



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA DE AGRONOMÍA**  
**Departamento Académico de Producción Agrícola**



**TESIS**

---

**Efecto de tres estimulantes radiculares en las características Morfo-productivas de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica.**

---

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. NADIA JANITZA RAMIREZ NUÑEZ**

**AREA: Ciencias Agrícolas**

**Sub Area: Agricultura**

**Disciplina: Agronomía**

**LINEAS DE INVESTIGACION: Manejo sostenible de ecosistemas naturales y establecidos por el hombre**

**T u m b e s - 2 0 2 2**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA DE AGRONOMÍA  
Departamento Académico de Agronomía



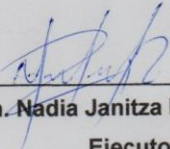
TESIS

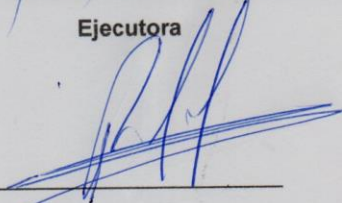
---

**Efecto de tres estimulantes radiculares en las características  
Morfo-productivas de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica.**

---

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRONOMO

  
Bach. Nadia Janitza Ramírez Núñez  
Ejecutora

  
Dr. Ramón García Seminario  
Asesor

CODIGO ORCID :0000-0003-0756-0935

Tumbes - 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA DE AGRONOMÍA  
Departamento Académico de Agronomía



TESIS

---

**Efecto de tres estimulantes radiculares en las características  
Morfo-productivas de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica.**

---

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADO POR:

---

**Dr. CARLOS Alberto Deza Navarrete**  
Presidente

---

**Mg. Jalmer Fidel Campaña Olaya**  
Secretario

---

**Mg. Víctor Saavedra Chávez**  
Vocal

Tumbes - 2022

**Copia del Acta de Sustentación**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CAMPUS UNIVERSITARIOS/N "LA CRUZ"  
TUMBES-PERÚ



*"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"*

## ACTA DE SUSTENTACION

En Tumbes, a los veintidós días del mes de octubre del dos mil veintidós, siendo las once horas con veinte minutos, se reunieron de manera virtual, mediante el siguiente enlace: [meet.google.com/vpd-tpax-sed](https://meet.google.com/vpd-tpax-sed), el jurado calificador ratificado por Resolución N° 015-2019/UNTUMBESVRACAD-FCA-D, según se indica, Dr. CARLOS ALBERTO DEZA NAVARRETE (Presidente), Mg. JALMER FIDEL CAMPAÑA OLAYA (Secretario) y Mg. VICTOR MANUEL SAAVEDRA CHAVEZ (Vocal), reconociendo en la misma resolución además, al Dr. RAMON GARCIA SEMINARIO como asesor y como co-asesor al Ing. DAVID YHAIR VASQUEZ LAZO. Se procedió a evaluar, calificar y deliberar la sustentación y defensa de la tesis, titulada: **"Efecto de tres estimulantes radiculares y su implicancia en las características morfoproductivas de la lechuga (*Lactuca sativa* L) hidropónica"**, para optar el Título Profesional de Ingeniera Agrónoma, presentado por la Br. RAMIREZ NUÑEZ NADIA JANITZA, se deja constancia que el Mg Víctor Manuel Saavedra Chávez no estuvo presente.

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas, por parte de la sustentante y después de la deliberación, el jurado según el artículo N° 65 del Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes, la declaran **APROBADO**, con el calificativo de calificativo de **BUENO**. Se hace conocer a la sustentante, que deberá levantar las observaciones finales hechas al informe final de tesis, que el jurado le indica.

En consecuencia, queda **APTA** para continuar con los trámites correspondientes a la obtención del título profesional de Ingeniero Agrónomo, de conformidad con lo estipulado en la Ley Universitaria N° 30220, el Estatuto, Reglamento General, Reglamento General de Grados y Títulos y Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes.

Siendo las doce horas y veinte minutos del mismo día, se dio por concluida la ceremonia académica, en forma virtual, procediendo a firmar el acta en presencia del público asistente.

Tumbes, 21 de octubre del 2022

.....  
Dr. Carlos Alberto Deza Navarrete  
DNI N° 16512820  
Presidente

.....  
Mg. Jalmer Fidel Campaña Olaya  
DNI N° 00236469  
<Secretario



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CAMPUS UNIVERSITARIOS/N "LA CRUZ"  
TUMBES-PERÚ



*"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"*

## ACTA DE SUSTENTACION

En Tumbes, a los veintidós días del mes de octubre del dos mil veintidós, siendo las once horas con veinte minutos, se reunieron de manera virtual, mediante el siguiente enlace: [meet.google.com/vpd-tpax-sed](https://meet.google.com/vpd-tpax-sed), el jurado calificador ratificado por Resolución N° 015-2019/UNTUMBESVRACAD-FCA-D, según se indica, Dr. CARLOS ALBERTO DEZA NAVARRETE (Presidente), Mg. JALMER FIDEL CAMPAÑA OLAYA (Secretario) y Mg. VICTOR MANUEL SAAVEDRA CHAVEZ (Vocal), reconociendo en la misma resolución además, al Dr. RAMON GARCIA SEMINARIO como asesor y como co-asesor al Ing. DAVID YHAIR VASQUEZ LAZO. Se procedió a evaluar, calificar y deliberar la sustentación y defensa de la tesis, titulada: **"Efecto de tres estimulantes radiculares y su implicancia en las características morfoproductivas de la lechuga (*Lactuca sativa* L) hidropónica"**, para optar el Título Profesional de Ingeniera Agrónoma, presentado por la Br. RAMIREZ NUÑEZ NADIA JANITZA, se deja constancia que el Mg Víctor Manuel Saavedra Chávez no estuvo presente.

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas, por parte de la sustentante y después de la deliberación, el jurado según el artículo N° 65 del Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes, la declaran **APROBADO**, con el calificativo de calificativo de **BUENO**. Se hace conocer a la sustentante, que deberá levantar las observaciones finales hechas al informe final de tesis, que el jurado le indica.

En consecuencia, queda **APTA** para continuar con los trámites correspondientes a la obtención del título profesional de Ingeniero Agrónomo, de conformidad con lo estipulado en la Ley Universitaria N° 30220, el Estatuto, Reglamento General, Reglamento General de Grados y Títulos y Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes.

Siendo las doce horas y veinte minutos del mismo día, se dio por concluida la ceremonia académica, en forma virtual, procediendo a firmar el acta en presencia del público asistente.

Tumbes, 21 de octubre del 2022

.....  
Dr. Carlos Alberto Deza Navarrete  
DNI N° 16512820  
Presidente

.....  
Mg. Jalmer Fidel Campaña Olaya  
DNI N° 00236469  
<Secretario

## **Dedicatoria**

Dios gracias por guiarme y ayudarme a obtener unas de mis metas profesionales y así lograr en mi vida unos de mis sueños anhelados.

A mis padres, por haberme forjado por la persona que soy en la actualidad brindarme apoyo incondicional muchos de mis logros se .los debo a ustedes. Me formaron con reglas, para lograr ser una gran persona y un gran profesional. A mi abuelo por motivarme y darme aliento para seguir avanzando. Y dedico a mis hijos por ser mi motivo de seguir esforzándome para lograr lo que deseo.



## **Agradecimiento**

Dr. Ramón García Seminario y al Dr. Carlos Alberto Dezá Navarrete, a mis maestros que se han tomado el arduo trabajo de transmitirme sus diversos conocimientos, especialmente del campo y de los temas que corresponde a mi profesión, pero además de eso han sido quienes me han guiado por el camino correcto, me han ofrecido sabio consejo para lograr mis metas.

Agradecer a los Miembros del Jurado por sus aportes y observaciones brindadas para una mejora de la presente investigación.

A mis amigos sinceros por sus palabras de aliento y consejos y así poder culminar la presente investigación.

