

Germinación de Plántula de Pepino en Diferentes Sustratos

A. Ramírez González^{#1}, N. Y. Zacamo Velázquez^{#2}, A. Gutiérrez Limón^{#3}

[#]Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Zapotlanejo, Jalisco, México

¹armando.ramirez@zapotlanejo.tecmm.edu.mx, ²norma.zacamo@zapotlanejo.tecmm.edu.mx,

³angelica.limon@zapotlanejo.tecmm.edu.mx

Resumen - La germinación de semillas es un proceso crítico influenciado por varios factores ambientales y de sustrato. En el caso del pepino, entender y optimizar estos factores puede llevar a una germinación más uniforme y vigorosa, asegurando un mejor establecimiento de las plantas y, en última instancia, un mayor rendimiento. La investigación continua y la adaptación de técnicas basadas en estudios científicos son fundamentales para el éxito en la producción del pepino. El pepino (*Cucumis sativus* L.) es ampliamente cultivado a nivel mundial dentro de las hortalizas con mayor demanda. Para una germinación exitosa se necesitan temperaturas cálidas entre 20°C y 30°C. La temperatura óptima de germinación es alrededor de 25°C. A temperaturas inferiores a 15°C, la germinación es lenta y desigual, y a temperaturas superiores a 35°C, las semillas pueden no germinar. Las semillas de pepino suelen tardar entre 7 y 10 días en germinar en condiciones óptimas. Sin embargo, es importante tener en cuenta que este proceso puede prolongarse hasta 2 semanas y puede variar según la variedad de pepino y las condiciones de cultivo. concentración. La hipótesis planteada de que el sustrato peat moss se puede aminorar hasta un 40 % y sustituirse con productos más accesibles. Se considera en la justificación que la calidad del adobe influye directamente en la capacidad de la planta para adaptarse a su nuevo entorno, fortaleciendo un enraizamiento en menor tiempo, minimizando el estrés por trasplante. Al identificar aquellos sustratos que mejoren las condiciones físicas y químicas para el desarrollo radicular, con el propósito de incrementar la producción de pepino y la sostenibilidad de los cultivos con el buen manejo de los sustratos para reducir la dependencia de insumos externos.

Palabras clave. *Cucumis sativus* L, Germinación de las semillas de pepino, condiciones de cultivo y tipos de composta.

I. INTRODUCCIÓN

La producción de pepino es de suma importancia a nivel mundial, para el 2022 se produjeron 94.5 millones de toneladas a nivel global. Desde el 2012 la producción de pepino registra un aumento de entre 2-3 millones de toneladas por año. China es el principal país productor de pepino, seguido de Turquía, Rusia, España y México [1]. En México, se produjeron en 2023 896,270.34 Ton, y los principales productores son los estados de Sinaloa, Sonora, Michoacán, Baja California, y Jalisco con 26,160 mil toneladas [2].

El pepino es un fruto de forma cilíndrica piel verde e interior blanquecino jugoso y con muchas pepitas comestibles y de acuerdo a Cruz [3] es una planta perteneciente a la familia de las Cucurbitáceas y su nombre botánico es *Cucumis sativus*, es originario de la zona tropical

del África, el consumo principal es el fruto en ensaladas, su semilla tiene una capacidad germinativa de 56 años y el ciclo de cultivo varía entre los 70 y 90 días. Se adapta a cualquier tipo de suelo, con preferencia de textura suelta, con buen contenido de materia orgánica y drenaje, con un pH en un rango de 5.56.8, es decir que tolera la acidez, con una temperatura de 30 a 35 grados centígrados la germinación es más rápida, pero la temperatura para su desarrollo óptimo está en 25 grados centígrados y necesita de buena intensidad de luz solar [3].

El peat moss es un sustrato que es líder en el mercado para producción de plántulas de hortalizas, sin embargo su costo elevado representa una limitante para la accesibilidad de los productores a este sustrato [4]. Se necesitan alternativas para minorizar la cantidad de peat moss utilizado para la obtención de plántulas de calidad para trasplante en el campo y asegurar su producción. De igual manera, se menciona que la extracción de este producto genera impactos negativos en los ecosistemas [5].

Con el propósito de determinar el sustrato que brinda la mejor calidad del adobe de las plántulas para trasplante. planteando la hipótesis de que el sustrato peat moss se puede aminorar hasta un 40 % y sustituir con productos más accesibles, produciendo la cantidad de plántulas comparable con el sustrato testigo.

