



Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Agropecuarias Carrera
de Ingeniería Agronómica

Evaluación del porcentaje de emergencia de acelga (*Beta vulgaris* Grupo Cicla) espinaca (*Spinacea oleracea*) y zanahoria (*Daucus carota*) en respuesta al cebado de semillas

Trabajo de titulación previo a
la obtención del título de
Ingeniero Agrónomo


Autores:

Jonathan Paul Flores Quizhpi

María Elisa Vidal Arpi

Director:

Paulina Germania Villena Ochoa

ORCID:  0000-0002-3444-617X

Cuenca, Ecuador

2024- 07-03

Resumen

Los cebados de semillas son una técnica crucial en la agricultura moderna. Esta práctica puede mejorar significativamente la tasa de germinación de las semillas, así como su resistencia a enfermedades y condiciones adversas del ambiente. Varias investigaciones han demostrado que los cebados contribuyen positivamente en la velocidad de la emergencia en varios cultivos de hortalizas como, acelga (*Beta vulgaris Grupo Cyclo*) espinaca (*Spinacia oleracea*) y zanahoria (*Daucus carota*) resultando de gran ayuda económica.

Para determinar el efecto del cebado en cuanto a las variables velocidad y porcentaje de emergencia en semillas de acelga, espinaca y zanahoria se realizó la presente investigación; se usaron dos tipos de cebados: halo cebado, con las semillas sumergidas en cloruro de sodio al 3% durante doce horas e hidro cebado, con agua común durante cinco horas. Luego las semillas fueron sembradas en condiciones de campo abierto. Con el objetivo de determinar el porcentaje de emergencia de las semillas a los cuatro, siete, catorce, dieciocho y veintiocho días, a partir del primer día de siembra se calculó el número de plantas emergidas. Por otro lado, para evaluar la velocidad de emergencia, se calcula el número de plantas emergidas por día. Esto se logra dividiendo el número total de plantas emergidas hasta la fecha del conteo por el número de días transcurridos desde la siembra hasta el conteo respectivo.

Los resultados mostraron que el halo cebado presentó un mayor efecto en la emergencia de las semillas de acelga, en el caso del cultivo de espinaca el mejor efecto fue con el tratamiento de hidro cebado, sin embargo, en zanahoria no se observó efecto con ninguno de los dos tratamientos. Estadísticamente los resultados no fueron significativos.

Palabras claves del autor: cebado de semillas, halo cebado, hidro cebado, emergencia de semillas



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Abstract

Seed priming is a crucial technique in modern agriculture. This practice can significantly improve the germination rate of seeds, as well as their resistance to diseases and adverse environmental conditions. Several investigations have shown that priming contributes positively to the speed of emergence in various vegetable crops such as chard (*Beta vulgaris* *Cycla* Group), spinach (*Spinacia oleracea*) and carrot (*Daucus carota*), resulting in great economic help.

To determine the effect of priming in terms of the variables speed and percentage of emergence in chard, spinach and carrot seeds, this investigation was carried out; two types of priming were used: halo priming, with the seeds submerged in 3% sodium chloride for twelve hours and hydropriming, with plain water for five hours. Then the seeds were sown in open field conditions. In order to determine the percentage of seed emergence at four, seven, fourteen, eighteen and twenty-eight days, the number of emerged plants was calculated from the first day of sowing. On the other hand, to evaluate the speed of emergence, the number of plants emerged per day is calculated. This is achieved by dividing the total number of plants emerged up to the count date by the number of days elapsed from sowing to the respective count.

The results showed that the priming halo had a greater effect on the emergence of chard seeds, on the other hand, in the spinach crop the best effect was with the hydropriming treatment, however, in carrots no effect was observed with any of them. the two treatments. Statistically the results were not significant.

Author keywords: seed priming, halo priming, hydro priming, seed emergence



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Índice de contenido

Resumen	2
Abstract	3
1. Introducción	12
2. Objetivos	13
2.1. <i>Objetivo General</i>	13
2.2. <i>Objetivos específicos</i>	14
3. Revisión bibliográfica	14
<i>La Semilla</i>	14
<i>Germinación</i>	14
<i>Factores que intervienen en la germinación</i>	15
<i>Factores intrínsecos</i>	15
<i>Factores extrínsecos</i>	16
<i>Tratamientos pregerminativos</i>	16
<i>Emergencia</i>	17
<i>Diferencia entre germinación y emergencia</i>	17
<i>Cebado de Semillas</i>	17
<i>Hidro Cebado</i>	18
<i>Halo Cebado</i>	19
<i>Osmo Cebado</i>	19
<i>Cebado de matriz sólida</i>	19
4. Materiales y métodos	20
4.1. Materiales	20
4.2. Métodos	21
4.2.1. Establecimiento del cultivo	22
4.2.2. Metodología para el objetivo 1: Evaluar las técnicas de halo cebado e hidro cebado y su respuesta en la emergencia de las plántulas de las tres especies	22
4.2.3. Metodología para el objetivo 2: Medir el porcentaje y velocidad de emergencia en tres hortalizas (acelga, espinaca y zanahoria) para evaluar el efecto de los cebados	23
5. Diseño experimental	24
6. Análisis estadístico	24
7. Resultados	25

8. Discusión	29
Recomendaciones	32
Referencias	33

Anexos

Índice de cuadros

Cuadro 1. Distribución aleatoria de los tratamientos en la parcela experimental.

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación Campus Yanuncay, Facultad de Ciencias Agropecuarias Fuente: Google Earth, 2024.....	21
Figura 2. Porcentaje de emergencia en cultivo de acelga en dos tratamientos: halo cebado e hidro cebado obtenidos a los 7, 14, 21 y 28 días después de su siembra.....	25
Figura 3. Porcentaje de emergencia en cultivo de espinaca en dos tratamientos: halo cebado e hidro cebado obtenidos a los 7, 14, 21 y 28 días después de su siembra.....	26
Figura 4. Porcentaje de emergencia en cultivo de zanahoria en dos tratamientos: halo cebado e hidro cebado obtenidos a los 7, 14, 21 y 28 días después de su siembra.	27
Figura 5. Velocidad de emergencia en cultivo de acelga en dos tratamientos: halo cebado e hidro cebado a los catorce días después de su siembra.	27
Figura 6. Velocidad de emergencia en cultivo de espinaca en dos tratamientos: halo cebado e hidro cebado a los catorce días después de su siembra.	28
Figura 7. Tratamiento de halo cebado, hidro cebado y control, aplicados al cultivo de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i>).	42
Figura 8. Tratamiento de halo cebado, hidro cebado y control, aplicados al cultivo de acelga (<i>Beta vulgaris</i>).	43
Figura 9. Tratamiento de halo cebado, hidro cebado y control, aplicados al cultivo de zanahoria (<i>Dacus carota</i>).	44

Índice de tablas

Tabla 1. Materiales utilizados en el estudio.	21
Tabla 2. <i>Test de Tukey aplicado a los tratamientos de halo cebado, hidro cebado y control, en el cual no se observa que no hay diferencias significativas entre los tratamientos.</i>	24
Tabla 3. <i>Análisis de Varianza para el cultivo de espinaca (Spinacia oleracea) con los tratamientos de halo cebado e hidro cebado.</i>	42
Tabla 4. <i>Análisis de Varianza para el cultivo de acelga (Beta vulgaris) con los tratamientos de halo cebado e hidro cebado.</i>	43
Tabla 5. <i>Análisis de Varianza para el cultivo de espinaca (Daucus carota) con los tratamientos de halo cebado e hidro cebado.</i>	44

DEDICATORIAS

Este trabajo va dedicado a mis padres Ángel y Luz María y a mis hermanos Ana Belén y Tomas, por ser las personas que me han acompañado durante toda mi vida estudiantil y de vida, ya que han velado por mi durante este arduo camino para convertirme en una profesional y así lograr una meta más en mi vida. A mis abuelos, tíos y primos por siempre estar pendientes de mi siendo un gran impulso en la toma de decisiones ya que han contribuido en mi crecimiento y vida profesional.

Finalmente, a mis profesores, gracias por su tiempo, por su apoyo, así como por la sabiduría que me han transmitido en el desarrollo de mi formación profesional.

María Elisa Vidal Arpi.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por la vida y salud, a mis padres por brindarme el apoyo incondicional y darme todas las facilidades para poder culminar con mis estudios, a mis hermanos por motivarme y siempre estar a mi lado apoyándome en todas las decisiones que he tomado. Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por parte de toda mi familia, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me han demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis logros.

Finalmente, a mi tutora Ing. Paulina Villena y al Ing. Eduardo Chica, que con su apoyo y ayuda nos guiaron para culminar exitosamente esta investigación.

María Elisa Vidal Arpi.

DEDICATORIAS

Este trabajo dedico a mis padres Carlos y Mercedes, a mis hermanos Jessica y Erick, quienes me han apoyado de manera incondicional y que gracias a su paciencia, cariño y esfuerzo culmino una gran etapa en mi vida.

Jonnathan Paul Flores Quizhpi.

AGRADECIMINETOS

Agradezco a Dios y la vida por permitirme la salud y fuerza para finalizar de la mejor manera esta etapa en mi vida como parte de mi desarrollo personal. A mi familia por estar siempre ahí en las buenas y malas y saber que siempre puedo contar con ellos, a Carolina quien desde un principio me brindo su apoyo y ha sido la mejor compañía a lo largo de toda la carrera, a mis amigos por su motivación y buenas vibras para que continúe y finalice con éxito este proceso.

Agradezco de forma muy atenta a mi tutora Ing. Paulina Villena por su apoyo y ayuda para culminar exitosamente esta investigación.

Jonnathan Paul Flores Quizhpi.

1. Introducción

La emergencia de semillas es un proceso crucial para el establecimiento de cultivos, ya que, es el comienzo del ciclo de vida de la planta y determina la cantidad y calidad de la producción, sin embargo, este proceso puede verse afectado y puede influir en el desarrollo normal de plántulas, vigor y sanidad (Doria, 2010).