## Índice de contenido

<b>PRESENTADO POR:</b> .....	1
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	15
<b>II. ESTADO DEL ARTE</b> .....	17
<b>2.2. Hidroponía</b> .....	18
<b>2.2.1. Sistema hidropónico de raíz flotante</b> .....	18
<b>2.2.2. Fisiología del enraizamiento</b> .....	19
<b>2.2.3. Rol de las hormonas en el enraizamiento</b> .....	20
<b>2.2.4. Estimulantes de raíces</b> .....	21
<b>2.2.5. Características de los estimulantes radiculares en estudio</b> .....	21
<b>2.2.6. Antecedentes</b> .....	23
<b>III. MATERIALES Y METODOS</b> .....	25
<b>3.1. Lugar de ejecución del experimento</b> .....	25
<b>3.2. Métodos</b> .....	25
<b>3.2.1. Diseño experimental</b> .....	25
<b>3.2.2. Factor y Tratamientos en estudio</b> .....	26
<b>3.2.3. Variables y métodos de evaluación</b> .....	26
<b>3.2.4. Análisis estadístico</b> .....	27
<b>3.2.5. Conducción del experimento</b> .....	27
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	31
<b>4.1. Características morfológicas</b> .....	31
<b>4.2. Características Productivas</b> .....	35
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	38
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	39
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	40
<b>VIII. ANEXOS</b> .....	45

## Índice de tablas

Tabla 1 Composición química del enraizador Phyrto Root .....	21
Tabla 2 Composición química del enraizador Más Raíz .....	22
Tabla 3 Composición químico del enraizador Raíz fuerte .....	23
Tabla 4 Factor y tratamientos en estudio .....	26
Tabla 5 Prueba de Duncan (5%) para el efecto de tres estimulantes radiculares, sobre la altura de plantas de Lechuga hidropónica .....	31
Tabla 6 Prueba de Duncan (5%) para el efecto de tres estimulantes radiculares, sobre la longitud de raíz en plantas de Lechuga hidropónica .....	32
Tabla 7 Prueba de Duncan (5%) para el efecto de tres estimulantes radiculares, sobre la biomasa radicular fresca en plantas de Lechuga hidropónica .....	33
Tabla 8 Prueba de Duncan (5%) para el efecto de tres estimulantes radiculares, sobre la biomasa foliar fresca en plantas de Lechuga hidropónica .....	34
Tabla 9 Prueba de Duncan (5%) para el efecto de tres estimulantes radiculares, sobre el área foliar en plantas de Lechuga hidropónica .....	35
Tabla 10 Prueba de Duncan (5%) para el efecto de tres estimulantes radiculares, sobre el rendimiento del cultivo de Lechuga hidropónica .....	36

## Índice de figuras

Figura 1 Vista satelital y ubicación del Centro experimental .....	25
Figura 2 Efecto de tres estimulantes radiculares, sobre la altura de plantas de Lechuga hidropónica .....	31
Figura 3 Efecto de tres estimulantes radiculares, sobre la longitud de raíz en plantas de Lechuga hidropónica.....	32
Figura 4 Efecto de tres estimulantes radiculares, sobre la biomasa radicular fresca en plantas de Lechuga hidropónica .....	33
Figura 5 Efecto de tres estimulantes radiculares, sobre la biomasa foliar fresca en plantas de Lechuga hidropónica.....	34
Figura 6 Efecto de tres estimulantes radiculares, sobre el área foliar en plantas de Lechuga hidropónica .....	35
Figura 7 Efecto de tres estimulantes radiculares, sobre el rendimiento del cultivo de Lechuga hidropónica .....	36

## Resumen

Los estimulantes radiculares son reguladores de crecimiento con una amplia diversidad de productos orgánicos y /o sintéticos que pueden incidir en la mejora de las raíces de las plantas. En este estudio, se ensayaron los estimulantes Phyto Root, Más Raíz y Raíz Forte, más un testigo, evaluándose las características morfológicas y el rendimiento del cultivo de lechuga cultivada en el sistema hidropónico de raíz flotante. Se utilizó un diseño de Bloques Completamente aleatorizado con cuatro repeticiones por tratamiento. Los resultados mostraron que, Phyto Root y Más Raíz mejoraron la altura de la planta, longitud de la raíz, Biomasa fresca foliar y radicular y área foliar de las plantas de lechuga. Por otro, con estos mismos estimulantes se obtuvo un rendimiento del 25% más con relación al testigo. Raíz Forte no tuvo efectos significativos.

**Palabras clave:** Reguladores de crecimiento, fitohormonas, hidroponía, lechuga.

## **ABSTRACT**

Root stimulants are growth regulators with a wide variety of organic and/or synthetic products that can affect the improvement of plant roots. In this study, the stimulants Phyto Root, Más Raíz and Raíz Forte plus a control were tested, evaluating the morphological characteristics and the yield of lettuce grown in the floating root hydroponic system. A completely randomized block design with four replications per treatment was used. The results showed that Phyto Root and Más Raíz improved plant height, root length, fresh leaf and root biomass, and leaf area of lettuce plants. On the other hand, with these same stimulants, a yield of 25% more was obtained in relation to the control. Root Forte had no significant effects.

**Keywords:** Growth regulators, phytohormones, hydroponics, lettuce

## I. INTRODUCCIÓN

Las hortalizas constituyen uno de los alimentos básicos más indispensables en la dieta diaria de la población mundial, debido a su alto contenido de minerales y vitaminas. Dentro de ellas destaca la lechuga, considerada la hortaliza de mayor importancia por ser la más popular gracias a sus bondades nutricionales, lo que le permite ser utilizada como acompañante en múltiples platillos. Existen muchas variedades de lechuga diferenciadas por la morfología de sus hojas y hábitos de crecimiento de las plantas (Bárzaga, 2013), lo que permite su cultivo en una gran variedad de climas.

En el Perú, la lechuga es considerada uno de los cultivos no tradicionales más importantes de la costa y sierra del país, con una preferencia muy importante en la dieta alimentaria del poblador peruano. Su cultivo, está restringido a pequeños agricultores, que obtienen bajos rendimientos con altos costos de producción, debido entre otros factores a la escasez de semilla certificada, y problemas de plagas y enfermedades. La mayor superficie sembrada se encuentra principalmente en las regiones de Lambayeque, La Libertad, Ancash, Lima e Ica con rendimientos de 11 421 kg/ha a nivel nacional (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI, 2019).

La escasez de tierras, limitaciones de agua y la necesidad de tener canales de comercialización más cortos, presentan a los sistemas de producción hidropónica como una alternativa efectiva (Pertierra & Quispe, 2020). Además, se obtienen mayores rendimientos, calidad de los productos y disponibilidad todo el año con un uso racional del agua y fertilizantes. Las hortalizas de hoja constituyen los principales cultivos hidropónicos, como es el caso de la lechuga, acelga, espinaca, Pak choi; aunque también destacan las plantas aromáticas, medicinales y flores.

La raíz es el órgano encargado de anclar la planta al suelo, absorción del agua y nutrientes, por lo que, su desarrollo está relacionado directamente con el crecimiento de la planta, sin embargo, no se le presta atención en lo que se

refiere a manejo y cuidado. Esta importancia es más notable aún, cuando se trata de cultivos hortícolas en sistemas hidropónicos, donde pueden presentarse poca emisión de raíces y, por ende, escasa productividad.

El uso continuo de estimulantes en cultivos hortícolas tiene cada día mayor auge. Estos bioestimulantes son un grupo de sustancias, cuyos principios activos actúan sobre la fisiología de las plantas mejorando los rendimientos y calidad de los productos agrícolas, así como la resistencia de las plantas a distintas enfermedades (González et al., 2015).

Son pocos los trabajos realizados a nivel de estimulantes radiculares en el cultivo de lechuga, lo cual nos indujo a realizar la presente investigación con el objetivo de evaluar el efecto de los tres estimulantes radiculares sobre las características morfo-productivas de la planta de lechuga cultivada en sistemas hidropónicos.

## II. ESTADO DEL ARTE

### 2.1. Taxonomía y Morfología de la planta de lechuga

Infoagro (2018), ubica a la lechuga en las siguientes categorías taxonómicas y describe su morfología:

<b>Reino</b>	: Plantae
<b>División</b>	: Magnolio Fita
<b>Clase</b>	: Magnolio sida
<b>Orden</b>	: Astera les
<b>Familia</b>	: Astereacea
<b>Tribu</b>	: Lactuceae
<b>Género</b>	: Lactuca
<b>Especie</b>	: Sativa
<b>Nombre científico</b>	: <b><i>Lactuca sativa</i></b>

Los mismos autores describen las siguientes características morfológicas:

- **Raíz:** órgano vegetativo formado por una raíz pivotante, corta y con ramificaciones.
- **Hojas:** dispuestas en roseta, desplegadas al principio; en unos casos siguen así durante todo su desarrollo (variedades romanas), y en otros se acogollan más tarde. El borde de los limbos puede ser liso, ondulado o aserrado.
- **Tallo:** cilíndrico, corto y ramificado.
- **Inflorescencia:** son capítulos florales amarillos dispuestos en racimos o corimbos.
- **Fruto:** tipo aquenio pequeños y están provistas de un vilano plumoso.

