

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS



Formulación y Evaluación de un Arrancador (8-24-7) + un aporte de 3% de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) con pH Ácido en Cultivos de Cebolla (*Allium cepa*) en la Zona de Sayula Jalisco

Por:

MAX ISRAEL SÁNCHEZ FAJARDO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA

Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

Formulación y Evaluación de un Arrancador (8-24-7) + un aporte de 3% de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) con pH Ácido en Cultivos de Cebolla (*Allium cepa*) en la Zona de Sayula Jalisco

Por:

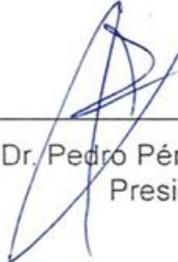
MAX ISRAEL SÁNCHEZ FAJARDO

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA

Aprobado por el Jurado Examinador:



Dr. Pedro Pérez Rodríguez
Presidente



Dra. Silvia Yudith Martínez Amador
Vocal



M.C. Sergio Sánchez Martínez
Coordinador de la División de Ingeniería



Dr. Alonso Méndez López
Vocal

Saltillo, Coahuila, México

Junio 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS

Formulación y Evaluación de un Arrancador (8-24-7) + un aporte de 3% de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) con pH Ácido en Cultivos de Cebolla (*Allium cepa*) en la Zona de Sayula Jalisco

Por

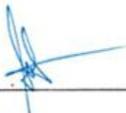
MAX ISRAEL SÁNCHEZ FAJARDO

TESIS

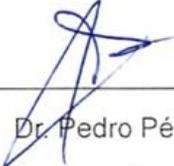
Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Silvia Yudith Martínez Amador
Asesor Principal Interno



Dr. Pedro Pérez Rodríguez
Coasesor



Dr. Alonso Méndez López
Coasesor

Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2025

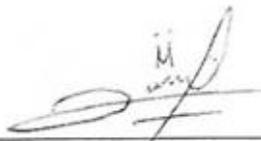
Declaración de no plagio

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Autor Principal



Max Israel Sánchez Fajardo

Asesor



Dr. Silvia Yudith Martínez Amador

AGRADECIMIENTOS

A Dios: Agradezco a Dios principalmente por darme esta oportunidad de concluir esta etapa tan hermosa, por siempre acompañarme y nunca dejarme solo a pesar de los momentos buenos o malos que siempre viví.

A mis Padres: Todo lo que logre fue de su mano, sin ellos nunca habría podido avanzar en cada paso que di, su apoyo emocional fue clave para nunca rendirme y siempre tratar de ser mejor como persona.

A mis Hermanos: por sus palabras de apoyo incondicional y estar cuando lo requerí.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (Mi Alma Terra Mater) por abrirme las puertas dándome la oportunidad de formar parte de esta institución, darme las bases necesarias para poder ejercer como ingeniero, todos los valores adquiridos y enseñarme a madurar mentalmente con todos los desafíos que iba encontrando en el camino.

A la Dr. Silvia Yudith Martínez Amador: Porque desde el día 1 sentí el apoyo hacia a mí, fue un honor trabajar en mi proyecto final con ella, por la orientación y siempre entrar en razón, siempre le tendré mucho aprecio y cariño a su persona.

A la Dr. Xóchitl Ruelas Chacón: Por esos buenos momentos en el servicio social, donde me dio consejos y nunca me faltó apoyo de su parte.

Al M.C. Carlos Alberto García Agustince: Por el apoyo en semestres pasados cuando fue jefe de carrera, siempre estuvo pendiente de mis problemas y necesidades en ese momento, nunca olvidare a las personas que ayudaron cuando todos estaban en contra.

A los Ing. de JM Agro: Mario y Fernando, no tengo palabras para agradecerles por darme la oportunidad de formar parte de este equipo de trabajo y por nunca negarme la ayuda sin importar el motivo, siempre estaré agradecido con ellos, porque si no fuera así no habría podido concluir esta etapa.

DEDICATORIAS

A mi familia: Este logro es dedicado a toda mi familia por siempre confiar en mí, a mi abuela Rosa y Lupe, especialmente a mi tía Lourdes y toda su familia, por siempre apoyarme dándome ejemplos de superación, sacrificio y humildad.

A mi Mamá Lupe: le agradezco desde el cielo por todo el amor que me dio hasta las últimas estancias, no alcanzó a verme concluyendo este capítulo, pero fue un pilar muy importante en mi vida, siempre la tendré en mi corazón.

A las personas importantes: Alondra Camarena<3, Missael González, Aarón Cárdenas, Gisela Hernández, Mario Rodríguez, Fernando García, Alan Hernández, Yonhatan López, Cristiano Ronaldo, Luis Miguel, todos los que pasaron por la casa Jalisco y a los Bioreales: Antonio Hernández, Clarissa Aguilar, Ismael Herrera, Vanessa Cruz, Daniel Maldonado e Isaac Herrera, por siempre estar apoyándome y hacer de mi estancia en la escuela menos pesada, por nunca dejarme con hambre, dándome consejos en mis momentos de mayor debilidad, por las palmaditas en la espalda alentándome y siempre querer lo mejor para mí.