El cebado de semillas es una técnica muy utilizada en la agricultura para acelerar la germinación y mejorar el establecimiento de las plantas. Consiste en someter las semillas a un proceso de tratamiento previo antes de sembrarlas, con el objetivo de aumentar su capacidad de germinación y promover un crecimiento vigoroso.

Esta práctica ha ganado popularidad debido a que es una técnica de fácil uso, bajo costo de implementación y además mejora el crecimiento y desarrollo de las plantas especialmente en condiciones ambientales desfavorables (Safiya et al., 2022). Por otra parte dicha técnica logra aumentar la tasa y el porcentaje de germinación al proporcionar nutrientes y/o estimulantes de crecimiento necesarios para el desarrollo de las plántulas, proporcionando protección contra enfermedades causadas por hongos, bacterias u otros patógenos que pueden afectar la germinación y el crecimiento de las plantas (Paparella, 2015), de igual manera consigue aumentar el rendimiento final de los cultivos al mejorar la germinación y reducir las pérdidas, obteniendo así una mayor producción de hortalizas (Bautista-Cruz, 2011).

Existen diferentes tipos de cebado entre ellos, hidro cebado, halo cebado, osmo cebado, cebado hormonal, entre otros; estos son utilizados como pretratamiento para acortar el tiempo de emergencia y mejorar el rendimiento final de los cultivos (Hedrich, 2018).

Para esta investigación trabajamos con dos tipos de cebados el hidro cebado, el cual consiste en la aplicación de una solución líquida (agua) sobre las semillas mediante un proceso de inmersión; esta solución puede contener fertilizantes o estimulantes de crecimiento dependiendo de las necesidades de las semillas o cultivo (Catiempo, 2021); y el halo cebado, cuya técnica consiste en hidratar las semillas mediante el uso de sales inorgánicas como, NaCl, KNO₃, CaCl₂ y CaSO₄, etc. (Dipika et., 2019).

La aplicación de estos métodos se los realizó con el fin de evaluar su respuesta en la variable emergencia en las tres especies hortícolas: acelga, espinaca y zanahoria contribuyendo de esta manera con información útil para el horticultor.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

- Evaluar del porcentaje de emergencia de acelga (*Beta vulgaris Grupo Cyclo*) espinaca (*Spinacia oleracea*) y zanahoria (*Daucus carota*) en respuesta al cebado de semillas.

2.2. Objetivos específicos

- Evaluar las técnicas de hidro cebado y halo cebado y su respuesta en la emergencia de las plántulas de las tres especies.
- Medir el porcentaje y velocidad de emergencia en tres hortalizas (acelga, espinaca y zanahoria) para evaluar el efecto de los cebados.

3. Revisión bibliográfica

La Semilla

La semilla es la unidad de reproducción sexual de las plantas que tiene en su interior un embrión para dar lugar a una nueva planta, su función es propagarse y continuar con la especie a la que pertenece a través de diferentes mecanismos de dispersión y así poder garantizar su conservación en tiempo y espacio (Doria, 2010).

Germinación

La germinación no es más que la reanudación de la actividad enzimática de las semillas bajo condiciones aptas de humedad y temperatura, lo cual comprende los procesos de reactivación metabólica en las semillas y la emergencia de la raíz y tallo que conduce al desarrollo de una planta. Para que se dé inicio a dicho proceso, se debe considerar ciertas condiciones, a saber: (i) la viabilidad de la semilla, (ii) no debe presentar barreras físicas, químicas o fisiológicas que

impiden la germinación y (iii) deben estar expuestas a condiciones ambientales apropiadas para su desarrollo (agua, temperatura, oxígeno, luz, etc.).

De forma general la germinación consta de los siguientes pasos: (i) la imbibición (toma de agua) por los coloides de la semilla seca y la suavización de la corteza, lo que implica a que la semilla aumente su tamaño (hinchon) y las cubiertas se rompan, (ii) la reactivación de las activas de enzimas previamente almacenadas, y la síntesis de enzimas nuevas al comenzar con la germinación, y finalmente (iii) la elongación y la emergencia de la raíz, teniendo en cuenta que este último es la señal más evidente de la finalización de este proceso (Pinzón, 2012).

Factores que intervienen en la germinación

En la germinación de semillas intervienen factores intrínsecos y extrínsecos, el primero son propios de las semillas mientras que los extrínsecos dependen de las condiciones ambientales del lugar de la parcela (Mota et al., 2003).

Factores intrínsecos

Los factores intrínsecos se refieren a las características inherentes y esenciales de las semillas que influyen en su germinación, desarrollo y capacidad para dar lugar a una nueva planta. Estos factores son internos y están determinados principalmente por la estructura y la composición de la semilla misma.

Madurez: Se habla de madurez morfológica cuando el embrión ha alcanzado su máximo desarrollo, esto va de la mano con la pérdida de ciertos tejidos de la semilla y la acumulación de sustancias de reserva (Saldívar et al., 2010). Por otro lado, la madurez se asocia con varios cambios fisiológicos y morfológicos en la planta que aseguran que las semillas sean adecuadas para sobrevivir y establecer nuevas plantas (Mota et al., 2003). Se debe tener en cuenta que en ocasiones la madurez fisiológica y morfológica se alcanza en diferentes periodos (Saldívar et al., 2010).

Viabilidad: Una semilla viable es aquella que tiene el potencial de convertirse en una planta adulta si se le proporcionan los factores adecuados para su germinación y crecimiento (Suárez & Melgarejo, 2010). La viabilidad indudablemente es propia de cada especie, y dependerá de su metabolismo, así como las condiciones de almacenamiento (Lewak & Khan, 1977). En ocasiones,

la viabilidad puede disminuir con el tiempo desde que se recolectan, algunas semillas tienen una vida útil corta, mientras que otras pueden durar años o incluso décadas si se almacenan adecuadamente (Men et al., 2017).

Factores extrínsecos

Los factores extrínsecos en las semillas son las condiciones ambientales y externas que influyen en su germinación y desarrollo (Salazar & Gélvez, 2015).

Temperatura: Cada especie de planta tiene un rango de temperatura óptimo para la germinación. Algunas semillas requieren temperaturas frías para romper la dormancia, mientras que otras necesitan temperaturas más cálidas para iniciar la germinación (Saldívar et al., 2010)

Humedad: Las semillas necesitan una cantidad adecuada de humedad para activar los procesos metabólicos que conducen a la germinación (Herrera et al., 2006).

Luz: La luz desarrolla un papel crucial en el proceso de germinación de las semillas y puede tener efectos variados dependiendo del tipo de semilla. Debido a que diferentes variedades de semillas requieren luz para germinar, mientras que otras germinan mejor en la oscuridad (Cardoso, 1988).

Profundidad de siembra: La profundidad a la que se siembran las semillas también puede influir en el tiempo de emergencia. Sembrar demasiado profundo o demasiado superficialmente puede afectar negativamente la velocidad y la uniformidad de la emergencia. (Saldívar et al., 2010).

Condiciones del suelo: Las condiciones del suelo son críticas para el éxito de la germinación y la emergencia de las semillas. La calidad del suelo, que abarca aspectos como la textura, la estructura, la fertilidad y la humedad, puede influir significativamente en la capacidad de las semillas para germinar y desarrollarse correctamente (Herrera et al., 2006).

Tratamientos pregerminativos

En la actualidad existen técnicas que permiten eliminar la latencia y promover la germinación rápida y uniforme de las semillas. Dichas técnicas también se las conoce como tratamientos pregerminativos que están diseñados para ayudar a las semillas a superar las barreras que impiden su germinación natural. Estos tratamientos son esenciales para garantizar una germinación rápida y uniforme de las semillas, lo que contribuye al éxito en la producción de

cultivos, la restauración ambiental y la conservación de la biodiversidad vegetal. Los métodos pregerminativos más comunes son los siguientes: el remojo en agua, la estratificación en frío, el escarificado, el cebado, el tratamiento con ácido, entre otros (Varela & Arana, 2010)

Emergencia

La emergencia de las semillas se refiere al momento en que la plántula rompe la cubierta de la semilla y comienza a emerger del suelo. Este proceso es crítico en el ciclo de vida de las plantas ya que marca el inicio del crecimiento de la planta a partir de la semilla. La emergencia de las semillas en la agricultura ocurre cuando las condiciones ambientales son favorables para la germinación y el crecimiento inicial de las plántulas a partir de las semillas. Sin embargo, hay algunos factores generales de la emergencia de semillas (Ibrahim, 2016).

Desarrollo del embrión: Durante la germinación, el embrión dentro de la semilla se desarrolla y comienza a crecer.

Ruptura de la cubierta de la semilla: A medida que la plántula crece, puede romper la cubierta de la semilla y emerger al suelo.

Desarrollo de raíces y brotes: Una vez que la plántula ha emergido, desarrolla raíces y brotes que eventualmente se convertirán en la planta adulta.

Cuidado ambiental: Es importante proporcionar las condiciones ambientales adecuadas para el crecimiento continuo de la plántula, incluyendo luz, agua y nutrientes.

Diferencia entre germinación y emergencia

La germinación es un proceso fisiológico que finaliza con la emergencia del embrión que está contenido en la semilla. Este proceso se da por factores externos e internos, para que una semilla pueda germinar debe ocurrir un proceso de absorción de agua conocido como imbibición, este proceso activa procesos metabólicos que promueven la expansión del embrión y desarrollo, mientras que la emergencia es un evento específico dentro del proceso de germinación, el cual marca el momento en que la plántula rompe la cubierta de la semilla y se vuelve visible en el suelo (Davies et al., 2015).

Cebado de Semillas

La rápida germinación de las semillas y el establecimiento de rodales son factores que llegan a afectar la producción final de los cultivos en distintas condiciones de estrés. La germinación rápida de semillas y el establecimiento de rodales son factores críticos que afectan la producción de cultivos en condiciones de estrés. Hoy en día se tiene un mayor conocimiento sobre los procesos que intervienen en la germinación, por lo cual se han desarrollado distintos métodos para mejorar y/o cambiar esos procesos de tal manera que las semillas mejoren sus características fisiológicas. El método más utilizado se conoce como cebado o “seed priming” (Ibrahim, 2016). El cebado es un proceso de hidratación de las semillas en un ambiente específico, esto seguido por un proceso de secado de tal forma que dé inicio a los procesos germinativos de la semilla, pero evitando que se dé el proceso de emergencia radicular (Schillinger & Ghana, 2003).