## **2.2. Hidroponía**

La Hidroponía, es sistema de producción de plantas sin suelo. La palabra hidroponía deriva del griego HIDRO (agua) y PONOS (labor o trabajo) lo cual significa literalmente trabajo en agua. Sin embargo, en la actualidad se utiliza para referirse al cultivo sin suelo. La hidroponía es una herramienta que permite el cultivo de plantas sin suelo, es decir sin tierra. Un cultivo hidropónico es un sistema aislado del suelo, utilizado para cultivar plantas cuyo crecimiento es posible gracias al suministro adecuado de los requerimientos hídrico-nutricionales, a través del agua y solución nutritiva. Con la técnica de cultivo sin suelo es posible obtener hortalizas de excelente calidad y sanidad, permitiendo un uso más eficiente del agua y los nutrientes. Basados en la experiencia, los rendimientos por unidad de área cultivada son altos debido a una mayor densidad, mayor productividad por planta y eficiencia en el uso de los recursos agua, luz y nutrientes (Beltrano y Giménez, 2015).

### **2.2.1. Sistema hidropónico de raíz flotante**

El sistema de producción en raíz flotante consiste en cultivar plantas en contenedores de madera de 15 a 30 centímetros de altura revestidos interiormente con una lámina de plástico, generalmente de color negro de 8 micras de grosor. Las raíces de las plantas se encuentran sumergidas en una solución nutritiva para el crecimiento de las plantas, mientras que la parte aérea se encuentra sujeta por tiras de espuma o esponja sobre una lámina de poliestireno (Pérez, 2018).

La solución nutritiva en cultivos hidropónicos, está formada por los elementos esenciales que se suministran a las plantas, disolviendo las sales minerales en agua, debiendo utilizar fertilizantes denominados calidad o grado de invernadero. Una calidad pobre del fertilizante contendrá siempre gran cantidad de impurezas (arcilla, arena y partículas de limo), las cuales pueden formar una capa sobre la zona radicular; dicha capa no solamente puede impedir alcanzar esta zona a algunos

nutrientes, sino que también obstruirá o taponeará las líneas de alimentación (Rodríguez et al., 2001).

Existen diferentes soluciones hidropónicas que son utilizadas para el cultivo de especies hortícolas de hoja como la lechuga, acelga, espinaca, entre otras. La cantidad de los elementos que poseen estas soluciones contiene los niveles necesarios para el buen desarrollo de las plantas y podrían suplir la escasez de nutrientes que comúnmente se presentan en la solución del suelo (Dalla et al., 2015).

La oxigenación de la solución nutritiva en el sistema de raíz flotante es importante para facilitar el intercambio de gases, necesario para estimular el desarrollo de raíces. La presencia de raíces de color oscuro es un indicador de una mala oxigenación de la solución nutritiva, disminuyendo su permeabilidad, lo cual limita la absorción de agua y nutrientes, afectando el crecimiento y desarrollo de las plantas (Martínez, 2012).

### **2.2.2. Fisiología del enraizamiento**

Para explicar el proceso de inducción de raíces, normalmente se recurre a la teoría de la rizo calina de Bouillene. Esta teoría, postulada en 1955, establece que un compuesto fenólico específico (posiblemente dihidroxifenol) actúa como cofactor del enraizamiento. Este cofactor es producido en las hojas y yemas de la estaca y posteriormente traslocado a la región de enraizamiento, donde en presencia de un factor no específico, es traslocado, encontrándose en condiciones bajas en los tejidos (la auxina), y de una enzima específica, localizada en las células de ciertos tejidos (polifeno-oxidasa), completan un complejo (la rizocalina), que actúa como estimulante de la rizogénesis (Hartmann y Kester, 1998). Los factores que componen este complejo, junto a otros factores determinantes de naturaleza endógena y ambiental, harían posible el enraizamiento, mientras que la ausencia de alguno de ellos lo impediría.

Los polímeros de dihidroxifenol actuarían como un protector de la auxina (la cual se puede oxidar en presencia de luz de baja intensidad), teniendo como función mantener los tejidos en un estado de reducción. Esto significa que ellos actúan como antioxidantes, pudiendo mantener bajo el potencial redox (óxido- reducción), lo que es una condición asociada y propia de las etapas juveniles, la que a su vez es la condición más favorable para el enraizamiento. Posteriormente, se obtuvo evidencia de que la auxina al formar un complejo con un determinado factor móvil desconocido, podría inducir la formación de raíces, lo que coincidía con lo propuesto por Bouillene, afirmándose que la auxina misma produce la diferenciación celular y determina el sitio de formación de las raíces (Hartman y Kester, 1998).

Normalmente, se ha señalado a la auxina como el factor cuya acción inductora desencadena la secuencia de etapas que culminan con la rizogénesis. Efectivamente, en especies fáciles de enraizar se ha observado que la aplicación exógena de una auxina sintética, incrementa sustancialmente el movimiento de carbohidratos, compuestos nitrogenados y otros, desde el ápice hacia la base de la estaca, favoreciendo el fenómeno rizo génico (Celestino, 1985; Puri y Khan, 1992). Por otra parte, se reconoce que el efecto regulador de crecimiento depende tanto de la especie como del grado de madurez de la planta.

### **2.2.3. Rol de las hormonas en el enraizamiento**

Según, Hartman y Kester (1998), para la iniciación de las raíces adventicias, algunas concentraciones de materiales que ocurren naturalmente tienen una acción hormonal más favorable que otras. Dentro del grupo de reguladores del crecimiento, las auxinas son las que ejercen mayor efecto en la formación de raíces adventicias en estacas.

Posteriormente, se demostró que el ácido indo butírico (AIB) y el ácido naftalenacético (NAA), aunque no sean de ocurrencia natural, eran aún más efectivos para este propósito que el ácido indo acético de ocurrencia

natural. Se ha confirmado muchas veces que la auxina, natural o aplicada artificialmente, es un requerimiento para la iniciación de raíces adventicias en presencia de auxina, ya sea exógena o endógena (Hartmann y Kester, 1998).

#### **2.2.4. Estimulantes de raíces**

Son compuestos hormonales que pueden ser naturales o sintéticos, que se han encontrado más dignos de confianza para estimular la producción de raíces adventicias de las estacas, son los ácidos indo butírico y naftalenacético, aunque hay otros que se pueden usar. El ácido indo butírico probablemente es el mejor material para uso general debido a que no es toxico en una amplia gama de concentraciones y es eficaz para estimular el enraizamiento de un gran número de especies de plantas (Hudson y Dale, 1972).

#### **2.2.5. Características de los estimulantes radiculares en estudio**

##### **Phyto Root**

Es un biorregulador radicular que induce y estimula estimular la Rizogénesis y proliferación de nuevas raíces; así como su ramificación y crecimiento. Por su equilibrio óptimo de hormonas auxinas, aminoles, vitaminas y fósforo; constituyen una opción para producir un sistema radicular abundante y vigoroso (Hidro Enviroment, 2016) La composición química se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 1. Composición química del estimulante radicular Phyrto Root

<b>Ingrediente activo</b>	<b>Cantidad</b>
Ácido indol butírico	2,500 ppm

Ácido naftalen acético	200 ppm
Citosinas	10 ppm
Aminoles	2,00%
Fosforo(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	2,20%
Cianocobalamina	0,02%

### Más raíz

Es una solución de aminoácidos y otras sustancias, cuya función es acelerar la formación de pelos absorbentes en el sistema radical, activando el proceso nutricional necesario para la viabilidad y desarrollo del cultivo ([www.nedeagro.com](http://www.nedeagro.com)). Su composición química se detalla en tabla siguiente.

Tabla 2. Composición química del estimulante radicular Más Raíz

<b>Ingrediente activo</b>	<b>Cantidad</b>
Orto fosfato (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	20%
Floculante (Ca y Mg)	6%
Aminoácidos	7%
Fitohormonas	420 ppm
Algas marinas	3%
Bioactivadores biológicos:	
Vitaminas	B1 (0,5%)
Solución Buffer pH	7

### Raíz Forte

Es un producto químico que estimula el incremento desarrollo de las raíces en muchos cultivos ([www.amazon.fr](http://www.amazon.fr)). Su composición química se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 3 Composición química del estimulante radicular Raíz forte

<b>Ingrediente activo</b>	<b>Cantidad</b>
Orto fosfato (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	20%
Acondicionadores y diluyente	Hasta 100%

### 2.2.6. Antecedentes

Experimentos realizados en Dendrología y propagación vegetativa de "huaranguillo" utilizando estacas inducidas con tres sustancias enraizantes (miel de abeja, agua de coco y ácido indol butírico (AIB) con tres concentraciones, concluyen que el agua de coco fue el enraizante que produjo el mayor número de estacas prendidas, seguido por el AIB y la miel de abeja (Pérez et al., 2002).

