



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo, como requisito previo para la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓPECUARIO

TEMA:

“Respuesta del cultivo de Rúcula (*Eruca vesicaria.*), con tres niveles de fertilización, en producción hidropónica, en la zona de Babahoyo, provincia de Los Ríos.”

AUTOR:

César Wladimir Suárez Nieto

TUTORA:

Ing. Agr. Victoria Rendón Ledesma, MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo, como requisito previo para la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓPECUARIO

TEMA:

“Respuesta del cultivo de Rúcula (*Eruca vesicaria.*), con tres niveles de fertilización en producción hidropónica, en la zona de Babahoyo, provincia de Los Ríos.”

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agrop. Álvaro Pazmiño Pérez, MSc
PRESIDENTE

Ing. Agr. Darío Dueñas Alvarado, MBA
PRIMER VOCAL

Ing. Agr. Xavier Gutiérrez M, MBA
SEGUNDO VOCAL

DEDICATORIA

El presente trabajo del Componente práctico del Examen de Grado de carácter Complexivo, para poder optar al título de ingeniero agropecuario de la REPUBLICA DEL ECUADOR se lo dedico a DIOS, por darme el coraje y fuerza para culminar con mi preparación universitaria, luego a mis padres que son la base de todo mi esfuerzo entregado día a día dentro y fuera de mi rol educativo y porque no dedicarlo a todos y cada uno de los docentes y amigos que formaron parte de esta preparación en la noble y hermosa FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS (FACIAG) de la UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO (UTB). Se lo dedico a la familia Suárez Veliz y a la familia Nieto Almeida quienes han aportado mucho de su tiempo y de sus conocimientos innatos y empíricos pero muy amplios.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a DIOS por bendecirme con la vida, por ser mi guía a lo largo de mi existencia, ser mi apoyo y fortaleza, por darme la sabiduría en todo momento.

A mis padres por ser ese fuerte pilar que me ha sostenido desde siempre apoyándome no solo en lo personal sino también en lo académico y de seguro en lo profesional, gracias por haber sembrado en mí esa persistencia, ese coraje y esa pasión para hacer las cosas de manera respetuosa y con afán. A mi familia, mi esposa y mi hijo que son mi mayor motivación para alcanzar mis logros.

A aquellos esforzados docentes de nuestra grandiosa FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS de la UNIVERSIDAD TECNICA DE NBABAHOYO que han aportado con ese granito de conocimiento, tiempo y paciencia, más de uno ha dejado de ser un docente para ser un amigo en quien confiar y sentir ese apoyo que siempre vamos a necesitar, muchos de ellos siguen en esas aulas donde crecemos en conocimiento y sabiduría y otros no siguen pero agradecido con la vida por lo mucho o poco que supieron transmitirnos.

De manera especial agradezco a la Ing. Agr. Victoria Rendón Ledesma, MSc.; Mvz. Hugo Alvarado, PhD.; Mvz. Mario Rendón Almeida, MSc.; Mvz. Jorge Tobar Vera, MSc.; Ing. Ztc. Carmen Vásquez; Ing. Agr. Álvaro Pazmiño, MsC; Ing. Agr. Tito Bohórquez, MBA.; Ing. Agr. Marlon López, MSc; Ing. Marlon Pazos, MSc.; Ing. Agr. Mg. ia. Yary Ruiz MAE.; Ing. Agr. Eduardo Colina, Mg Sc.; Ing. Agr. Darío Dueñas Alvarado, MBA.; Dr. Mvz. Ricardo Zambrano, entre otros así como también a Pulio Contreras, Raúl Contreras, Miguel Gylca, Ramón Yance, Marlon Reyes. Y a mis compañeros de formula Wilson Malavé, Jaime Tomalá, Julio Zavala, Lelis Cedeño, les agradezco por todo ese conocimiento y experiencias adquiridas.

La responsabilidad por la investigación, análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones presentadas y sustentadas en este trabajo experimental son de exclusividad del autor.

César Wladimir Suárez Nieto

RESUMEN

Respuesta del cultivo de Rúcula (*Eruca vesicaria.*), con tres niveles de fertilización, en producción hidropónica, en la zona de Babahoyo, provincia de Los Ríos

Autor

César Wladimir Suárez Nieto

Tutor:

Ing. Agr. Victoria Rendón Ledesma, MSc.

El presente trabajo de investigación fue realizado en el Área de Agricultura Orgánica de la Granja Experimental "San Pablo", Facultad de Ciencias de Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo. Las coordenadas geográficas del sitio son: Este: 669 097,17 UTM y Norte: 9'801 368,24 UTM, con altitud de 8,05 msnm, clima tropical húmedo, temperatura anual de 26,2 °C y precipitación de 1815 mm/año. Cuenta también con una humedad relativa anual del 76% y 702 horas de heliofanía promedio anual.

El objetivo de la investigación fue conocer la respuesta del cultivo de Rúcula (*Eruca vesicaria.*), con tres niveles de fertilización, en producción hidropónica, en la zona de Babahoyo, provincia de Los Ríos.

El trabajo realizado va dirigido a la fertilización nitrogenada donde se describieron las prácticas agro culturales que se realizan de acuerdo al sistema aplicado.

Durante el periodo de trabajo se tuvo en cuenta que en el sistema de mesa con sustrato las prácticas se realizan muy diferentes que en el suelo a pesar de tener características similares, en un medios solidos podemos encontrar materiales inertes y materiales orgánicos manteniendo las características necesarias como son: Retener la humedad, buena aireación, estabilidad física y química, químicamente inerte, libre de patógenos, buen drenaje, capilaridad adecuada, ligero y bajo coste.

Para los niveles de fertilización se usó la UREA 46% como único fertilizante en diferentes proporciones y disposiciones en dos etapas diferentes del cultivo.

Palabras clave: Rúcula, *Eruca vesicaria*, hidroponía, sólido, inertes, orgánicos y fertilización.

SUMMARY

Response of the arugula (*Eruca vesicaria*) Cultivation, with three levels of fertilization, in hydroponic production, in the Babahoyo area, Los Ríos province.

Author

César Wladimir Suárez Nieto

Tutor:

Ing. Agr. Victoria Rendón Ledesma, MSc.

The present research work was carried out in the Area of Organic Agriculture of the Experimental Farm "San Pablo", Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo. The geographical coordinates of the site are: East: 669 097.17 UTM and North: 9'801 368.24 UTM, with an altitude of 8.05 masl, humid tropical climate, annual temperature of 26.2 oC and rainfall of 1815 mm / year. It also has an annual relative humidity of 76% and 702 hours of annual average heliophany.

The objective of the research was to know the response of the arugula (*Eruca vesicaria*.) Crop, with three levels of fertilization, in hydroponic production, in the Babahoyo area, Los Ríos province.

The work carried out is aimed at nitrogen fertilization where the agro-cultural practices that are carried out according to the applied system were described.

During the work period, it was taken into account that in the table system with substrate the practices are carried out very differently than in the soil, despite having similar characteristics, in solid media we can find inert materials and organic materials maintaining the necessary characteristics such as They are: Retain moisture, good aeration, physical and chemical stability, chemically inert, free of pathogens, good drainage, adequate capillarity, light and low cost.

For the fertilization levels, the 46% UREA was used as the only fertilizer in different proportions and arrangements in two different stages of the crop.

Keywords: Arugula, *Eruca vesicaria*, hydroponics, solid, inert, organic and fertilization.

CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVOS	2
1.1.1. General.....	2
1.1.2. Especifico	2
II. Marco teórico	3
2.1. Origen y domesticación de la rúcula.....	3
2.2. Descripción botánica de la rúcula	4
2.3. Especies de Rúcula	5
2.4. Requerimientos agro-climáticos más relevantes del cultivo de rúcula.....	6
2.4.1. Temperatura.....	6
2.4.2. Humedad Relativa	7
2.4.3. Suelo	7
2.4.4. pH del suelo	7
2.4.5. Valor nutricional.....	7
2.5. Hidroponía	9
2.5.1. Concepto.....	9
2.5.2. Ventajas y desventajas de la hidroponía.....	9
2.5.3. Clasificación de la hidroponía(Bizuet García 2014)	11
2.6. Fertilización	11
2.7. Mesa con sustrato.....	12
2.7.1. Estructura.-	12
2.7.2. Sustrato.-.....	12
2.7.3. Propiedades.-	12
2.7.4. Cosecha y rendimiento.-	13