El propósito de este proceso es acelerar la germinación en el campo al aprovechar el avance que representa el haber iniciado parte del proceso previamente, mejorando así la uniformidad y el rendimiento de la germinación. Esto es especialmente útil dado que las condiciones en el campo pueden ser poco favorables y el cebado permite controlar los procesos para homogeneizar y mejorar el estado de las semillas (Schillinger & Ghana, 2003).

Existen varios métodos de cebado que se utilizan actualmente. Los siguientes son los más utilizados.

Hidro Cebado

El hidrocebado de semillas es una técnica valiosa para acelerar la germinación de ciertas semillas, especialmente aquellas con cubiertas duras o que necesitan condiciones específicas para germinar. Este método implica exponer las semillas al agua, lo que puede ayudar a romper la inhibición de la germinación y facilitar el proceso. Resultando, en una forma simple y antigua de hidrocebado, común en muchas operaciones de siembra. Al remojar las semillas antes de la siembra, se mejora la inhibición y se asegura que la germinación ocurra de manera rápida y completa. Este proceso, cuando se realiza en condiciones adecuadas de temperatura y disponibilidad de agua, contribuye al éxito de las "hidrosiembras" (Schillinger & Ghana, 2003).

El hidrocebado de semillas no solo promueve la uniformidad y rapidez en el desarrollo de los cultivos, sino que también puede ser crucial para superar condiciones adversas del suelo y del clima. Es una práctica importante en la agricultura moderna que ayuda a maximizar el potencial de germinación y establecimiento de los cultivos, lo que a su vez contribuye a una producción agrícola más eficiente y confiable (Schillinger & Ghana, 2003).

Halo Cebado

El tratamiento de semillas que consiste en sumergir las semillas en soluciones a base de sales inorgánicas es conocido como Halo cebado. Es una técnica fácil, de bajo costo y de bajo riesgo de implementación, además es una alternativa para superar los problemas de salinidad que se puede presentar en distintos suelos agrícolas; ya que se ha demostrado que mejora la germinación y el establecimiento de distintos cultivos bajo estas condiciones. Generalmente las sales más utilizadas para el halo cebado son: cloruro de calcio (CaCl_2), cloruro potásico (KCl), cloruro sódico (NaCl), nitrato sódico (NaNO_3), sulfato de manganeso (MnSO_4), cloruro de magnesio (MgCl_2) y, en particular, nitrato potásico (KNO_3) (Maiti & Pramanik, 2013).

Osmo Cebado

La imprimación osmótica (Osmo-priming) o acondicionamiento osmótico es el proceso que involucra el uso de soluciones osmóticas en donde su bajo potencial hídrico sirve para controlar la absorción de agua por parte de las semillas. Entre las sustancias que más se utilizan para este método podemos encontrar el polietilenglicol (PEG), el manitol y el glicerol (Maiti & Pramanik, 2013).

El Polietilenglicol (PEG) es el compuesto más prevalente entre los mencionados anteriormente, debido a que permite el mantenimiento del ambiente experimental en niveles específicos de potencial hídrico. Esto es posible gracias a su elevado peso molecular, que le permite competir con las células de agua y facilita la retención de líquido, provocando reducciones en el potencial osmótico de forma similar a lo que ocurre cuando el sustrato en el que se cultivan las plantas se seca (Campos et al., 2011).

Cebado de matriz sólida

El cebado de matriz sólida o SMP es un método que consiste en mezclar material sólido, agua y semillas en proporciones específicas. El material sólido posee una gran capacidad de retención de agua, lo que permite que las semillas alcancen un nivel crítico de humedad, evitando el

surgimiento de radículas. Comparado con otros métodos de preparación, el SMP presenta diversas ventajas, como una mayor facilidad de manejo, menor costo y la posibilidad de utilizarse en conjunto con otros agentes químicos o biológicos (Wu et al., 2019).

Existen varios registros donde se evidencia el éxito de este tipo de tratamientos, por ejemplo Nascimento (2003) aplicó el osmo cebado en semillas de melón, donde las semillas de los tratamientos de cebado presentaron una mejor germinación, especialmente a bajas temperaturas, y obteniendo un mejor desarrollo de las plántulas, cabe recalcar que relación con las soluciones osmóticas, el potencial osmótico de alrededor de -1,30 MPa resultó ser el más adecuado para las semillas de melón. Las semillas de espárragos preparadas con PEG 6000 a 1 durante catorce días mostraron una mayor velocidad de emergencia y tasa de germinación mostrando la eficacia de este tipo de cebado (De Carvalho et al., 2005).

El hidro cebado que a pesar de ser el más sencillo dentro de este grupo, ha mostrado resultados muy favorables al momento de ser aplicado en distintos tipo de semillas tal como indica (Ghassemi et al., 2008) en donde sumergió semillas de garbanzo en agua destilada durante dieciséis horas, mejorando así el rendimiento en campo de dicho cultivo, de igual forma aumentando la tasa de emergencia de las plántulas así como su porcentaje de germinación. Haciendo referencia a otro tipo de cebado (Badar-uz et al., 2012) aplicaron halo cebado en las semillas de maíz remojadas previamente con KCl a 50 mM durante cinco h a 25 °C los resultados mostraron una mejora en el porcentaje de germinación, el índice de tasa de germinación, el coeficiente de germinación y los índices de vigor de las plántulas, en comparación con las semillas no tratadas.

Para entender mejor los beneficios que brinda la técnica del cebado este estudio evaluó el porcentaje de emergencia de acelga (*Beta vulgaris Grupo Cycla*) espinaca (*Spinacia oleracea*) y zanahoria (*Daucus carota*) en respuesta al cebado de semillas.

4. Materiales y métodos

4.1. Materiales

Herramientas y equipos	Físicos	Biológicos
• Azadillas	• Papel absorbente	• Semillas de acelga

• Rastrillo		• Semillas de espinaca
• Palas		• Semillas de zanahoria
• Motocultor		• Cloruro de Sodio
• Flexómetro		• Agua
• Cámara		
• Balanza		
• Regaderas		
• Píolas		
• Cajas Petri		
• Pinzas		

Tabla 1. Materiales utilizados en el estudio.

4.2. Métodos

El proyecto consistió en la evaluación de dos tipos de cebados, halo cebado e hidro cebado, usando tres diferentes hortalizas acelga, espinaca y zanahoria. Los cultivos se desarrollaron en una parcela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias en el campus Yanuncay (latitud: 2°55 '15.5 "S, longitud: 79°01' 29.3"W) a una altitud de 2560 msnm.



Figura 1. Ubicación Campus Yanuncay, Facultad de Ciencias Agropecuarias Fuente: Google Earth, 2024.

4.2.1. Establecimiento del cultivo

Previo al establecimiento del cultivo se preparó el terreno en el cual se realizó un deshierbe, arado manual y posteriormente se pasó un motocultor hasta obtener un terreno completamente plano.

La siembra de semillas con tratamiento y testigo fue realizada de forma manual usando una semilla por golpe, para el caso de la acelga se usó una distancia entre plantas de 35 x 40 cm, con una densidad de 7 plantas por m^2 (Rivera, 2015) para la espinaca se usó una distancia de 30 x 30 entre plantas y una densidad de 11 plantas por m^2 (Persoglia, 2018), y en la zanahoria se aplicó una distancia de 25 x 15 cm con una densidad de 26 plantas por m^2 . Las camas fueron trazadas a una dimensión de $1m^2$.

4.2.2. Metodología para el objetivo 1: Evaluar las técnicas de halo cebado e hidro cebado y su respuesta en la emergencia de las plántulas de las tres especies.

El factor principal de estudio para este objetivo fue la emergencia de los cultivos establecidos, donde la variable de respuesta es la emergencia del cultivo y el factor de variación correspondiente a cada tipo de cebado de semilla.

Preparación de los tratamientos de halo cebado e hidro cebado

Halo cebado

Para evaluar el halo cebado se usó cloruro de sodio (NaCl) al 3% como componente base, replicando el método aplicado por Tania et al. (2020) a continuación, fueron sumergidas las semillas de las tres especies en la solución de cloruro de sodio durante doce horas, posterior a ello se sacaron las semillas y fueron colocadas sobre papel secante por un lapso de dos horas a temperatura ambiente, para ser finalmente sembradas a campo abierto, se utilizaron 55 semillas de espinaca, 35 semillas de acelga y 130 semillas de zanahoria, considerando la densidad de siembra para cada especie.

Hidro cebado

Para el hidro cebado replicamos la metodología aplicada por Ribeiro da Silva et al. (2022). Para este tratamiento las semillas fueron sumergidas en agua común, para ello fueron colocadas en cajas Petri que contenían papel secante de 90 mm diámetro, las cajas fueron humedecidas con una cantidad de agua equivalente a 2.5 veces el peso del papel, durante un lapso de cinco horas a una temperatura constante 24°C, una vez concluido este periodo de tiempo las semillas fueron sembradas de forma inmediata en la parcela asignada.

Las variables evaluadas fueron:

- Emergencia de la acelga a los cuatro, catorce, dieciocho y veintiocho días desde la siembra. Se contabilizó el número de plantas normales emergidas, considerando como planta normal emergida aquella cuyas hojas aparecían en la superficie del terreno.
- Emergencia de la espinaca y zanahoria a los siete, catorce, dieciocho y veintiocho días desde la siembra. Se contabilizó el número de plantas normales emergidas, considerando como planta normal emergida aquella cuyas hojas aparecían en la superficie del terreno totalmente desarrolladas sin signos de lesiones.