Dicho estudio tiene la intención de mejorar la calidad del adobe para que la planta se adapte a su nuevo entorno y aumentar la velocidad de enraizamiento, lo que minimiza el estrés por trasplante.

Además de evaluar diferentes sustratos para identificar aquellos que optimicen las condiciones físicas y químicas en el desarrollo radicular, aumentando la tasa de éxito en la producción agrícola y en la sostenibilidad de los cultivos, ya que un buen manejo del sustrato reduce la dependencia de insumos externos y mejora la eficiencia productiva.

II. ANTECEDENTES

La germinación de semillas es un proceso importante en la propagación de las especies vegetales y depende de una serie de factores ambientales y fisiológicos. La germinación comienza con la absorción de agua por la semilla, lo que desencadena una serie de reacciones bioquímicas que activan

el embrión y permiten el crecimiento de la radícula (la primera raíz) y del brote.

La germinación requiere de condiciones específicas de temperatura, humedad, oxígeno y, en algunos casos, luz. La temperatura adecuada varía según la especie; por ejemplo, muchas plantas tropicales germinan mejor en temperaturas más cálidas, mientras que las plantas de zonas templadas pueden requerir periodos de frío para romper la dormancia de las semillas. La humedad es esencial para la imbibición, el proceso inicial de absorción de agua, y el oxígeno es necesario para la respiración celular. Algunas semillas también necesitan luz para germinar, mientras que otras germinan mejor en la oscuridad.

El éxito de la germinación también puede estar influenciado por la calidad del sustrato en el que se siembran las semillas. El sustrato debe proporcionar un balance adecuado de aireación, retención de agua y nutrientes. Los sustratos comunes incluyen mezclas de suelo, arena, turba, perlita, vermiculita y compostas, cada uno con sus propias características y beneficios.

De los sustratos más utilizados en la producción de plantas hortícolas a nivel mundial es el peat moss; por sus características físico químicas que permite una mejor germinación y desarrollo de plántulas, pero el problema es el alto costo y la inseguridad de tenerlo por mucho tiempo disponible nos lleva a buscar otras alternativas de sustratos como compostas de materiales orgánicos vegetales y animales, estopa de coco que son productos comerciales y que pueden ser sustratos como alternativas y realizando mezclas con otros materiales para mejorar características físicas y químicas. “La aparición de enfermedades y el alto costo de las semillas mejoradas genéticamente, hacen necesaria la utilización de sistemas de producción de plántulas en bandejas de alvéolos, y utilizando además sustratos enriquecidos con fertilizantes ” [6].

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es una planta anual de la familia de las cucurbitáceas, ampliamente cultivada por sus frutos comestibles. Las semillas de pepino tienen requisitos específicos para una germinación exitosa. Necesitan temperaturas cálidas para germinar entre 20°C y 30°C. La temperatura óptima para la germinación de las semillas de pepino es alrededor de 25°C. A temperaturas inferiores a 15°C, la germinación es lenta y desigual, y a temperaturas superiores a 35°C, las semillas pueden no germinar.

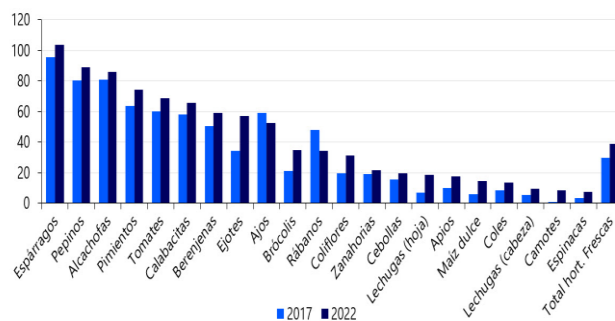
El sustrato para la germinación de semillas de pepino debe ser ligero, bien aireado y con buena capacidad de retención de agua. Comúnmente, se utilizan mezclas que incluyen perlita y vermiculita debido a sus propiedades para retener agua y proporcionar una buena aireación. La adición de turba o peat moss también es común para mejorar la retención de agua y proporcionar un ambiente ligeramente ácido, que es favorable para la germinación de pepino.