2.7.5.	Recomendaciones para el control de plagas	13
2.8.	Principales plagas y enfermedades en el cultivo hidropónico de rúcula	14
2.8.1.	Plagas.....	14
2.8.2.	Enfermedades	14
2.8.3.	Recomendaciones para el control de enfermedades	15
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1.	Ubicación y descripción del sitio experimental	16
3.2.	Material genético	16
3.3.	Factores estudiados	16
3.4.	Métodos.....	16
3.5.	Tratamientos	16
3.6.	Solución nutritiva.....	17
3.7.	Diseño experimental	17
3.7.1.	Análisis de la varianza	17
3.8.	Características del área experimental.....	17
3.9.	Manejo del ensayo	18
3.9.1.	Análisis químico del agua.....	18
3.9.2.	Preparación del sustrato.....	18
3.9.3.	Construcción de vivero.....	18
3.9.4.	Preparación de semilleros	19
3.9.5.	Construcción y forrado de contenedores	19
3.9.6.	Dosis de soluciones nutritivas que se utilizaron en los contenedores	19
3.9.7.	Riego.....	19
3.9.8.	Siembra en los contenedores	19
3.9.9.	Manejo de plagas y enfermedades.....	19
3.9.10.	Mantenimiento de la solución nutritiva en los sustratos	20
3.9.11.	Control fitosanitario	20

3.9.12.	Cosecha.....	21
3.10.	Datos evaluados.....	21
3.10.1.	Días a la germinación.....	21
3.10.2.	Porcentaje de germinación.....	21
3.10.3.	Altura de la planta.....	21
3.10.4.	Número de hojas por planta	21
3.10.5.	Longitud de la hoja	21
3.10.6.	Longitud de raíz	21
3.10.7.	Peso de la rúcula sin raíz.....	22
3.10.8.	Rendimiento (kg/1000 m ²).....	22
3.10.9.	Análisis económico.....	22
IV.	RESULTADOS	23
4.1.	Peso de planta	23
4.2.	Número de hojas	23
4.3.	Altura de planta.....	24
4.4.	Longitud de hoja.	25
4.5.	Rendimiento.....	26
4.6.	Días a Cosecha.....	26
4.7.	Análisis Económico	27
V.	DISCUSIÓN.....	29
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
	BIBLIOGRAFIA	31

I. INTRODUCCIÓN

(De et al. 2018) En su documento indica que la rúcula (*Eruca sativa*) es una planta originaria de la región mediterránea, conocida y cultivada desde tiempos antiguos. En la época de los romanos se encontraba de forma natural en márgenes de caminos y en campos de cultivo.

(Ferraris, Guillermina; Mendicino, Lorena; Otrocki, Laura; Seibane, Cecilia; Cattáneo, Mariano; Avogadro 2012) Es una planta anual, erecta, las hojas, tienen hendiduras en los márgenes con punta redondeada, son levemente carnosas y poco pubescentes. La planta tiene de 5 a 7 hojas, cuyo tamaño varía según las épocas del año, pero puede llegar a 25 cm de largo o más. Como el órgano de consumo es la hoja sin inflorescencia, la aparición de esta no es deseable.

(Cómo plantar rúcula - Agromática s. f.)La rúcula es de esas plantas resistentes que se pueden cultivar durante prácticamente todo el año. Su rusticidad es tal que aguanta bien la sombra, el sol, la humedad, el frío, el calor.

(Diego Jardinama 2017)Las Rúculas se desarrollan bien en suelos poco exigentes. Pero van a dar el máximo rendimiento en suelos ricos en materia orgánica. Prefieren los suelos calcáreos y bien drenados, para evitar el encharcamiento de las raíces. En general el rendimiento en mesas de cultivo es muy bueno. En maceta no necesitan demasiada profundidad.

(Mata Vázquez; Anguiano Aguilar; Vázquez García; Gázano Izquierdo; González Flores; Ramírez Meraz; Padrón Torres; Basanta Cornide; García Delgado; Cervantes Martínez 2010)El sustrato en hidroponía es todo aquel material distinto al suelo, el cual puede ser natural o sintético, mineral u orgánico, que se coloca en un contenedor o bancal, en forma pura o mezclado, para que permita el anclaje del sistema radicular del cultivo

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. General

Evaluar el rendimiento del cultivo de rúcula bajo técnicas de hidroponía en la zona de Babahoyo.

1.1.2. Especifico

- Valorar el comportamiento agronómico del cultivo de rúcula, mediante el sistema hidropónico con tres niveles de fertilización.
- Elegir el nivel de fertilización para el cultivo de rúcula mediante el sistema hidropónico.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos.

II. Marco teórico

2.1. Origen y domesticación de la rúcula

(Barillari et al. 2005) El cultivo de rúcula (*Eruca vesicaria* L.) está esparcido en todo el mundo y se consumen sus hojas o en brotes se caracteriza por su típico sabor picante. En la literatura antigua se la considera por varias propiedades medicinales promotoras de la salud que incluyen carotenoides, vitamina C, fibras, flavonoides y glucosinolatos (GL)

(La rúcula - Horturbà s. f.)La Rúcula es una planta originaria de la región mediterránea. Conocido desde la época de los romanos. Se encuentra de forma natural en márgenes de caminos y en campos de cultivo.

(Villatoro et al. 2011)La rúcula es un cultivo conocido desde hace siglos. Su denominación proviene del latín “uro” que significa “quemo”, debido al sabor pungente que tiene. Es importante como cultivo de hoja en diferentes países circunmediterráneos entre los que se encuentran Italia, Grecia, Turquía, Egipto y Sudán.

(Calderon de Rzedowski 2010)Es una hierba de tamaño medio (alrededor de 50 cm) con una roseta basal de hojas partidas. Tiene flores color crema con 4 pétalos y un fruto de 2-3 cm con un pico aplanado.

(MARCO ANTONIO DORADO MARTÍNEZ 2018)La rúcula presenta hojas relativamente espesas y divididas. El limbo foliar tiene coloración verde y las nervaduras son verde claras, estas hojas son similares a las hojas del rábano y nabo. En Brasil las principales variedades comerciales de rúcula son denominadas cultivadas, entretanto presentan diferencias de tipo foliar, prendimiento y resistencia a plagas insectiles y enfermedades.

Taxonomía

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Subclase: Dilleniidae
Orden: Brassicales
Familia: Brassicaceae

Tribu: Brassiceae
Género: Eruca
Especie: *Eruca vesicaria*

2.2. Descripción botánica de la rúcula

Según (Montesinos Huallpa, Silvia; Chauca Huaman, Erika; Huahuasoncco Quecaño s. f.), n su trabajo indican la siguiente descripción botánica.

Raíz.-

Posee una raíz pivotante, ramificada y gruesa; napiforme, tiene un color blanquecino, con un largo hasta de 20 cm.

Hojas.-

Inferiores de 20 cm de largo, pinnatífidos o pinnadamente lobados, algunas con el lóbulo terminal más grande, las superiores son más pequeñas y menos profundamente divididas, a veces.

Las hojas basales en roseta, de 0,20 m de largo, caracterizada por una nervadura central larga. Las superiores son sésiles. La lámina presenta lóbulos irregularmente dentados y de color verde intenso.

Haciendo una descripción de las brassicáceas a la cual pertenece este cultivo, señala, la morfología del margen del limbo pueden ser de tipo pinnatipartidas, es decir, presentan recortes que pasan de la mitad del limbo, existen también las denominadas las del tipo liradas que son lobuladas con el lóbulo terminal grande y los restantes sucesivamente más pequeño hacia la base parecidos a las hojas del nabo.

Tallo.-

Generalmente ramificado desde la base. Tiene un tallo corto, por este motivo se lo denomina Eruca.

Tallo Floral.-

El tallo floral puede alcanzar hasta los 2 m de altura, cilíndrico y veloso, aunque también hay variedades con tallo lizo de color verde y posee muchas ramificaciones. No requiere de vernalización para formarse.

Flor.-

Las flores de esta especie son hermafroditas, medianas con limbo amarillo, rosado y con venas violetas en la mayoría de las variedades.

La flor es un brote especial cuyas hojas se han transformado para la reproducción. La forma de la flor de la rúcula es cruciforme, cuatro pétalos, dispuestos en forma de cruz.

Inflorescencia.-

La inflorescencia es racimosa, alcanzando hasta los 30 cm de largo por racimo. Llegando a poseer hasta 70 flores por racimo.

Fruto.-

Los frutos de la rúcula son silicuas, de 2 a 4 cm de largo, a veces con algunos pelos, ascendentes, angostos, aplanados y terminados en pico; con un nervio medio manifiesto en las valvas, que son quilladas, el pico es aplanado, en ocasiones tan largo como el resto del fruto.

Semilla.-

La semilla de alrededor de 1.5 mm de largo, ovoide de color café amarillentas. Las semillas son de color marrón y de forma más o menos redonda.