A mis Amigos: Por acompañarme en esta hermosa etapa: Leonel Salinas, Aldo Muñoz, Ignacio Flores, Juan Pablo Gutiérrez, Erick Mothe, Gustavo Barrera, Andrés Lima, Tomas Gutiérrez, Armando López, Gustavo Pacheco, Iván Manzano, Yarely García, María José Rodríguez, José Alfredo Hernández, Victoria Lopez, Alberto Preciado, Ángel Meza, Gustavo Preciado, Francisco de Anda, Alberto Hernández, Angelica Alonso, Karen Díaz, los del nogal, Marcela Gonzalez, Saúl Cruz, Edwar Rodríguez, Gary Rodríguez, Janeiza Zamora, Omar Alonso García, Fernando Guzmán, Kevin Hernández, Itzel Desaida, Micky, Luis Carreteros, Karol Mozqueda, Jonathan Jiménez, Pablo Fajardo, Ernesto Hernández, Armando Sánchez, Alejandro Meza, Ronaldo López, Adán Rabalo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	5
DEDICATORIAS.....	6
ÍNDICE DE CONTENIDO	7
ÍNDICE DE CUADROS.....	9
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
RESUMEN.....	11
1. INTRODUCCIÓN	12
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	14
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.3 HIPÓTESIS	14
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	15
2.1 Antecedentes del cultivo	15
2.2 Clasificación taxonómica:	15
2.3 Descripción botánica:	15
2.4 Importancia del cultivo	16
2.5 Efecto del 8-24-7:.....	16
2.6 Estrategias de formulación :	17
2.7 Efecto de las algas marinas (<i>Ascophyllum nodosum</i>):	19
3. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1 Reactivos y materiales.....	21
3.2 Metodología del experimento	21
3.3 Ubicación del experimento	24
3.4 Material Vegetal	25
3.5 Diseño experimental	25
3.6 Porcentaje de humedad (PH).....	25
3.7 Evidencias de ejecución del experimento	26
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1 Comparación de medias	31
4.2 Peso fresco.....	32
4.3 Porcentaje de humedad	33
5. CONCLUSIÓN	34

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 37

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 1. Metodología del experimento.....	21
Tabla 2. Tratamientos evaluados en la dosificación de 8-24-7.....	25
Tabla 3: imágenes de evidencia de experimento.....	26
Tabla 4. Comparación de medias de variables de la aplicación de 8-24-7... 	30
Tabla 5: tabla de coeficiente de variación (CV) de los tratamientos en la aplicación de 8-24-7.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Lugar donde se llevó a cabo el experimento.....	24
--	-----------

RESUMEN

Los suelos carbonatados suelen disminuir la absorción de nutrientes y también tienden a tener compactación afectando la producción de los cultivos en la zona sur de Jalisco, el presente experimento tiene como objetivo encontrar la dosificación correcta del producto formulado en cultivo de cebolla (*Allium cepa*) para aumentar la absorción de nutrientes y mejorar la eficiencia de nutrientes en suelo.

El manejo se realizó con un producto llamado 8-24-7 que consiste en un fertilizante con tres nutrientes esenciales (N-P-K) y adicionando con 3% de porcentaje de algas (*Ascophyllum nodosum*) que sirve para crecimiento vegetativo, desarrollo de raíces, floración, formación de frutos de calidad, resistencia a enfermedades, osmorregulador, hormonas naturales y también aportará aminoácidos y vitaminas. Se formuló en la empresa JM agro, esta se basó de hacer 3 aplicaciones, se toman 14 plantas completamente al azar tanto del tratamiento como del testigo, 1 vez por semana en cada aplicación, en una cubeta de 10 L aproximadamente se le agregaron 50 ml del 8-24-7 y el resto fue de agua, así durante las 3 semanas antes mencionadas, las variables a evaluar fueron las siguientes: altura de planta, número de rabos, diámetro ecuatorial y polar de bulbo, peso seco total de la planta, peso fresco total de la planta y porcentaje de humedad. Con los datos se realizó un análisis de varianza y la comparación de medias con la prueba de Tukey.

Los resultados obtenidos en este experimento mostraron diferencias estadísticas significativas para las variables altura de la planta, peso fresco total de la planta y porcentaje de humedad.

Se presentaron mejoras en la respuesta fisiológica de la altura total de la planta, peso fresco de la planta y el porcentaje de humedad al aplicar una dosis de 50 ml del producto 8-24-7, indicando que con esta dosis tendrá una respuesta fisiológica inicial positiva en el cultivo de cebolla.

Palabras clave: cebolla, fertilizante 8-24-7, algas, absorción de nutrientes, peso fresco.

1. INTRODUCCIÓN

La cebolla (*Allium cepa*), que forma parte de la familia de las liliáceas, se ha convertido en uno de los alimentos más esenciales para los mexicanos debido a su alto contenido de vitaminas. Además, contiene una significativa cantidad de potasio y manganeso (Gobierno de México, 2019).

La cebolla es la segunda hortaliza más relevante tanto en México como a nivel mundial, solo detrás del tomate. Su rendimiento global es de aproximadamente 85,795,190 toneladas, donde México contribuye con cerca del 2% de esa cifra. En el año 2016, se cosecharon 47,430 hectáreas, logrando una producción de 1,368,183.69 toneladas (López, 2017).

Los principales estados que producen cebolla en México son: Chihuahua, Guanajuato, Zacatecas, Tamaulipas y Baja California, siendo Chihuahua el que destaca con un 21.6% de la producción total (Gobierno de México, 2021).

De acuerdo con Carreño (2019), el efecto de los agroquímicos en México y en otras partes del mundo ha crecido, pero no por motivos favorables. Debido a la contaminación ambiental, las Naciones Unidas han sugerido una serie de medidas para abordar estos problemas, lo que implica la reducción de estos productos. Con ello, se pretende disminuir la cantidad de enfermedades provocadas por el agua, el suelo y el aire que nos rodean.

Los suelos carbonatados presentes en diversas áreas del sur de Jalisco podrían influir en la absorción de nutrientes cruciales como el fósforo, zinc y manganeso, lo que generaría deficiencias que impactarían negativamente en el desarrollo de las plantas. Además, este tipo de suelos tienden a tener un pH elevado (alcalino), lo que podría interferir con la actividad microbiana en el suelo y resultar en una baja disponibilidad de nutrientes (Agrón, 2015).