Varios estudios han explorado el uso de diferentes tipos de sustratos y aditivos para mejorar la germinación de pepino. Por ejemplo, el uso de compostas ricas en nutrientes, como la lombricomposta, ha demostrado mejorar la tasa de germinación y el vigor de las plántulas. La combinación de perlita con otros materiales orgánicos e inorgánicos en diversas proporciones permite optimizar las condiciones para la germinación y el crecimiento inicial de las plántulas de pepino.

El conocimiento detallado de las condiciones óptimas para la germinación de semillas de pepino y la selección adecuada del sustrato son esenciales para mejorar la eficiencia y el éxito del cultivo. Estos factores afectan la germinación y el establecimiento inicial de las plantas, lo que tiene un impacto significativo en el rendimiento final del cultivo.

La germinación de semillas es un proceso crítico influenciado por varios factores ambientales y de sustrato. En el caso del pepino, entender y optimizar estos factores puede llevar a una germinación más uniforme y vigorosa, asegurando un mejor establecimiento de las plantas y en última instancia, un mayor rendimiento. La investigación continua y la adaptación de técnicas basadas en estudios científicos son fundamentales para el éxito en la horticultura del pepino.

Lo que consideramos importante ya que a nivel mundial el pepino es de los cultivos más consumidos como se ve en la figura 1.



Nota: Participaciones por sobre el 100% pueden ocurrir cuando las importaciones exceden la disponibilidad local (por ejemplo, debido a reexportaciones).

Fuente: USDA, Rabobank, 2024

Fig. 1. Consumo de pepino a nivel mundial [7].

III.DIFERENTES SUSTRATOS PARA LA GERMINACIÓN DE LA SEMILLA

El sustrato juega un papel crucial en la germinación de las semillas al proporcionar soporte físico, retención de agua, aireación y nutrientes esenciales. La perlita y la vermiculita son componentes inorgánicos que mejoran la estructura del sustrato, proporcionando buena aireación y retención de agua. El peat moss, un material orgánico, mejora la capacidad de retención de agua y aporta cierta cantidad de nutrientes.

La composta, especialmente la lombricomposta de bovino, es rica en nutrientes y microorganismos beneficiosos que pueden mejorar la salud del suelo y promover un crecimiento saludable de las plántulas. La composta es un producto obtenido a través de la descomposición controlada de materia orgánica, y se utiliza ampliamente como enmienda del suelo para mejorar su estructura, fertilidad y capacidad de retención de agua. El proceso de compostaje implica la descomposición aeróbica de materiales orgánicos por microorganismos, resultando en un producto estable y rico en nutrientes. La utilización de composta en la agricultura y horticultura no solo mejora la calidad del suelo, sino que también contribuye a la gestión sostenible de residuos orgánicos [7].

Uno de los mejores beneficios de trabajar con germinación en almácigos es que podemos tener precocidad y ser homogéneo el cultivo se realiza un buen manejo en el desarrollo de semilla a plántula, de esta manera podemos hacer una selección de plantas para la siembra con las mejores plantas para llevar a campo o al invernadero. “Entre las ventajas del almácigo están la mayor precocidad y homogeneidad del cultivo, un manejo más eficiente de la semilla como insumo y la oportunidad de seleccionar las plantas más aptas para ser sembradas en campo o invernadero [7].

Entonces cuando realizamos en un ambiente protegido un almácigo, le brindamos a la planta mejores condiciones para su protección y desarrollo inicial.

Este método ha incrementado su uso en los últimos años. Ya que además de cuidar la calidad, considerando pureza y porcentaje de germinación de los almácigos germinados en bandejas dado que el sustrato empleado es fundamental.

Debido al incremento de costo de los sustratos importados, es necesario disponer de un sustrato local, estable y de calidad e inocuidad. Esto además de ser un importante ahorro evitaría los problemas de propagación de plagas y enfermedades de una región a otra.

“El pepino siendo un cultivo de origen tropical, exige temperaturas elevadas y una buena humedad relativa, teniendo como propósito mejorar el tiempo de germinación aplicando ciertos tipos de sustratos orgánicos” [7].

Los productos orgánicos que son productos naturales que resultan de la descomposición de productos de origen vegetal, animal o de sus combinaciones y estos tienen la capacidad de dar una buena estructura al suelo, mejor porosidad, tener mejor capacidad de retención de humedad activando su capacidad biológica por lo tanto mejora su producción y productividad en los cultivos.