4.2.3. Metodología para el objetivo 2: Medir el porcentaje y velocidad de emergencia en tres hortalizas (acelga, espinaca y zanahoria) para evaluar el efecto de los cebados.

Después de la imbibición de las semillas de acelga en las soluciones de NaCl y agua, se registró la emergencia de las mismas a los cuatro, catorce, dieciocho y veintiocho días.

En el caso de la imbibición de las semillas de espinaca y zanahoria, en las distintas soluciones de NaCl y agua, se registró la emergencia de las mismas a los siete, catorce, dieciocho y veintiocho días.

Para el cálculo del porcentaje de emergencia de las semillas de las tres especies se usó la fórmula utilizada por García et al., (2016).

$$\text{Porcentaje de emergencia} = \frac{\text{No. Plantulas emergidas}}{\text{No. de semillas sembradas}} * 100$$

Para calcular la velocidad de emergencia se utilizó la fórmula propuesta por (Cardenas, 2020), y expresada como plantas/días, considerando los mismos días después de la siembra de las especies estudiadas.

$$\text{Velocidad de emergencia} = \sum \frac{\text{Número de plántulas emergidas}}{\text{Número de días de la siembra al conteo}}$$

5. Diseño experimental

El ensayo se desarrolló usando un diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial y un control, con cinco repeticiones en cada tratamiento y cultivo establecido. Como factor bloque tuvimos la ubicación de cada cama dentro de la terraza de cultivo. El control consistió en parcelas de cultivos manejados de forma tradicional. Cada parcela experimental consistió en 15 m². La unidad de muestreo fueron todas las plantas de cada parcela dependiendo de la especie sembrada.



Cuadro 1. Distribución aleatoria de los tratamientos en la parcela experimental.

6. Análisis estadístico

Después de recopilar los datos, se calculó tanto el porcentaje como la velocidad de emergencia utilizando las fórmulas previamente mencionadas. A continuación, se llevó a cabo un análisis exploratorio de los datos para determinar si cumplían con los supuestos del ANOVA entre los grupos de estudio (ver Tabla 3,4,5). Con base en estos hallazgos, se aplicó el Test de Tukey, el cual indicó que no hay diferencias significativas entre los tratamientos aplicados.

METODO DE HALO CEBADO			METODO DE HIDRO CEBADO			CONTROL		
Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Desición	Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Desición	Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Desición
$\mu A - \mu B$	0,60	NO	$\mu A - \mu B$	1,60	NO	$\mu A - \mu B$	1,80	NO
$\mu A - \mu C$	0,60	NO	$\mu A - \mu C$	1,20	NO	$\mu A - \mu C$	2,00	NO
$\mu B - \mu C$	1,20	NO	$\mu B - \mu C$	2,80	NO	$\mu B - \mu C$	3,80	NO

Tabla 2. Test de Tukey aplicado a los tratamientos de halo cebado, hidro cebado y control, en el cual no se observa que no hay diferencias significativas entre los tratamientos.

7. Resultados

Los resultados para acelga (*Beta vulgaris* Grupo Cicla), demuestran que tras la aplicación de halo cebado y en un periodo de cuatro a siete días posteriores a la siembra se observaron los primeros

indicios de emergencia en las parcelas, sin embargo, a los catorce días se evidenció el 65.71 % de emergencia, siendo este el pico más alto de emergencia en las plantas, ya que a los veintiuno y veintiocho días respectivamente no se observó incremento en el número de plántulas emergidas. Con el hidro cebado se registró un 62.86 % de emergencia a los catorce días después de la siembra; y a veintiuno y veintiocho días se mantuvo el mismo porcentaje, comparando los dos tratamientos existe una diferencia del 2.85% siendo el halo cebado superior al hidro cebado. En el control se obtuvo un 57.14 % de emergencia a los catorce días desde su siembra y para el día veintiocho se mantuvo en el mismo porcentaje de emergencia.

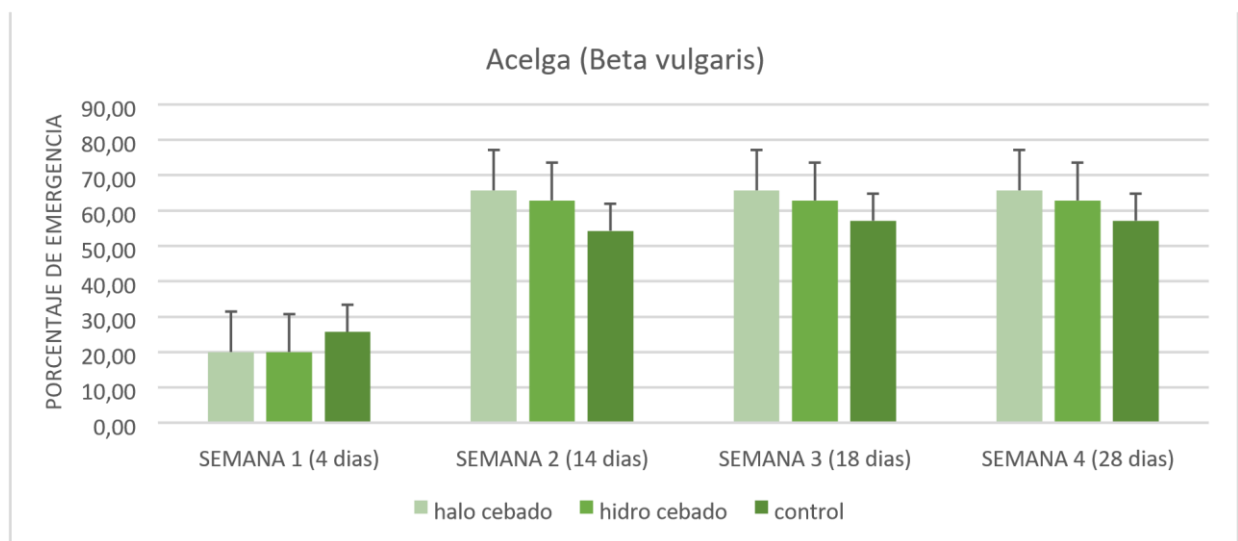


Figura 2. Porcentaje de emergencia en cultivo de acelga en dos tratamientos: halo cebado e hidro cebado obtenidos a los 7, 14, 21 y 28 días después de su siembra.

En el caso de espinaca (*Spinacia oleracea*), los resultados obtenidos con la aplicación de halo cebado a los catorce días desde la siembra alcanzaron un 38.18 % de emergencia en todas las parcelas de repetición, para los veintiuno y veintiocho días el número de plantas emergidas incrementó al 47.27%. En cambio, con el hidro cebado se obtuvo un 52.73% de emergencia a los catorce días desde la siembra. Existe una diferencia de plántulas emergidas entre tratamientos de un 14.55% de emergencia del cultivo usando el hidro cebado mientras que con el control se observó un 34.55 % de emergencia después de los catorce días de su siembra.

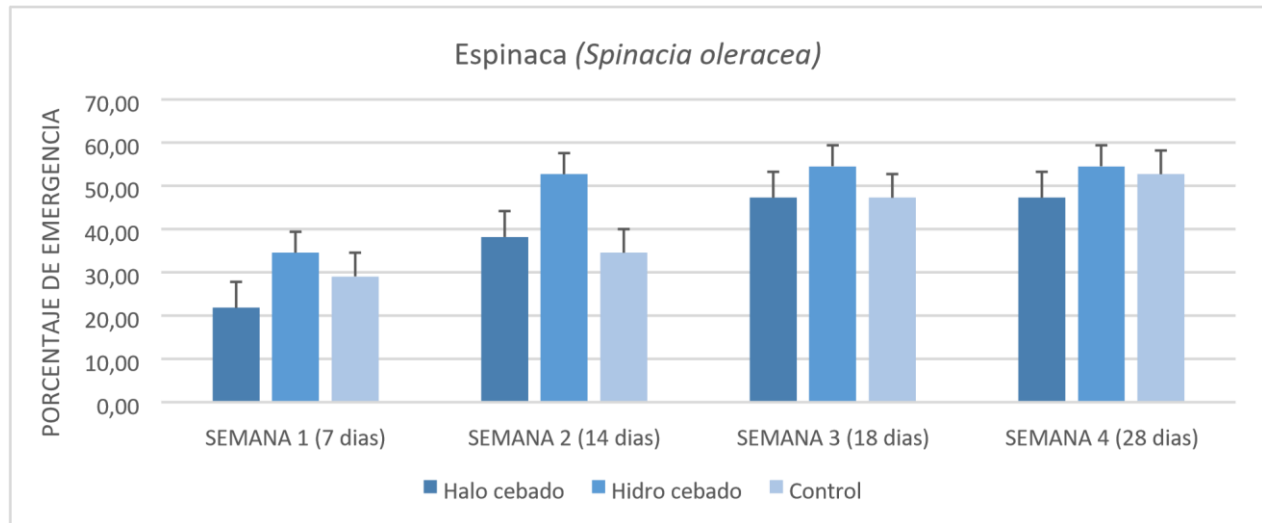


Figura 3. Porcentaje de emergencia en cultivo de espinaca en dos tratamientos: halo cebado e hidro cebado obtenidos a los 7, 14, 21 y 28 días después de su siembra.

Para el cultivo de zanahoria (*Daucus carota*), los resultados obtenidos en halo cebado a los catorce días de su siembra generaron un 10.77 % de emergencia del cultivo, a los veintiocho días se obtuvo un 22.31% de emergencia siendo el mayor número de plantas emergidas en este tratamiento. En el hidro cebado se registró un 16.15% de emergencia a los catorce días luego de su siembra, a los veintiocho días se obtuvo un 20.77% de emergencia, observamos que a comparación del halo cebado tienen una diferencial del 5.38% de semillas emergidas.

Evaluando el control se registró el 30.00% de emergencia y comparando con los dos tratamientos no existe una diferencia significativa en la emergencia del cultivo de zanahoria.

