plaguicidas, salinización, sobreexplota el uso de agua, etc. Estos efectos están dañando gravemente al medio ambiente, pero sobretodo está comprometiendo el futuro de los suelos, calidad del aire y disponibilidad del agua. La contaminación del suelo es un problema emergente, el cual debe atenderse en los próximos años, los suelos contaminados ya no son capaces de cumplir con la función de filtración de agua, disminuyendo la disponibilidad de este recurso, además los fertilizantes causan un sobrecrecimiento de algas el cual afecta gravemente a la biodiversidad acuática. El conjunto de daños debido a la actividad agrícola debe minimizarse en las próximas décadas, evitando el daño a largo plazo y comprometiendo el futuro de próximas generaciones; es por ello que deben de comenzar a utilizarse nuevos métodos de siembra y buscar la erradicación de fertilizantes.

reforzaron las cajas con cinta adhesiva transparente, después se cortaron orificios exactos para introducir los focos, luego se cortaron trozos de tela a medida de los orificios de la caja, se adhirió con cinta adhesiva y se colocó cinta de aislar en los vértices de las cajas para que no entre luz. Después se llenaron de algodón los frascos. Se colocaron 8 frascos por caja, y cuatro frijoles en cada frasco.

IV. RESULTADOS OBTENIDOS

La luz roja ($\lambda= 620-750$ nm) y amarilla ($\lambda= 570-590$ nm) favorecen la germinación, mientras la luz azul ($\lambda= 450-495$ nm) y verde ($\lambda= 495-570$ nm) promueven el crecimiento de las plántulas.

El crecimiento de las plantas fue distinto en los cuatro tipos de luz, siendo la verde la que alcanzó el crecimiento máximo, como se muestra en la Figura 1.

La germinación fue favorecida por la luz roja y amarilla, siendo la luz roja la que alcanzó casi el 100%, sin embargo las plántulas se mantuvieron con el menor promedio de crecimiento a comparación con los demás colores (Gráfica 1).

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La luz verde y azul presentaron mayor crecimiento debido a que las plántulas todavía no presentaban hojas, por lo cual la absorción de luz se daba en las longitudes de onda de los carotenoides, los cuales absorben la luz verde.

Dichos resultados fueron comprobados con la extracción de pigmentos, en el cual se identificaron los carotenoides, clorofila A y B y xantofilas.

Nuestros resultados comprueban que se puede acelerar el crecimiento de las plantas únicamente cambiando el color de luz que necesitan los pigmentos presentes en la semilla y posteriormente en la plántula.



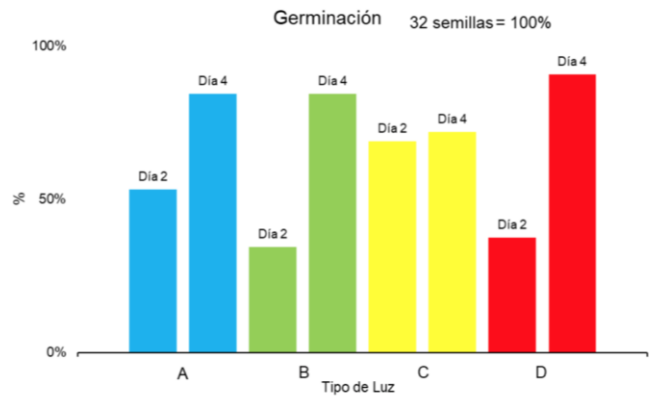
Fig. 1. Crecimiento de *Phaseolus vulgaris* en el día 10, en el inciso A) se muestra el crecimiento con luz amarilla, en el B) el crecimiento con luz verde, en el C) el crecimiento con luz roja y en el D) con luz azul.

Producción de frijol en México

México es el quinto productor de frijol a nivel mundial, no obstante, sólo se satisface el 89% de la necesidad de la población, por lo que el resto debe cubrirse a través de importaciones. Como se mencionó anteriormente, SAGARPA realizó un estudio, donde se proyecta que para el año 2030 el consumo de frijol aumentará en un 118% (SAGARPA, 2017), por lo que es emergente que la producción crezca simultáneamente con la necesidad. Sin embargo, esto representa un reto a la sociedad mexicana y al sector agrícola, si la producción del frijol no aumenta, la economía y la sociedad pueden presentar graves daños y omisiones, por ello es fundamental que se busque un método sustentable que dé respuesta y permita llegar a éste objetivo.

