



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA
CARRERA DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE TITULACION

Trabajo de Integración Curricular, presentado a la H. Consejo Directivo de la
Facultad, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

Evaluación de diferentes dosis de microorganismos de montaña sobre el
crecimiento y desarrollo de las plántulas de lechuga (*Lactuca sativa*), en la
zona de Montalvo.

AUTOR:

Oscar Adrian Lopez Arellano

TUTOR:

Ing. Agr. Orlando Diaz Romero, M.I.A

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2023

INDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDOS	ii
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
1.1. Contextualización de la situación problemática	1
1.1.1. Contexto internacional.....	1
1.1.2. Contexto Nacional	1
1.1.3. Contexto Local	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación	2
1.4. Objetivos	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos Específicos	3
1.5. Hipótesis	3
1.5.1. Hipótesis nula	3
1.5.2. Hipótesis alterna	3
CAPITULO II.- MARCO TEÓRICO.	4
2.1. Antecedentes	4
2.2. Bases teóricas.....	4
2.2.1. Importancia del cultivo de lechuga.....	4
2.2.2. Origen	5
2.2.3. Clasificación taxonómica	5
2.2.4. Características morfológicas.....	6
2.2.4.1. Raíz	6
2.2.4.2. Tallo	6
2.2.4.3. Hojas	6
2.2.4.4. Flores.....	6
2.2.4.5. Fruto	7
2.2.5. Características edafoclimáticas.....	7
2.2.5.1. Temperatura	8
2.2.5.2. Luz	8
2.2.5.3. Humedad relativa	8
2.2.5.4. Suelos	9

2.2.5.5.	Época de siembra o plantación	9
2.2.6.	Microorganismos de montaña (MM).....	9
2.2.6.1.	Importancia de los microorganismos de montaña (MM)	10
2.2.6.2.	Funciones	12
2.2.6.3.	Ventajas.....	12
2.2.6.4.	Efectos de los microorganismos de montaña.....	13
2.2.6.4.1.	En la planta	13
2.2.6.4.2.	En el suelo	13
2.2.7.	Aplicación y uso de microorganismos de montaña en la producción agrícola 14	
2.2.8.	Antecedentes investigativos de aplicación de microorganismos de montaña	15
CAPITULO III.- METODOLOGÍA.....		17
3.1.	Tipo de investigación – Línea de investigación.....	17
3.1.1.	Tipo de investigación	17
3.1.2.	Línea de investigación.....	17
3.1.3.	Diseño de investigación	17
3.2.	Operacionalización de las variables.....	17
3.4.	Población y muestra de la investigación	18
3.5.	Técnicas e instrumentos de medición	18
3.5.1.	Material de siembra	18
3.5.2.	Materiales de laboratorio o campo	19
3.5.3.	Métodos	19
3.5.4.	Manejo del ensayo	20
3.5.4.1.	Captura de microorganismos de montaña.....	20
El procedimiento de captura de microorganismos de montaña fue el siguiente:		20
3.5.4.2.	Preparación del terreno	21
3.5.4.3.	Vivero (Semillero)	21
3.5.4.4.	Trasplante.....	22
3.5.4.5.	Fertilización	22
3.5.4.6.	Riego.....	22
3.5.4.7.	Control de malezas.....	22
3.5.5.	Datos evaluados	23
3.5.5.1.	Altura de planta.....	23
3.5.5.2.	Número de hojas por planta	23
3.5.5.3.	Largo de la hoja	23

3.5.5.4.	Ancho de la hoja	23
3.5.5.5.	Peso fresco del área foliar de lechuga.....	23
3.5.5.6.	Materia seca parte aérea.....	24
3.6.	Procesamiento de datos.....	24
3.7.	Aspectos éticos.....	24
CAPÍTULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		26
4.1.	Resultados.....	26
4.1.1.	Altura de planta	26
4.1.2.	Número de hojas por planta.....	27
4.1.3.	Largo y ancho de hojas.....	28
4.1.4.	Peso fresco del área foliar.....	30
4.1.5.	Materia seca parte área	31
4.2.	Discusión.....	32
CAPITULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		34
5.1.	Conclusiones.....	34
5.2.	Recomendaciones	35
REFERENCIAS		36
ANEXOS		41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Operacionalización de las variables.....	17
Tabla 2.	Tratamientos sobre el comportamiento agronómico del cultivo de lechuga mediante el uso de microorganismos.....	18
Tabla 3.	Análisis económico por hectárea de producción de microorganismos de montaña.....	21
Tabla 4.	Análisis de la varianza.....	24
Tabla 5.	Altura de planta a los 15 y 30 días: Evaluación de diferentes dosis de microorganismos de montaña sobre el crecimiento y desarrollo de las plántulas de lechuga (<i>L. sativa</i>), en la zona de Montalvo. 2023.....	26
Tabla 6.	Número de hojas por planta a los 15 y 30 días: Evaluación de diferentes dosis de microorganismos de montaña sobre el crecimiento y desarrollo de las plántulas de lechuga (<i>L. sativa</i>), en la zona de Montalvo. 2023.....	27
Tabla 7.	Largo de hojas a los 15 y 30 días: Evaluación de diferentes dosis de microorganismos de montaña sobre el crecimiento y desarrollo de las plántulas de lechuga (<i>L. sativa</i>), en la zona de Montalvo. 2023.....	28
Tabla 8.	Ancho de hojas a los 15 y 30 días: Evaluación de diferentes dosis de microorganismos de montaña sobre el crecimiento y desarrollo de las plántulas de lechuga (<i>L. sativa</i>), en la zona de Montalvo. 2023.....	29
Tabla 9.	Peso fresco del área foliar: Evaluación de diferentes dosis de microorganismos de montaña sobre el crecimiento y desarrollo de las plántulas de lechuga (<i>L. sativa</i>), en la zona de Montalvo. 2023.....	30
Tabla 10.	Materia seca parte área: Evaluación de diferentes dosis de microorganismos de montaña sobre el crecimiento y desarrollo de las plántulas de lechuga (<i>L. sativa</i>), en la zona de Montalvo. 2023.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Siembra de semillero de lechuga.....	41
Figura 2.	Emergencia de plántulas de lechuga.....	41
Figura 3.	Limpieza del área.....	42
Figura 4.	Medición del área a utilizar.....	42
Figura 5.	Preparación del terreno.....	42
Figura 6.	Recolección de materia orgánica (hojas descompuestas, hongos, etc.).....	43
Figura 7.	Materiales de preparación para la captura de MM.....	44
Figura 8.	Mezcla homogénea de polvillo, materia orgánica y melaza relación 1:1...	44
Figura 9.	Estado óptimo de mezcla.....	45
Figura 10.	Mezcla solida depositada en recipiente de 30 lts.....	45
Figura 11.	Recipiente con MM sellado herméticamente por 15 días.....	45
Figura 12.	Extracción total de los MM una vez transcurridos los 15 días de fermentación.....	46
Figura 13.	Colación del producto.....	46
Figura 14.	Producto total extraído equivalente a 13 lt.....	46
Figura 15.	Trasplante de plántulas al sitio definitivo.....	47
Figura 16.	Dosificación de MMA acorde a cada tratamiento planteado.....	47
Figura 17.	Primera aplicación de diferentes dosis de MMA.....	47
Figura 18.	Segunda aplicación de MMA acorde a cada tratamiento planteado.....	48
Figura 19.	MMA administrado de manera foliar y edáfica.....	48
Figura 20.	Estado óptimo de plántulas de lechuga.....	48
Figura 21.	Toma de datos de la altura de planta.....	49
Figura 22.	Toma de datos del número de hojas.....	49
Figura 23.	Toma de datos del largo de hoja.....	49
Figura 24.	Toma de datos del ancho de hoja.....	50
Figura 25.	Muestras a evaluar en peso fresco y materia seca.....	50
Figura 26.	Toma de datos de peso fresco.....	51
Figura 27.	Procedimiento de secado de muestras de plántulas de lechuga en estufa....	51

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar las diferentes dosis de microorganismos de montaña sobre el crecimiento y desarrollo de las plántulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.), en la zona de Montalvo. El trabajo de investigación se realizó en el recinto Las Mercedes de Aguas Blancas, Cantón Montalvo, Provincia de Los Ríos. Se aplicó el diseño bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Las comparaciones de las medias se efectuaron con la prueba de Tukey al 5% de significancia estadística. Las variables evaluadas fueron: Altura de planta, número de hojas por planta, largo y ancho de hojas, ancho de la hoja y peso fresco del área foliar de lechuga. Mediante los resultados obtenidos se determinó que las aplicaciones de microorganismos de montaña, demostraron una incidencia significativa en las variables agronómicas evaluadas en las plántulas de lechuga; las variables agronómicas altura de planta, número de hojas por planta y largo y ancho de hojas, presentaron alta significancia estadística sobre el testigo aplicado; los mejores resultados se lograron con la aplicación de microorganismos de montaña en dosis de 100 cc/5 L H₂O en las variables agronómicas: altura de planta, número de hojas por planta y largo y ancho de hojas; las variables peso fresco y materia seca parte aérea, presentaron alta significancia estadística sobre el testigo aplicado y los mejores promedios de peso fresco y materia seca parte aérea de plántulas de lechuga se lograron con el empleo de microorganismos de montaña en dosis de 100 cc/5 L H₂O.