2.3. Especies de Rúcula

Según (Luque Torrez 2013) las especies *Eruca stenocarpa* y *Eruca vesicaria* presentan las siguientes sub especies: **Eruca stenocarpa:** *Eruca sativa*. **Eruca vesicaria:** *Eruca vesicaria* subsp. *Sativa*, *Eruca orthosepala*, *Eruca longirostris* R., *Eruca sativa* subsp. *Longirostris*, *Eruca pinnatifida*, *Eruca stenocarpa*, *Eruca vesicaria* subsp. *vesicaria*, *Eruca vesicaria* subsp. *Pinnatifida*, *Eruca vesicaria* subsp. *Longirostris*

Hay varias especies englobadas dentro del grupo de las rúculas comerciales: la *Eruca sativa*, la *Diplotaxis tenuifolia* y la *Diplotaxis muralis*. Estas dos últimas, también conocidas como ‘jaramago’ de hoja más lanceolada y un sabor amargo con un toque picante de menor intensidad que el de la **rúcula** (*Eruca sativa*).

En (Rúcula | Revista de Flores, Plantas, Jardinería, Paisajismo y Medio ambiente 2018) nombra a modo de ejemplo algunas variedades de rúcula presentes en el mercado:

- **Dragon’s Tongue.** Con exclusivas venas coloradas.

- **Wildfire.** Aporta un sabor significativamente más picante que las clases estándar.
- **Selección de Tozer de Rúcula Salvaje.** Variedad más vigorosa, más uniforme y es más erguida que algunas otras variedades estándar.
- **Voyager.** Más lenta al espigado o subida a flor, tiene hojas más gruesas y de color verde Oscuro. Tiene un sabor, descrito como “dulce con un golpe picante”.
- **Rúcula Selvática Selección Enza.** Vigor de planta medio tolerante al espigado, hoja dentada de color verde oscuro, gran sabor y alto rendimiento, para recolecciones de inicio de otoño a final de primavera y apta para cultivo al aire libre e invernadero.
- **Rúcula común.** Variedad robusta de rápido crecimiento, hojas redondeadas, de color verde medio. De buen rendimiento de hoja en fresco y con un ciclo de cultivo de 4 a 6 semanas.
- **Rúcula común de hoja serrada.** Variedad de hoja lobulada de color verde medio y con sabor algo más suave. Buen rendimiento de hoja en fresco con un ciclo de cultivo de 4 a 5 semanas.
- **Wild rocket.** De crecimiento medio y desarrollo erecto. Hoja oscura de sabor intenso. Más lenta que otras variedades a espigar.
- Otras variedades existentes en el mercado son: **Bellezia, Grazia, Letizia, Prudenzia, Tanazia, Tricia,...**

2.4. Requerimientos agro-climáticos más relevantes del cultivo de rúcula

2.4.1. Temperatura

Es una especie que crece bien con temperaturas suaves, las temperaturas favorables para el desarrollo de la rúcula deben encontrarse entre los 15 a 20°C, con mínimas de 4°C y máximas de 21°C. Si el cultivo es expuesto a temperaturas por debajo de los 4°C durante un periodo prolongado, puede estimularse la emisión prematura del tallo floral. Por tanto, la mejor época de cultivo es a principios de primavera. El exceso de calor y el sol provocan un gusto excesivamente amargo. (Montesinos Huallpa, Silvia; Chauca Huaman, Erika; Huahuasoncco Quecaño s. f.)

2.4.2. Humedad Relativa

(Tapia y Pérez 2016) Debido a que la zona radicular es reducido a diferencia con la parte aérea, por lo que es muy sensible a la falta de humedad y soporta mal un periodo de sequía, aunque éste sea muy breve. La humedad relativa conveniente es del 60 al 80%, aunque en ciertas épocas el 60% es necesario.

2.4.3. Suelo

(Maroto Borrego 2002), indica que puede cultivarse prácticamente en cualquier terreno, pero se obtienen mejores rendimientos en suelos de textura media (franco-arenosos a areno-arcillosos); ricos en materia orgánica y ligeramente ácidos a neutro.

2.4.4. pH del suelo

(Luque Torrez 2013) Para un rendimiento óptimo de la rúcula, el pH del suelo debe estar entre 5,5 – 6,5. Los valores de 5,5 corresponde a suelos medianamente ácidos, 6,5 corresponde a suelos ligeramente ácidos.

2.4.5. Valor nutricional

De acuerdo con la Base de Datos de Nutrientes de Estados Unidos, la USDA, **unos 40 gramos de rúcula tienen aproximadamente 10 calorías** con: 1 gramo de proteína, 0,3 gramos de grasa y 1.5 gramos de carbohidratos (incluyendo 0,6 gramos de fibra y 0,8 gramos de azúcar). Así, tomar 40 gramos de rúcula al día nos proporcionará el 20% de la vitamina A, más del 50% de la vitamina K y el 8% de vitamina C, ácido fólico y calcio que necesitamos en un día (Romero 2020)

En cambio (Yazio s. f.), indica que cada 100 gramos de rúcula presenta los siguientes nutrientes:

Iniciando por las grasas con 0,7g. (Saturadas, monoinsaturadas y poliinsaturadas), carbohidratos 3,6g. (Azúcares), proteínas, 2,6g., agua 91,7g.; también aporta con vitaminas como la vitamina B3 0,3 mg, vitamina B5 0,4 mg, vitamina C 15,0 mg, vitamina E 0,4 mg, vitamina K 0,1 mg. y con ciertos minerales como Calcio 160,0 mg, Hierro 1,5 mg, Magnesio 47,0 mg, Manganeso 0,3 mg, Fósforo 52,0 mg, Potasio 369,0 mg, Cinc 0,5 mg

Según (MERCOOP s. f.), la rúcula también tiene propiedades increíbles como:

En la lucha contra el cáncer:

- Algunas verduras, como la rúcula, contienen una sustancia llamada glucosinato, muy efectiva en la lucha contra determinados tipos de cáncer (cáncer de páncreas, cáncer de mama, cáncer colorrectal).
- Importante su contenido en vitamina A, que unido a los flavonoides evitan otros tipos de cáncer (cáncer de pulmón, cáncer bucal y cáncer de piel).
- La clorofila que contiene evita que el hígado se vea dañado por sustancias cancerígenas.

En la lucha contra el envejecimiento:

- Posee un gran poder desintoxicante, al igual que otras verduras como repollo y el brócoli.
- Por su alto contenido en ácido fólico y vitamina B, evita que el cerebro envejezca prematuramente y también evita inflamaciones repetitivas.

Buena para nuestra salud en general:

- Contiene vitamina K que ayuda a evitar enfermedades cardiovasculares y favorece que nuestro organismo asimile el calcio que tiene la rúcula. Son obvios los beneficios del calcio para los huesos.
- Ayuda a una mejor digestión y nos da la impresión de estar llenos, pero con una ingesta de calorías muy baja. Definitivamente, es una hortaliza a tener en cuenta si quieres perder unos kilos.
- Mejora nuestra resistencia a enfermedades, fortaleciendo nuestro sistema inmunitario gracias a la vitamina C.
- Contiene algunos minerales básicos para el funcionamiento de nuestro organismo (potasio, fósforo y manganeso).
- Baja el nivel de colesterol negativo en sangre y ayuda a regular el nivel de azúcar, evitando así enfermedades como la diabetes.
- Favorable para nuestra vista por su contenido en carotenoides que evitan las cataratas.

2.5. Hidroponía

2.5.1. Concepto

(Gilsanz 2007)El vocablo hidroponía proviene de dos palabras griegas HYDRO que significa agua y PONOS que significa trabajo. Se concibe a la hidroponía como una serie de sistemas de producción en donde los nutrientes llegan a la planta a través del agua, son aplicados en forma artificial y el suelo no participa en la nutrición.

(Birgi y Haro 2018)La hidroponía o cultivo sin suelo es una técnica cuya importancia reside en su alta producción por metro cuadrado, gran eficiencia en el uso de agua y una multiplicidad de cultivos compatibles que brindan a los productores de zonas áridas y semiáridas una oportunidad interesante de producción.

La hidroponía es parte de los sistemas de producción llamados Cultivos sin Suelo. En estos sistemas el medio de crecimiento de la planta está constituido por sustancias de diverso origen, orgánico o inorgánico, inertes o no inertes es decir con tasa variable de aportes a la nutrición mineral de las plantas. Podemos ir desde sustancias como gel, perlita, vermiculita o lana de roca, materiales que son consideradas propiamente inertes y donde la nutrición de la planta es estrictamente externa, a medios orgánicos realizados con mezclas que incluyen turbas o materiales orgánicos como corteza de árboles picada, cáscara de arroz etc.(Gilsanz 2007).