En la actualidad, se están explorando diversas alternativas en agroquímicos que proporcionen valor nutricional a los cultivos, con el objetivo de aumentar los rendimientos de la cebolla. Se eligió la estrategia 8-24-7 de acción ácida, que actúa

como un arrancador, acelerando el crecimiento y desarrollo óptimo del cultivo. El 8% de nitrógeno desempeñará un papel crucial en las etapas iniciales, ya que promoverá tanto el crecimiento como el rendimiento de la planta. Por otro lado, el 24% de fósforo facilitará un mejor desarrollo del sistema radicular y brindará mayor energía a la planta, lo que mejorará la absorción de nutrientes. El potasio al 7% favorecerá el crecimiento del bulbo y aumentará la resistencia ante cambios en las condiciones ambientales, como sequías o heladas, así como en situaciones de plagas que puedan afectar a la hortaliza. Se consideraron alternativas como las algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) para potenciar la absorción de nutrientes, optimizar los procesos fisiológicos del cultivo y mejorar las características fisicoquímico-biológicas del suelo.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Encontrar la dosificación y el acomodo de sustancias químicas y orgánicas para la formulación de un producto y su posterior efecto en campo.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar la fórmula adecuada para la elaboración del 8-24-7.
2. Analizar el desarrollo del cultivo de cebolla con las diferentes formulaciones.

1.3 HIPÓTESIS

La incorporación de nitrógeno, fósforo, potasio y algas marinas promueven el crecimiento vegetativo, radicular, osmorregulador, formación de frutos de calidad y en la resistencia a enfermedades; el orden de mezclado de estos nutrientes ayudará a obtener un producto que mejora el desarrollo de cultivo de cebolla (*Allium Cepa*).

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes del cultivo

Algunas investigaciones sugieren que el origen de (*Allium cepa*) podría hallarse en Asia central (Irán, Pakistán y áreas circundantes) o en el norte de África. No obstante, muchos estudios argumentan que su procedencia podría ser de China o de la región del Mediterráneo (Calvo, 2015).

Según Biro (2003), la introducción de la cebolla en México se remonta a la llegada de los conquistadores españoles en el siglo XVI, y desde entonces ha ganado gran popularidad en diversas partes del país, gracias a su adaptación a diferentes climas, su facilidad de cultivo y su bajo precio.

Con la llegada del siglo XX y la revolución verde, se empezaron a implementar fertilizantes químicos como la urea, así como diversas técnicas de riego que optimizan la labor agrícola, incluyendo el riego por goteo y la utilización de maquinaria industrial para preparar los terrenos y llevar a cabo la cosecha (Gobierno de México, 2023).

2.2 Clasificación taxonómica:

La clasificación taxonómica de la especie (*Allium cepa* L.) según (Carreto, 2022).

Reino: *Vegetal*

División: *Angiospermas*

Orden: *Liliflorae*

Familia: *Liliaceae*

Género: *Allium*

Especie: *Cepa*

Nombre científico: *Allium cepa* L.

Nombre Común: *Cebolla*

2.3 Descripción botánica:

La cebolla (*Allium cepa* L.), es una planta monocotiledónea herbácea bienal que varía entre 3 y 10 cm de diámetro y pesar entre 100 y 250gr según (Rullán, 2012).

Raíz - La cebolla presenta raíces bastante limitadas, lo que resulta en una baja absorción de nutrientes. Su sistema radicular es superficial, desarrollándose principalmente en los primeros 30 cm del suelo, con la mayor parte de las raíces localizadas entre los 15 y 20 cm de profundidad, lateralmente en un radio que generalmente no supera los 30 cm desde el tallo, destacando que la mayoría se encuentra a 15 cm (Carreto, 2022).

Tallo – En la base del bulbo se localiza un tallo pequeño, con forma de disco, del cual emergen hojas, raíces y yemas (Gobierno de México, 2016).

Hojas - Las hojas se generan de manera opuesta y alternada desde la yema apical o meristemo del tallo. Estas hojas, que presentan una superficie cerosa, están compuestas por la lámina y la vaina. Aunque su extremo está cerrado, la superficie abierta de la hoja tiene una leve apertura en su parte superior (Garay et al., 2019).

Bulbo – Está constituido por un tallo corto que se engrosa y se vuelve carnoso, también conocido como las “escamas” del bulbo (Bio enciclopedia, 2022).

2.4 Importancia del cultivo

A nivel mundial, se cultiva cebolla en aproximadamente 175 países, siendo Asia el principal productor, con un 60% de la producción global. India se posiciona como el líder, con más de 26 millones de toneladas anuales, según registros de (FAOSTAT, 2021). Según el SIAP (2022), México produce 296 mil 271 toneladas, con la participación de 23 estados.

Chihuahua se destaca como el mayor productor en el país, aportando más del 20%. De acuerdo con SAGARPA (2025), en 2013 México exportó 318 toneladas de cebolla a nivel internacional, lo que equivale a aproximadamente 363.721 millones de dólares en términos monetarios, siendo Estados Unidos el principal consumidor, con un 85%.

La cebolla se desarrolla mejor en temperaturas que oscilan entre los 15 y 30 grados centígrados, siendo 25°C la temperatura ideal. En el almacenamiento, la temperatura no debe exceder los 10°C y es esencial que se mantenga en un

ambiente oscuro, ya que la exposición a la luz puede causar sobre maduración y deterioro (Calvo, 2021).

2.5 Efecto del 8-24-7:

El nitrógeno es fundamental para promover el crecimiento de la cebolla, interviniendo en la formación de proteínas y clorofila; sin embargo, su exceso puede afectar la producción y aumentar las pérdidas durante el almacenamiento (Amaya y Méndez, 2012).