Palabras claves: Microorganismos de montaña, lechuga, crecimiento, desarrollo

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the different doses of mountain microorganisms on the growth and development of lettuce (*Lactuca sativa* L.) seedlings in the Montalvo area. The research work was carried out in Las Mercedes de Aguas Blancas, Canton Montalvo, Province of Los Ríos. A randomized block design with five treatments and four replications was applied. Comparisons of means were made using Tukey's test at 5% statistical significance. The variables evaluated were: plant height, number of leaves per plant, leaf length and width, leaf width and fresh weight of lettuce leaf area. Through the results obtained, it was determined that the applications of mountain microorganisms, showed a significant incidence on the agronomic variables evaluated in lettuce seedlings; the agronomic variables plant height, number of leaves per plant and length and width of leaves, presented high statistical significance over the applied control; the best results were achieved with the application of mountain microorganisms in doses of 100 cc/5 L H₂O in the agronomic variables: plant height, number of leaves per plant and leaf length and width; the variables fresh weight and dry matter aerial part, presented high statistical significance over the applied control and the best averages of fresh weight and dry matter aerial part of lettuce seedlings were achieved with the use of mountain microorganisms in doses of 100 cc/5 L H₂O.

Key words: Mountain microorganisms, lettuce, growth, development.

CAPITULO I.- INTRODUCCIÓN

1.1. Contextualización de la situación problemática

1.1.1. Contexto internacional

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es una planta que está conformada por un sinnúmero de hojas de gran tamaño, formando una especie de capullo, que, al momento de estar en un punto de cosecha, se la disfruta de manera directa, siendo en ensaladas o agregando en diferentes comidas, dando una consistencia rica y proteica (Huanca 2019).

El cultivo de lechuga es considerado uno de los más importantes dentro del grupo de las hortalizas, ya que tiene popularidad a nivel mundial, con una gran demanda dentro del mercado siendo cada vez más elevada debido al gran consumo por parte de la humanidad (Gamboa 2020).

1.1.2. Contexto Nacional

Ecuador posee 1 145 ha de plantación de lechuga, de lo cual hace que su rendimiento promedio sea del 7 928 kg/ha. El Ministerio de Agricultura menciona que el 70 % de la lechuga es criolla, a diferencia del 30 % que son de variedad roma, la roja o la salad. Cotopaxi es la provincia de mayor superficie en producción de lechuga (481 ha), seguido de la provincia de Tungurahua con 325 ha y finalmente Carchi con 96 ha. De acuerdo a la superficie sembrada y cosechada a en la región de la sierra es este tipo de hortaliza es la de mayor producción (Velásquez 2017).

1.1.3. Contexto Local

Los microorganismos de montaña son las bacterias, hongos, levaduras, micorrizas que al ser aplicados al cultivo se vuelven beneficiosos para el cultivo, ya sea por la simbiosis que tienen entre la planta y el microorganismo o viceversa (Tencio 2020).

El presente estudio agronómico permitirá mejorar la producción del cultivo de lechuga, para ello es imprescindible realizar riegos, podas, resiembras y entre otras actividades que mejorarán la calidad de la planta y por ende sus productos. La tesis es de contenido experimental, ya que los microorganismos de montaña al estar aplicados a la lechuga pueden alterar su comportamiento y es lo que se busca identificar durante el proceso, esto ayudará a que se proceda a aplicar como tratamiento en las diferentes plantas

1.2. Planteamiento del problema

La problemática del presente trabajo de investigación surge debido a que existe escaso conocimiento y prácticas en el cultivo de lechuga, dado que se han utilizado por largo tiempo a los fertilizantes químicos procesados y muy poco a los sistemas de producción orgánica (natural). Por los agricultores ha existido escaso interés sobre su uso en el cultivo y en las zonas ecuatorianas utilizan escasamente los microorganismos de montañas para mejorar su suelo y productividad.

La lechuga, es una hortaliza que es consumida por la mayoría de las personas a nivel mundial, por ende, su producción debe ser eficiente y eficaz, para que puedan satisfacer las necesidades de los consumidores, es por ello, que los fertilizantes procesados son los más utilizados porque permiten un mayor y rápido desarrollo de la planta, pero a consecuencia por su habitual uso, perjudica la salud del suelo; a diferencia de los microorganismos de montañas, que son abonos naturales de poco impacto en el comportamiento de las plantas por ser de lenta disponibilidad de nutrientes, pero muy saludables al suelo.

1.3. Justificación

La lechuga es consumida por la mayoría de los ecuatorianos, por dicha razón debe estar bien procesada para que sea saludable a las personas, por lo consiguiente el abono que se administre durante el proceso de su desarrollo, jugará un rol importante y que mejor si es un tipo de sistema orgánico, por dicho motivo es que se utiliza el microorganismo de montaña, fertilizante que permitirá a la hortaliza ser más saludable para su consumo.

Los microorganismos de montaña al ser aplicados en el cultivo de lechuga están promoviendo a que la planta mejore su vigorosidad y producción, además de ser un abono orgánico que se lo puede obtener de manera muy fácil y rápida, tan solo con materia

descompuesta que nos brinda el medio ambiente; además, que estamos usando un abono que no contiene químicos que causen daño o deterioro al suelo y a la nutrición de la planta.

La presente investigación justifica la obtención de un producto vegetal con la utilización de abonos orgánicos, donde no se vea afectada la salud de la población, así también la hortaliza tendrá un proceso de desarrollo no forzado, llevando a una evolución natural, donde los agricultores se verán beneficiados por suelos totalmente fértiles que llevaran a una excelente producción de sus cultivos.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar las diferentes dosis de microorganismos de montaña sobre el crecimiento y desarrollo de las plántulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.), en la zona de Montalvo.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar el crecimiento y desarrollo de las plántulas de lechuga con la aplicación de microorganismos de montaña activos en diferentes dosis.
- Establecer la influencia que tienen los microorganismos de montaña sobre la lechuga.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis nula

H₀: Las tres dosis de los microorganismos de montaña activado, no mejoran el crecimiento y desarrollo de las plántulas de lechuga

1.5.2. Hipótesis alterna

H₁: Una de las tres dosis de los microorganismos de montaña activado, mejoran el crecimiento y desarrollo de las plántulas de lechuga

CAPITULO II.- MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

En la agricultura convencional la cosecha media es de 5,4 Tm/ha, con la aplicación de microorganismos de montaña la cosecha se eleva a más de 8,4 Tm/ha; siendo importante destacar que, además de la cantidad, la calidad también es espléndida y las plantas son más resistentes a enfermedades y plagas; teniendo en cuenta que, si se rocían los campos con los microorganismos, debe hacerse cuando llueve o antes de que llueva para que no estén demasiado tiempo expuestos al aire o a los rayos del sol (Álvarez 2021).

Hace muchos años que se reconocieron los peligros del uso immoderado de los pesticidas en la agricultura; por ello, lenta pero progresivamente se ha ido imponiendo un movimiento ecologista mundial, al que también pertenece una agricultura cada vez más natural; pero es de sobra conocido que las técnicas convencionales de la agricultura biológica producen menores rendimientos; las cosechas no está sobrecargada y es más nutritiva que la convencional; aun así, la agricultura biológica ya no tendría capacidad, hoy en día, para resolver el problema de dotar de alimentos a la población mundial (Diaz *et al* 2020).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Importancia del cultivo de lechuga

La lechuga (*Lactuca sativa*) es una planta anual de la familia de las Asteráceas; se cultiva comúnmente como verdura de hoja, aunque en ocasiones también por su tallo y sus semillas; además la lechuga se utiliza en general para ensaladas, aunque también se ve en otros estilos de comida, como sopas, sándwiches, bocadillos y también se puede asar a la parrilla (Jaramillo y Ríos 2019).

La producción de lechuga es crucial en nuestro entorno especialmente dentro del régimen alimenticio de los hogares desde el punto de vista nutricional y de equilibrio dietético con otros alimentos; esta hortaliza se suele consumir como ensalada espumosa, y

su venta genera ganancias dentro de la cadena de fabricación debido a su mayor demanda en el mercado (Jaramillo y Ríos 2019).

2.2.2. Origen

La lechuga es autóctona de las costas meridionales y sudorientales del mar Mediterráneo; los egipcios empezaron a domesticarla 2.400 años antes que la generación actual y se supone que llegó a utilizarse para extraer aceite de las semillas (Vallejo y Estrada 2018).