2.5.2. Ventajas y desventajas de la hidroponía

Según (Araceli y Aquino 2014), la hidroponía presenta gran cantidad de ventajas en comparación a sus desventajas, enumerándolas a continuación:

Ventajas:

- No depende de fenómenos meteorológicos.
- Permite cultivar la misma especie ciclo tras ciclo.
- Rinde varias cosechas al año.
- Presenta buen drenaje.
- Mantiene el equilibrio entre aire, agua y nutrimentos.
- Mantiene la humedad uniforme y controlada.
- Ahorra en el consumo de agua.
- Facilita el control de pH.

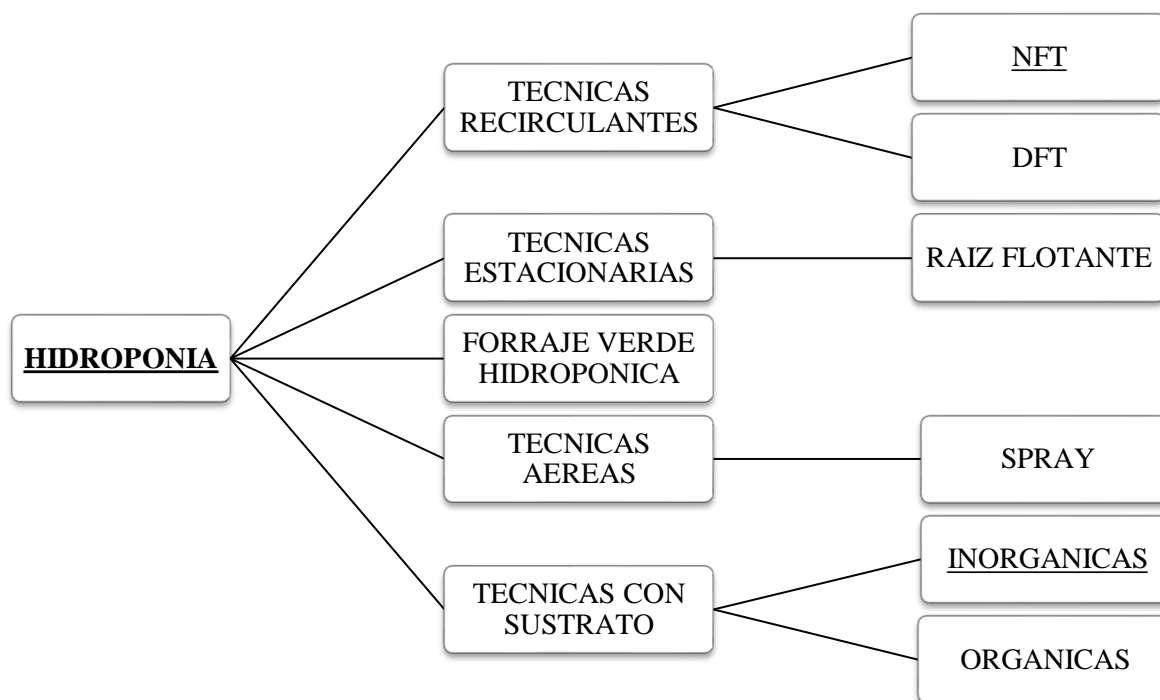
- Permite corregir deficiencias y excesos de fertilizante.
- Admite mayor densidad de población.
- Logra productos de mayor calidad.
- Acorta el tiempo para la cosecha.
- Reduce los costos de producción.
- Facilita la limpieza e higiene de las instalaciones.
- No requiere mano de obra calificada.
- Reduce la contaminación del ambiente y los riesgos de erosión.
- Elimina el gasto de maquinaria agrícola.
- Recupera la inversión con rapidez.
- Rinde más por unidad de superficie.

Desventajas:

(Araceli y Aquino 2014) También indica las desventajas que presenta la hidroponía:

- En cultivos comerciales, precisa tener conocimientos acerca de las especies que se siembran y de química inorgánica.
- Inversión inicial relativamente alta.
- Requiere mantenimiento y cuidado de las instalaciones, solución nutritiva, materiales, etcétera.

2.5.3. Clasificación de la hidroponía(Bizuet García 2014)



2.6. Fertilización

La solución nutritiva es el elemento más delicado y más importante dentro de los sistemas hidropónicos, el buen resultado depende en gran parte de las características químicas de la solución nutritiva, las cuales están encaminadas a satisfacer plenamente las exigencias de la planta. Ésta debe contener los nutrientes esenciales para lograr un buen desarrollo del cultivo y su composición dependerá de la especie, variedad, estado de desarrollo y parte aprovechada de la planta(Arcos 2011).

El nitrógeno (N) es el nutriente con mayor impacto sobre el rendimiento y la calidad de los cultivos hortícolas en general. Es extremadamente dinámico en el suelo y sufre cambios que incluyen procesos de pérdidas, ganancias y transformaciones. Se recomienda fertilizar el cultivo con 100 y 200 kg ha⁻¹ de N disponible en la zona radical y la cantidad de N disponible para la planta depende directamente del manejo del agua en distintos sistemas de riego. Cuando ésta es insuficiente la absorción del nitrógeno y los rendimientos disminuyen marcadamente y si es excesiva provoca lavado y pérdida de nitrógeno (Aruani et al. 2008).

Para la mayoría de los cultivos, el nitrógeno es el principal factor limitante de los rendimientos, el cual es absorbido mayormente como nitratos o amonio. El nitrógeno absorbido representa entre 1,5 a 5% del peso fresco. El 50% forma parte de compuestos

de elevado peso molecular como proteínas y ácidos nucleicos, mientras que el otro 50% se presenta como compuestos inorgánicos, nitratos y amonio (Tomás Ollúa et al. 2016).

2.7. Mesa con sustrato

2.7.1. Estructura.-

Los tipos de recipientes y contenedores que se pueden usar o construir deben estar de acuerdo con el espacio disponible, las posibilidades técnicas y económicas y las necesidades y aspiraciones de progreso y desarrollo del grupo familiar. (Marulanda 2003)

(Yance Muños 2012) Usó contenedores de madera con un área de 1 m² por 0.20 m de altura, en los cuales se utilizó un plástico negro en su interior para impermeabilizarlos. Dentro de cada contenedor fue depositado 100 m³ de sustrato.

2.7.2. Sustrato.-

(Valenzuela et al. 2014) indica que sustrato es cualquier medio que se utilice para cultivar plantas en contenedores. Un sustrato es un sistema conformado por tres fases: sólida, líquida y gaseosa.

(Leskovar) El medio o la mezcla deben proveer un ambiente favorable para el desarrollo radicular y crecimiento vegetativo. Principalmente el sustrato sirve de: fuente de nutrientes, retención y disponibilidad de agua, eficiente intercambio de gases y dar soporte a la planta.

2.7.3. Propiedades.-

Los sustratos deben tener gran resistencia al desgaste o a la meteorización y no deben tener sustancias minerales solubles, ni ninguna forma viva de macro o micro organismo, para disminuir el riesgo de propagar enfermedades o causar daño a las plantas, a las personas o a los animales que las van a consumir (Marulanda 2003).

Según (Otero 2019) las principales características de lo que sería el sustrato ideal son:

- Retener la humedad
- Buena aireación
- Estabilidad física y química
- Químicamente inerte
- Libre de patógenos
- Buen drenaje
- Capilaridad adecuada
- Ligero

- Bajo coste

2.7.4. Cosecha y rendimiento.-

La cosecha puede ser por extracción de la planta con raíz o por cortes al ras del suelo. Se cosecha cuando la hoja es aún joven. El rendimiento es de 7500 a 28000 kg.ha-1, que puede variar según la época del año, el número de cortes, tamaño de hoja a cosecha, la variedad y la densidad de plantas (Ferraris, Guillermina; Mendicino, Lorena; Otrrocki, Laura; Seibane, Cecilia; Cattáneo, Mariano; Avogadro 2012).

2.7.5. Recomendaciones para el control de plagas

(Marulanda 2003), describe algunas recomendaciones a tomar en cuenta:

Revisar diariamente la huerta:

Un chequeo permanente disminuirá de manera considerada el número de insectos presentes, ya que la reducción constante que hacemos en sus diferentes estadios permitirá romper el ciclo vital de las plagas.

Colocar banderas de plástico de color amarillo intenso:

Mismas que deben ir impregnadas con aceite de auto. El color amarillo les resultan muy atractivos los insectos que, al posarse sobre la lámina plástica, se quedan pegados.

Presencia de insectos benéficos:

Además de los insectos perjudiciales, existen otros que no causan daño, sino que se aprovechan de ovoposiciones, larvas pequeñas y a veces hasta de los adultos de los insectos plagas. A estos debemos protegerlos, pues son valiosos aliados.

Manejo de plagas y enfermedades

(Yance Muños 2012)Recomienda hacer aplicaciones semanales de fago-repelentes elaborados en forma manual con plantas con propiedades biocidas (ají, neem, ajo). Todo esto, siempre en prevención de las plagas y enfermedades.