El potasio favorece el desarrollo de la cebolla y el crecimiento del bulbo, además de aumentar la resistencia a enfermedades y proporcionar fortaleza al tallo (Sembralia, 2023).

El fósforo es vital para la fotosíntesis, el transporte de nutrientes y la transferencia de energía, lo que promueve un crecimiento sólido y acelera la maduración en un tiempo más corto (Márquez, 2017).

2.6 Estrategias de formulación:

- Uso de un tensoactivo no iónico (glicerina):
Este tensoactivo mejorará la adherencia, la uniformidad de la mezcla emulsionada y garantizará una cobertura completa al controlar la evaporación e hidrólisis del ingrediente activo con una concentración uniforme. Además, facilita la mejor mezcla de las sustancias al romper la tensión superficial del agua (López, 2022).
- Aplicación de fuentes de nitrógeno, fósforo y potasio de reacción ácida:
Según lo indicado por Mezfer Crown (2022), el nitrógeno ácido debe ser utilizado durante la fase inicial del crecimiento, ya que favorece la absorción de fósforo, promueve el desarrollo adecuado de las raíces y, debido a su efecto acidificante, ayuda en la liberación de nutrientes que están retenidos en el suelo.
Entre los beneficios del fósforo de reacción ácida, se encuentran la prevención de enfermedades, la regulación del pH, la mejora en la estructura fisicoquímica del suelo y la optimización de la absorción de nutrientes por parte de las plantas (Mercado, 2020).

El potasio de reacción ácida desempeña diversas funciones en las plantas, facilita la traslocación de agua y minerales, activa procesos enzimáticos y potencia la fotosíntesis (Eos data Analytics, 2024).

- L- ácido glutámico

Este aminoácido es crucial para la síntesis de proteínas. Actúa como precursor de otros aminoácidos esenciales como la glutamina y la prolina, que son fundamentales para diversas funciones metabólicas en las plantas y contribuye a la encapsulación de nutrientes (Cruz, 2021).

- L- glicina- betaína:

La L-glicina-betaína se utiliza debido a que es el aminoácido de menor tamaño, lo que mejora la entrada de nutrientes y minerales en la planta, permitiendo que se desplacen de manera más eficiente y rápida (Vega, 2022).

La función de este aminoácido dentro de la planta es proteger contra la entrada de sales dañinas y ayudar a prevenir la deshidratación de la vacuola, regulando el potencial osmótico interno para equilibrar el potencial osmótico externo, evitando así la pérdida de turgencia en la planta (Ashrafa, 2007).

- Ácidos fúlvicos:

Estos compuestos tienen una estructura polimerizada enriquecida con fenoles, hidroxilos, carboxilos y cetonas, pero con un peso molecular más bajo en comparación con los ácidos húmicos. Su objetivo es contribuir al metabolismo de la planta, fortalecer la resistencia microbiana y mejorar la fertilidad de suelos áridos (Muñoz & Mora, 2015).

- Algas marinas:

Tipos de algas marinas utilizadas en la agricultura:

- *Ascophyllum nodosum*
- *Laminaria spp*
- *Fucus spp*
- *Macrocystis pyrifera*

2.7 Efecto de las algas marinas *Ascophyllum nodosum*:

Este tipo de alga marina parda es una de las más investigadas y empleadas en el ámbito agrícola. Se utiliza principalmente como bioestimulante gracias a su contenido de aminoácidos, vitaminas y hormonas vegetales que ayudan a impulsar el crecimiento de las plantas (Feliu, 2014).

De acuerdo con Sanchez (2021), estas algas también son utilizadas como biofertilizantes por su riqueza en nutrientes esenciales para las plantas, tanto macronutrientes como micronutrientes, además de mejorar la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua.

Las algas marinas son organismos unicelulares y pluricelulares que habitan en diversas formas de agua como ríos, lagos y océanos. No presentan raíces ni producen flores o hojas como las plantas, aunque sí realizan el proceso de fotosíntesis. Cada vez que se cosechan cultivos, se agotan nutrientes del suelo, lo que a largo plazo puede ocasionar infertilidad; algunos biofertilizantes que contienen algas marinas ayudan a restaurar la fertilidad del suelo (Tilomotion, 2021).

Croptology (2023) menciona los beneficios de utilizar biofertilizantes con algas marinas:

- ❖ Incrementa la actividad metabólica
- ❖ Aumenta el crecimiento vegetativo y el vigor
- ❖ Promueven el crecimiento de las raíces
- ❖ Optimizan la producción de clorofila
- ❖ Fomentan la aparición de flores, el cuajado y la homogeneidad de la fruta
- ❖ Mejora la calidad nutricional del cultivo
- ❖ Retardan el envejecimiento, prolongando así la vida después de la cosecha o en el anaquel
- ❖ Brindan una mayor capacidad de resistencia ante situaciones climáticas adversas como sequía, salinidad, elevadas temperaturas o heladas

- ❖ Contrarrestar los impactos de enfermedades, bacterias y hongos (estrés biológico)
- ❖ Contribuyen a controlar plagas de insectos en el terreno
- ❖ Optimizan las características físicas del terreno y la retención en la humedad del suelo
- ❖ Aumentan la actividad de los microorganismos en la tierra

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Reactivos y materiales

1. Agua
2. 00-60-20
3. Urea
4. Leonardita
5. Ácido fúlvico
6. Glicerina
7. Goma de xantana
8. Ácido glutámico
9. Glicina betaína
10. Algas marinas
11. Bascula de un máximo de 5 kg
12. Bascula de un máximo de 125 kg
13. Taladro industrial
14. Tambo de 200 litros
15. Metro de 5 metros
16. Cubeta 19 litros
17. Rafia
18. Calibrador
19. Bolsas kraft

3.2 Metodología del experimento

Tabla 1. Metodología del experimento.