La lechuga es bastante histórica; se remonta a cuatro 500 A.C., mientras que en Egipto se convirtió en bien llamada ya en el 500 A.C; probablemente se originó en Asia Menor (Vallejo y Estrada 2018).

2.2.3. Clasificación taxonómica

Chiroque y Castaño (2020) detallan la siguiente clasificación taxonómica de la lechuga:

- **Reino:** Vegetal
- **División:** Spermatophyta
- **Clase:** Dicotiledónea
- **Orden:** Sinandrales
- **Familia:** Compositaceae
- **Género:** Lactucae
- **Especie:** Sativa
- **Nombre científico:** *Lactuca sativa* L.
- **Nombre vulgar:** Lechuga

2.2.4. Características morfológicas

La lechuga es una planta herbácea anual, dicotiledónea, autógama, perteneciente a la familia de las Compositae, cuyo nombre botánico es *Lactuca sativa* L, mientras que la más joven consta en sus tejidos de un jugo lechoso denominado látex, cuya cantidad disminuye con la edad de la planta. Dentro de la familia propia de las Compositae (Asteraceae) existen también otras especies de importancia medicinal consistentes en cardos, diente de león, cardo cerda y alcachofa (Terry *et al* 2019).

2.2.4.1. Raíz

Tiene una raíz principal pivotante, corta, puede penetrar hasta 30 cm de profundidad, con ramas pequeñas; crece muy rápido, con abundante látex, tiene varias raíces laterales de absorción, que se expanden en la capa superior del suelo con una profundidad de cinco a 30 cm (Terry *et al* 2019).

2.2.4.2. Tallo

El tallo es pequeño, muy rápido, cilíndrico y ya no se ramifica mientras la planta está en el estado más eficiente de cosecha; sin embargo, cuando termina la fase industrial, el tallo se alarga hasta 1,2 m de longitud, con ramificación en el cese y la presencia, en cada punta, de las ramas terminales de una inflorescencia (Arteaga 2019).

2.2.4.3. Hojas

Sus hojas tienen forma lanceolada, oblonga o redondeada; el borde de las hojas es limpio, lobulado, ondulado, aserrado o dentado, según la variedad. Su color es verde amarillento, verde claro u oscuro, rojizo, rojo o casi rosa, según el tipo y la variedad (Arteaga 2019).

2.2.4.4. Flores

Las flores se agrupan en capítulos dispuestos en racimos o corimbos, compuestos de 10 a 25 flósculos con receptáculo plano, rodeados con la ayuda de brácteas imbricadas. El

flósculo tiene los pétalos periféricos ligulados, amarillos o blancos. Los internos tienen una corola tubular con el borde dentado. El androceo está formado por cinco estambres unidos a la parte inferior de la corola, con la presencia de cinco anteras soldadas que forman un tubo polínico, que rodea la moda. El cáliz es filamentososo y mientras madura, la semilla burocratiza el papo o papilla, que actúa como órgano de diseminación anemófila, es decir, con la ayuda del viento. Los pétalos son solitarios (gamosépalos) (Salinas 2019).

El gineceo es unicarpelar, con un ovario que es simétrico y el estigma es bífido, el cual es polinizado mientras se desarrolla y pasa a través del tubo de la antera. Los lóbulos del estigma están separados, lo que permite que el polen caiga en las papilas estigmáticas. Las flores son perfectas y la corola es amarilla, simpétala. El ovario es bilobulado. Los cinco estambres están unidos uno a uno a la parte inferior del tubo de la corola, pero las anteras están unidas y forman un cilindro a través del estilo (Salinas 2019).

2.2.4.5. Fruto

El fruto es un aquenio estándar y la semilla es ex albuminosa, picuda y plana, que botánicamente es un fruto; tiene forma ovada, aplanada, con 3 a 5 costillas en cada cara, de color blanco, amarillo, marrón o negro, mide de 2 a 5 mm. En su base se encuentra el papo o penacho plumoso, que ayuda a la diseminación por el viento; éste es sin dificultad indiferente, para que el aquenio de la semilla sea fácil (Casseres 2019).

2.2.5. Características edafoclimáticas

Existen factores que influyen en la mejora de la respuesta del desarrollo fenológico que permiten obtener un rendimiento adecuado del cultivo. La temperatura, la disponibilidad de agua en el suelo y la intensidad de siembra son factores que afectan a la duración de la fase de siembra a la de emergencia; además de la disponibilidad de agua, después de la emergencia, la temperatura y el fotoperíodo influyen en el desarrollo (La Rosa 2020).

2.2.5.1. Temperatura

La lechuga es un cultivo excepcionalmente sensible en cuanto a sus requerimientos ambientales, principalmente climáticos, debido a que las semillas comienzan a germinar a una temperatura de 2-3 °C, sin embargo, la temperatura máxima es de 20-25 °C; además a temperaturas superiores a 25 °C, las semillas de algunos tipos, especialmente si pueden estar recién cosechadas, no germinan en absoluto; la temperatura más adecuada para el crecimiento de las hojas y la formación del repollo es de 16-21 °C, y para el tallo floral y los órganos generativos, de unos 20-22 °C (Calsin 2019).

2.2.5.2. Luz

La lechuga es una planta anual que en condiciones de fotoperíodo prolongado (más de 12 horas de luz), acompañado de temperaturas elevadas (superiores a 26 °C), emite el tallo floral; en este sentido, las lechugas de hoja son más delicadas que las de cogollo; en cuanto a la intensidad de luz, el cultivo es traumático en luminosidad excesiva para una mayor mejora del follaje en cantidad, peso y grandeza, por cuanto esas vegetaciones demandan bastante luz y se ha demostrado que su escasez provoca que las hojas sean delgadas y que en un par de ocasiones los cogollos estén desprendidos y poco compactos (Alvarado *et al* 2020).

Es recomendable tener en cuenta la intensidad de horas luz para poder establecer una densidad de población adecuada y evitar el sombreado de las flores entre sí; no siempre es recomendable plantar en tiempo invernal, con excesiva nubosidad y radiación solar (Mateus y Mendoza 2021).

2.2.5.3. Humedad relativa

También es muy preocupante la humedad del suelo, y mucho más a lo largo de los primeros niveles de su desarrollo, por la razón de que el sistema radicular se sitúa particularmente en una capa de tierra a partir de 5-30 cm de profundidad, por lo que el suelo necesita mantenerse continuamente húmedo (Velásquez *et al* 2019).

El sistema radicular de la lechuga podría ser muy pequeño, en comparación con el componente aéreo, por lo que es mucho muy sensible a la pérdida de humedad y soporta mal una duración de la sequía, pero breve. La humedad relativa adecuada para la lechuga es del 60 al 80%; una humedad excesiva causa problemas porque favorece el ataque de enfermedades (Velásquez *et al* 2019).

2.2.5.4. Suelos

La variación de esta hortaliza a distintas formas de suelo puede ser muy grande; crece bien en suelos francos, franco-arenosos y franco-arcillosos y también en suelos naturales; sin embargo, la mejor mejora se obtiene en suelos franco-arenosos y franco-arcillosos con suficiente contenido de materia orgánica, bien drenados, con verdadera retención de humedad debido a que el sistema de cimentación de la lechuga no es muy grande y el 96 % de la parte apta para el consumo es agua; suelos profundos, con topografía plana o pendientes muy inferiores al 30 %; además es una especie bastante tolerante a la salinidad (entre cuatro y 10 mmho) y a la acidez del suelo, siendo el pH principal se sitúa entre 6,5 y 7,5 (Imbaquingo 2020).

Valores de pH por debajo de 5,5 provocan un desarrollo negativo y valores por encima de 7,3 son el límite para un auge deseable (Imbaquingo 2020).

2.2.5.5. Época de siembra o plantación

La lechuga puede plantarse en cualquier época del año (por ejemplo, en Fomento noventa y cinco), dependiendo de la variedad (Ayala *et al* 2020).

2.2.6. Microorganismos de montaña (MM)

Los microorganismos de montaña son: hongos, bacterias, micorrizas, levaduras y diferentes organismos útiles. Viven y se descubren en el suelo de montañas, bosques, viñas de bambú, lugares sombreados y lugares en los que no se han utilizado productos agroquímicos en los últimos tres años; los MM permanecen y se expanden en un entorno (JICA 2020).