Bosch et al., (2017), evaluaron la aplicación de gel de *Aloe vera* en la base de las estaquillas de Orégano comparándolas con el uso de ácido indol butírico, para las distintas épocas del año. En cada fecha se trataron las estaquillas con tres concentraciones de IBA y tres de gel de *Aloe vera*. Las evaluaciones se realizaron a los 15, 30 y 60 días. Se concluyó, que la época más propicia para multiplicar orégano por estaquillas es la primavera y con 150 g/kg de extracto de gel de Aloe con lo que se obtuvo los mayores porcentajes de estaquillas enraizadas, mayor número de raíces por estaquilla y mayor longitud total de las mismas, acelerando la producción de plantines en vivero.

Un ensayo, realizado por Pinto, Álvarez, & Alvarado (2012), titulado "Aplicación de ácido alfa - naftalenacético en colinos de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* bancroft)", realizada en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja (Colombia), probando cuatro concentraciones de ácido alfa-naftalenacético (ANA) (0, 2, 4 y 6 mg/l) en Palirrusia, Paliverde y Yema de huevo, obtuvieron los valores

más altos con la dosis de 2 mg/l de ANA en los materiales Paliverde y Yema de huevo, mientras que para el Palirrusia los mejores resultados se observaron con la concentración de 4mg/l de ANA; en las variables evaluadas: tiempo de emisión de raíces, altura de planta, longitud de raíz, masa fresca y seca de raíces y número de hojas presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

Cruces (2021), evaluó el efecto de cuatro enraizantes naturales en la germinación de semilla de palta (*Persea americana*), variedad Topa Topa, Se utilizaron los enraizadores: agua de coco, extracto de lentejas, agua de ramas de sauce, mucilago de sábila en un diseño experimental completamente al azar (DCA), con cinco repeticiones. Los resultados mostraron que el porcentaje de las raicillas a los 25, 30 y 35 días de aplicados los tratamientos y las cantidades de raicillas, difieren con alta significación estadística con la aplicación del extracto de lenteja superando a los demás enraizadores. La altura de la planta a los 60 y 90 días, aplicados los tratamientos muestran una diferencia significativa con el extracto de lenteja, frente a las otras hormonas, en el diámetro de tallo a los 60 y 90 días, aplicados los tratamientos, el extracto de lenteja con y el extracto de sauce tiene diferencia significativa.

Los estudios a nivel de raíz en cultivos hidropónicos son escasos. Navas (2007), hizo ensayos con cuatro estimulantes del crecimiento radicular en tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*) previo al trasplante. Los mejores resultados obtenidos sobre la masa radicular fueron con la variedad Romana utilizando el bioestimulante Evergreen, mientras que el mayor desarrollo foliar se consiguió con la variedad Rosa verde y el bioestimulante Amino Starter.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución del experimento

El trabajo de investigación se realizó en el Taller de Enseñanza e Investigación en cultivos hidropónicos (TEICH) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Tumbes, ubicado en el Distrito de San Pedro de los Incas, Provincia y Región de Tumbes, ubicado en las coordenadas en UTM Norte 9603391 m y Este 555384 m., con una altitud de 5 msnm (Fig. 1). Las condiciones climáticas del ambiente en las cuales crecieron las plantas fueron: Temperatura promedio 32°C y la Humedad relativa promedio 78°C.



*Figura 1 Vista satelital y ubicación del Centro experimental*

#### 3.2. Métodos

##### 3.2.1. Diseño experimental

Se utilizó el diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA), con cuatro tratamientos (incluyendo el testigo referencial) y tres repeticiones, distribuidas en 12 unidades experimentales. La unidad experimental estuvo constituida por una caja de madera de 1 x 1 x 0,25 m, forrada interiormente con plástico de color negro de 8 $\mu$  de grosor que contenía 23 lechugas. El área total experimental fue de 22 m<sup>2</sup> y el área experimental

neta de 12 m<sup>2</sup>. La unidad muestral fue de cinco plantas tomadas al azar por repetición y 15 por tratamiento, en las cuales se evaluaron las variables morfo-productivas descritas en el rubro correspondiente.

### 3.2.2. Factor y Tratamientos en estudio

Se evaluaron tres estimulantes radiculares con cuatro tratamientos (incluyendo el testigo), cuyos detalles se indican en la tabla 4.

*Tabla 4 Factor y tratamientos en estudio*

Factor	Tratamiento	Clave
Estimulante radicular	Testigo (Sin estimulante)	T <sub>0</sub>
	Phyto Root	T <sub>1</sub>
	Más Raíz	T <sub>2</sub>
	Raíz Forte	T <sub>3</sub>

### 3.2.3. Variables y métodos de evaluación

Las evaluaciones se realizaron a los 45 días después de la siembra. Para ello, se seleccionaron cinco plantas al azar en cada una de las repeticiones por tratamiento, se registraron las siguientes variables:

#### a) Características morfológicas

- ✓ **Altura de planta:** esta se midió desde el cuello de la planta hasta el ápice de la misma.
- ✓ **Longitud de la raíz:** se midió desde el cuello de la planta hasta el ápice de la raíz.

- ✓ **Área foliar:** se obtuvo sacando el peso de cuadraditos de 2 cm<sup>2</sup> del limbo foliar y el peso total de la hoja, luego por regla de tres simple directa se determinó el área foliar de esta última. Se muestrearon tres hojas por planta (parte superior, media e inferior) en 5 plantas por tratamiento tomadas al azar.
  
- ✓ **Biomasa foliar fresca por planta:** Las plantas extraídas de las cajas de madera fueron diseccionadas con un bisturí, separando la parte radicular de la foliar. Posteriormente, se procedió a su pesado en una balanza analítica marca OMEGA.
  
- ✓ **Biomasa radicular fresca por planta:** se utilizó la parte radicular de las plantas obtenidas anteriormente y se colocó en la balanza para obtener el peso respectivo.

## **b) Características Productivas**

- ✓ **Rendimiento:** se determinó en base a un m<sup>2</sup>, teniendo en cuenta la masa foliar y número de plantas.

### **3.2.4. Análisis estadístico**

Para validar los datos obtenidos de las variables evaluadas, se realizó un análisis de varianza (ANVA) y para el comparativo de medias se utilizó la prueba estadística de Duncan al 5% de probabilidad, utilizando el software de Excel versión 2016. Los datos se representan en gráficos y tablas

### **3.2.5. Conducción del experimento**

#### **a) Preparación de cajas de germinación e instalación del almácigo**

Se procedió al acondicionamiento de las cajas de madera de 0,60 m x 0,60 m x 0,15 m forrándose interiormente con un plástico de color negro de 8μ; posteriormente se desinfectaron con alcohol etílico de 96%.

## **b) Siembra de semillas**

Como sustrato se utilizó arena gruesa de cantera, previamente desinfectado con una solución de hipoclorito de sodio al 4%; luego del nivelado y trazado de líneas distanciadas a 10 cm, se procedió a la siembra de semillas de lechugas variedad Greak Lakes 168 a chorro continuo a una profundidad de 0,2-0,3 cm, cubriéndose inmediatamente con una capa de la misma arena.

## **c) Riego de plántulas en almácigo**

Los riegos se realizaron diariamente una vez al día, con una pulverizadora manual a manera de lluvia fina para facilitar la germinación de las semillas y mantener húmedo el sustrato. Los primeros días de instalado el almácigo, se regó con agua potable; a partir de los 7 días de edad de las plántulas se aplicó la solución nutritiva comercial para crecimiento vegetativo de la Universidad Agraria La Molina, a una concentración de 50%; es decir 2,5 ml de solución de macronutriente concentrada (A), 1 ml de solución de Micronutrientes concentrada (B) y 1 ml de solución de calcio (C) por cada litro de agua a emplear.

## **d) Acondicionamiento del sistema hidropónico de raíz flotante**

Se utilizaron también cajas de madera de 1,00 x 1,00 x 0,15 m, las cuales fueron interiormente con plástico de color negro de 8 $\mu$ , y desinfectadas con alcohol etílico al 96%.