Jugo repelente con ajo y cebolla.

En una poma de 4 litros se colocó ajo y/o cebolla macerado con el agua y se dejó fermentar por 8 días y luego se cernió.

La dosis que se utilizó fue de 300 cc por bombada de 20 litro.

Jugo-repelente de hojas de neem.

De igual manera en un recipiente de dos litros se agregó 1.5 kg de hojas más agua y se dejó fermentar por 15 días y luego se cernió.

La dosis que se utilizó fue de 500 cc por bombada de 20 litro

Semillas de neem.

Se hirvió los 2 litros de agua y se colocó 100 g de semillas previamente molidas por un lapso de 2 minutos, luego se retiró del fuego y se dejó por 24 horas y se cernió.

La dosis que se utilizó fue de 150 cc por bombada de 20 litro

2.8. Principales plagas y enfermedades en el cultivo hidropónico de rúcula

A pesar del sabor picante característico de la rúcula también se presentan plagas en sus cultivos que afectan la producción(LA RÚCULA - Edible Plantelia s. f.)

2.8.1. Plagas

Caracoles y babosas: Producen daños en las hojas, especial atención tras el transplante ya que pueden acabar con la planta.

Insectos devoradores de hojas y frutos: La polilla de las crucíferas (*Plutella xylostella*) se reconoce por el efecto de cribado sobre las hojas. La mariposa de la col (*Pieris brassicae*), el Noctuido de la col (*Mamestra brassicae*) y la Rosquilla Negra (*Spodoptera* sp.) producen larvas que devoran las hojas.

Insectos minadores de hojas: *Lyriomiza* sp. Pequeña oruga que crea galerías en las hojas entre las dos epidermis.

Pulgón: Insecto con aspecto de rombo que succiona savia de la planta.

Insectos de suelo: Los Gusanos grises (*Agrotis* sp) devoran la base del tallo de la planta recién transplantadas.

2.8.2. Enfermedades

Hongos de suelo: *Rhizoctonia solani* y *Pythium* producen el pudrimiento de la raíz. El Pie negro de las coles (*Phoma solani*) provoca podredumbre de cuello.

Mildiu: *Peronospora brassicae*. Se inicia con unas manchas amarillentas en las hojas que se extienden y que finalmente produce el amarronamiento y la sequedad de las zonas afectadas.

Roya blanca de las crucíferas: *Puccinia porri*. Produce puntitos que desprenden un polvo blanco.

Virus: Producen brotes jóvenes amarillentos, deformados y pequeños, además de coloraciones extrañas en las hojas.

2.8.3. Recomendaciones para el control de enfermedades

Según (Rojas Parra 2010) son necesarias ciertas recomendaciones para llevar un control sobre todo preventivo de enfermedades dentro de nuestro cultivo:

- Utilización de semillas comerciales desinfectadas.
- Desinfectar al área destinada para el almacigo y las bandejas donde se realiza el semillero.
- Aplicaciones semanales de azufre.
- Aireación de los cultivos.
- Riego adecuado.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del sitio experimental

El presente trabajo experimental, se realizó en el Área de Agricultura Orgánica de la Granja Experimental "San Pablo", Facultad de Ciencias de Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo; la misma que se encuentra ubicada en el km 7,5 vía Babahoyo - Montalvo, Cantón Babahoyo, Provincia de los Ríos.

Las coordenadas geográficas del sitio expresadas en UTM son: Este: 669 097,17 UTM y al Norte: 9'801 368,24 UTM, con altitud de 8,05 msnm. En cuanto a las características climatológicas de la zona, presenta un clima tropical húmedo con temperatura anual de 26,2 °C, precipitación de 1815 mm/año, humedad relativa anual del 76% y 702 horas de heliofanía promedio anual. El suelo posee topografía plana, textura franco-arcillosa y drenaje regular.

3.2. Material genético

Se utilizó como material de siembra, semillas certificadas de rúcula, *Eruca vesicaria sub.*

3.3. Factores estudiados

Variable independiente: Solución nutritiva.

Variable dependiente: Comportamiento agronómico de cultivares de rúcula.

3.4. Métodos

Se aplicaron los métodos: Inductivo – deductivo, deductivo – inductivo y experimental.

3.5. Tratamientos

Se utilizaron siete tratamientos, cada tratamiento tenía un mismo sustrato de arena con diferentes dosis de solución nitrogenada, las mismas que se muestran expresadas en el siguiente cuadro

Tabla 1: Cultivares utilizados y uso de la solución nutritiva

Tratamientos	
T 1	Bajo granulado
T 2	Medio granulado
T 3	Alto granulado
T 4	Granulado y disuelto
T 5	Alto disuelto
T 6	Medio disuelto
T 7	Bajo disuelto

3.6. Solución nutritiva

Se empleó Urea 46% como fuente nitrogenada en dosis alta, media, baja en granulado y disuelta.

3.7. Diseño experimental

Se empleó el diseño experimental “Bloques Completos al Azar”, con 6 tratamientos y 3 repeticiones.

3.7.1. Análisis de la varianza

El análisis de varianza se desarrolló bajo el siguiente esquema:

Tabla 2: Análisis de varianza (ANDEVA)

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	6
Repetición	3
Error experimental	12
Total	20

3.8. Características del área experimental

Número de repeticiones: 3

Número de tratamientos: 6

Número de contenedores o cajones: 18

Dimensiones de cada contenedor:

Largo: 1 m

Ancho: 1 m

Superficie de cada contenedor: 1 m²

Alto del contenedor: 20 cm

Altura del suelo al contenedor: 80 cm

Trasplante de plantas al contenedor:

Distancia entre planta: 25 cm

Distancia entre hilera: 25 cm

Número de plantas por contenedor: 16 plantas

Superficie del área experimental:

Ancho: 6 m

Largo: 8 m

Superficie del área experimental: 48 m²

3.9. Manejo del ensayo

El ensayo se realizó en condiciones de vivero y se llevó a cabo las labores que generalmente se efectúan en un sistema hidropónico.

3.9.1. Análisis químico del agua

Se tomó una muestra homogénea del agua con la que se trabajó, y se la llevó a un laboratorio.

3.9.2. Preparación del sustrato

La preparación del sustrato consistió en lavar este material cinco veces en recipientes grandes, para eliminar toda clase de impureza y aquellas partículas pequeñas que flotan.

3.9.3. Construcción de vivero

Se construyó un vivero semicerrado, con cubierta de plástico de vivero transparente calibre 8 y protección de rayos UV, alteren la concentración de la solución recomendada

por la FAO de los cajones. Las bases de la estructura fueron establecidas con caña guadua que fueron rodeadas por 5 filas de alambre.

3.9.4. Preparación de semilleros

Se lo realizó en bandejas germinadoras, para el cual se utilizó como sustrato turba y ahí las plántulas permanecieron en el semillero hasta que alcanzaron tres hojas verdaderas para luego ser transportadas.

3.9.5. Construcción y forrado de contenedores

Se elaboró 18 contenedores a base de tablonces de madera, con dimensiones de 1 m de largo, 1 m de ancho y una altura de 20 cm. Además, la parte interior de cada contenedor, se forró de plástico negro, se aseguró los bordes sobrantes del plástico. El espacio que existió entre contenedores fue de 1 m de separación entre ellos y entre hileras también fue 1 m.

3.9.6. Dosis de soluciones nutritivas que se utilizaron en los contenedores

La Urea 46% N, se aplicó en dos fracciones: un 50% en el momento del trasplante en sus siete niveles: Alto (72.5 kg/ha), Medio (58,0 kg/ha), bajo (43.5 kg/ha) granulado y disuelto, y el restante 30 días después, en sus siete niveles. La fertilización fue localizada es decir por planta.

3.9.7. Riego

El riego fue periódico, tratando de no encharcar el sustrato para evitar la aparición de hongos. Manteniendo húmedo el subsuelo.

3.9.8. Siembra en los contenedores

Se realizó una siembra por trasplante trasladando desde el semillero hasta los contenedores, cuidando siempre de no maltratar las raíces de la planta y que entren en contacto con el sustrato.

3.9.9. Manejo de plagas y enfermedades

Se realizaron aplicaciones semanales de fago-repelentes elaborados en forma manual con plantas con propiedades biocidas (ají, neem, ajo). Todo esto, siempre en prevención de las plagas y enfermedades.

Jugo repelente con ajo y cebolla.

En una poma de 4 litros se colocó ajo y/o cebolla macerado con el agua y se dejó fermentar por 8 días y luego se cernió.

La dosis que se utilizó fue de 300 cc por bombada de 20 litro.

Jugo-repelente de hojas de neem.

De igual manera en un recipiente de dos litros se agregó 1.5 kg de hojas más agua y se dejó fermentar por 15 días y luego se cernió.