Tencio (2020) expresa que los microorganismos de montaña poseen 80 especies de unos 10 géneros, que pertenecen básicamente a 4 grupos:

- **Bacterias fotosintéticas:** que utilizan la electricidad del sol en forma de luz y calor, y los materiales producidos a través de las raíces, para sintetizar nutrientes y vitaminas. Cuando se establecen en el suelo, producen además un aumento de las poblaciones de otros potentes microorganismos, como los fijadores de nitrógeno, los actinomicetos y las micorrizas (hongos).
- **Actinomicetos:** hongos beneficiosos que manipulan los hongos y microorganismos patógenos (causantes de trastornos) y confieren a la flora una resistencia ampliada frente a ellos mediante el contacto con patógenos debilitados (hongos, setas, micorrizas).
- **Microorganismos productores de ácido láctico:** el ácido láctico tiene la propiedad de controlar la población de algunos microorganismos, entre los que se encuentra el hongo Fusarium. Además, mediante la fermentación orgánica recuerdan, producen vitaminas para las plantas (hongos).
- **Levaduras:** microorganismo que utiliza materiales producidos a través de las raíces de las plantas y otras sustancias naturales para sintetizar nutrientes y activar otros microorganismos del suelo (hongos).

2.2.6.1. Importancia de los microorganismos de montaña (MM)

Los microorganismos eficientes surgieron como alternativa al uso inmoderado de productos agroquímicos, cuyos envases se han prolongado más allá de los campos de cultivo, y se han utilizado como promotores del crecimiento y la inmunidad de las plantas (Tencio 2020).

Los microorganismos de montaña (MM) son, en particular, colonias de hongos, microorganismos y levaduras beneficiosos que se encuentran obviamente en ecosistemas exclusivos; siendo un producto casero de bajo coste que no requiere medios de crecimiento sofisticados para su ampliación y que pretende aprovechar la variedad microbiana, tanto taxonómica como práctica, de los grupos de microorganismos autóctonos de las zonas forestales, para después incorporarlos a los agroecosistemas (JICA 2020).

Para comprender las formas de los MM en la hojarasca de montaña en descomposición, es necesario guiarse por el color de las distintas colonias de microorganismos (verde, naranja, blanco, etc.); las tonalidades de las colonias de MM se determinan con mayor seguridad al principio o al final de los periodos húmedos (Torres *et al* 2020).

Los microorganismos eficientes producen sustancias beneficiosas consistentes en aminoácidos, ácidos nucleicos, materiales bioactivos y azúcares que promueven el crecimiento de las plantas; actualmente se han adoptado en paquetes tecnológicos que abarcan buenas prácticas agrícolas y fertilización eficiente, que han aumentado significativamente la productividad, algunos agricultores han mezclado este paquete tecnológico con la utilidad de los microorganismos verdes que permiten mejorar las residencias corporales, químicas y biológicas de los suelos (Torres *et al* 2020).

El uso de microorganismos de montaña aumenta tanto el crecimiento de los cultivos como su productividad; los principales beneficios para las plantas se originan en algunas fases del nivel de crecimiento; los macro y micronutrientes solubles están más disponibles debido a la rápida descomposición de las macromoléculas que los liberan (Torres *et al* 2020).

La aplicación de microorganismos de montaña aumenta la producción del cultivo de lechuga y promueve la floración, fructificación y maduración debido a sus efectos hormonales en las zonas meristemáticas y aumentando la capacidad fotosintética a través del crecimiento de las hojas (Sánchez 2021).

La implementación de microorganismos de montaña en la producción de lechuga es una de las opciones para mejorar el crecimiento de las hojas a cosecha, generar una comercialización más eficaz y con mucho menos problemas nutricionales evitando riesgos en su mejora; este desarrollo sucede debido al hecho de que el uso de microorganismos útiles genera un aumento y el desarrollo de las plantas, si tenemos en cuenta que la mayoría de esos organismos son productores de fitohormonas que incluyen auxinas, giberelinas y citoquininas (Sánchez 2021).

2.2.6.2. Funciones

Zeballos (2019) manifiesta que los microorganismos de montaña poseen las siguientes funciones:

- Colonizar el suelo aumentando el estero de microorganismos útiles.
- Controlar plagas y enfermedades.
- Descomponer la materia natural y el crecimiento disponibilidad de nutrientes del suelo, la venta de desarrollo del follaje y la floración.
- Inhibir y manipular el crecimiento de microorganismos peligrosos.
- Acelerar la germinación de semillas. Controlar olores y moscas.
- Fijar el nitrógeno en el medio ambiente.

2.2.6.3. Ventajas

Fossatti (2019) expresa que los microorganismos de montaña presentan las siguientes ventajas:

- Pueden utilizarse en cualquier máquina de fabricación agrícola.
- Son de bajo valor.
- NO son tóxicos para el medio ambiente ni para los humanos, se pueden llevar a cabo sin necesidad de utilizar un único artilugio de protección.
- Es fácil de practicar, sin riesgo de intoxicación.
- Es bueno para ser llevado a cabo a través de riego o software foliar, en macetas, huertos o extensiones agrícolas masivas.
- Es un bioinsumo de primer orden por sus efectos a largo plazo sobre el suelo y el desarrollo de los cultivos.

2.2.6.4. Efectos de los microorganismos de montaña

Los microorganismos eficientes o de montaña, como inoculante microbiano, reparan el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus situaciones fisicoquímicas, aumentando la producción de cultivos y su protección; además conserva los activos naturales, produciendo una agricultura sostenible (Diaz *et al* 2020).

2.2.6.4.1. En la planta

Los microorganismos de montaña generan un mecanismo de supresión de insectos plagas y enfermedades en la vida vegetal, ya que son capaces de inducir la resistencia sistémica de las plantas a las enfermedades; consumen exudados de raíces, hojas, plantas y resultado final, deteniendo el despliegue de organismos patógenos y el desarrollo de enfermedades; aumentan la producción, el rendimiento y la productividad de los cultivos; favorecen la floración, la fructificación y la maduración gracias a sus efectos hormonales en las zonas meristemáticas y aumenta la capacidad fotosintética mediante el desarrollo prolongado de las hojas (Franz 2019).

2.2.6.4.2. En el suelo

Los resultados de los microorganismos dentro del suelo se enmarcan en la mejora de los rasgos físicos y orgánicos y la supresión de enfermedades; así, entre sus efectos podemos mencionar: resultados sobre las condiciones corporales del suelo: mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce la compactación del suelo, aumenta las áreas porosas y mejora la infiltración del agua; esto reduce la frecuencia de riego, haciendo que los suelos sean capaces de absorber 24 veces más agua de lluvia, frenando la erosión por arrastre de partículas (García 2020).

Los efectos sobre la microbiología del suelo permiten suprimir o controlar las poblaciones de microorganismos patógenos que se expanden en el suelo por oposición; aumenta la biodiversidad microbiana, produciendo las condiciones importantes para que prosperen los microorganismos útiles (García 2020).

2.2.7. Aplicación y uso de microorganismos de montaña en la producción agrícola

Es esencial utilizar la MMA en el follaje de los cultivos, en particular mientras tienen entre cinco y nueve días de edad. En ese periodo es viable descubrir una robusta cantidad de hongos y microorganismos beneficiosos que controlan o suprimen plagas y enfermedades. En el segmento líquido, los MM pueden aplicarse al suelo inmediatamente, a través de sistemas de riego por goteo en grandes volúmenes de descarga. Las aplicaciones pueden comenzar desde la orientación del suelo y continuar hasta el control del cultivo (Fossatti 2019).

De cinco a nueve días, las MM se llevan a cabo en el follaje del cultivo para manipular plagas y trastornos. Los expertos en el área implican que ese es el momento en que hay la mayor cantidad de hongos beneficiosos y microorganismos que actúan en los microorganismos que propósitos enfermedades de los cultivos. Para el software de follaje de los cultivos, el cien por cien de las concentraciones de MMA se puede utilizar para gobernar las plagas y enfermedades que incluyen, por ejemplo, el moho en los pimientos de Chile. Hay que recordar que la MMA es un cultivo de microorganismos útiles que no causan daño a las plantas ni a los suelos donde se implantan (Umaña 2019).

De 10 a 14 días, pueden ser implementados sin demora al suelo por medio de distintos sistemas de riego, principalmente mientras puede haber una gran cantidad de residuos de cultivos, lo que contribuye a su rápida degradación y al crecimiento del interés microbiológico del suelo (Umaña 2019).

Programas directos al suelo para aumentar la actividad microbiológica: Aplicar 1 tonelada o barril de capacidad de 200 litros en un bloque de tierra. MMA ayuda a descomponer los residuos de cultivos a su parcela, por lo que los residuos más hay en el suelo de su parcela, observe mayor MMA al cien por cien de concentración, es decir, sin mezclar con agua (Zeballos 2021).

Rodríguez *et al* (2020) expresan que de 14 a 20 días después de haber sido activados, los MMA deben ser incorporados al compostaje; se utilizan para aplicar la semilla de microorganismos útiles, especialmente levaduras contenidas en mayor cantidad, a partir del día 14 después de que las MMA fueran activadas.