Pasos	Procedimiento
Paso 1.	Se pesan los ingredientes, según la dosis necesaria.

Paso 2.	Una vez que todos los ingredientes están pesados es momento de disolver el 00-60-20 en agua.
Paso 3.	Con ayuda de un batidor mezclar hasta lograr deshacer y disolver los ingredientes en conjunto.
Paso 4.	Posteriormente se vierte a un recipiente de capacidades amplias, y se hará nuevamente la revoltura de la mezcla.
Paso 5.	Nuevamente se repite el mismo procedimiento, pero esta vez se incorpora la urea disuelta en agua.
Paso 6.	Se vierte al recipiente de capacidades amplias, posteriormente agregamos glicerina, aminoácidos fúlvicos, aminoácidos, húmicos y demás ingredientes especiales, mezclando toda una vez más.
Paso 7.	En un recipiente (cubeta) con 10 litros de agua, tomando una batidora, mezcla la goma de xantana, esto para darle espesor para que adquiriera una textura deseada, agrega a la mezcla obtenida anteriormente.
Paso 8.	Para obtener el color negro deseado del 8-24-7 optamos en usar algas marinas y así adquirir le color negro característico del producto.
Paso 9.	Posteriormente, permite reposar de 1 a 2 días.

Paso 10	Dia 1, tomamos 14 plantas en total , en un rango de 5 metros lineales con un total de 120 plantas aproximadamente, dejando 7 plantas como testigo y 7 plantas para las cebollas como tratamiento estas fueron seleccionadas completamente al azar, con aproximadamente 1 mes de ser sembradas.
Paso 11.	Se tomaron medidas del tamaño de las hojas a lo largo y por número de hojas.
Paso 12.	Posteriormente con el producto terminado, en una cubeta con una capacidad de 10 litros, vierte 50 mililitros del producto 8-24-7 y el resto de agua.
Paso 13.	Con ayuda de un recipiente más pequeño, toma producto y aplícalo a la cama donde están sembradas las cebollas.
Paso 14.	Se aplicó hasta agotar el líquido de la cubeta de 10 litros, tratando de dejar húmeda el área aplicada, cuidando no causar encharcamiento, la aplicación fue aproximadamente en 5 metros lineales como tratamiento, tomando 5 metros lineales como testigo.
Paso 15.	Esto se repetirá durante 3 aplicaciones que se harán 1 vez por semana.

Paso 16.	Se tomarán muestras semanalmente para que al llegar a la semana 4, cortar las 7 cebollas seleccionadas para el control y las que fueron sometidas a producto, tomando en cuenta tamaño de hojas, numero de hojas, peso seco, fresco, grosor, pseudo tallo, grosor de bulbo y altura.
Paso 17.	Una vez, obtenidos los resultados, serán graficados y se hará la comprobación de la eficacia del producto 8-24-7.

3.3 Ubicación del experimento

El experimento se llevó a cabo en el rancho Huerta Sayula de producción de hortalizas ubicado en el kilómetro 3 de la Carretera Sayula-San Gabriel en Sayula, en el estado de Jalisco, localizada geográficamente 19.853043 Latitud Norte y -103.607179 Latitud Oeste a una altitud de 1500 m.s.n.m.

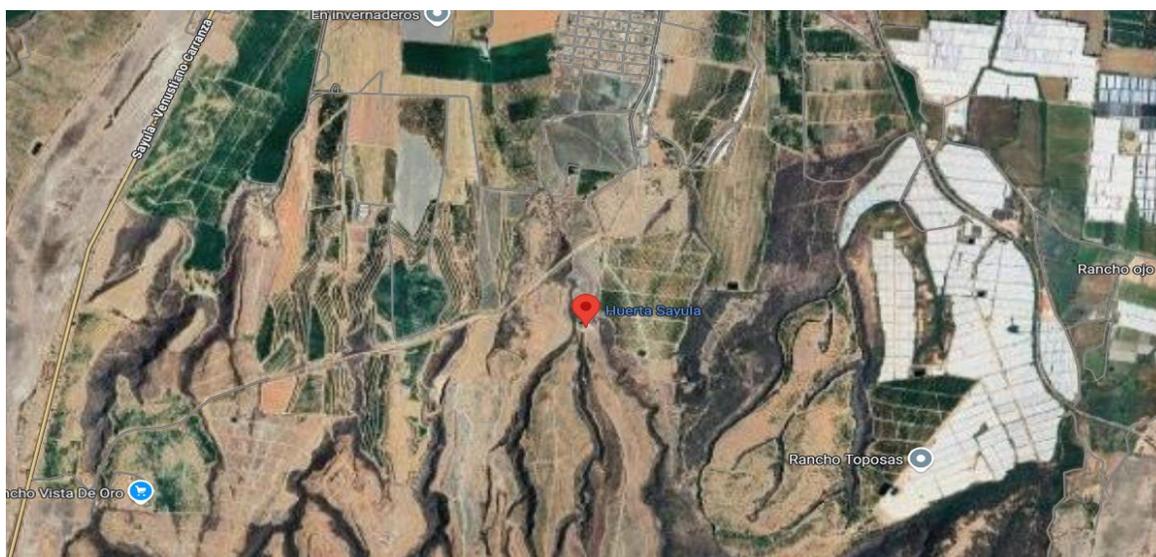


Figura 1. Lugar donde se llevó a cabo el experimento

3.4 Material Vegetal

El material vegetativo utilizado en este experimento fue cebolla Var. Carta Blanca F1. de trasplante directo en campo agrícola.