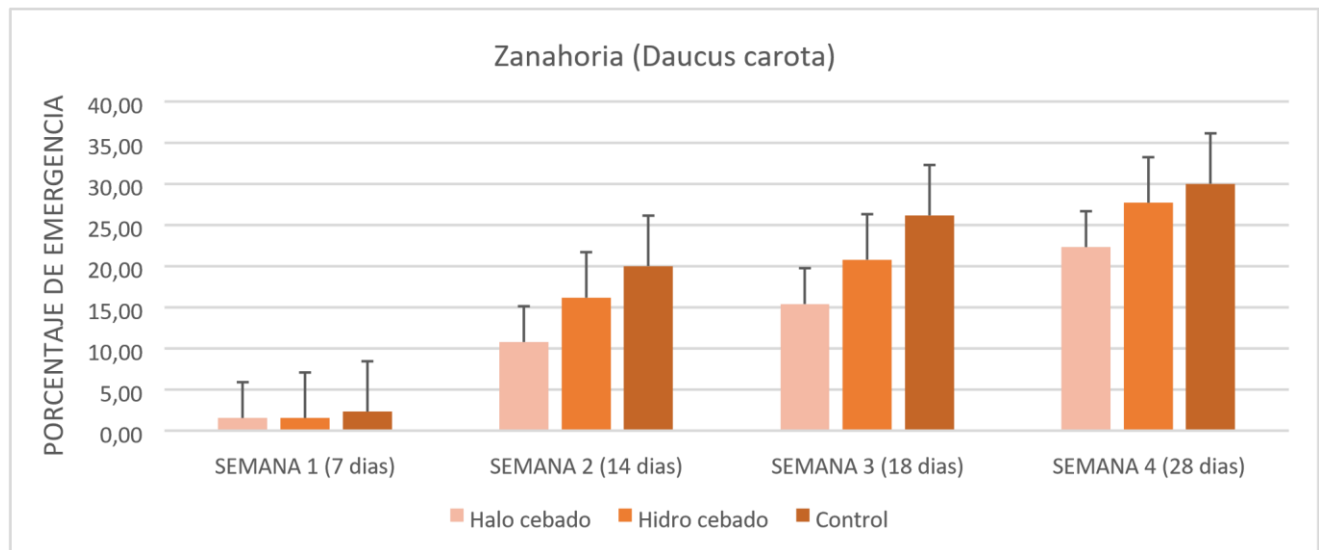


Figura 4. Porcentaje de emergencia en cultivo de zanahoria en dos tratamientos: halo cebado e hidro cebado obtenidos a los 7, 14, 21 y 28 días después de su siembra.

En el cultivo de acelga (*Beta vulgaris Grupo Cicla*), la aplicación de halo cebado mostró una velocidad de emergencia de 1.64 plantas/días, mientras que con el hidro cebado se obtuvo 1.57 plantas/días en ambos casos a los catorce días a la siembra, observamos que el halo cebado tiene una diferencia de 0.07 plantas/día comparando con el hidro cebado, sin embargo, estos resultados no fueron significativos.

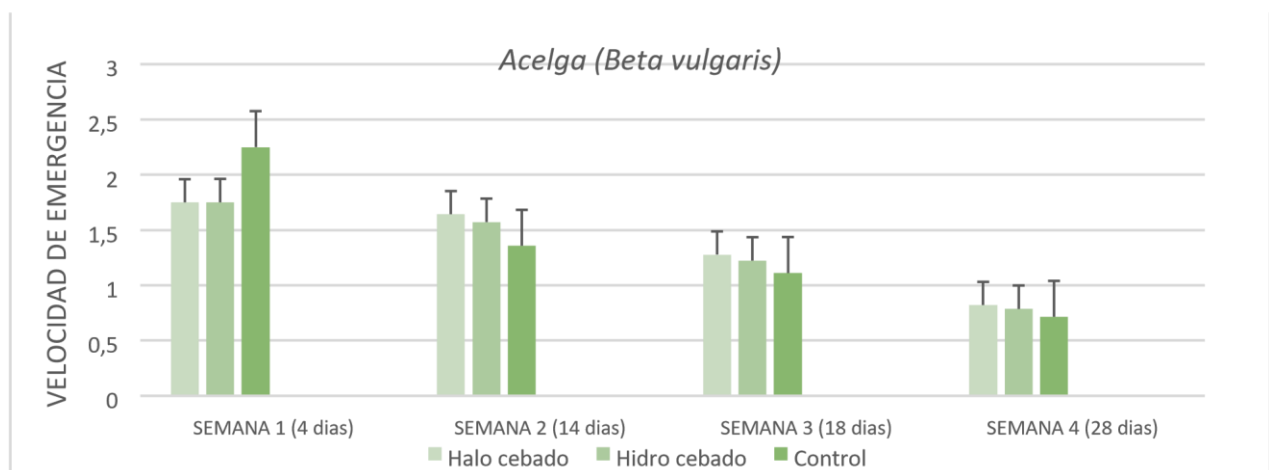


Figura 5. Velocidad de emergencia en cultivo de acelga en dos tratamientos: halo cebado e hidro cebado a los catorce días después de su siembra.

Para el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea*), los resultados de la velocidad de emergencia con halo cebado fueron de 1.5 plantas/días, a los catorce días después de su siembra, en el hidro cebado se observó 2.07 plantas/días, a los catorce días a la siembra, se observó que el hidro cebado tienen una diferencia 0.57 plantas/días comparando con el halo cebado, resultando el hidro cebado superior al halo cebado en velocidad de emergencia.

El control registró una velocidad de emergencia del 1.36 plantas/días a los catorce días de la siembra en ambos tratamientos; se observó que no existe diferencia significativa en velocidad de emergencia.

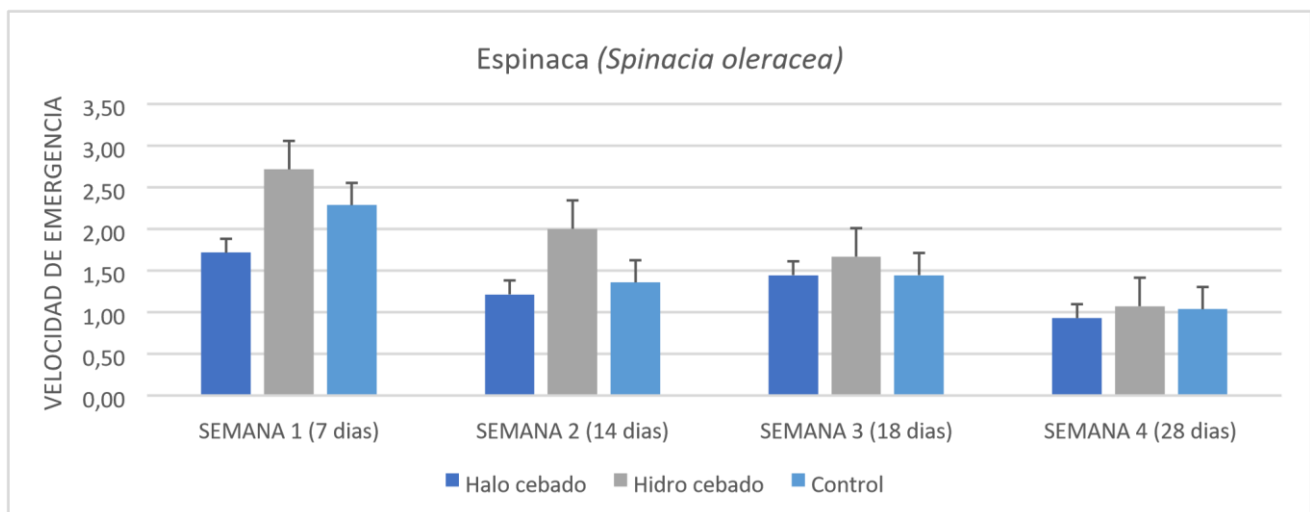


Figura 6. Velocidad de emergencia en cultivo de espinaca en dos tratamientos: halo cebado e hidro cebado a los catorce días después de su siembra.

Para el cultivo de zanahoria (*Daucus carota*), los resultados de la velocidad de emergencia en el tratamiento de halo cebado fueron de 1.00 plantas/días a los catorce días después de su siembra y en hidro cebado de 1.5 plantas/días así mismo a los catorce a la siembra; en comparación con el halo cebado se registró una diferencia del 0.5 plantas/días, resultando el hidro cebado con mayor velocidad de emergencia, no significativa estadísticamente.

El control registró una velocidad de emergencia de 1.86 plantas/días, a los catorce días desde la siembra, se observó diferencias no significativas en velocidad de emergencia en comparación con los tratamientos de halo cebado e hidro cebado.

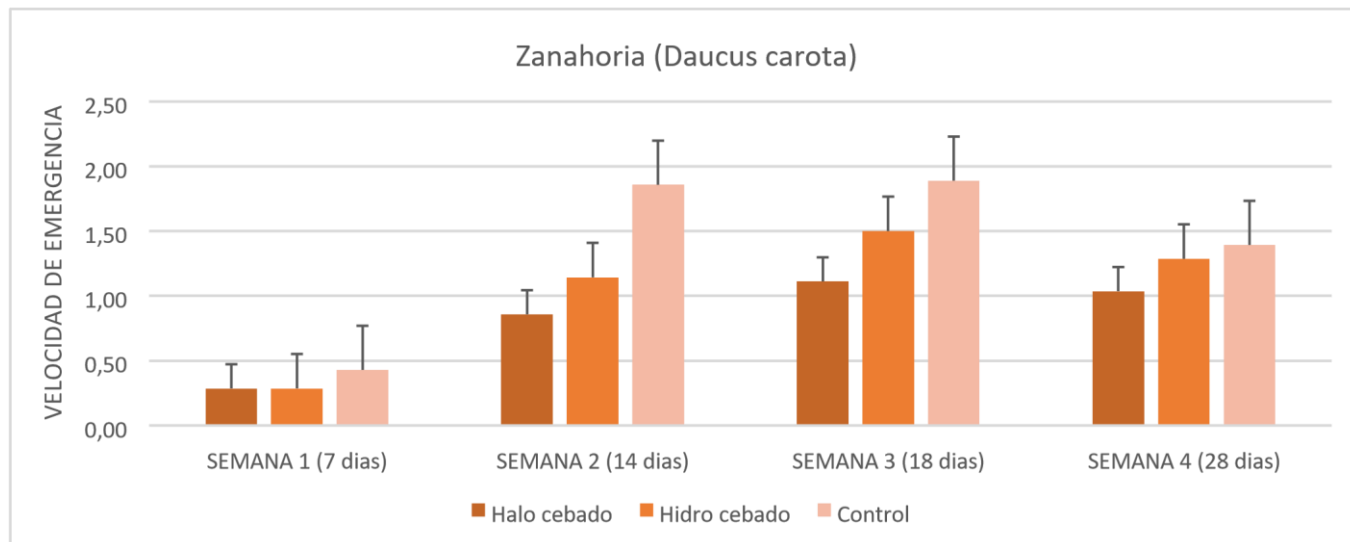


Figura 7. Velocidad de emergencia en cultivo de zanahoria en dos tratamientos: halo cebado e hidro cebado a los catorce días después de su siembra.