2.2.8. Antecedentes investigativos de aplicación de microorganismos de montaña

Muñoz (2020) señala mediante un estudio realizado que la aplicación de microorganismos eficaces o de montaña a una dosis de 20 ml/10 l, genera grandes resultados, tanto en el crecimiento y desarrollo de la planta, como en la producción de repollo, ya que los tratamientos que lo recibieron declararon un crecimiento mayor en la parte superior de la planta al finalizar el ensayo (24,39 cm), así como un mayor incremento en el diámetro del repollo (15,17 cm); el peso de las coles se expandió (0,77 kg); además del período del aparato radicular (13,50 cm), en consecuencia, el rendimiento del cultivo fue mejor (189,10 kg/tratamiento), por lo que es lejos la dosis de microorganismos que estimuló con calidad el ambiente suelo-planta, localizando condiciones superiores para el mejoramiento, potenciando productividad del cultivo, sin afectar el entorno con residuos de pesticidas y productos químicos.

Mediante un estudio realizado por Suez (2019) indica que la aplicación de microorganismos de montaña con la frecuencia de cada 14 días, genera los mejores efectos, pues las plantas presentan en general un mayor crecimiento y desarrollo de la parte vegetativa, así como del sistema radicular, obteniéndose en estos tratamientos mayor crecimiento en altura de planta al rendir el ensayo (23.91 cm), mejor crecimiento en diámetro del repollo (15.27 cm), siendo estos de peso extra (0.96 kg); la longitud del sistema radicular se multiplicó (14,00 cm), reportando los mejores rendimientos (187,95 kg/tratamiento), por lo que es la frecuencia de utilidad la que más potencia el efecto de los microorganismos tanto en las plantas como en el suelo, con lo que el cultivo se desarrolla de una manera superior, sin afectar el medio ambiente con el uso de productos químicos.

Rodríguez *et al* (2020) señalan que para lograr plantas con mayor crecimiento y desarrollo; potenciando el sistema radicular; alcanzando lechugas con mayor diámetro ecuatorial, mejor peso fresco y materia seca, consecuentemente para aumentar los rendimientos en el cultivo de lechuga, se recomienda aplicar microorganismos potentes en dosis de 20 ml/10 l de agua, con la frecuencia de cada 14 días.

Mediante la aplicación de microorganismos de montaña en el cultivo de lechuga se logra incrementar el peso de los frutos, número de frutos sanos y se mejora el rendimiento (Rodríguez *et al* 2020).

El aumento del rendimiento en el cultivo de lechuga es probable debido a que los microorganismos de montaña actúan de tal manera que toman materiales generados por el uso de diferentes organismos y basan su funcionamiento y mejora en esto; las raíces de las plantas segregan materiales que son utilizados por los microorganismos eficientes para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otros materiales bioactivos (Pérez 2020).

Ortuña *et al* (2019) expresan que la aplicación de biofertilizantes a base de microorganismos de montaña (MM) al 20 % c/15 días con manejo tradicional y MM al 20 % c/8 días con manejo natural, favorecen estadísticamente las siguientes variables: altura de planta, diámetro, largo y ancho de hojas, número de hojas y tamaño del fruto; se destaca el uso de MM dentro del tratamiento ecológico, cuyas consecuencias podrían ayudar a disminuir el programa de fertilizantes químicos, como respuesta alternativa a los problemas nutricionales dentro del cultivo de lechuga.

La presencia de microorganismos de montaña ofrece beneficios alrededor de la raíz estableciendo y acelerando métodos bioquímicos que inciden en el crecimiento y desarrollo de la planta; con respecto a la lechuga, se refiere que al aumentar los microorganismos de montaña puede haber un desarrollo favorable de raíces laterales y secundarias (Ramírez 2020).

León (2020) señalan que los microorganismos de montaña capturados de un sistema de potrero y café presentan mayor eficiencia en las plantas de lechuga aplicados dos veces por semana, debido a que generan mayor altura, diámetro, vigor y menos incidencia de plagas, a pesar de no las condiciones de abonamiento y fertilización al cultivo respecto al testigo.

El aumento de la longitud de la raíz de la planta de lechuga sugiere que la presencia de ácidos orgánicos dentro del sustrato condiciona un mejor crecimiento de la planta a través del aumento de su suelo de absorción y como consecuencia un mayor aporte de minerales, debido a que se sabe que el humus ejerce una estabilidad dentro del pH del suelo y hace que los nutrientes estén más al alcance de la planta (León 2020).

CAPITULO III.- METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación – Línea de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación que se realizó es de campo/laboratorio, con estadística inferencial descriptiva.

3.1.2. Línea de investigación

Dominio: Recursos Agropecuarios, ambiente, biodiversidad y Biotecnología.

Línea: Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable.

Sublínea: Agricultura sostenible y sustentable.

3.1.3. Diseño de investigación

En este experimento se utilizó el diseño experimental bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

3.2. Operacionalización de las variables

Tabla 1. Operacionalización de las variables

Tipo de Variable		Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de medición	Instrumentos de medición
Independiente	Crecimiento y desarrollo de las plántulas de lechuga	Variabes de crecimiento de plantas de lechuga	Resultados obtenidos de los tratamientos evaluados en campo	Dosificación de microorganismos de montaña	Cuantitativo	Datos de comparación de Tablas de referencias
Dependiente	Aplicación microorganismos de montaña activos en diferentes dosis.	Acciones que reflejan la aplicación de microorganismos de montaña	Factores que afecta la aplicación de microorganismos de montaña	Aplicación de microorganismos de montaña	Cuantitativo	Observación directa Tabla de datos

3.4. Población y muestra de la investigación

El proyecto de investigación se llevó a cabo en el cantón Montalvo, en los previos de la finca de la Sra. Consuelo del Rosario Lopez Arellano en el Recinto Las Mercedes Aguas Blancas, con las siguientes coordenadas UTM, latitud: -1.7751667, longitud: -79.328155, con un área de 100 m² siendo 20 platabandas cada una de 1 m² con una distancia de 2 metros entre ellas, contando con 5 plantas por 5 hileras dando un promedio de 25 plantas por platabanda con un distanciamiento entre ellas de 20 cm.

Para la realización del ensayo se establecieron los siguientes tratamientos que se describen en la Tabla 2:

Tabla 2: Tratamientos sobre la evaluación de diferentes dosis de microorganismos de montaña sobre el crecimiento y desarrollo en plántulas de lechuga.

N°	TRATAMIENTOS	NÚMERO DE APLICACIONES
T1	MMA 25 CC/5 L H ₂ O	Cada 8 días en la parte foliar y edáfica hasta 15 días después de la siembra (D.D.S)
T2	MMA 50 CC/5 L H ₂ O	
T3	MMA 75 CC/5 L H ₂ O	
T4	MMA 100 CC/5 L H ₂ O	
T5	TESTIGO	SIN APLICACIONES

3.5. Técnicas e instrumentos de medición

3.5.1. Material de siembra

Como material de siembra se utilizó semillas de lechuga, variedad “Crespa”, cuyas características se detallan a continuación:

- Ciclo vegetativo : 50 a 60 días.
- Altura de planta : 16 a 22 cm.
- Peso de planta : Alrededor de 300 gr
- Tamaño de la semilla : De 3 a 4 mm de largo y 1 mm de ancho

- Distancia entre plantas : 20 cm
- Días a la germinación : De 3 a 7 días

3.5.2. Materiales de laboratorio o campo

- Terreno 10 m x 10 m
- Cinta métrica
- Semillas de lechuga
- Germinadora.
- Cajonera de hortalizas
- Turba Lambert
- 6 L de melaza
- Medida
- Cedazo
- Balde
- Sarán negro
- Botellón de agua
- 10 lbs de materia orgánica
- Balanza analítica
- 10 lb de polvillo de arroz
- Plástico polietileno negro
- Recipiente de 30L
- Bomba de mochila
- Agua.

3.5.3. Métodos

En la presente investigación se empleó los métodos siguientes:

- **Inductivo.** – Conforme a los datos obtenidos del procedimiento a analizar, se generalizo la información y se describió de lo micro a lo macro.

3.5.4. Manejo del ensayo

3.5.4.1. Captura de microorganismos de montaña

El procedimiento de captura de microorganismos de montaña fue el siguiente:

1. Recolectar 10 libras de materiales vegetales descompuestos (hongos de árboles, palos podridos y hojas descompuestas) en sitios donde no haya habido aplicaciones de ninguna clase de químicos por un tiempo mínimo de 3 años.
2. Agregar 10 lb de polvillo al material descompuesto
3. Mezclar en forma homogénea los materiales
4. Mojar levemente con agua y melaza, relación 1:1
5. Verter la mezcla dentro de un recipiente de un máximo de 30 L y sellar herméticamente por un espacio de 15 días.
6. Concluido el lapso de tiempo destapar tanque y verter agua de rio o pozo, adicional se le agregara melaza con una relación de 1:1 hasta llegar unos 10 cm antes de llenar el recipiente.
7. Mezclar bien los microorganismos de montaña y sellar por 8 días más el recipiente.
8. Una vez concluidos los 8 días se procedió a destapar el recipiente y cernir todo el material orgánico extrayendo todo el líquido con un sarán negro, en la cual nos ayudó a exprimir de manera completa el producto.
9. Una vez extraído todo el producto del material orgánico se lo procedió a verter en un botellón de agua que sirvió de recipiente, por consiguiente, estarán listos los microorganismos de montaña para ser aplicados al cultivo.