3.5 Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue de bloques al azar, con el objetivo de minimizar la variabilidad de los resultados finales, una vez establecido el experimento se utilizó un tratamiento donde el bloque consistía en 240 plantas de las cuales se seleccionaron dos bloques, en donde en el primero se utilizó para la aplicación del tratamiento y en el segundo se utilizó como testigo, tratando de que en ambos se presentaran las mismas condiciones edafoclimáticas, posteriormente de forma aleatoria tomaron 7 repeticiones del tratamiento y 7 repeticiones del testigo absoluto. Una vez establecido el experimento se comenzaron a realizar las evaluaciones semanalmente, la evaluación consistió en 3 aplicaciones semanales y 4 evaluaciones, debido a que en la producción las primeras 5 semanas después de trasplante son las semanas donde mejor se puede evaluar el producto diseñado.

Tabla 2. Tratamientos evaluados en la dosificación de 8-24-7.

Tratamientos	Dosis utilizada (L/ha)	pH
Tratamiento 1	6	5.5
Testigo	0	7

3.6 Porcentaje de humedad (PH)

La variable se calculó en el programa de Microsoft Excel con la siguiente formula:

$$PH = \left[\frac{Muestra\ fresca - Muestra\ seca}{Muestra\ fresca} \right] * 100 = PH$$

Ejemplo:

$$PH = \left[\frac{30.5 - 11.05}{30.5 \text{ cm}} \right] * 100 = 63.77\% \text{ de humedad}$$

3.7 Evidencias de ejecución del experimento

Tabla 3: imágenes de evidencia de experimento



Imagen 1. Materiales por utilizar.



Imagen 2. Se midió el agua que utilizaremos.



Imagen 3. Se pesaron todos los materiales.



Imagen 4. Pesado de materiales.



Imagen 5. Adhesión de 00-60-20.



Imagen 6. Medicion de las algas.



Imagen 7. Se revuelven todos los materiales con taladro.



Imagen 8. Envasado del producto en garrafas de 4 L para pruebas.



Imagen 9. se midieron 50 mL para la aplicación en campo.



Imagen 10. Aplicación en campo.



Imagen 11. Muestra de suelo con la aplicación.



Imagen 12. Medición de cebolla semanal, después de cada aplicación.



Imagen 13. Después de tener el peso fresco, se secaron las cebollas por 1

semana en bolsas kraft y se pesaron para obtener el peso seco y % de humedad.	
---	--

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran los resultados de los datos obtenidos de la evaluación de tratamientos con una concentración de arrancador (8-24-7) de 50 ml en una cubeta de 10 L de agua en un diámetro de 5 metros lineales. Se midieron los siguientes parámetros: altura de planta (ATP), diámetro polar del bulbo (DPB), diámetro ecuatorial del bulbo (DEB), número de hojas (NH), peso fresco total de la planta (PFP), peso seco total de la planta (PSC) y porcentaje de humedad en la planta (%H). Se observó que en la variable de altura de planta (ATP), peso fresco total de la planta (PFP) y el porcentaje de humedad (%H) se presentaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos evaluados. Esto se debe a la respuesta diferencial a las distintas concentraciones de arrancador (8-24-7) que se aplicaron.

La altura de la planta del testigo aumentó un 27.1% a comparación del testigo al que solo se le aplico agua con el riego normal.

Tabla 4: Comparación de medias de variables de la aplicación de 8-24-7.

Tratamiento	ATP (cm)	DPB (cm)	DEB (cm)	NH	PFP (gr)	PSP (gr)	%H
Control	30.14a	4.88 ^a	3.14 ^a	5.43 ^a	32.17a	9.45a	66.79 ^a
Testigo	23.71b	4.51 ^a	2.89 ^a	5.29 ^a	16.72b	7.27a	58.93b
ANOVA p≤	0.0004	0.1916	0.2186	0.6560	0.0184	0.2797	0.0392

A.T.P. = Altura de planta; D.P.B.= Diámetro polar del bulbo; D.E.B.= Diámetro ecuatorial del bulbo; N.H.= Número de hojas; P.F.P = Peso fresco de la planta; P.S.P = Peso seco de la planta; %H= Porcentaje de humedad de la planta; *, ** = ($p \leq 0.01$), Altamente significativo; ($p \leq 0.05$), Significativo; (> 0.05) No Significativo; Letras a y b, categorías de la comparación de medias con Tukey.

Tabla 5: tabla de coeficiente de variación (CV) de los tratamientos en la aplicación de 8-24-7.

Tratamiento 1			
Variab	Media	Desviación Estándar (SD)	Coeficiente de Variación (CV)
Altura Total (cm)	30.14	5.48	18.18%
Diámetro Polar (cm)	4.88	0.38	7.79%
Diámetro Ecuatorial (cm)	3.14	0.33	10.51%
Número de Hojas Totales	5.43	0.51	9.40%
Peso Fresco Total (gr)	32.17	18.99	58.92%
Peso Seco Total (gr)	9.45	5.75	60.85%
% de Humedad	66.79	10.99	16.45%
Tratamiento 2 (Testigo)			
Variab	Media	Desviación Estándar (SD)	Coeficiente de Variación (CV)
Altura Total (cm)	23.71	4.48	20.58%
Diámetro Polar (cm)	4.51	0.81	17.96%
Diámetro Ecuatorial (cm)	2.89	0.69	23.88%
Número de Hojas Totales	5.29	0.99	18.71%
Peso Fresco Total (gr)	16.72	9.07	54.25%
Peso Seco Total (gr)	7.27	3.99	54.88%
% de Humedad	58.93	7.93	13.46%

El % de CV indica la variabilidad en los datos, entre menor sea es más homogéneo y consistente; 0% – 10% Variabilidad baja (datos muy homogéneos); 10% – 20% Variabilidad moderada; 20% – 30% Alta variabilidad; > 30% Variabilidad muy alta.