## **e) Formulación y aplicación de la solución nutritiva concentrada**

La solución nutritiva comercial se formuló, de acuerdo a las cantidades y fuentes de elementos (descritos en las tablas del anexo correspondiente). Por cada caja de madera de 100 litros de capacidad (unidad experimental), se aplicó el 100% de la dosis (5 ml de solución "A", 2 ml de solución "B" y 2 ml de solución "C" por cada litro de agua);

es decir, para la solución "A" se aplicó 500 ml, para la solución "B" 200 ml y para la solución "C" 200 ml.

#### **f) Primer trasplante**

Se realizó a los 14 días después de la siembra, las plántulas fueron extraídas a raíz desnuda del almácigo, regado previamente para facilitar la extracción manual. Posteriormente, a las plántulas se les colocó una tira de espuma (dulompillo) de ½" a la altura del cuello, para después ser colocadas en láminas de poliestireno de 1" agujereadas y su posterior traslado a cajas de madera preparadas. Esta labor tuvo como propósito la adaptabilidad de las plántulas a sistemas hidropónicos.

#### **g) Preparación y aplicación de los estimulantes radiculares**

Los estimulantes radiculares se prepararon en baldes de plástico conteniendo 20 litros de agua potable con las dosis del producto comercial establecidas por el fabricante: Phyto Root (1,25 l/ha), Raíz forte (75 l/ha) y Mas raíz (2 l/ha). Se extrajeron las plantas del primer trasplante de 11 días y se sumergieron 30 minutos en las soluciones estimulantes preparadas, y luego trasplantadas al sistema hidropónico de raíz flotante.

#### **h) Trasplante definitivo al sistema hidropónico de raíz flotante**

Las plantas tratadas con los estimulantes radiculares se colocaron en vasos de plástico de 3 onzas agujereados y sujetos por una tira de espuma, se pusieron en láminas de poliestireno de 1" de espesor agujeradas a un distanciamiento de 25 cm entre agujeros y en un diseño de tres bolillos y trasladadas a las cajas de madera correspondientes. Estas láminas se trasladaron a las cajas de madera acondicionadas (punto d) conteniendo 100 litros de solución nutritiva.

### **i) Oxigenación**

La oxigenación de la solución nutritiva se realizó manualmente, agitando está tres veces al día: 7 am, 12 m y 4 pm por un lapso de 5 minutos.

### **j) Control fitosanitario**

Se hicieron monitoreo permanentes para detectar la presencia de insectos plaga y patógenos. Se instaló un control preventivo etológico mediante trampas amarillas impregnadas con adherente entomológico en ambas caras.

### **k) Cosecha**

Se realizó en forma manual a los 45 días cuando las plantas de lechuga alcanzaron la madurez comercial.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Características morfológicas

#### a) Altura de planta de lechuga

Las plantas de lechugas tratadas con el estimulante Más raíz incrementaron su tamaño de 14 a 17%, con respecto a los otros tratamientos (Fig. 1), lo cual se verifica mediante el análisis estadístico realizado, mostrando significancia entre los tratamientos (Tabla 1).

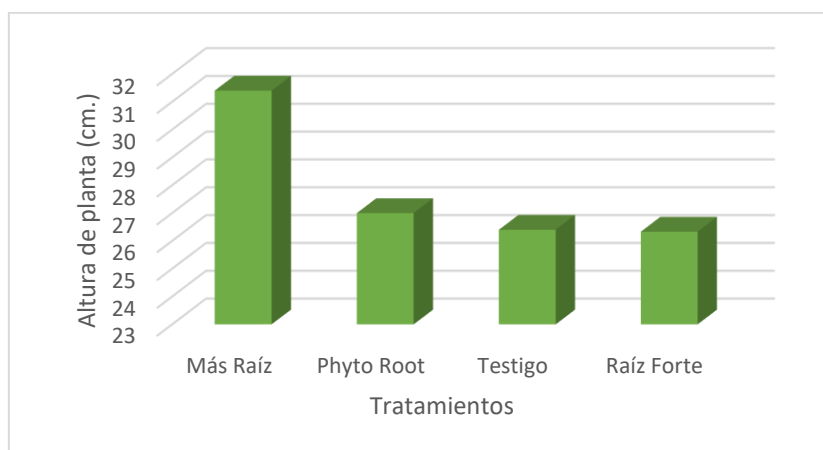


Figura 2 Efecto de tres estimulantes radiculares, sobre la altura de plantas de Lechuga hidropónica

Tabla 5 Prueba de Duncan (5%) para el efecto de tres estimulantes radiculares, sobre la altura de plantas de Lechuga hidropónica

Código	Tratamiento	Bloques			Promedio (cm.)	Duncan 0.05(*)
		I	II	III		
T2	Más raíz	35,80	25,80	32,60	<b>31,40</b>	<b>a</b>
T3	Phyto Root	26,00	28,20	26,80	<b>27,00</b>	<b>b</b>
T0	Testigo	24,60	27,20	27,40	<b>26,40</b>	<b>b</b>
T1	Raíz Forte	27,60	25,20	26,20	<b>26,33</b>	<b>b</b>
<b>Fb = 0,47</b>		<b>Ft = 1,97</b>		<b>C.V = 10,788%</b>	<b>Sign. *</b>	

\*Letras iguales indican promedios estadísticamente similares.

## b) Longitud de Raíz

En la figura 2 y tabla 2 se muestran los resultados y el análisis estadístico de la longitud de la raíz de las plantas de lechuga tratadas con los estimulantes radiculares Más raíz, Raíz Forte y Phyto Root. La mayor longitud de la raíz se obtuvo con los tratamientos Más raíz y Phyto Root, mostrando un incremento significativo con respecto al estimulante Raíz Forte y el testigo.

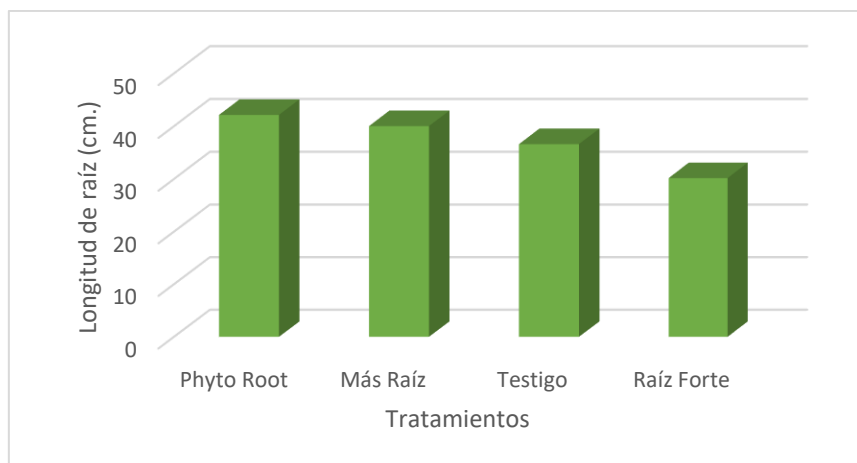


Figura 3 Efecto de tres estimulantes radiculares, sobre la longitud de raíz en plantas de Lechuga hidropónica

Tabla 6 Prueba de Duncan (5%) para el efecto de tres estimulantes radiculares, sobre la longitud de raíz en plantas de Lechuga hidropónica

Código	Tratamiento	Bloques			Promedio (cm.)	Duncan 0.05(*)
		I	II	III		
T3	Phyto Root	38,60	46,00	41,80	<b>42,13</b>	<b>a</b>
T2	Más Raíz	41,68	37,00	41,34	<b>40,01</b>	<b>a</b>
T0	Testigo	36,40	38,60	34,80	<b>36,60</b>	<b>b</b>
T1	Raíz Forte	28,80	30,48	31,20	<b>30,16</b>	<b>b</b>
<b>Fb = 0,36</b>		<b>Ft = 10,71</b>		<b>C.V = 7,439%</b>		<b>Sign. **</b>

\*Letras iguales indican promedios estadísticamente similares.

### c) Biomasa radicular fresca por planta

Las plantas de lechugas tratadas con Phyto Root presentaron la mayor biomasa radicular fresca, superando ligeramente a los estimulantes Más Raíz y Raíz Forte y en un 13% al testigo (Fig. 3). El análisis estadístico indica que, existe diferencia significativa entre los tratamientos ensayados (Tabla 3).