Tabla 3. Análisis económico por hectárea de producción de microorganismos de montaña

Análisis económico por hectárea			
Cantidad	Descripción	Valor Unitario \$	Valor Total \$
6	Bandeja Germinadora	3.00	18.00
6	Cajas de madera de hortalizas Pequeña	1.00	6.00
100	Fundas de Turba Lambert	5.50	550.00
1	Tacho de semillas de lechuga (100 g)	80.00	80.00
1000 lb	Polvillo	0.20	200.00
6 L	Melaza	1.00	600.00
Total			1454.00

3.5.4.2. Preparación del terreno

Para el proceso de preparación del terreno primeramente se procedió a librar de todas aquellas malezas que ocupan un lugar en el área en la cual se realizó la siembra. Para ello se usó una desbrozadora o comúnmente conocida como Guadaña para realizar la limpia del terreno. Luego se efectuó la respectiva medición de la cantidad de terreno a utilizar con un área total de 100 m². Una vez finalizo la medición del área, se procedió a realizar las platabandas de 1 m² y 2m de espacio entre ellas.

3.5.4.3. Vivero (Semillero)

Para la germinación de la semilla se usó bandejas germinadoras y cajoneras de hortalizas que se empleó para realizar el respectivo semillero. Por consiguiente, se realizó el llenado de los recipientes en las que se usó turba Lambert, sustrato rico en nutrientes únicamente usado para realizar la germinación de las plántulas. Se colocó 4 semillas por

sitio a una profundidad de medio centímetro procurando no apretar la tierra para no dificultar la germinación. Por último, se colocó el semillero donde no se exceda el límite de luz, regando levemente evitando una inundación y pueda ocurrir un daño a la semilla.

3.5.4.4. Trasplante

El trasplante se lo realizo una vez que las plántulas tengan de 1 a 2 hojas verdaderas. Concluido el tiempo de espera se realizó la siembra de las plántulas, se extrajo de los semilleros de manera delicada con su respectivo pan de tierra y se colocó en las platabandas formando con ellas 5 hileras de 5 plántulas y un espacio entre ellas de 20 cm.

3.5.4.5. Fertilización

Para la fertilización del cultivo se usó diferentes dosis de MMA en la cual se administraron dependiendo las indicaciones de la tabla 2. Por consiguiente, se usó una bomba de mochila exclusivamente para aplicación de fertilizantes y se procedió a realizar una correcta regulación de la boquilla para la aspersion del producto con la respectiva dosis por cada tratamiento excluyendo al testigo, que no será sometido a ninguna aplicación. El producto se lo administro cubriendo en su totalidad a la platabanda, tanto de manera foliar y edáfica.

3.5.4.6. Riego

El riego se llevó a cabo mediante un seguimiento en el cultivo dependiendo de las necesidades hídricas requeridas.

3.5.4.7. Control de malezas

Para el control de malezas se llevó el proceso de manera manual, en la cual se evitó el uso de herbicidas con la finalidad de no contaminar nuestra área e intoxicar a las plántulas. De tal forma el proceso se llevó a cabo cada 15 días, con el objetivo de que las malezas no absorban los nutrientes de las plántulas.

3.5.5. Datos evaluados

Se evaluaron los datos siguientes:

3.5.5.1. Altura de planta

La altura de la planta se la tomo desde la superficie del suelo hasta el ápice de la hoja más sobresaliente de la planta. Se tomo de 10 plantas al azar, se expresó en cm a los 15 y 30 días después del trasplante.

3.5.5.2. Número de hojas por planta

El número de hojas por planta se lo tomó seleccionando 10 plantas al azar, se expresó en números la cantidad de hojas contabilizadas a los 15 y 30 días después del trasplante.

3.5.5.3. Largo de la hoja

El largo de la hoja se lo tomó desde la base hasta su ápice, la misma que se tomó siguiendo la nervadura central de la hoja, se eligió 4 plantas al azar y se expresó en cm a los 15 y 30 días después del trasplante.

3.5.5.4. Ancho de la hoja

El ancho de la hoja se tomó desde el tercio medio de la hoja, la misma que se tomó del tercio medio de la planta, se eligió 4 plantas al azar y se expresó en cm a los 15 y 30 días después del trasplante.

3.5.5.5. Peso fresco del área foliar de lechuga

El peso fresco del área foliar de planta de lechuga se tomó concluido los 30 días después del trasplante, se procedió a tomar 4 plantas al azar por tratamiento y se pesó en gramos usando una balanza analítica.

3.5.5.6. Materia seca parte aérea

Para obtener materia seca, primeramente, se pesó las plántulas en una balanza analítica de precisión con una capacidad de 2 kg, en la cual sus datos obtenidos corresponden al rendimiento por planta, luego se procedió a colocar las plantas en la estufa a una temperatura de 84 °C con una permanencia de 24 horas, para luego ser pesadas determinando el peso seco. Una vez obtenidos los datos de ambas variables, se determinó materia seca mediante el uso de la siguiente ecuación:

$$\% \text{ MS} = \text{PS/PF} * 100$$

Donde:

PS= Peso seco de la muestra (g)

PF= Peso fresco de la muestra (g)

MS= Materia seca

3.6. Procesamiento de datos

Las comparaciones de las medias se efectuaron con la prueba de Tukey al 5% de significancia estadística. Para todos los análisis se empleó en el software de análisis estadístico *Infostat*.

Tabla 4: Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	4
Repeticiones	3
Error experimental	12
Total	19

3.7. Aspectos éticos

En el contexto de la investigación científica, el plagio consiste en utilizar ideas o contenidos ajenos como si fueran propios. Es plagio, tanto si obedece a un acto deliberado como a un error. La práctica de aspectos éticos, se garantiza de conformidad en lo establecido en el Código de Ética de la UTB.

Para la aprobación de la UIC, se generará un reporte del software anti-plagio, para garantizar la aplicación de aspectos éticos, con los que el estudiante demostrará honestidad académica, principalmente al momento de redactar su trabajo de investigación. Los docentes actuarán de conformidad a lo establecido en el Código de Ética de la UTB, y demostrarán honestidad académica, principalmente al momento de orientar a sus estudiantes en el desarrollo de la UIC.

Artículo 25.- Criterios de Similitud en la Unidad de Integración Curricular. – En la aplicación del Software anti-plagio se deberá respetar los siguientes criterios:

Porcentaje de 0 al 15%: Muy baja similitud (TEXTO APROBADO)

Porcentaje de 16 al 20%: Baja similitud (Se comunica al autor para corrección)

Porcentaje de 21 al 40%: Alta similitud (Se comunica al autor para revisión con el tutor y corrección)

Porcentaje Mayor del 40%: Muy Alta Similitud (TEXTO REPROBADO) (UTB (Universidad Técnica de Babahoyo) 2021).

CAPÍTULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Altura de planta

En la Tabla 5 se muestran los valores correspondientes a la altura de planta a los 15 y 30 días. El análisis de varianza determinó alta significativa estadística en cada una de las evaluaciones efectuadas, alcanzando promedios de 6.76 y 8.02 cm, con un coeficiente de variación de 3.91 y 3.95 %, respectivamente.

El mayor promedio de altura de planta a los 15 días se presentó con la aplicación de microorganismos de montaña en dosis de 100 cc/5 L H₂O con un valor de 10.76 cm, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, mientras que el menor valor se presentó en el testigo sin aplicación (3.98 cm).

En la evaluación realizada a los 30 días, el empleo de microorganismos de montaña en dosis de 100 cc/5 L H₂O presento el mayor valor de altura de planta (13.60 cm), siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, mientras que el menor valor se presentó en el testigo sin aplicación (4.71 cm).

Tabla 5. Altura de planta a los 15 y 30 días: Evaluación de diferentes dosis de microorganismos de montaña sobre el crecimiento y desarrollo de las plántulas de lechuga (*L. sativa*), en la zona de Montalvo. 2023.

Tratamientos	Microorganismos de montaña	Dosis/ha	Altura de planta (cm)	
			15 días	30 días
T1	MMA	25 cc/5 L H ₂ O	5.12 d	5.63 d
T2	MMA	50 cc/5 L H ₂ O	5.86 c	6.74 c
T3	MMA	75 cc/5 L H ₂ O	8.12 b	9.46 b
T4	MMA	100 cc/5 L H ₂ O	10.76 a	13.60 a
T5	TESTIGO	Sin aplicación	3.98 e	4.71 e
Promedio general			6.76	8.02
Significancia estadística			**	**
Coeficiente de variación (%)			3.91	3.95

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey
Ns= no significativo

*= significativo

** = altamente significativo

4.1.2. Número de hojas por planta

Los valores correspondientes al número de hojas a los 15 y 30 días se muestran en la Tabla 6. El análisis de varianza determinó alta significativa estadística en cada una de las evaluaciones efectuadas, alcanzando promedios de 4.06 y 4.04, con un coeficiente de variación de 4.68 y 8.37 %, respectivamente.