La dosis que se utilizó fue de 500 cc por bombada de 20 litro

Semillas de neem.

Se hirvió los 2 litros de agua y se colocó 100 g de semillas previamente molidas por un lapso de 2 minutos, luego se retiró del fuego y se dejó por 24 horas y se cernió.

La dosis que se utilizó fue de 150 cc por bombada de 20 litro

3.9.10. Mantenimiento de la solución nutritiva en los sustratos

El mantenimiento de la solución nutritiva consistió en airear el sustrato cuatro veces por semana, para lo cual se procedió a remover en forma manual la superficie del sustrato, incorporando aire al medio, para que las raíces puedan absorber el oxígeno

3.9.11. Control fitosanitario

Se realizó mediante fumigación a nivel foliar, por la presencia del gusano defoliador plusia (*Autographa gamma*).

- El control de insectos plaga se ejecutó mediante el uso de un insecticida con modo de acción traslaminar de formulación concentrado emulsionable (EC) y composición química a base de: Abamectin y lambda-cyhalothrin. Dosis de fumigación: 0,50 ml por litro de agua de 2 veces en el mes, a partir de la primera semana después del trasplante (ddt)¹.

- No existió la presencia de enfermedades;

¹ Lamectin Gold (Dosis recomendada de aplicación). Ficha técnica. Obtenido de: <http://nederagro.com/wp-content/uploads/2020/02/Lamectin-gold.pdf>

Para la fumigación tanto del insecticida y del caldo bordeles, se utilizó atomizadores plásticos pequeños.

3.9.12. Cosecha

La recolección del fruto se la realizó de forma manual cuando estos alcanzaron su madurez fisiológica y haber estado acta para el consumo.

3.10. Datos evaluados

3.10.1. Días a la germinación

Se contaron los días transcurridos desde la siembra de cada variedad, hasta cuando aparecieron las hojas falsas del 50% de las semillas que se pusieron a germinar. Los valores se expresaron en cantidad de número de días.

3.10.2. Porcentaje de germinación

Se determinó el porcentaje de germinación mediante el conteo de las semillas germinadas en comparación con las semillas colocadas en los semilleros.

3.10.3. Altura de la planta

Se midió la altura de la planta a los 15 y 30 después del trasplante, con ayuda de una regla desde la base de la misma, hasta la hoja más sobresaliente en forma longitudinal. Para esta variable se escogieron 5 plantas al azar de cada contenedor, los valores fueron expresados en centímetros.

3.10.4. Número de hojas por planta

En el momento de la cosecha de cada variedad (30 ddt), se contó el número de hojas de las 8 plantas que fueron escogidas al azar en un principio. Los valores fueron expresados en cantidad de número de hojas.

3.10.5. Longitud de la hoja

En el momento de la cosecha (30 ddt), se midió la longitud de una sola hoja de las mismas plantas escogidas al azar. La hoja evaluada fue tomada desde la parte media de la planta y se calculó su longitud, desde la parte basal de la hoja hasta el ápice. Los valores se expresaron en centímetros.

3.10.6. Longitud de raíz

En el momento de la cosecha de cada variedad (30 ddt), se evaluó la longitud de las raíces de las plantas seleccionadas al azar en un principio. Se realizó la medición desde el cuello de la raíz hasta la cofia. Los valores fueron expresados en centímetros.

3.10.7. Peso de la rúcula sin raíz

En el momento de la cosecha de cada variedad (30 ddt), se procedió a pesar las plantas seleccionadas al azar en un principio en fresco y sin raíces, utilizando una balanza de presión digital. Los valores fueron expresados en gramos.

3.10.8. Rendimiento (kg/1000 m²)

Con el peso obtenido de la rúcula en fresco y sin raíces de las plantas mencionadas de cada contenedor, se procedió a calcular el rendimiento, realizando reglas de tres, donde se tomó como base el peso de las rúculas en un metro. Los resultados fueron expresados en kg/1000 m².

3.10.9. Análisis económico

El análisis económico se llevó a cabo en función del rendimiento y costos de producción con el propósito de conocer la utilidad neta. Después se obtuvo la relación beneficio/costo y finalmente se mostró el mejor tratamiento en términos económicos.

La fórmula utilizada para obtener la utilidad neta fue:

$$\text{Utilidad Neta} = \text{Todos los Ingresos} - \text{Todos los gastos y costos}^2$$

La fórmula utilizada para conocer el índice beneficio/costo (B/C):

$$\text{B/C} = \frac{\text{Ingresos totales netos o beneficios netos}}{\text{Costos de inversión o costos totales}^3}$$

- Un B/C mayor que 1 significa que el proyecto es rentable.
- Un B/C igual o menor que 1 significa que el proyecto no es rentable.

² Chacón, N. (2015). Herramientas financieras para tu negocio. ¿Cómo calcular la utilidad neta?. Obtenido de: <https://www.gerenciaretail.com/2015/05/15/como-calculo-la-utilidad-neta/>

³ Arturo, K. (2019). Crece Negocios. ¿Qué es el análisis costo-beneficio?. Obtenido de: <https://www.crecenegocios.com/analisis-costo-beneficio/>

IV. RESULTADOS

4.1. Peso de planta

En el Cuadro 1, se observa que el mayor promedio de peso de planta se obtuvo con el tratamiento 6 (Disuelto Medio 58,0kg/ha) con un valor de 92.23 g, el cual fue superior estadísticamente al resto de tratamientos. El menor valor se obtuvo con el tratamiento 4 (Granulado y disuelto) con un promedio de 3.07 g, igual estadísticamente a los tratamientos 5 (Disuelto Bajo 43,5 kg/ha) con 5.1 g y el tratamiento 7 (Disuelto Alto 72,5kg/ha) con 7.83 g. Se presentó una media de 36.55 g con un coeficiente de variación de 4.73 %.

Cuadro 1: Promedio de peso de plantas en el establecimiento del cultivo de Rúcula (*Eruca vesicaria.*), con tres niveles de fertilización, en producción hidropónica, en la zona de Babahoyo, provincia de Los Ríos.

Tratamientos kg/ha		Peso de planta (g)	
T1.	Granulado Bajo 43,5	33.07	d
T2.	Granulado Medio 58,0	53.53	c
T3.	Granulado Alto 72,5	61	b
T 4.	Granulado y disuelto	3.07	e
T 5.	Disuelto Bajo 43,5	5.1	a
T 6.	Disuelto Medio 58,0	92.23	
T7.	Disuelto Alto 72,5	7.83	e
Media		36.55	
C.V %		4.73	

4.2. Número de hojas

Como se puede apreciar en el Cuadro 2, el mayor promedio de número de hojas se dio con el tratamiento 6 (Disuelto Medio 58,0kg/ha) con 16.47, igual estadísticamente al tratamiento 3 (Granulado Alto 72,5kg/ha) con 15.7, pero diferente significativamente al resto de tratamientos. El coeficiente de variación fue de 5.98 %.

Cuadro 2: Promedio de número de hojas en el establecimiento del cultivo de Rúcula (*Eruca vesicaria.*), con tres niveles de fertilización, en producción hidropónica, en la zona de Babahoyo, provincia de Los Ríos.

	Tratamientos kg/ha	Número de hojas
T1	Granulado Bajo 43,5	11.93 B
T2	Granulado Medio 58,0	12.53 b
T3	Granulado Alto 72,5	15.7 a
T4	Granulado y disuelto	6.86 c
T5	Disuelto Bajo 43,5	6.66 c
T6	Disuelto Medio 58,0	16.47 a
T7	Disuelto Alto 72,5	7.4 c
	Media	11.08
	C.V %	5.98

4.3. Altura de planta

En la variable altura de planta difiere estadísticamente el tratamiento 6 (Disuelto Medio 58,0kg/ha) con una altura promedio de 25.9 cm, diferente estadísticamente a los demás tratamientos. La menor altura promedio se dio en el tratamiento 4 (Granulado y disuelto) con un valor promedio de 4.23 cm de altura. La media fue de 12.48 cm de altura y el coeficiente de variación de 6.08 %. (Cuadro 3).

Los tratamientos T2 (Granulado Medio 58,0kg/ha) y T3 (Granulado Alto 72,5kg/ha) respectivamente fueron estadísticamente iguales con altura de 15,97 y 15.93 cm en su orden, pero diferentes al T6 (Disuelto Medio 58,0kg/ha) que tuvo una medio de 25,9 cm.

Cuadro 3: Promedio de altura de plantas en el establecimiento del cultivo de Rúcula (*Eruca vesicaria.*), con tres niveles de fertilización, en producción hidropónica, en la zona de Babahoyo, provincia de Los Ríos.