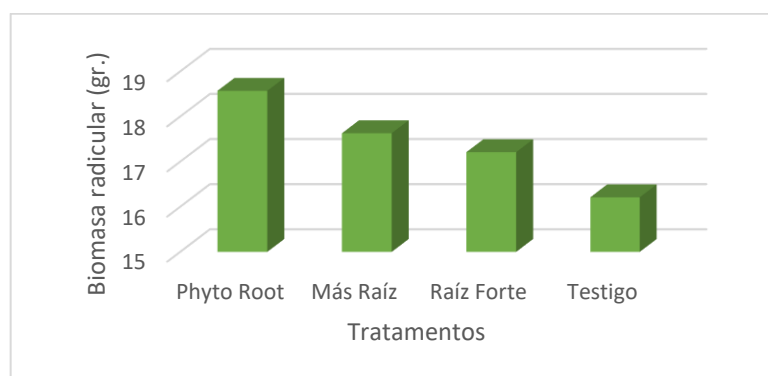


Figura 4 Efecto de tres estimulantes radiculares, sobre la biomasa radicular fresca en plantas de Lechuga hidropónica

Tabla 7 Prueba de Duncan (5%) para el efecto de tres estimulantes radiculares, sobre la biomasa radicular fresca en plantas de Lechuga hidropónica

Código	Tratamiento	Bloques			Promedio (gr.)	Duncan 0.05(*)
		I	II	III		
T3	Phyto Root	16,82	17,98	20,92	<b>18,57</b>	<b>a</b>
T2	Más Raíz	17,08	17,46	18,34	<b>17,63</b>	<b>b</b>
T1	Raíz Forte	16,50	17,76	17,38	<b>17,21</b>	<b>b</b>
T0	Testigo	15,21	16,98	16,45	<b>16,21</b>	<b>c</b>
<b>Fb = 2,75</b>		<b>Ft = 1,70</b>		<b>C.V = 7,459%</b>	<b>Sign. *</b>	

\*Letras iguales indican promedios estadísticamente similares.

#### d) Biomasa foliar fresca por planta

Los resultados muestran que, las plantas de lechugas tratadas con los estimulantes radiculares Phyto Root y Más Raíz tuvieron la mayor masa radicular, con incrementos superiores de alrededor del 30% con respecto al Raíz Forte y al testigo (Fig. 4), lo que se ve reflejado en el análisis estadístico, que muestra diferencias significativas entre estos tratamientos (Tabla 4).

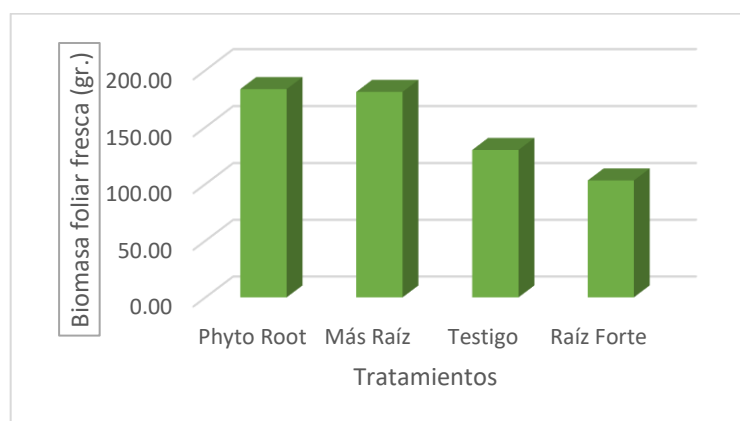


Figura 5 Efecto de tres estimulantes radiculares, sobre la biomasa foliar fresca en plantas de Lechuga hidropónica

Tabla 8 Prueba de Duncan (5%) para el efecto de tres estimulantes radiculares, sobre la biomasa foliar fresca en plantas de Lechuga hidropónica

Código	Tratamiento	Bloques			Promedio (gr.)	Duncan 0.05(*)
		I	II	III		
T3	Phyto Root	192.53	170.52	187.03	<b>183.36</b>	<b>a</b>
T2	Más Raíz	184.57	171.90	186.38	<b>180.95</b>	<b>a</b>
T0	Testigo	127.93	117.13	144.76	<b>129.94</b>	<b>b</b>
T1	Raíz Forte	118.66	98.02	92.86	<b>103.18</b>	<b>b</b>
<b>Fb = 2,85</b>		<b>Ft = 30,60</b>		<b>C.V = 7,553%</b>	<b>Sign. *</b>	

\*Letras iguales indican promedios estadísticamente similares.

#### e) Área foliar

Los mejores tratamientos se observaron con los estimulantes radiculares Phyto Root y Más Raíz, los cuales incrementaron su área foliar en un 17 y 36% en relación al testigo y Raíz Forte, respectivamente (Fig. 5). El análisis

estadístico indica que, hay diferencia altamente significativa entre los tratamientos ensayados (Tabla 5).

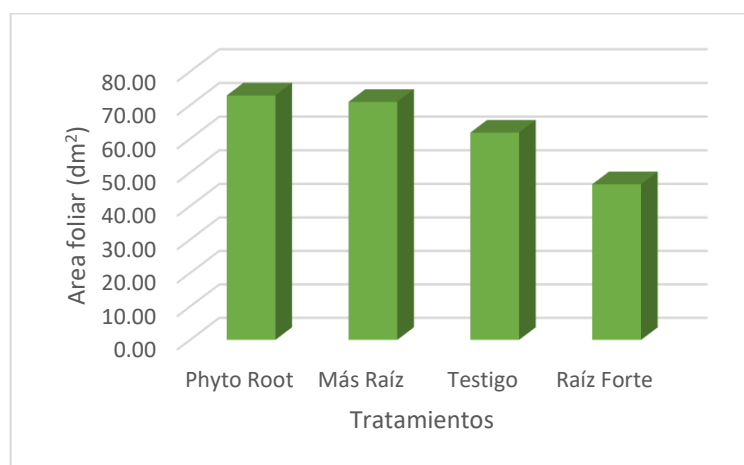


Figura 6 Efecto de tres estimulantes radiculares, sobre el área foliar en plantas de Lechuga hidropónica

Tabla 9 Prueba de Duncan (5%) para el efecto de tres estimulantes radiculares, sobre el área foliar en plantas de Lechuga hidropónica

Código	Tratamiento	Bloques			Promedio (dm <sup>2</sup> )	Duncan 0.05(*)
		I	II	III		
T3	Phyto Root	7393,07	7290,08	7176,00	<b>72,864</b>	<b>a</b>
T2	Más Raíz	6715,04	6975,04	7593,65	<b>70,946</b>	<b>a</b>
T0	Testigo	6012,11	6627,89	5906,03	<b>61,820</b>	<b>b</b>
T1	Raíz Forte	4544,21	4558,40	4842,93	<b>46,485</b>	<b>c</b>
<b>Fb = 0,50</b>		<b>Ft = 38,41</b>		<b>C.V = 5,337%</b>		<b>Sign. **</b>

\*Letras iguales indican promedios estadísticamente similares.

## 4.2. Características Productivas

### a) Rendimiento

En figura 6, se aprecia que, las plantas de lechuga tratadas con Phyto Root y Más Raíz alcanzaron el mayor rendimiento, con un 25% más que el testigo y el doble de lo producido por Raíz Forte. El análisis estadístico indica una alta diferencia *significativa* entre los tratamientos ensayados (Tabla 6).

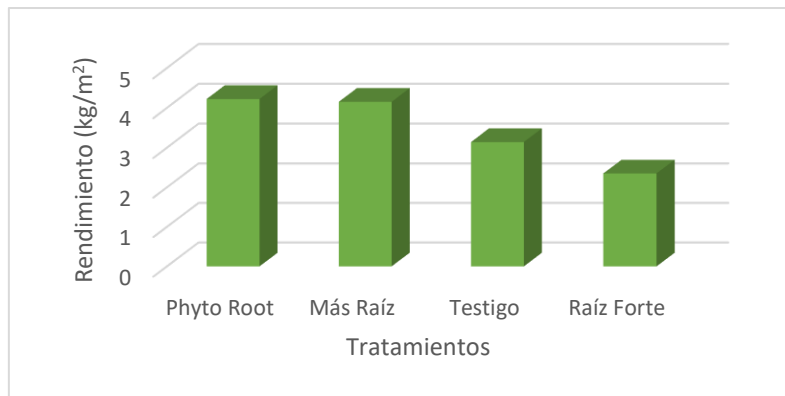


Figura 7 Efecto de tres estimulantes radiculares, sobre el rendimiento del cultivo de Lechuga hidropónica

Tabla 10 Prueba de Duncan (5%) para el efecto de tres estimulantes radiculares, sobre el rendimiento del cultivo de Lechuga hidropónica

Código	Tratamiento	Bloques			Promedio (kg/m <sup>2</sup> )	Duncan 0.05(*)
		I	II	III		
T3	Phyto Root	4,09	4,67	3,90	<b>4,22</b>	<b>a</b>
T2	Más Raíz	4,00	4,21	4,24	<b>4,15</b>	<b>a</b>
T0	Testigo	3,18	3,38	2,86	<b>3,14</b>	<b>b</b>
T1	Raíz Forte	2,21	2,52	2,32	<b>2,35</b>	<b>c</b>
<b>Fb= 2,94</b>		<b>Ft= 6,63</b>		<b>C.V = 7,74%</b>	<b>Sign. **</b>	

\*\*Letras iguales promedios estadísticamente similares.