4.1 Comparación de medias

Altura de la planta

En la variable altura total de la planta (ATP), el grupo testigo presentó una altura menor, con un promedio total de 23.71 cm, mientras que el grupo de control logró una media de 30.14 cm. Según investigaciones llevadas a cabo por Cárdenas y Sánchez (2004), el nitrógeno se considera el elemento primordial que las plantas

absorben, y es fundamental para el crecimiento y el desarrollo fisiológico. La mayoría de los cultivos dependen del nitrógeno que los agricultores añaden mediante fertilizantes, completando así el ciclo de crecimiento. El producto aplicado contenía un 8% de nitrógeno, lo que favoreció una mayor altura en las plantas.

Otro elemento presente en el producto es el fósforo, que favorece un crecimiento rápido de los cultivos y mejora la calidad del fruto. El uso correcto del fósforo en etapas tempranas es esencial para la maduración rápida, y se considera uno de los nutrientes más importantes para obtener frutos de alta calidad y una buena cantidad de semillas, ya que está relacionado con el desarrollo de las raíces y proporciona resistencia a algunas enfermedades (Rodríguez, 1998). Fernández (2007) señala que, para un crecimiento adecuado de un cultivo, el fósforo es indispensable, ya que, en la mayoría de los suelos cultivables, este mineral se encuentra en formas que no son accesibles, lo que hace necesaria la aplicación de fertilizantes. Sin embargo, el fósforo que se utiliza se deposita rápidamente en el suelo en cantidades pequeñas y se acumula en las raíces.

El potasio funcionó como un activador enzimático, mejorando el metabolismo y facilitando la calidad de los frutos, además de ayudar en el transporte de nutrientes a las partes aéreas, lo que favorece el crecimiento de la planta. Una fertilización adecuada en potasio en las etapas iniciales estimula el crecimiento, el desarrollo y la producción (Ibarra, 2023; Leguizamón, 2023).

Finalmente, la aplicación de urea, al convertirse en formas de nitrógeno que se pueden absorber, promovió el desarrollo de hojas saludables y una mayor fotosíntesis, lo que contribuyó a un crecimiento vegetativo más rápido y a un aumento en la altura de las plantas (Morales, 2021). Según investigaciones de Monsalve et al. (2009), altos niveles de nitrógeno provocan elongación celular y una rápida división. Sus resultados confirmaron el aumento en la altura con una buena fertilización nitrogenada, junto con otros elementos esenciales como el P y K.

4.2 Peso fresco

En la variable de peso fresco de la planta (PFP), se observó que el tratamiento con fertilización logró un promedio de 32.16 g, superando significativamente al grupo

testigo, que presentó un promedio de 16.72 g. Duque (1983) relaciona este incremento a la aplicación de nitrógeno (8%), que estimuló el crecimiento vegetativo y la acumulación de biomasa, junto con el potasio (7%), que además de favorecer el desarrollo de las raíces, actuó como osmorregulador, mejorando la absorción de agua y nutrientes y promoviendo la turgencia celular, lo que contribuyó al aumento del peso fresco (Cardona, 2015). Un alto nivel de potasio proporcionaría mayor grosor en la pared celular y soporte en los tejidos vegetales.

La aplicación de glicina betaína facilitó la tolerancia al estrés hídrico y salino, así como el crecimiento de raíces y la asimilación de nitrógeno, lo que favoreció aún más la formación de biomasa (Hernández, 2023). Igualmente, el ácido glutámico aumentó la síntesis de clorofila y la actividad fotosintética, contribuyendo al incremento del peso fresco de las plantas y mejorando la calidad de los frutos (Viñals, 2011).

4.3 Porcentaje de humedad

En cuanto al porcentaje de humedad de la planta (PH), se tomó en cuenta que el grupo testigo tuvo un porcentaje inferior en comparación con el tratamiento, que alcanzó un 58.92% de humedad, mientras que el tratamiento mostró un porcentaje de 66.78%.

La glicina betaína, aplicada a través del producto 8-24-7, actuó como osmorregulador, impidiendo la entrada excesiva de sodio y limitando la pérdida de agua en las células, lo que resultó en un mayor contenido de humedad en las plantas tratadas (Ashraf, 2007). Además, el fertilizante 8-24-7, gracias a su contenido de potasio, ayudó a regular la apertura de las estomas y mejorar el equilibrio hídrico, lo que también favoreció un aumento en el porcentaje de humedad observado en las cebollas en comparación con el tratamiento de control. El porcentaje de humedad de la planta puede verse influenciado por varios factores ambientales como la humedad relativa, la temperatura, la radiación y la disponibilidad de nutrientes (Vega, 2022). En este estudio, la aplicación de glicina betaína actuó como osmorregulador, facilitando el equilibrio entre los solutos y el agua dentro de las células, lo que contribuyó a mantener un adecuado balance hídrico con el entorno.