8. Discusión

Los resultados del estudio demuestran que el efecto de los cebados aplicados para las variables de porcentaje y velocidad de emergencia no fueron significativos para las especies seleccionadas (espinaca, acelga y zanahoria). No obstante, si se evidencian resultados medibles en cuanto al porcentaje de emergencia en los diferentes tratamientos aplicados, tal es el caso que, para las semillas de zanahoria (*Daucus carota*), a los catorce días después de su siembra en el tratamiento de hidro cebado se registró un mayor porcentaje de emergencia de 16.15%, superando al tratamiento de halo cebado que presentó un 10.77%, estos resultados son distintos a los reportados por Dessalew et al. (2022) ya que en este estudio se observó un aumento en la tasa de emergencia en las semillas de zanahoria con hidro cebado alcanzando el 50% de emergencia a los diecisiete días a la siembra. De la misma manera, Eisvand et al. (2011) evaluaron el efecto del hidro cebado comparando con un tratamiento hormonal con giberelinas y ácido salicílico, sus resultados evidenciaron un 48 y 24% de emergencia en semillas de zanahoria, en este ensayo no se especifica los días a emergencia de sus semillas, ambas investigaciones afirman que la técnica de hidro cebado puede ser útil para mejorar la calidad de las semillas y plántulas, sin embargo en los resultados del presente trabajo no se observó significancia del hidro cebado en la emergencia de zanahoria. Dessalew et al., 2022; Eisvand et al., 2011 mencionan que las semillas hidro cebadas germinan más rápido y podrían aumentar su

poder de emergencia, la competencia con las malezas y mayor estabilidad en condiciones ambientales adversas.

Jisha & Puthur (2014) manifestaron que el halo cebado podría ser menos eficaz en la emergencia de las plántulas dependiendo de la variedad de la especie, las concentraciones de NaCl aplicadas y de las condiciones ambientales. Por ello, a concentraciones de NaCl no tolerables por las semillas ocasiona un efecto desfavorable en la emergencia de las plántulas.

En el caso de las semillas de espinaca (*Spinacia oleracea*) el tratamiento de hidro cebado resultó superior en comparación con el halo cebado, siendo evidente que a los siete días después de su siembra en el hidro cebado registró un porcentaje de emergencia del 34.55%, superando al tratamiento de halo cebado que alcanzó el 21.82%. Magnée et al. (2022) demostraron que, las semillas de espinaca hidro cebadas emergieron más rápido, con un 50% de emergencia total alrededor del cuarto día después de la siembra, por lo que se infiere que el hidro cebado puede favorecer al incremento de la emergencia de semillas.

En acelga (*Beta vulgaris Grupo Cicla*) los resultados indican que, el tratamiento de halo cebado, a los catorce días a la siembra, logró una tasa de emergencia del 65.71%, superando al tratamiento de hidro cebado, que alcanzó el 62.86%. De esta manera, Jisha & Puthur (2014) respaldan nuestros hallazgos al destacar que el halo cebado es más eficiente que el hidro cebado para mejorar la emergencia, vigor de las plántulas, el crecimiento general y la tolerancia al estrés.

De acuerdo a lo mencionado, según Purwestri et al. (2023) el tratamiento de halo cebado de semillas podría servir como una estrategia adecuada para aumentar la tolerancia a la sal y mejorar el crecimiento de las plantas en ambientes desfavorables debido al cambio climático, lo que plantea grandes desafíos para la producción de cultivos.

Por otro lado, Salvador et al. (2005) manifiestan que la emergencia suele ser menor cuando las semillas han estado sometidas a cortos periodos de hidratación, afirmando que un incremento en los periodos de tiempo de hidratación significaría favorablemente para una rápida emergencia de las plántulas, en nuestro ensayo el periodo de hidratación con hidro cebado fueron de 5 horas probablemente sería insuficiente para las semillas seleccionadas de espinaca, acelga y zanahoria.

Los resultados obtenidos mediante el método de halo cebado resultaron no significativos para las tres especies utilizadas (zanahoria, acelga y espinaca), ante esto Roychoudhury (2017) manifiesta que, el tratamiento con una solución de halo cebado disminuye la absorción de agua por las semillas, retrasando y extendiendo la fase de activación de las mismas. De igual manera, Robledo (2020) en su investigación señala que, los tratamientos de halo cebado con NaCl no mejoraron la emergencia de las plántulas en comparación con el tratamiento de semillas sumergidas en agua, esto nos sugiere que antes de realizar halo cebado se debe evaluar las concentraciones apropiadas para cada especie y variedad así como evaluar la calidad y viabilidad de las semillas; Doria (2010) expresa que, cuando las semillas son de alta calidad, tienen una mayor capacidad para germinar y establecer una población de plantas saludable y vigorosa, lo que contribuye a un desarrollo rápido y robusto, incluso frente a desafíos ambientales y de manejo del cultivo. Resultando fundamental mencionar que, la calidad de las semillas influyeron negativamente en los resultados obtenidos de acuerdo a los tratamientos aplicados. Según la FAO (2011) una semilla de alta calidad, que cumple con criterios fisiológicos, genéticos, sanitarios y físicos, garantiza una base sólida para el éxito del cultivo, ya que las plantas que emergen serán vigorosas, saludables y tendrán una mejor capacidad para enfrentar desafíos como sequías, enfermedades y plagas. Esto puede traducirse en una mayor producción y calidad de los cultivos.

Finalmente, es fundamental señalar que, la optimización de las condiciones cebado, incluida la composición y concentración de sal, la duración del cebado, son factores importantes que ayudan a determinar el éxito de la germinación y en consecuencia el establecimiento de las plántulas durante la emergencia (Roychoudhury, 2017). Por lo tanto, es crucial seguir investigando para entender mejor cómo optimizar estos procesos y mejorar la eficacia de los tratamientos de cebado en diferentes contextos.

Conclusiones

Se logró evaluar las dos técnicas de hidro cebado y halo cebado aplicadas a tres especies de hortalizas (acelga, zanahoria y espinaca) y obtener sus resultados en respuesta a las variables velocidad y emergencia de plántulas.

Las técnicas de hidro cebado y halo cebado aplicadas en las semillas de zanahoria, acelga y espinaca mostraron valores no significativos al evaluar su respuesta en la emergencia de las plántulas en las tres especies seleccionadas.

Las técnicas de hidro cebado y halo cebado aplicados en las semillas de las tres hortalizas (acelga, espinaca y zanahoria) no proporcionaron ninguna ventaja en comparación con las semillas no tratadas ya que su variable de respuesta en la velocidad de emergencia no fue significativa.

Recomendaciones

Es importante considerar que estos resultados son específicos para las condiciones y especies evaluadas en este estudio. Cada contexto agrícola puede presentar variaciones, por lo que se recomienda seguir investigando y adaptando las prácticas de cebado según las necesidades y particularidades de cada cultivo.

Referencias

- Agripac. (2008). Recomendaciones de fertilización en zanahoria. Agripac: <http://www.abcagro.com/fertilizaciónenzanahoria/hortaliza/2008htm>
- Aguilar, K. (2019). Nachos reforzados con alfalfa. Universidad San Ignacio de Loyola: <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8a119f85-f7d7-46f3-a5fa474be6576fb1/content>
- Badar-uz, Z., Ali, A., Hyder, S., Arshadullah, M., & Bhatti, S. (2012). Potasssium chloride as a nutrient seed primer to enhance salt-tolerance in maize. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47(8), 1181-1184.
- Campero, L. (2004). Comportamiento agronómico de dos variedades de espinaca con diferentes dosis de humus en el Altiplano Central. Universidad Mayor de San Andrés: <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/5397/T1988.pdf?sequence=1>
- Campos, G., García, M., Pérez, D., & Ramis, C. (2011). Respuesta de 20 variedades de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) ante el estrés por NaCl durante la germinación y en fase plantular. *Bioagro*, 23(3), 215-224.
- Cárdenas, P. (2020). Rangos de conductividad eléctrica para el análisis del poder germinativo de semillas provenientes de la colección de higuierilla (*Ricinus communis* L.). Universidad Central del Ecuador: <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e7188d2c-4090-4cd4897b43e33753c2bd/content>
- Cardozo, R. (1988). Efecto de la escarificación y la dosis del ácido giberélico (ag3) en la germinación de semilla de curuba (*Passiflora mollissima*). *Acta Biológica Colombiana*, 1(4), 127-132.
- Davies, R., Di Sacco, A., & Newton, R. (2015). Germination testing: procedures and evaluation. Royal Botanic Gardens, Kew: https://www.researchgate.net/publication/309395988_Germination_testing_procedures_and_evaluation
- De Carvalho, M., Fernandes, D., Dos Santos, L., & Fontes, E. (2005). Germination and vigour of primed asparagus seeds. *Scientia Agricola*, 62(4), 319–324.
- Dessalew, F., Ejeta, M., Mola, T., & Haile, M. (2022). Effect of halo, hydro and hormonal-priming on germination, seedling growth, seedling vigor and seed yield of carrot (*Daucus carota*) seed. *Novelty Journals*, 9, 1-8.
- Dipika, M., Verma, J., Levan, A., & Velaga, P. (2019). Seed priming in vegetable crops. *International journal of current microbiology and applied sciences*, 8(6), 868-874.

- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 74-85.
- Eisvand, H., Shahrosvand, S., Zahedi, B., Heidari, S., & Afrougheh, S. (2011). Effects of hydropriming and hormonal priming by gibberellin and salicylic acid on seed and seedling quality of carrot (*Daucus carota* var. sativus). *Iranian Journal of Plant Physiology*, 1, 233239.
- Espinoza, G. (2020). Espinaca, *Spinacia oleracea*, propiedades y beneficios, cultivo de la planta. Paradais Sphynx: <https://naturaleza.animalesbiologia.com/plantas/verduras/espinacaspinacia-oleracea>
- FAO. (2011). Semillas en emergencia. FAO: <https://www.fao.org/3/i1816s/i1816s00.pdf>
- Ghassemi, K., Sheikhzadeh, P., & Valizadeh, M. (2008). Effects of hydropriming duration and limited irrigation on field performance of chickpea. *Research Journal of Seed Science* 1(1), 34-40.
- Guerrero, M., Estrella, N., Sangerman, D., Jiménez, L., & Aguirre, L. (2015). Producción de alimentos en huertos familiares con camas biointensivas, en Española, Tlaxcala. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 11, 2139-2148.
- Habib, N., Ashraf, M., & Sajid, M. (2010). Enhancement in seed germinability of rice (*Oryza sativa* L.) by pre-sowing seed treatment with nitric oxide (NO) under salt stress. *Pakistan Journal of Botany*, 4071-4078.
- Herrera, J., Alizaga, R., Guevara, E., & Jimenez, V. (2006). Germinación y crecimiento de la planta. Costa Rica: UCR.
- Ibrahim, E. (2016). Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. *Journal of Plant Physiology*, 38-46.
- Infoagro. (2017). El cultivo de la espinaca. Infoagro: <https://www.infoagro.com/hortalizas/espinaca.htm>
- Jisha, K., & Puthur, J. (2014). Halopriming of seeds imparts tolerance to NaCl and PEG induced stress in *Vigna radiata* (L.) Wilczek varieties. *Physiol Mol Biol Plantas*, 303–312.
- Jisha, K., & Puthur, J. (2014). Seed halopriming outdo hydropriming in enhancing seedling vigor and osmotic stress tolerance potential of rice varieties. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 209-219.
- Kulsumbi, A., Sangeeta, I., Shakuntala, N., & Vasudevan, S. (2020). Standardization of Hydropriming Duration and its Effect on Physiological. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 1745-1750.
- Lewak, S., & Khan, A. (1977). Mode of action of gibberellic acid and light on lettuce seed germination. *Plant Physiology* 60(4), 575-577.

- López, D. (2012). Aprovechamiento del lechuguín (*Eichhornia crassipes*) para la generación de abono orgánico mediante la utilización de tres diseños diferentes de biodigestores. Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1938/12/UPS-CT002337.pdf>
- Magnée, K., Groot, S., Kodde, J., & Postma, J. (2022). Rate of seedling emergence is not the only driver of pre-emergence damping-off tolerance in spinach. *European Journal of Plant Pathology*, 77-95.
- Maiti, R., & Pramanik, K. (2013). Vegetable seed priming: a low cost, simple and powerful techniques for farmers livelihood. *International Journal of Bio-Resource and Stress Management*, 4(4), 475-481.
- Marulanda, C. (2003). Hidroponía familiar en Colombia desde el eje cafetero. Optigraf: Armenia.
- Men, S., Yan, L., Liu, J., Qian, H., & Luo, Q. (2017). A classification method for seed viability assessment with infrared thermography. *Sensors*, 17(4), 1-14.
- Mota, J., Cueto, M., & Merlo, M. (2003). Flora amenazada de la provincia de Almería, una perspectiva desde la Biología de la Conservación. Almería: ESCO BARIMPRESORES, S.L.
- Nascimento, W. (2003). Muskmelon seed germination and seedling development in response to seed priming. *Scientia Agricola*, 60(1), 71-75.
- Persoglia, A. (2018). Cultivo de Espinaca (*Espinaca oleracea*) para producción de semilla. INTA: <https://www.scribd.com/document/398784124/script-tmp-cultivo-de-espinacaespinaceaoleracea-produccin-se-pdf>
- Pinzón, H. (2012). Manual para el cultivo de hortalizas. Bogotá: Produmedios.
- Rajjou, L., Duval, M., Gallardo, K., Catusse, J., Bally, J., Job, C., & Job, D. (2012). Seed germination and vigor. *Annual Review of Plant Biology*, 507-533.
- Redin, L. (2015). Caracterización física, química y nutrición de dos ecotipos de acelga (*Beta vulgaris* L.) cultivados en el Ecuador como un aporte a la actualización de la norma Inen no. 1749 "hortalizas frescas, acelga requisitos". Universidad Tecnológica Equinoccial: <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/5197>
- Ribeiro da Silva, A., Landim, M., Foshee, W., & Candian, J. (2022). Priming strategies for parsley seedling production. *HortScience*, 57(9), 1086-1091.
- Rivera, M. (2015). Técnicas de siembra. Alternativas Cultivando Comunidades: https://alternativascc.org/wp-content/uploads/2018/05/siembra_web-1.pdf
- Robledo, D. (2020). Effects of halopriming on seed germination and seedling emergence of *Capsicum frutescens*. *Journal of Botany Research*, 114-118.

- Salazar, S., & Gélvez, J. (2015). Determining the viability of orchid seeds using the tetrazolio and carmín índigo tests. *Revista de Ciencias* 19(2), 59-69.
- Saldívar, P., Laguna, A., Gutiérrez, F., & Domínguez, M. (2010). Ácido giberélico en la germinación de semillas de *Jaltomata procumbens* (Cav.) J. L. Gentry. *Agronomía Mesoamericana*, 327-331.
- Salvador, M., Adriano, L., & Becerra, C. (2005). Efecto del remojo en agua sobre la germinación de semillas de papaya var. maradol. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 27-30.
- Sandoya, A. (2015). Comportamiento agronómico de cuatro cultivares de zanahoria, mediante el sistema organopónico, en la zona de Babahoyo. Universidad Técnica de Babahoyo: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/1067>
- Schillinger, W., & Ghana, G. (2003). Seed priming winter wheat for germination, emergence, and yield. *Crop Science*, 43(6), 2135-2141.
- Suárez, D., & Melgarejo, L. (2010). Biología y germinación de semillas. ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/258627099_biologia_y_germinacion_de_semillas
- Tania, S., Rhaman, M., & Hossain, M. (2020). Hydro-priming and halo-priming improve seed germination, yield and yield contributing characters of Okra (*Abelmoschus esculentus* L.). *Tropical Plant Research* 7(1), 86-93.
- Varela, S., & Arana, V. (2010). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. INTA: <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Latenciaygerminaci%C3%B3nde semillas.pdf>
- Wu, L., Huo, W., Yao, D., & Li, M. (2019). Effects of solid matrix priming (SMP) and salt stress on broccoli and cauliflower seed germination and early seedling growth. *Scientia Horticulturae*, 255, 161-168.
- Zulfiqar, F. (2021). Effect of seed priming on horticultural crops. *Scientia Horticulturae* , 1-8.

Anexos

Anexo A. Preparación de la parcela para la siembra.



antes de ser

preparada

Parcela



de abono

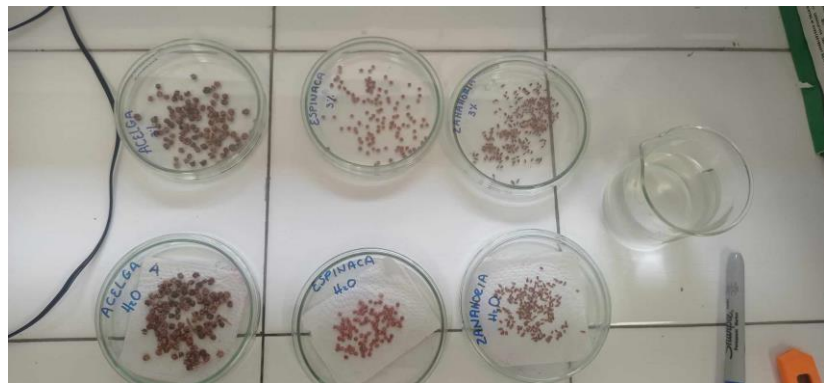
Colocacion



Parcela

terminada

Anexo B. Establecimiento de ensayos



Colocación de las sustancias en cada una las semillas.

Anexo C. Siembra de los tratamientos



Anexo D. Registro de datos



Anexo E. Plántulas Germinadas de espinaca



Anexo F. Plántulas Germinadas de acelga



Anexo G. Plantulas Germinadas de zanahoria



Anexo H. RESULTADOS

De acuerdo con el análisis de varianza (Anova) realizado y presentado en la tabla 2, se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos únicamente en las primeras semanas después de la siembra (semana 1 y 2), mientras que en las semanas 3 y 4 respectivamente ya no existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos figura 7.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3,6	2	1,8	1,285714286	0,311942599	3,885293835
Dentro de los grupos	16,8	12	1,4			
Total	20,4	14				

Tabla 3. Análisis de Varianza para el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea*) con los tratamientos de halo cebado e hidro cebado.