Tratamientos kg/ha		Altura de planta (cm)
T1	Granulado Bajo 43,5	13.3 c
T2	Granulado Medio 58,0	15.97 bc
T3	Granulado Alto 72,5	15.93 b
T4	Granulado y disuelto	4.23 e
T5	Disuelto Bajo 43,5	5.2 e
T6	Disuelto Medio 58,0	25.9 a
T7	Disuelto Alto 72,5	7.7 d
Media		12.48
C.V %		6.08

4.4. Longitud de hoja.

En el Cuadro 4 se observa los promedios de longitud de hoja, siendo el tratamiento 6 (Disuelto Medio 58,0kg/ha) el que presentó el mayor promedio con 21.63 cm de longitud, diferente estadísticamente a los tratamientos T2; T3; T1; T7 y T5 que presentaron valores promedio de 16.9; 16.33; 13.87; 9.2 y 7.53 cm en su orden. Se presentó un coeficiente de variación de 4.84 %.

Cuadro 4: Promedio de longitud de hoja en el establecimiento del cultivo de Rúcula (*Eruca vesicaria.*), con tres niveles de fertilización, en producción hidropónica, en la zona de Babahoyo, provincia de Los Ríos.

Tratamientos kg/ha		Longitud de hoja (cm)
T1	Granulado Bajo 43,5	13.87 c
T2	Granulado Medio 58,0	16.9 b
T3	Granulado Alto 72,5	16.33 b
T4	Granulado y disuelto	5.17 e
T5	Disuelto Bajo 43,5	7.53 d
T6	Disuelto Medio 58,0	21.63 a
T7	Disuelto Alto 72,5	9.2 d
Media		12.95
C.V %		4.84

4.5. Rendimiento

En lo que respecta al rendimiento difiere estadísticamente el tratamiento 6 (Disuelto Medio 58,0kg/ha) con un promedio de 15096.67 kg/ha, seguido por el tratamiento 3 (Granulado Alto 72,5kg/ha) con un valor promedio de 9784.67 kg/ha. Los menores rendimientos se obtuvieron con los tratamientos T4 (Granulado y disuelto) con 480.67 kg/ha y T5 (Disuelto Bajo 43,5kg/ha) con 825 kg/ha ambos similares estadísticamente. El promedio para esta variable fue de 5934.05 kg/ha con un coeficiente de variación fue de 4.02 %.

Cuadro 5: Promedio de rendimiento en el establecimiento del cultivo de Rúcula (*Eruca vesicaria.*), con tres niveles de fertilización, en producción hidropónica, en la zona de Babahoyo, provincia de Los Ríos.

	Tratamientos kg/ha	Rendimiento (kg/ha)
T1	Granulado Bajo 43,5	5480.67 d
T2	Granulado Medio 58,0	8557.33 c
T3	Granulado Alto 72,5	9784.67 b
T4	Granulado y disuelto	480.67 f
T5	Disuelto Bajo 43,5	825 ef
T6	Disuelto Medio 58,0	15096.67 a
T7	Disuelto Alto 72,5	1313.33 e
	Media	5934.05
	C.V %	4.02

4.6. Días a Cosecha

El Cuadro 6 registra los valores promedios de días a cosecha, siendo el tratamiento 6 (Muy bajo 36,25 kg/ha) con 38.33 días el que obtuvo el mayor valor, igual significativamente a T4 (Muy alto 79,72kg/ha), T3 (Alto 72,5 kg/ha) y T7 (Medio bajo 50,75kg/ha) con promedios de 36.8; 36.33 y 36 días respectivamente. El menor valor se dio en el tratamiento 1 (Bajo 43,5) con 32.33 días a cosecha. La media fue de 35.40 días a cosecha y el coeficiente de variación de 2.67 %.

Cuadro 6: Promedio de días a cosecha en el establecimiento del cultivo de Rúcula (*Eruca vesicaria.*), con tres niveles de fertilización, en producción hidropónica, en la zona de Babahoyo, provincia de Los Ríos.

	Tratamientos kg/ha	Días a cosecha (días)
T1	Granulado Bajo 43,5	32.33 d
T2	Granulado Medio 58,0	33.67 cd
T3	Granulado Alto 72,5	36.33 abc
T4	Granulado y disuelto	36.8 ab
T5	Disuelto Bajo 43,5	34.33 bcd
T6	Disuelto Medio 58,0	38.33 a
T7	Disuelto Alto 72,5	36 abc
	Media	35.40
	C.V %	2.67

4.7. Análisis Económico

El kilogramo de rúcula al momento de la cosecha se cotizó a \$ 3.50, lo cual sirvió para calcular el análisis de presupuesto del cultivo.

En el Cuadro 7 se observa los costos fijos (\$ 3126.68) y costos variables para cada uno de los tratamientos T1: (\$ 1846.20), T2 (\$2293.63), T3 (\$2786.00), T4 (\$1900.71), T5 (\$2320.08), T6 (\$4000.51) y T7 (\$2740.40).

El tratamiento seis (Disuelto Medio 58,0) fue el que obtuvo el mayor rendimiento ajustado con 14341.84 kg/ha y que presentó el mayor beneficio bruto con \$ 50196.44. Los tratamientos T4, T5 y T7 no presentaron beneficios económicos, más bien resultaron tratamientos a pérdida.

En definitiva el tratamiento 6 presentó el mayor beneficio neto con \$ 43069.25

Cuadro 7: Análisis económico en función al costo de producción en el establecimiento del cultivo de Rúcula (*Eruca vesicaria.*), con tres niveles de fertilización, en producción hidropónica, en la zona de Babahoyo, provincia de Los Ríos.

Tratamiento		Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento (kg/ha) ajustado al 5 %	Valor de la producción \$	Costo de Producción \$		Costo total tratamiento \$	Beneficio neto \$
					Costo variable	Costo fijo		
T1	Granulado Bajo 43,5 kg/ha	5480.67	5206.64	18223.24	1846.20	3126.68	4972.88	13250.36
T2	Granulado Medio 58,0 kg/ha	8557.33	8129.46	28453.11	2293.63	3126.68	5420.31	23032.80
T3	Granulado Alto 72,5 kg/ha	9784.67	9295.44	32534.04	2786.00	3126.68	5912.68	26621.36
T4	Granulado y disuelto kg/ha	480.67	456.64	1598.24	1900.71	3126.68	5021.39	0000
T5	Disuelto Bajo 43,5 kg/ha	825	783.75	2743.13	2320.08	3126.68	5446.76	0000
T6	Disuelto Medio 58,0 kg/ha	15096.67	14341.84	50196.44	4000.51	3126.68	7127.19	43069.25
T7	Disuelto Alto 72,5 kg/ha	1313.33	1247.66	4366.81	2740.40	3126.68	5867.08	0000

Valor del kilogramo de rúcula: \$3.50

V. DISCUSIÓN

En el presente trabajo se presentó significancia estadística en todas las combinaciones. En peso de planta, se presentó significancia estadística sobresaliendo el T6 (Disuelto Medio 58,0) con 92.23 g, los tratamientos T4 (Granulado y disuelto); T5 (Disuelto Bajo 43,5); T7 (Disuelto Alto 72,5) obtuvieron los menores valores con 3.07; 5.1 y 7.83 g en su orden; probablemente esto se dio debido a la disolución del fertilizante.

En las variables altura de planta, longitud de hoja y rendimiento se observó que las que obtuvieron un menor desarrollo fueron los tratamientos T4; T5 y T7 debido a que el fertilizante fue Granulado y disuelto, Disuelto Bajo 43,5 Kg/ha y Disuelto Alto 72,5kg/ha en su orden.

En lo que respecta al análisis económico se apreció una rentabilidad alta con el testigo T6 (Disuelto Medio 58,0kg/ha), esta dosis es más asimilable para el cultivo.

En este caso en la Universidad Técnica de Babahoyo, permite producir vegetales “sin tierra “ y en escaso “espacio físico”, se realiza en recipientes con agua o en sustratos naturales (arena, cascarilla de arroz, piedra pómez, entre otros.) y usar materiales reciclados para construir los contenedores, volviendo útiles por ejemplo, maderas y envases descartables.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo al presente trabajo de investigación se concluye:

- El mayor rendimiento de la rúcula se obtuvo con la fertilización de urea al 46% en estado disuelto en proporción media de 58,0kg/ha
- Los comportamientos agronómicos aceptables de las plantas se dieron en las mezclas granuladas.
- El cultivo de rúcula hidropónica es económicamente rentable eligiendo la forma de disposición del fertilizante y su proporción.
- La utilización combinada de la forma de disposición del fertilizante no es apropiado para el cultivo de rúcula hidropónica.

Se recomienda lo siguiente:

- En futuras investigaciones incluir materiales orgánicos del medio.
- Usar en el cultivo hidropónico de rúcula la disposición disuelta del fertilizante debido a que presento buenos resultados.
- Usar la proporción antes aplicados pero en otros fertilizantes inorgánicos.
- Esparcir la producción del cultivo de rúcula en hidroponía con sustrato sólido.