5. CONCLUSIÓN

La concentración de 8-24-7 + un aporte de 3% de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*), tuvo un impacto considerable en las variables relacionadas con la altura de las plantas, el peso fresco y el porcentaje de humedad. No se observaron diferencias significativas en las demás variables con la dosis de 50 ml de 8-24-7 en 10 L de agua. Esta dosis se utilizó como inicio del producto formulado en las primeras etapas del cultivo. La adición de algas al fertilizante 8-24-7 proporcionó compuestos bioactivos como aminoácidos y fitohormonas, que interactúan con los macronutrientes presentes en el fertilizante. Las algas mostraron un efecto positivo en el crecimiento del cultivo, sin embargo, en términos de costo/beneficio, aumentan considerablemente el costo del fertilizante. Por lo tanto, dado que se trata de un fertilizante inorgánico, se sugiere reducir la cantidad de algas para lograr una relación positiva en costo/beneficio.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaya Robles, J. E., & Méndez García, E. F. (2012). Crecimiento de cebolla (*Allium cepa* L.) var. "Roja Arequipeña" en función de la fertilización NxK. *S. Agropecuaria*, 3(1), 7-14. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
- Ashraf, M., & Foolad, M. R. (2007). Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*, 59(2), 206–216.
- Battacharyya, D., Babgohari, M. Z., Rathor, P., & Prithviraj, B. (2023). El uso de las algas marinas como bioestimulante. *M. Criptology*.
- Cano, K. L. (2021). Efecto de la aplicación de tres herbicidas en presiembra en combinación con cuatro surfactantes sobre el control de *Asystasia* Sp (pp. 8-29) de *Ciencias Agrícolas*.
- Cardona, B. (2015). Efecto del potasio sobre la calidad y el rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) desarrollo en un sistema hidropónico (pp. 12-32). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Cárdenas-Navarro, R., Sánchez-Yáñez, J. M., Farías-Rodríguez, R., & Peña-Cabriales, J. J. (2004). Los aportes de nitrógeno en la agricultura. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 10(2), 173-178. DOI:10.5154/r.rchsh.2002.07.039. Morelia, Michoacán, México: Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Carreño-Meléndez F., Vásquez-González A. Y., & Vásquez González G. (2019). Problemas sociales y ambientales por el uso de agroquímicos en Tenancingo, México (p. 31). R. A. de Investigación. Eumed.net. Tecnológico de Estudios Superiores de Villa Guerrero. Universidad Autónoma del Estado de México, México.
- Cerisola, I. A. C. (2015). FERTILIDAD QUÍMICA (pp. 3-8). F. de Ciencias Agrarias Y Forestales. Aula virtual UNLP.

- Chinea, A. H. (2023). Bioestimulante promotores del crecimiento vegetal en condiciones de estrés abiótico. La glicina betaína frente al estrés por sequía. Sección de Biología Universidad de la Laguna.
- Crown, M. (2016). Nitrógeno ácido (pp. 1-3). Mezclas y fertilizantes S.A. DE C.V.
- Enciso-Garay C. R., Vera-Ojeda P. A., Santacruz-Toledo A. R., & González-Villalba J. D. (2019). Guía técnica cultivo de cebolla. Proyecto paquetes Tecnológicos.
- Fernández, M. T. P. (2007). Fósforo: amigo o enemigo. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, XLI(2), 51–57.
- Fornaris, G. (2012). Conjunto Tecnológico para la Producción de Cebolla (pp. 1-10). Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayagüez, Colegio de Ciencias Agrícolas.
- González M. (2006). Antecedentes, normas de manejo y disponibilidad de una nueva variedad de guarda precoz Valinia INIA (pp. 23-29). Inia.cl. INIA Quilamapu.
- Ibarra, M. D. (2023). Los macronutrientes nitrógeno, fósforo y potasio, en la producción del cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en Ecuador (pp. 6-24). Universidad Técnica de Babahoyo.
- La Glicina Betaína como Bioestimulante ante el Estrés Salino en los Cultivos. (2007). Intagri.com. Recuperado de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/la-glicina-betaina-como-bioestimulante-ante-el-estres-salino>.
- Leguizamón Resquín, A., Balbuena Candado, A., Fleitas Quintana, L. R., Quintana Fleitas, C. A., Sánchez Gonzales, M. A., & Ruiz Díaz Lovera, E. D. M. (2024). Efecto de la fertilización potásica y arreglos espaciales en la producción de tomate (*lycopersicum esculentum* mill). Revista Alfa, 8(22), 29–40.
- López Urquídez, G. A., Gastélum González, S. A., Díaz Valdés, T., Ayala Tafoya, F., Madueño Martínez, J. I., & López Orona, C. A. (2017). Incremento

del tamaño y peso del bulbo de cebolla (*Allium cepa* L.) por translocación de nutrientes. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(7), 1647–1652.

- Mercado, S. K. G. (2020, diciembre 30). El Fósforo en el suelo y las plantas. [Linkedin.com](#).
- Monsalve, J. (2009). Efecto de la concentración de nitrógeno sobre atributos morfológicos, potencial de crecimiento radical y estatus nutricional en plantas de *Eucalyptus globulus* producidas a raíz cubierta (pp. 88-93). Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Forestales.
- Morales Morales, E. J., Rubí-Arriaga, M., López-Sandoval, J. A., Martínez-Campos, A. R., & Morales-Rosales, E. J. (2019). Urea (NBPT) una alternativa en la fertilización nitrogenada de cultivos anuales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(8), 1875–1886.
- Rodríguez, C. (1998). Efecto del nitrógeno, fósforo y potasio en el crecimiento y producción de plántulas de tomate (pp. 8-43). [Uanl.mx](#).
- Rodríguez-Ortiz, J. C. (1998). Efecto del nitrógeno, fósforo y potasio en el crecimiento y producción de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) var. Floradade [Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Nuevo León].
- Sánchez, S. (2021). *Ascophyllum Nodusum*, propiedades y usos en agricultura. [tecnicrop](#).
- Sergieieva, K. (2024, diciembre 20). Fertilizantes Potásicos: Tipos Y Usos En La Agricultura. [EOS Data Analytics](#).
- Tomate Bajo Estrés Hídrico (2022). Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. A.C. [Repositorioinstitucional.mx](#). Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. A.C. Culiacán, Sinaloa (pp. 10-24).
- Viñals-Verde, M., García-García, A., Montano-Martínez, R. L., Villar-Delgado, J. C., García-Martínez, T., & Ramil-Mesa, M. (2011). Estimulante de crecimiento agrícola FITOMAS ; resultados de producción del año 2010 y su impacto en cultivos seleccionados de alimentos. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 45(3), 1–23.