Aunque no se evaluó la cantidad de raíces antes del trasplante al sistema hidropónico de raíz flotante, los resultados mostraron que, los estimulantes Phyto Root y Más Raíz incrementaron las características morfológicas y rendimiento de las plantas de lechuga cultivadas, no así Raíz Forte. Varios estudios han demostrado el efecto benéfico de los estimulantes de crecimiento de los vegetales (Paveen et al, 2021, Mora et al, 2021, Bhargaví et al, 2018, Calvo et al., 2014, Navas y Ramos, 2013), y específicamente estimulantes radiculares (Solórzano, 2013, Bárzaga, 2013, Rea, 2020, Lemus-Soriano et al, 2022).

Los productos nutricionales y fitohormonales juegan un rol importante en éxito del enraizamiento de los vegetales (Hartmann & Kester, 1983, Mesén, 1998). Asimismo, Fresoli et al (2006) manifiestan que los bioestimulantes son mezclas de dos o más reguladores vegetales con otras sustancias (aminoácidos, nutrientes, vitaminas, etc.), dando poder a estos compuestos químicos para actuar sobre la división celular, diferenciación y elongación de las células o

modificar procesos fisiológicos de las plantas. Por lo tanto, en este estudio, los productos comerciales Mas Más Raíz y Phyto Root fueron los que alcanzaron la mayor masa radicular, lo cual puede ser atribuido a la presencia de fitohormonas, entre ellas citosinas y auxinas que presentan estos productos en su composición y que estarían promoviendo el inicio y proliferación de nuevas raíces (Hartmann & Kester, 1983, Parra, 2017) favoreciendo un mayor crecimiento vegetativo en las plantas de lechuga, no así con Raíz Forte, pues en su composición química solo tiene Ortofosfato ( $P_2O_5$ ) en una concentración del 20%.

Los estimulantes son reguladores de crecimiento con una amplia diversidad de productos orgánicos y /o sintéticos que pueden incidir en la mejora de los procesos fisiológicos de las plantas (Gómez, 2011). Estos interactúan con procesos de señalización en la planta aumentando la biomasa para el componente de rendimiento, lo que es la clave para entender como un estimulante favorece la calidad y producción (Pérez et, al. 2016). Nuestros resultados, así lo confirman. El aumento de masa radicular favorece la absorción de agua y nutrientes, lo cual se traduce en un incremento de biomasa vegetativa y por ende del rendimiento y calidad de las plantas de lechuga. Investigaciones similares aplicando estimulantes radiculares también muestran aumentos de rendimiento en cultivos como Piña (Solórzano Aguacate (Lemus, 2022), espárrago (Fhon, 2017), banano (Rea, 2020) y lechuga (Bárzaga, 2013).

Una solución nutritiva contribuye a una optimización del crecimiento de las plantas, tal como se reafirma en los tratamientos ensayados e inclusive en el testigo, pues se brinda un requerimiento nutricional completo a las mismas y está de acuerdo con Gómez (2011), quien afirma que, el crecimiento y desarrollo de las plantas depende entre otros factores del estado nutricional de las plantas.

## V. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se llega a las siguientes conclusiones:

1. Los estimulantes radiculares Phyto Root y Más Raíz mejoraron las características morfológicas (altura de planta, longitud de la raíz, área foliar, biomasa fresca foliar y radicular) de las plantas de lechuga cultivadas en el sistema hidropónico de raíz flotante en contraste con Raíz fuerte.
2. El mayor rendimiento en  $\text{kg/m}^2$  se obtuvo con los estimulantes Phyto Root y Más Raíz con un 25 y 50% más que el testigo y Raíz Forte, respectivamente.
3. Las soluciones hidropónicas contribuyen a una optimización del crecimiento de las plantas de lechuga, tal como se observa en los tratamientos estudiados, incluyendo al testigo.
4. No hubo mortalidad de raíces con las dosis de los productos ensayados

## **VI. RECOMENDACIONES**

En base a las conclusiones se recomienda:

1. Realizar ensayos con estimulantes radiculares orgánicos en plantas cultivadas en hidroponía.
2. Ensayar estos y otros estimulantes radiculares y foliares en distintas variedades de lechuga y en los diversos sistemas hidropónicos.
3. Realizar experimentos con estos estimulantes en distintas épocas del año, para evaluar el efecto de las condiciones ambientales en el Módulo hidropónico.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Ancajima Guzmán, L.A. (2016). Aplicación de bioestimulantes en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en condiciones del valle de Cañete. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria La Molina.

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1995>.

Bárzaga, M. (2013). Respuesta agronómica del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) a la aplicación de diferentes dosis de Fito Más-E en el organopónico "Desembarco del Granma". Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Granma, Cuba, 56p.

Belgrano, J., Gimenez.D.O. (2015). Cultivo en Hidroponía. Libros de Cátedra. Editorial de la Universidad de La Plata. 10p.

Bhargavi, SP. Hemla Naik, B. Chandrashekar, SY. Ganapathi, M. y Kantharaj, Y. (2018). Efficacy of biostimulants on morphology, flowering and yield of chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora*) cv. Kolar local under fan and pad greenhouse. International Journal of Chemical Studies, 6(5), 1831-1833.

Boschi C. L., Gandolfo E. y Vence L. (2017). Evaluación del gel de Aloe vera en el enraizamiento de estaquillas de orégano (*Origanum vulgare* L.). Horticultura Argentina 36 (89): 6-16.

Calvo, P.; Neklson, L. and Kloeper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. Plant Soil. 383:3-41.

Celestino, C., (1985). Aspectos Fisiológicos del Enraizamiento: Su Control Hormonal. En: Propagacion Vegetativa de Especies Leñosas de Interés Forestal Curso monográfico. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Monte. Madrid,. 21 – 30p

Cruces, H.T (2021). Efecto de cuatro enraizantes naturales en la germinación de semillas de palta (*Persea americana*) variedad Topa Topa. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad José Carlos Mariátegui, 87p.

VARIEDAD TOPA TOPA, COMUNIDAD SANTA CATALINA DE TRANCA, SAN MIGUEL, LA MAR, AYACUCHO” PRESENTADO POR BACHILLER HAMILTON CRUC

Dalla, C., Tomasi, N., & Pinton, R. (2015). New 'solutions' for floating cultivation system of ready-to-eat salad. *Trends in Food Science & Technology* 46: 267-276.

Fhon, R.G.CH. (2017). Estudio de la aplicación de un bioestimulante en el rendimiento de *Asparagus officinallis* Var. UC-157 en Virú, La Libertad. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Trujillo, 49p.

Gómez, N., Moreno, N. y Díez, M. (2011). El cultivo de la vainilla en Colombia. Cultivo de vainilla. En: F. Moreno y M. C. Díez, eds. *Contribuciones para el desarrollo de su cadena productiva en Colombia*. Editorial S. N. Medellín. 8291 p.

González, L. G., A. Falcón, M. C. Jiménez, L. Jiménez, J. Silvente y J. C. Terrero. (2012). Evaluación de tres dosis del bioestimulante Quitosana en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en un periodo tardío. *Revista Amazónica. Ciencia y Tecnología* 1(2): 42-48.

Hartmann, H.T & Kester, D.E. (1983). *Plant propagation. Principles and practices* (Propagación de plantas. Principios y practices). (2nd. ed.). Englewood Cliffs, N.J.

Hidro Environment (2021). Innovación agrícola. [https://www. Hidroenv.com.mx](https://www.Hidroenv.com.mx).