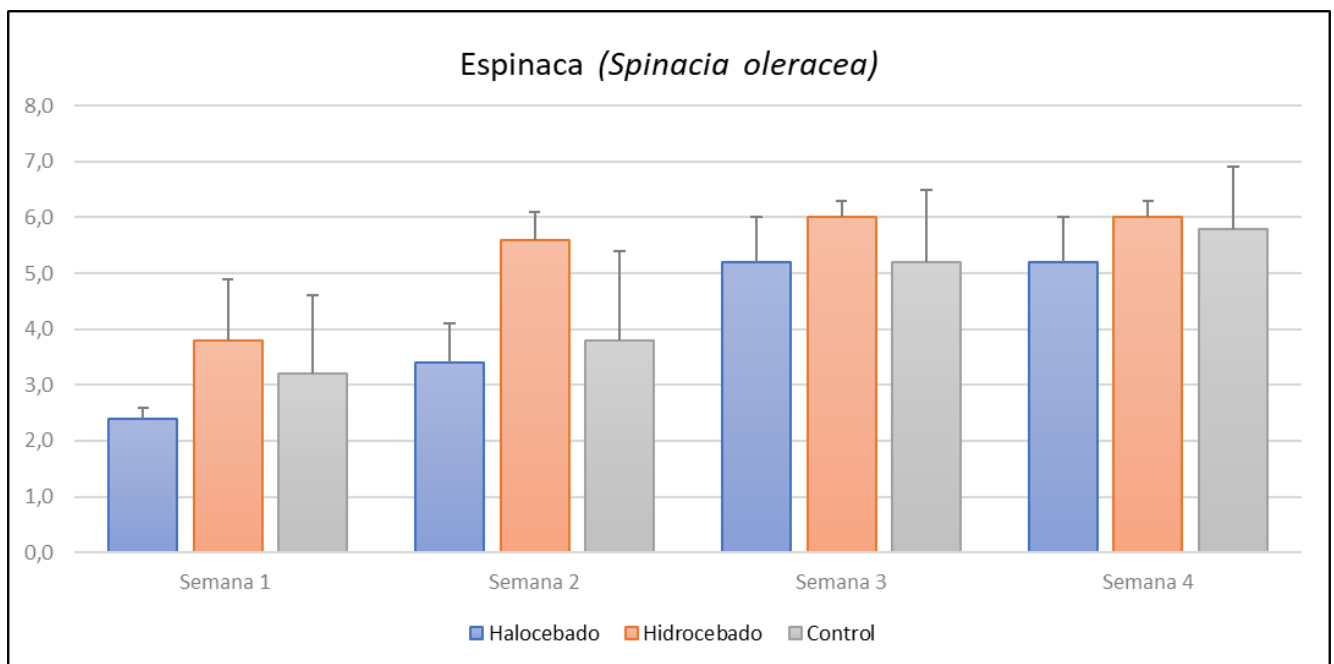


Figura 7. Tratamiento de halo cebado, hidro cebado y control, aplicados al cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea*).

Según los resultados del análisis de varianza (Anova) presentados en la tabla 3, no se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos aplicados figura 8.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	19,73333333	2	9,866666667	5,381818182	0,021460391	3,885293835
Dentro de los grupos	22	12	1,833333333			
Total	41,73333333	14				

Tabla 4. Análisis de Varianza para el cultivo de acelga (*Beta vulgaris*) con los tratamientos de halo cebado e hidro cebado.

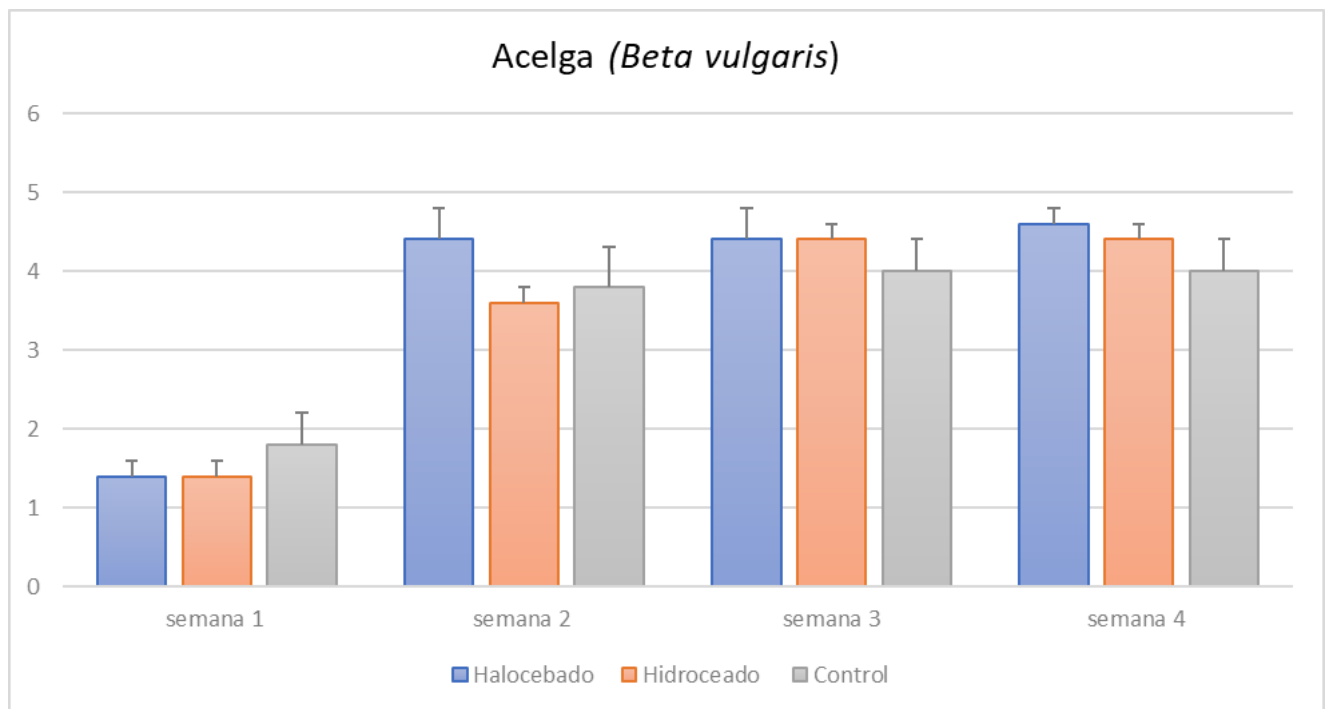


Figura 8. Tratamiento de halo cebado, hidro cebado y control, aplicados al cultivo de acelga (*Beta vulgaris*).

Mediante el Anova tabla 4, para el número de plantas emergidas a los 30 días posteriores a la aplicación de los tratamientos, no se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos aplicados figura 9.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	36,13333333	2	18,06666667	3,027932961	0,086174257	3,885293835
Dentro de los grupos	71,6	12	5,966666667			
Total	107,7333333	14				

Tabla 5. Análisis de Varianza para el cultivo de espinaca (*Daucus carota*) con los tratamientos de halo cebado e hidro cebado.

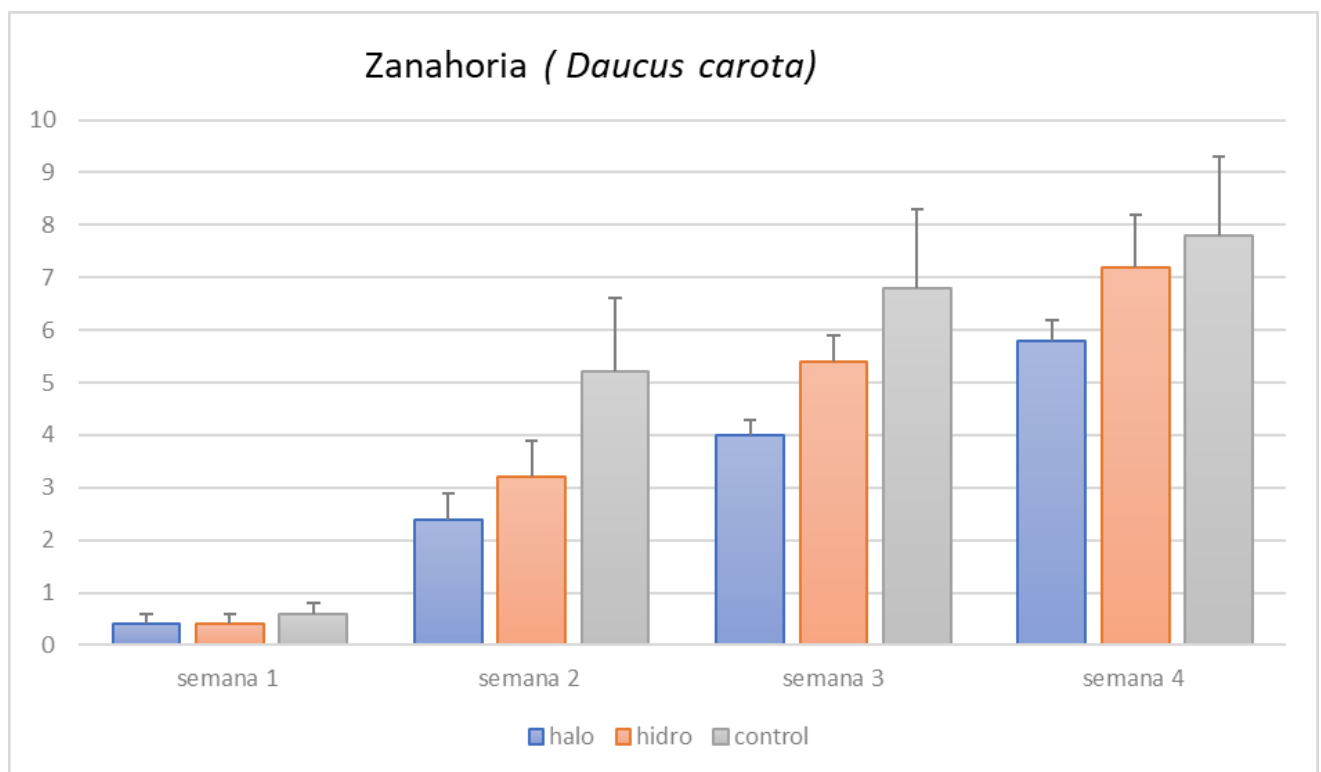


Figura 9. Tratamiento de halo cebado, hidro cebado y control, aplicados al cultivo de zanahoria (*Dacus carota*).