III. METODOLOGÍA PROPUESTA

Para armar el modelo de siembra, se utilizaron 5 cajas de cartón de dimensiones iguales, algodón, frijoles (*Phaseolus vulgaris*), 2 pipetas, 4 focos del mismo voltaje (azul, verde, amarillo y rojo), 4 sockets, 4 metros de cableado, cinta de aislar, pinzas, desarmador, tela de terciopelo azul marino, cinta adhesiva transparente, multicontacto, frascos de vidrio de la misma medida. Para los focos: primero se armaron los sistemas conexión-cable-socket con ayuda de las pinzas, se utilizó cinta de aislar para recubrir el cable expuesto. Para las cajas: se



Gráfica 1 Promedio de germinación. En esta se observan los días que tomo para que *Phaseolus vulgaris* germinara, dependiendo de la luz utilizada. Se puede observar que la luz azul y amarilla germinaron más rápido durante los primeros días.

Este modelo es una propuesta para acelerar la producción de la *Phaseolus vulgaris* siendo esta aplicable en grandes ciudades, de esta forma se podría reducir el traslado de los productos agrícolas, ayudando a emitir menos emisiones de gases contaminantes. En nuestro país, cabe destacar, que esta propuesta también puede favorecer a comunidades de bajos recursos, habiendo colocado previamente paneles solares. En nuestro experimento ocupamos focos de colores para controlar

la luz que absorbían las plantas; sin embargo, se puede acelerar el crecimiento aprovechando la luz solar y colocar, como se mencionó anteriormente, paneles solares (cabe mencionar que el precio tiende a variar entre proveedores, pero al solo necesitar 120 Watts para los focos solo se necesitaría un panel de 359 Watts) y colocando el color de foco que se necesita para fomentar la germinación y posteriormente cuando tenga hojas poner un filtro rojo para permitir que la clorofila absorba la luz y la aproveche para fomentar su crecimiento.

Cabe mencionar que *Phaseolus vulgaris* es uno de los principales alimentos en nuestro país, siendo éste una de las fuentes principales de proteína; en el año 2016 fueron consumidas 1.2 millones de toneladas y se estima un aumento de 1.44 millones de toneladas para el 2030 (SAGARPA, 2017). Al aumentar la producción agrícola se puede dar abasto a las necesidades de la población que se esperan para los años próximos.

El crecimiento de *Phaseolus vulgaris* se dio principalmente por la luz verde dando paso a un desarrollo temprano y disminuyendo el tiempo de producción normal que es de 3-8 días de la plántula (Martha E. Morales-Santos; Cecilia B. Peña-Valdivia; Antonio García-Esteva; Gisela Aguilar-Benítez; Josué Kohashi-Shibata, 2017).

Al fomentar el crecimiento a la mitad del tiempo se puede aumentar hasta el doble la producción.

De igual forma el estímulo del crecimiento de *Phaseolus vulgaris* permite hacer tierras fértiles, ya que sostiene una simbiosis con las bacterias fijadoras de nitrógeno del género *Rhizobium*, lo que permite regresar el nitrógeno en tierras que por incendios o abuso de cultivos no pueden ser usadas para la agricultura.

Los filtros de color permiten una alternativa sustentable y económica que aumenta la producción de frijol, aumentando su disponibilidad como fuente de proteína, así como reduce el uso de fertilizantes dañinos para el medio ambiente, ya que contienen cantidades muy altas de fósforo y nitrógeno.

VI. CONCLUSIONES

La aplicación de filtros de color en los cultivos aumenta la producción agrícola, esto provee una alternativa sustentable y económica que puede ser ocupada en comunidades al usar paneles solares para alimentar los focos o bien aprovechar la luz solar y mejorar la disponibilidad de alimento.