En el manejo de la producción de abonos orgánicos tenemos un proceso de compostación de materiales orgánicos vegetales, animales y adición de algunos materiales puros, a estos materiales se les llama compost o abonos orgánicos compuestos. Con adición de elementos mayores como

nitrógeno, fósforo y potasio y elementos menores como Magnesio, Cobre, Zinc, Manganese, Boro.

IV.METODOLOGÍA

Se analizarán las combinaciones de los siguientes componentes: Peat moss, perlita, Composta, Humus, Ceniza, Aserrín.

Tratamiento 1 (T1) Peat moss 100 %.

Tratamiento 2 (T2) Peat moss:Perlita 50:50.

Tratamiento 3 (T3) Peat moss:Perlita:Composta 40:30:30.

Tratamiento 4 (T4) Peat Moss:Perlita:Humus:Ceniza:Aserrín 50:10:20:10:10.

Tratamiento 5 (T5) Peat moss:Perlita: Composta:Aserrín 50:10:20:20.

Tratamiento 6 (T6) Peat moss:Perlita:Composta:Humus:Ceniza:Aserrín 50:10:10:10:10:10. Cada tratamiento consta de 3 repeticiones, 10 semillas por repetición.

A. Variables a evaluar.

Capacidad de campo de las mezclas de sustratos. La capacidad de campo se evaluará en el laboratorio de usos múltiples del TECMM UA Zapotlanejo.

Se tomará una muestra compuesta de cada uno de los sustratos preparados. A un vaso de unicel con capacidad de 250 mL se le harán perforaciones en el fondo con la finalidad de que ocurra el escurrimiento del agua al momento de realizar el experimento. Después de perforar, se llenará hasta $\frac{3}{4}$ partes del recipiente, se tomará el peso inicial del vaso y del vaso+sustrato (seco), cuando se tengan definidos los pesos se procederá a añadir 300 mL de agua, la cual será suficiente para humedecer la totalidad del sustrato, el vaso se tapará con una bolsa de polietileno y se mantendrá con una liga, para evitar la evaporación del agua. Se tomará el peso cada 24 Hrs a partir de la aplicación del agua hasta que el peso permanezca constante para obtener el peso final. Con los datos obtenidos se aplicará la fórmula Capacidad de campo = $\frac{\text{Peso constante (Húmedo)} - \text{Peso inicial vaso+sustrato(seco)}}{\text{Peso constante (Húmedo)}}$.

Altura de la planta. La altura de la planta se tomará con cinta milimétrica. Se medirá desde la corona hasta la parte superior de las hojas. Se tomará el dato de las 10 plantas que constituyen cada repetición y se obtendrá el promedio de las 10 plantas que constituyen la repetición.

Peso seco de la parte aérea de la planta. Las plantas se dejarán secar a temperatura ambiente hasta lograr un peso constante. El peso se tomará en grupos de 10 plantas que constituyen cada repetición de cada tratamiento.

Peso seco de la raíz. Las raíces se retirarán de las plántulas. El peso se tomará de acuerdo al apartado anterior. Se formarán los grupos de las 10 raíces que constituyen cada repetición de cada tratamiento. Se mantendrán a temperatura

ambiente para el secado, durante este periodo se pesarán cada 24 Hrs hasta que las muestras mantengan un peso constante.

B. Índice de velocidad de germinación.

El índice de velocidad de germinación se determinará con la siguiente fórmula de acuerdo a Carrillo-Sosa et al, (2017)

$$IVG = \sum (ni / ti)$$

Donde:

IVG – Índice de velocidad de germinación

ni – número de semillas germinadas.

Plantas óptimas para trasplante: se considerarán plantas con al menos 3 hojas verdaderas, y medidas de 8-10 cm de altura.

Análisis estadístico de datos Los datos obtenidos se analizarán con un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones, y se realizará la prueba post hoc Tukey donde sea pertinente de acuerdo a los resultados del análisis de varianza.

TABLA I

LA CALIDAD DEL ADOBE SE EVALUARÁ DE ACUERDO A LA ESCALA VISUAL DE ACUERDO A QUEZADA & MÉNDEZ.