El mayor promedio de numero de hojas por planta a los 15 días se presentó con la aplicación de microorganismos de montaña en dosis de 100 cc/5 L H₂O con un valor de 4.65, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, mientras que el menor valor se presentó en el testigo sin aplicación (3.43).

En la evaluación realizada a los 30 días, el empleo de microorganismos de montaña en dosis de 100 cc/5 L H₂O presento el mayor valor de numero de hojas por planta (4.60), siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, mientras que el menor valor se presentó en el testigo sin aplicación (3.30).

Tabla 6. Número de hojas por planta a los 15 y 30 días: Evaluación de diferentes dosis de microorganismos de montaña sobre el crecimiento y desarrollo de las plántulas de lechuga (*L. sativa*), en la zona de Montalvo. 2023.

Tratamientos	Microorganismos de montaña	Dosis/ha	Numero de hojas por planta	
			15 días	30 días
T1	MMA	25 cc/5 L H ₂ O	3.93 b	3.80 bc
T2	MMA	50 cc/5 L H ₂ O	4.00 b	3.98 abc
T3	MMA	75 cc/5 L H ₂ O	4.33 ab	4.55 ab
T4	MMA	100 cc/5 L H ₂ O	4.65 a	4.60 a
T5	TESTIGO	Sin aplicación	3.43 c	3.30 c
Promedio general			4.06	4.04
Significancia estadística			**	**
Coeficiente de variación (%)			4.68	8.37

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey
Ns= no significativo

*= significativo

** = altamente significativo

4.1.3. Largo y ancho de hojas

Los promedios de largo de hojas por planta obtenidos en los tratamientos evaluados se presentan en la Tabla 7. El análisis de varianza determinó alta significativa estadística en cada una de las evaluaciones efectuadas, alcanzando promedios de 2.26 y 2.94 cm, con un coeficiente de variación de 5.68 y 6.34 %, respectivamente.

El mayor promedio de largo de hojas por planta a los 15 días se presentó con la aplicación de microorganismos de montaña en dosis de 100 cc/5 L H₂O con un valor de 3.35 cm, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, mientras que el menor valor se presentó en el testigo sin aplicación (1.51 cm).

En la evaluación realizada a los 30 días, el empleo de microorganismos de montaña en dosis de 100 cc/5 L H₂O presento el mayor valor promedio de largo de hojas por planta (4.23 cm), siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, mientras que el menor valor se presentó en el testigo sin aplicación (2.08 cm).

Tabla 7. Largo de hojas a los 15 y 30 días: Evaluación de diferentes dosis de microorganismos de montaña sobre el crecimiento y desarrollo de las plántulas de lechuga (*L. sativa*), en la zona de Montalvo. 2023.

Tratamientos	Microorganismos de montaña	Dosis/ha	Largo de hojas (cm)	
			15 días	30 días
T1	MMA	25 cc/5 L H ₂ O	1.76 cd	2.35 cd
T2	MMA	50 cc/5 L H ₂ O	1.92 c	2.63 c
T3	MMA	75 cc/5 L H ₂ O	2.80 b	3.43 b
T4	MMA	100 cc/5 L H ₂ O	3.35 a	4.23 a
T5	TESTIGO	Sin aplicación	1.51 d	2.08 d
Promedio general			2.26	2.94
Significancia estadística			**	**
Coeficiente de variación (%)			5.68	6.34

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey

Ns= no significativo

*= significativo

** = altamente significativo

Respecto a los promedios de ancho de hojas por planta obtenidos en los tratamientos evaluados se presentan en la Tabla 8. El análisis de varianza determinó alta significativa estadística, alcanzando promedios de 1.91 y 2.47 cm, con un coeficiente de variación de 9.81 y 4.13 %, respectivamente.

El mayor promedio de ancho de hojas por planta a los 15 días se evidenció con la aplicación de microorganismos de montaña en dosis de 100 cc/5 L H₂O con un valor de 2.90 cm, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, mientras que el menor valor se presentó en el testigo sin aplicación (0.98 cm).

En la evaluación realizada a los 30 días, la aplicación de microorganismos de montaña en dosis de 100 cc/5 L H₂O presentó el mayor valor promedio de ancho de hojas por planta (3.74 cm), siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, mientras que el menor valor se presentó en el testigo sin aplicación (1.56 cm).

Tabla 8. Ancho de hojas a los 15 y 30 días: Evaluación de diferentes dosis de microorganismos de montaña sobre el crecimiento y desarrollo de las plántulas de lechuga (*L. sativa*), en la zona de Montalvo. 2023.

Tratamientos	Microorganismos de montaña	Dosis/ha	Ancho de hojas (cm)	
			15 días	30 días
T1	MMA	25 cc/5 L H ₂ O	1.50 c	1.75 cd
T2	MMA	50 cc/5 L H ₂ O	1.78 c	1.97 c
T3	MMA	75 cc/5 L H ₂ O	2.40 b	3.36 b
T4	MMA	100 cc/5 L H ₂ O	2.90 a	3.74 a
T5	TESTIGO	Sin aplicación	0.98 d	1.56 d
Promedio general			1.91	2.47
Significancia estadística			**	**
Coeficiente de variación (%)			9.81	4.13

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey

Ns= no significativo

*= significativo

** = altamente significativo

4.1.4. Peso fresco del área foliar

Los promedios de peso fresco del área foliar obtenidos en los tratamientos evaluados se presentan en la Tabla 9. El análisis de varianza determinó alta significativa estadística, alcanzando un promedio de 0.07 g, con un coeficiente de variación de 8.57 %.

El mayor promedio de peso fresco del área foliar se evidenció con la aplicación de microorganismos de montaña en dosis de 100 cc/5 L H₂O con un valor de 0.11 g, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, mientras que el menor valor se presentó en el testigo sin aplicación (0.04 g).

Tabla 9. Peso fresco del área foliar: Evaluación de diferentes dosis de microorganismos de montaña sobre el crecimiento y desarrollo de las plántulas de lechuga (*L. sativa*), en la zona de Montalvo, 2023.

Tratamientos	Microorganismos de montaña	Dosis/ha	Peso fresco (g)
T1	MMA	25 cc/5 L H ₂ O	0.06 c
T2	MMA	50 cc/5 L H ₂ O	0.07 c
T3	MMA	75 cc/5 L H ₂ O	0.09 b
T4	MMA	100 cc/5 L H ₂ O	0.11 a
T5	TESTIGO	Sin aplicación	0.04 d
Promedio general			0.07
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			8.57

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey

Ns= no significativo

*= significativo

** = altamente significativo

4.1.5. Materia seca parte área

Los promedios de materia seca parte área obtenidos en los tratamientos evaluados se muestran en la Tabla 10. El análisis de varianza determinó alta significativa estadística, alcanzando un promedio de 0.0046 %, con un coeficiente de variación de 8.30 %.

El mayor promedio de materia seca parte aérea se presentó con la aplicación de microorganismos de montaña en dosis de 100 cc/5 L H₂O con un valor de 0.0071 %, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, mientras que el menor valor se presentó en el testigo sin aplicación (0.0022 %).

Tabla 10. Materia seca parte área: Evaluación de diferentes dosis de microorganismos de montaña sobre el crecimiento y desarrollo de las plántulas de lechuga (*L. sativa*), en la zona de Montalvo. 2023.

Tratamientos	Microorganismos de montaña	Dosis/ha	Materia seca (%)
T1	MMA	25 cc/5 L H ₂ O	0.0036 c
T2	MMA	50 cc/5 L H ₂ O	0.0045 c
T3	MMA	75 cc/5 L H ₂ O	0.0057 b
T4	MMA	100 cc/5 L H ₂ O	0.0071 a
T5	TESTIGO	Sin aplicación	0.0022 d
Promedio general			0.0046
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			8.30

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey

Ns= no significativo

*= significativo

** = altamente significativo

4.2. Discusión

Los resultados obtenidos en el presente trabajo determinaron que las aplicaciones de microorganismos de montaña, tuvieron una incidencia significativa en las variables agronómicas evaluadas en las plántulas de lechuga.