Este método es económico, aprovecha la energía solar, evita el uso de fertilizantes dañinos al ambiente y permite dar una respuesta en favor de comunidades vulnerables y una solución al incremento de la demanda alimenticia y cambio climático

REFERENCIAS

- [1] Anónimo. (S.f.). Agricultura y Medio Ambiente. 8-mayo-2019, de FAO Sitio web: <http://www.fao.org/3/y3557s/y3557s11.htm>
- [2] Anónimo (S.F.) "CLOROFILA Y PIGMENTOS ACCESORIOS" recuperado el 13 de febrero de 2019 de: http://almez.pntic.mec.es/~jrem0000/dpbg/Fotosintesis/clorofila_y_pigmentos_accesorios.html
- [3] Audesirk, T. ; Audesirk, G.; Byers, B. (2012) "Biología. La vida en la Tierra. Con Fisiología" México DF. Editorial Pearson. pp. 177-178.
- [4] Bayat, L.; Arab, M. Aliniaefard, S.; Seif, M.; Lashtochkina, O., Li T. 2018. "Effects of growth under different light spectra on the subsequent high light tolerance in rose plants." AoB PLANTS 10: ply052; doi: 10.1093/aobpla/ply052
- [5] Fleming Aysha, Vanclay Frank. (2009). Farmer responses to climate change and sustainable agriculture. *Agronomy for sustainable development* , 30, 11-19.
- [6] Giancoli Douglas C. (2006). Luz como una onda electromagnética y el espectro electromagnético. En *Física Giancoli* (619-621). Estado de México : Pearson.
- [7] Marín Pérez, L. (2016). Estudio de la influencia de diferentes longitudes de onda de luz LED en la germinación de una orquídea. Recuperado el: 12 de marzo de 2019 de: <https://dspace.unila.edu.br/bitstream/handle/123456789/634/Lucia%20Marín%20Perez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [8] Manrique Reol, Esteban Los pigmentos fotosintéticos, algo más que la captación de luz para la fotosíntesis *Ecosistemas*, vol. XII, núm. 1, enero-abril, 2003, pp. 1-11 Asociación Española de Ecología Terrestre Alicante, España recuperado el 13 de febrero de 2019 de: <https://www.redalyc.org/pdf/540/54012108.pdf>
- [9] Morales- Santos , M., Peña-Valdivia., C., García-Esteva, A., Aguilar- Benítez, G. Kohashi-Shibata., J. (2017). CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE GERMINACIÓN EN SEMILLAS Y PLÁNTULAS DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) SILVESTRE , DOMESTICADO Y SU PROGENIE. *Agrociencia*, 51 (1), 43-62
- [10] Naciones Unidas. (2002). Informe de la Cumbre Mundial Sobre el Desarrollo Sostenible. 8-mayo-2019, de Naciones Unidas Sitio web: <https://undocs.org/es/A/CONF.199/20>
- [11] Plant & Soil Sciences. (S.F.) Los Pigmentos Vegetales y la Fotosíntesis. Recuperado el 13 de febrero de 2019 de <http://passel.unl.edu/pages/informationmodule.php?idinformationmodule=1011797732&topicorder=3&maxto=10>
- [12] SAGARPA. (2017). Producción de Frijol en México. 8-mayo-2019, de Gobierno de México Sitio web: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256428/B_sico-Frijol.pdf
- [13] Tilman, D.; Balzer, C.; Hill, J.; Befort, B. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *PNAS* vol.108 no.50 20260-20264
- [14] Yang B, Zhou x, Xu R, Wang J, Lin Y, Pang J, Wu S and Zhong F (2016) Comprehensive Analysis of Photosynthetic Characteristics and Quality Improvement of Purple Cabbage under Different Combinations of Monochromatic Light. *Front. Plant Sci.* 7: 1788. doi: 10.3389/fpls.2016.01788
- [15] Meisel, L., Urbina, D., & Pinto, M. (2011). Fotorreceptores y respuestas de plantas a señales lumínicas. *Fisiología vegetal. FA Squeo Cardemil (eds), Ediciones Universidad de La Serena, Chile. Cap, 18, 1-10.*