Variables observadas		
Calidad del Adobe	Plantas germinadas	Velocidad germinativa
El 100 % del adobe sale íntegro.	POT = (NPE / NPO)100	Para determinar la Regular se obtendrán los siguientes datos
Sale el 90 % del adobe.	POT: Porcentaje de plantas óptimas para el trasplante.	D1. Día uno de la germinación (Siembra)
Sale el 75 % del adobe.		D100. Días al 100 % de la germinación alcanzada
Sale el 50 % del adobe Sale menos del 50 % del adobe o sale la raíz desnuda.	NPE: Número de plantas esperadas.	D50. Días al 50 % de la germinación alcanzada
	NPO: Número de plantas obtenidas que presentan características óptimas para el trasplante	D75. Días al 75 % de la germinación alcanzada
		PGD. Promedio de la germinación diaria

V. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Con el propósito de evaluar los diferentes tratamientos orgánicos e inorgánicos como Peat moss, perlita, composta, humus, ceniza y aserrín en diversos tratamientos. Se analizarán variables como la capacidad de campo, altura de planta, peso seco aéreo y radicular, y el índice de velocidad de germinación.

Se hicieron las mezclas de los componentes: Peat moss, perlita, Composta, Humus, Ceniza, Aserrín. Posteriormente se colocan en semilleros con las semillas de pepino para evaluar su desarrollo en los seis tratamientos.

A. Experimento trabajo de campo.



Fig. 2. Tratamiento 1. 100% Peat moss.



Fig. 3. Tratamiento 2. Peat moss: Perlita 50:50.

Preparación de los semilleros



Fig. 4. Semilleros para cada uno de los tratamientos.

Se mide el crecimiento de las plántulas



Fig. 5. Tratamiento 1. 100,% PET most

Los datos de resultados del experimento sobre la eficiencia de los distintos sustratos en el desarrollo de plántulas óptimas para trasplante. Muestra las mejores combinaciones de componentes para el crecimiento saludable y un buen índice de velocidad de germinación en las plántulas de pepino.

VI.CONCLUSIÓN

La combinación de peat moss y perlita proporciona un equilibrio para la germinación de pepinos debido a la estructura aireada y la retención de humedad. Por otra parte, el tratamiento con peat moss 100% al presentar buena

retención de agua pero limitada aireación. Presenta una menor germinación.

REFERENCIAS

- [1] Statista (2024) Producción de pepino en el mundo. [En línea]. Disponible en: <https://es.statista.com/estadisticas/529707/produccion-es-de-pepinos-en-el-mundo/#:~:text=En%202022%2C%20se%20produjeron%20un.toneladas%20respecto%20al%20a%C3%B1o%20anterior.>
- [2] SE (2024) Pepinos y Pepinillos, Frescos o Refrigerados. Data México, Secretaría de Economía. [En línea]. Disponible en: [https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/product/ucumbers-and-gherkins-fresh-or-chilled#:~:text=En%202023%2C%20las%20entidades%20federativas%20con%20may%20ores%20ventas%20internacionales%20en,Jalisco%20\(US\\$2458.8M\).](https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/product/ucumbers-and-gherkins-fresh-or-chilled#:~:text=En%202023%2C%20las%20entidades%20federativas%20con%20may%20ores%20ventas%20internacionales%20en,Jalisco%20(US$2458.8M).)
- [3] M. Cruz, *La germinación de semillas: fundamentos y prácticas*, Ediciones Agrícolas. 2016.
- [4] P. G. Rosales Santos, *Evaluación de sustratos a base de residuos de caña de azúcar en la producción de plántulas de ají paprika*, Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú, 2024.
- [5] L. F. Salleses, P. F. Rizzo, N. Riera, V. Della, D. E. Crespo y P. S. Pathauer, "Efecto de compost de guano avícola en la producción de clones híbridos de *Eucalyptus granáis* x *Eucalyptus camaldulensis*," *Ciencia del suelo*, vol. 33, no. 2, 2015.
- [6] C. Fernández-Bravo, et al. "Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv Río Grande sembradas en bandejas plásticas, utilizando distintos sustratos," *Revista de la Facultad de Agronomía*, vol. 23, no. 2, pp. 188-196, 2006.
- [7] M. A. Luna Giler, *Evaluación del periodo de germinación, desarrollo y rendimiento en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*), con diferentes tipos de sustratos en época seca en la zona de Quevedo*, 2013.