BIBLIOGRAFIA

Araceli, M; Aquino, Z. (2014). MANUAL DE HIDROPONIA. Mexico DF, s.e.

Arcos, BBO y RM. (2011). Evaluación de dos sustratos y dos dosis de fertilización en condiciones hidropónicas bajo invernadero en lechuga *Lactuca sativa* L. - Dialnet (en línea). s.l., s.e. Consultado 21 sep. 2020. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5104092>.

Aruani, MC; Gili, P; Fernández, L; Junyent, RG; Reeb, P; Sánchez, E. (2008). UTILIZACIÓN DEL NITRÓGENO EN DIFERENTES MANEJOS DE FERTILIZACIÓN EN LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) Y SU EFECTO SOBRE ALGUNAS VARIABLES BIOLÓGICAS DEL SUELO, NEUQUEN - ARGENTINA. 36. s.l., s.e.

Barillari, J; Canistro, D; Paolini, M; Ferroni, F; Pedulli, GF; Iori, R; Valgimigli, L. 2005. Direct antioxidant activity of purified glucoerucin, the dietary secondary metabolite contained in rocket (*Eruca sativa* Mill.) seeds and sprouts (en línea). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53(7):2475-2482. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf047945a>.

Birgi, JBR; Haro, H. (2018). Producción hidropónica familiar de verduras de hoja bajo cubierta, análisis socioeconómico y financiero. s.l., s.e.

Bizuet García, A. (2014). Desarrollo e instrumentación virtual para un invernadero hidropónico de lechuga Simpson (en línea). Mexico, s.e. Consultado 20 sep. 2020. Disponible en <https://docplayer.es/74356801-Universidad-nacional-autonoma-de-mexico-facultad-de-ingenieria-t-e-s-i-s-para-obtener-el-titulo-de-ingeniero-mecatronico-p-r-e-s-e-n-t-a.html>.

Calderon de Rzedowski, GRJ. 2010. Flora fanerogámica del Valle de México. Murillo Martínez, RM (ed.). Michoacán, s.e.

Cómo plantar rúcula - Agromática. 2020. (en línea, sitio web). Consultado 19 sep. 2020. Disponible en <https://www.agromatica.es/plantar-rucula/>.

De, E; Variedades, D; Rucula, DE. (2018). UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE AGRONOMÍA CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA TESIS DE GRADO. s.l., s.e.

Diego Jardinama. 2017. Rúcula, agradablemente amarga - Los Locos de la Huerta (en línea, sitio web). Consultado 19 sep. 2020. Disponible en <http://loslocosdelahuerta.com/rucula-agradablemente-amarga/>.

Ferraris, Guillermina; Mendicino, Lorena; Otrocki, Laura; Seibane, Cecilia; Cattáneo, Mariano; Avogadro, E. 2012. CONTACTO RURAL. CONTACTO RURAL 1:10-11.

Gilsanz, JC. (2007). HIDROPONIA. s.l., s.e.

La rúcula - Horturbà. 2020. (en línea, sitio web). Consultado 20 sep. 2020. Disponible en http://www.horturba.com/castellano/cultivar/ficha_cultivo.php?ID=13.

LA RÚCULA - Edible Plantelia. 2020. (en línea, sitio web). Consultado 20 sep. 2020. Disponible en <http://www.plantelia.com/content/28-la-rucula>.

Leskovar, DI. Producción y ecofisiología del trasplante hortícola - [PDF Document] (en línea). Buenavista, s.e. Consultado 20 sep. 2020. Disponible en <https://fdocuments.ec/document/produccion-y-ecofisiologia-del-trasplante-horticola.html>.

Luque Torrez, C. (2013). UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE AGRONOMÍA CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA (en línea). Cota Cota, s.e. Consultado 20 sep. 2020. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4153/T-1846.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

MARCO ANTONIO DORADO MARTÍNEZ. (2018). EFECTO DE LA SEMISOMBRA EN LA LECHUGA ARREPLLADA (*Lactuca sativa*) CON TRES NIVELES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA BAJO CARPA SOLAR (en línea). La Paz, s.e. Consultado 20 sep. 2020. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/18505/T-2572.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Maroto Borrego, JV. 2002. Horticultura herbácea especial (en línea). Madrid, Paraninfo S.A., vol.5. Consultado 20 sep. 2020. Disponible en <https://www.mundiprensa.com/catalogo/9788484760429/horticultura-herbacea-especial>.

Marulanda, C; I, J. (2003). MANUAL TÉCNICO «LA HUERTA HIDROPÓNICA POPULAR» . Santiago, s.e.

Mata Vázquez; Anguiano Aguilar; Vázquez García; Gázano Izquierdo; González Flores; Ramírez Meraz; Padrón Torres; Basanta Cornide; García Delgado; Cervantes Martínez. 2010. IbovIATE SISTEMA HIDROPÓNICO CON SOLUCIÓN NUTRITIVA RECICLABLE EN SUSTRATO DE TEZONTLE CienciaUAT 50 (en línea). CienciaUAT 4(4):50-54. Consultado 19 sep. 2020. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/4419/441942920009.pdf>.

MERCOOP. (s. f.). Las increíbles PROPIEDADES de la RÚCULA | Córdoba (en línea). s.l., s.e. Consultado 20 sep. 2020. Disponible en <http://mercadoabastocordoba.com/las-increibles-propiedades-de-la-rucula/>.

Montesinos Huallpa, Silvia; Chaucca Huaman, Erika; Huahuasoncco Quecaño, M. (s. f.). INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCACIÓN PÚBLICO «LA SALLE» DE URUBAMBA "PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE ARUGULA ORGÁNICA (*Eruca vesicaria*). s.l., s.e.

Otero, P. (2019). SUSTRATOS EN HIDROPONÍA PARA LAS PLANTAS. (en línea). s.l., s.e. Consultado 20 sep. 2020. Disponible en https://www.agrohuerto.com/sustratos-en-hidroponia/#PRINCIPALES_SUSTRATOS_EN_HIDROPONIA.

Rojas Parra, LLSRBFBSBCCGAMBLAYE. (2010). Producción integrada de hortalizas en la región de Coquimbo. La Serena, s.e.

Romero, S. 2020. Beneficios de comer rúcula - Propiedades de la rúcula (en línea, sitio web). Consultado 20 sep. 2020. Disponible en <https://www.muyinteresante.es/salud/fotos/beneficios-de-comer-rucula/propiedades-de-la-rucula>.

Rúcula | Revista de Flores, Plantas, Jardinería, Paisajismo y Medio ambiente. 2018. (en línea, sitio web). Consultado 20 sep. 2020. Disponible en <https://www.floresyplantas.net/rucula/>.

Tapia, F; Pérez, C. 2016. BOLETÍN INIA-Nº 333 BASES PARA LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE HORTALIZAS EN MAGALLANES. “Mejoramiento de la competitividad del rubro hortícola y encadenamiento productivo comercial, para la AFC en la Región de Magallanes” .

Tomás Ollúa, R; Romina Logegaray, V; Chiesa, Á. 2016. LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) CULTIVADAS CON DISTINTAS FUENTES NITROGENADAS NITRATE CONCENTRATION IN TWO COMMERCIAL TYPES OF LETTUCE (*Lactuca sativa* L.) GROWN WITH DIFFERENT NITROGEN SOURCES. Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia 32(3):194.

Valenzuela, OR; Gallardo, CS; Carponi, MS; Aranguren, ME; Tabares, HR; Barrera, MC. 2014. PID 2117 Manejo de las propiedades físicas en sustratos regionales para el cultivo de plantas en contenedores (en línea). s.l., s.e., vol.4. p. 1-19. Consultado 27 may 2016. Disponible en <http://www.pcient.uner.edu.ar/index.php/Scdyt/article/view/34>.

Villatoro, MM; Dirigido, P; Mercedes, D; Celestino, DR; Font Villa, R. (2011). TESIS DOCTORAL CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL Y AGRONÓMICA, ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD BIOLÓGICA Y SELECCIÓN DE CRUCÍFERAS PARA USO ALIMENTARIO (en línea). Córdoba, s.e. Consultado 20 sep. 2020. Disponible en www.uco.es/publicaciones.

Yance Muños, MA. (2012). Establecimiento del cultivo hidropónico de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Great Lakes 188, mediante la utilización de diferentes tipos de sustratos sólidos en la zona de Babahoyo. (en línea). s.l., Babahoyo: UTB, 2012. Consultado 20 sep. 2020. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/201>.

Yazio. 2020. Rúcula: calorías y valor nutricional - YAZIO (en línea, sitio web). Consultado 20 sep. 2020. Disponible en <https://www.yazio.com/es/alimentos/rucula.html>.