Infoagro (2018). El cultivo de lechuga. <https://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>

Hudson, T. y Dale, E. (1972). "Propagación de plantas" Editorial Continental, S.A. Segunda Edición, México D.F. 227, 321, 360pp

Lemus-Soriano, B.A., Venegas-González, G., Pérez-López, M.A. (2022). Efecto de bioestimulantes radiculares sobre el crecimiento en plantas de aguacate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 12 (6): 6pp.

<https://doi.org/10.29312/remexca.v12i6.2725>

Martínez, G. O. (2012). Oxigenación de la solución nutritiva recirculante y su efecto en tomate y lechuga. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 49-52.

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2022). Compendio Anual de "Producción Agrícola 2019". <https://www.gob.pe/institucion/midagri/informes-publicaciones/2730325-compendio-anual-de-produccion-agricola>.

Mora Quilismal, S.R. Flores Ayala S. Chulde Minda, J. Puetate Mejía, L. y Revelo Ruales, V. (2021). Alternativas de fertilización empleando bioestimulantes y biofertilizantes para el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) En Montúfar – Carchi. *Sathiri. Sembrador*, 16(1), 132-143.

<https://doi.org/10.32645/13906925.1045>

Navas Barba, J.M., Ramos Remache, R. (2013). Bioestimulantes orgánicos en el comportamiento fenológico de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en vivero La Maná. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador.

<http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/4640>

Parra, Y. (2017). Las hormonas vegetales y sus Funciones. *Agronomaster*

<https://agronomaster.com/hormonas-vegetales/>.

ParisMoreno, LR., López, R.H, Meina, L.R, Pérez, I.H. (2021). Efecto de Bioestimulantes sobre el crecimiento de la vainilla Tahitensis en Daule, Ecuador. *Ecociencia*, 8(6):25-36. <https://doi.org/10.21855/ecociencia.86.570>

Pérez, A. (2018). Efecto del uso de mallas raschel de colores en plantas de *Lactuca sativa* L. var. waldmann's green bajo sistema hidropónico de raíz

flotante. Tesis de Biólogo. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa, Perú. 118 pp.

Pérez C.; Romiris B.; Rodríguez, C.; Manta, M. (2002). Dendrología y propagación vegetativa de *Acacia horrida* ("huaranguillo") mediante estacas inducidas en tres sustancias enraizantes, usando tres sustratos *Ecología Aplicada*, 1 (1): 9-12. Lima-Perú

Pinto, Álvarez, & Alvarado (2012). Aplicación de ácido alfa-naftalen acético en colinos de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft), *Revista Colombiana De Ciencias Hortícolas* – 6(2): 213-224.

Pertierra, R., & Quispe, J. (2020). Análisis económico de lechugas hidropónicas bajo sistema raíz flotante en clima semiárido. *Ciencias de la vida*, pISSN:1390-3799; eISSN:1390-8596. Santa Elena, Ecuador.

Praveen, TM., Patil, SR., Patil, BC., Seetharamu, GK., Rudresh, DL., Pavankumar, P. y Patil, RT. (2021). Influence of biostimulants on growth and yield of floribunda rose cv. Mirabel. *J. of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 10(1), 2701-2705.

Puri, S. y Khan, A. (1992). Influency of Maturity and Physiological Stahtus of Woody Cutting: Limils and Promises to Ensure Succesful Cloning. *Indian Forester..*

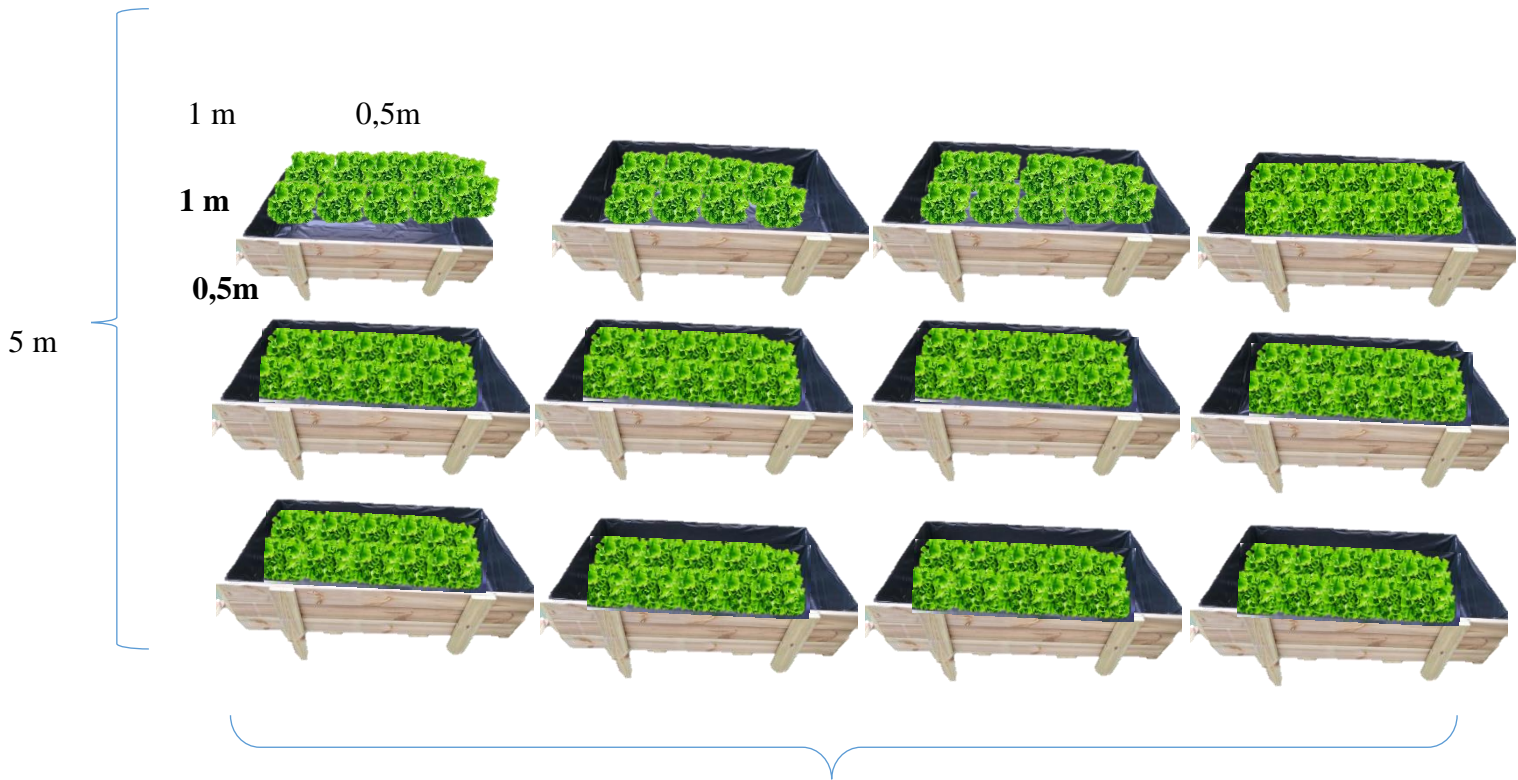
Rea, J.D.R. (2020). Evaluación de la eficiencia de enraízadores en el incremento de la masa radical del banano (*Musa AAA*) y su efecto en las poblaciones de nemátodos. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador, 41p.

Rodríguez, A; Chang, M; Hoyos, M. (2001). Soluciones nutritivas en hidroponía. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. Primera Edición. Lima – Perú.97p

Sólorzano, .C.J.M. (2013). Bioestimulantes radiculares en el cultivo de piña de exportación (*Ananas comosus*) variedad MD-2 en la provincial de Santo Domingo de los Tsachilas. Tesis de Ingeniero Agropecuario, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador, 57p.

## VIII. ANEXOS

### Croquis del área experimental



## Efecto de tres estimulantes radiculares en las características Morfo-productivas de la lechuga (*Lactuca sativa* L) hidropónica

INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>18%</b> INDICE DE SIMILITUD	<b>9%</b> FUENTES DE INTERNET	<b>1%</b> PUBLICACIONES	<b>14%</b> TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	----------------------------------	----------------------------	---------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Nacional de Tumbes</b> Trabajo del estudiante	<b>10%</b>
<b>2</b>	<b>www.produccion-animal.com.ar</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>dspace.unl.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.unheval.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.unsaac.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>issuu.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<hr/>		
<b>9</b>	<b>tumi.lamolina.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>10</b>	<b>es.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo



Dr. Ramón García Seminario

Asesor