Todas las variables presentaron alta significancia estadística sobre el testigo aplicado, lo cual demuestra que la utilización de microorganismos de montaña es una alternativa eficiente para mejorar el desarrollo y crecimiento de plántulas de lechuga. Esto lo menciona Sánchez (2021) quien expresa que la aplicación de microorganismos de montaña promueve el crecimiento, floración, fructificación, maduración y producción del cultivo de lechuga, debido a sus efectos hormonales en las zonas meristemáticas y aumentando la capacidad fotosintética a través del crecimiento potencial de las hojas. Así mismo Torres *et al* (2020) indican que el uso de microorganismos de montaña aumenta tanto el crecimiento de los cultivos como su productividad; los principales beneficios para las plantas se originan en algunas fases del nivel de crecimiento; los macro y micronutrientes solubles están más disponibles debido a la rápida descomposición de las macromoléculas que los liberan.

Los mejores resultados se lograron con el empleo de microorganismos de montaña en dosis de 100 cc/5 L H₂O en las variables agronómicas: altura de planta, número de hojas por planta y largo y ancho de hojas, lo cual es corroborado por Ortuña *et al* (2019) quienes expresan que la aplicación de biofertilizantes a base de microorganismos de montaña (MM) al 20 % c/15 días con manejo tradicional y MM al 20 % c/8 días con manejo natural, favorecen estadísticamente las siguientes variables: altura de planta, diámetro, largo y ancho de hojas, número de hojas y tamaño del fruto; se destaca el uso de MM dentro del tratamiento ecológico, cuyas consecuencias podrían ayudar a disminuir el programa de fertilizantes químicos, como respuesta alternativa a los problemas nutricionales dentro del cultivo de lechuga.

Los mejores promedios de peso fresco y materia seca parte aérea de plántulas de lechuga se lograron con el empleo de microorganismos de montaña en dosis de 100 cc/5 L H₂O, en la cual Rodríguez *et al* (2020) señalan que para lograr plantas con mayor crecimiento y desarrollo; potenciando el sistema radicular; alcanzando lechugas con mayor

diámetro ecuatorial, mejor peso fresco y materia seca parte aérea, consecuentemente para aumentar los rendimientos en el cultivo de lechuga, se recomienda aplicar microorganismos potentes en dosis de 20 ml/10 l de agua, con la frecuencia de cada 14 días.

CAPITULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Según los resultados obtenidos en este ensayo se concluye lo siguiente:

Las aplicaciones de microorganismos de montaña, demostraron una incidencia significativa en las variables agronómicas evaluadas en las plántulas de lechuga.

Las variables agronómicas altura de planta, numero de hojas por planta y largo y ancho de hojas, presentaron alta significancia estadística sobre el testigo aplicado.

Los mejores resultados se lograron con la aplicación de microorganismos de montaña en dosis de 100 cc/5 L H₂O en las variables agronómicas: altura de planta, numero de hojas por planta y largo y ancho de hojas.

Las variables peso fresco y materia seca parte aérea, presentaron alta significancia estadística sobre el testigo aplicado.

Los mejores promedios de peso fresco y materia seca parte aérea de plántulas de lechuga se lograron con el empleo de microorganismos de montaña en dosis de 100 cc/5 L H₂O.

El testigo sin aplicación presento los promedios mas bajos en las variables agronómicas evaluadas en las plántulas de lechuga.

5.2. Recomendaciones

En base a las conclusiones se recomienda:

Para obtener plantas de lechuga con mejor crecimiento y desarrollo, mejorando la altura de planta, número de hojas, largo y ancho de hojas, peso fresco y materia seca, consecuentemente para incrementar los rendimientos, se debe aplicar microorganismos de montaña en dosis de 100 cc/5 L H₂O, con la frecuencia de cada 8 días, siendo el tratamiento que mejores resultados reportó.

Evaluar microorganismos de montaña provenientes de diferentes tipos de bosques en la eficiencia durante el desarrollo y crecimiento de plántulas de lechuga.

Caracterizar los microorganismos de montaña para evaluar su efectividad en el desarrollo y crecimiento de plántulas de lechuga, usando dosis similares del ensayo.

Evaluar las mismas dosis de aplicación con diferentes variedades comerciales de lechuga.

REFERENCIAS

- Arteaga, E. 2019. Efectos de la aplicación de cuatro bioestimulantes orgánicos foliares sobre la producción del cultivo de lechuga orgánica en la zona de Cuesaca provincia del Carchi. Tesis Ing. Agr. Carchi. Ecuador. UTC. 55 p.
- Alvarado, D., Chávez, F., Anna, K. 2020. Seminario de Agro Negocios Lechugas hidropónicas. Universidad del Pacifico. Facultad de Administración y Contabilidad. Lima. 96 p.
- Álvarez, O. 2021. Evaluación de dosis y frecuencias de microorganismos efectivos), en la lechuga (*Lactuca sativa* L.) VARIEDAD Great Lakes como bio compensadores de suelo y planta. Tesis Ing. Agr. Ambato. Ecuador. UTA. 81 p.
- Ayala, B., Huanca, C., Fernández, C. 2020. Evaluación del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa*) en sistema hidropónico bajo dos niveles de cloruro de potasio. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales 6(2): 66-78.
- Calsin, M. 2019. Efecto de abonos orgánicos foliares en las características agronómicas de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) en condiciones de invernadero. Tesis de grado, Universidad Nacional de Altiplano, Perú.
- Chiroque, J., Castaño, R. 2020. Caracterización de la Lechuga (*Lactuca sativa*. L.) en la unidad Guayabal. Universidad Agraria de La Habana (UNAH) – Cuba. 88 p.
- Cásseres, E. 2019. Producción de hortalizas. 3 ed. San José, C.R., IICA. 387 p.
- Campo, A., Acosta, R., Morales, P. 2020. Evaluación de Microorganismos de Montaña (MM) en la producción de acelga. Biotecnología Agrícola 12(1): 79-87.
- Díaz, O., Montero, D., Caballero, J. 2020. Acción de microorganismos eficientes sobre la actividad de intercambio catiónico en plántulas de acacia (*Acacia Melanoxylon*) para la recuperación de un suelo. Revista Colombiana 12(1): 141-146.

- Fossatti, M. 2019. Preparación de microorganismos eficientes nativos. Red nacional de semillas nativas y criollas. IICA. 29 p.
- Franz, P. 2019. Microorganismos efectivos en la agricultura. Barcelona, Sintesis. 237 p.
- Gamboa, C. 2020. Efecto de la turba, humus y npk en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en el cantón Milagro. Tesis Ing. Agr. Milagro. Ecuador. UAE. 59 p.
- García, I. 2020. Microorganismos del suelo y sustentabilidad de los agroecosistemas. Revista Argentina Microbiología 43(8): 15-22.
- Huanca, C., 2019. Evaluación de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) con dos niveles de cloruro de potasio (KCl), en sistema hidropónico NFT. Tesis Ing. Agr. La Paz. Bolivia. UMS. 111 p.
- INAMHI. 2023. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Estación Agrometeorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo.
- Imbaquingo, V. 2020. Análisis productivo y económico del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) mediante la aplicación de tres niveles de compost, en la parroquia san pablo, provincia Imbabura. Tesis Ing. Agr. Loja. Ecuador. UNL. 71 p.
- JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón). 2019. Microorganismos de montaña. JICA. Guía Técnica 4. 4 p.
- Jaramillo J., Ríos G. 2019. Estrategias de producción limpia de hortalizas. Rionegro, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Centro de Investigación La Selva. Boletín Técnico, 96 pp.
- La Rosa, O. 2020. Cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) bajo condiciones del valle del Rímac, Lima. Tesis Ing. Agr. Lima. Perú. UAM. 56 p.

- León, E. 2020. Evaluación de la eficacia de bioles en un cultivo hortícola. Tesis Ing. Agr. Cuenca. Ecuador. UPS. 139 p.
- Mateus, L., Mendoza, P. 2021. Comportamiento Agronómico de la Lechuga de Hoja Var. Seda (*Lactuca sativa* L.) a la Fertilización Química con Nitrógeno, Fosforo, Potasio y Magnesio, Bajo Riego por Goteo. Tesis Ing. Agr. Santa Ana, Manabí. Ecuador. UTM. 81 p.
- Muñoz, G. 2020. Evaluación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (EM) Y distanciamientos de siembra en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en huertos organopónicos. Tesis Ing. Agr. Guayaquil. Ecuador. UCSG. 88 p.
- Ortuño, N., Castillo, J., Navia, M., Barja, D. 2019. Enhancing the Sustainability of Quinoa Production and Soil Resilience by Using Bioproducts Made with Native Microorganisms. *Agronomy* 3(4): 732-746.
- Pérez, R. 2020. Inoculación de bacterias promotoras de crecimiento vegetal en pepino (*Cucumis sativus* L.). Tesis Ing. Agr. México. CP. 160 p.
- Rodríguez, N., Torres, T., Lusdina, K. 2020. Producción de Microorganismos de Montaña para el Desarrollo de una Agricultura Orgánica. *Revista de Producción Agrícola* 12(5): 66-79.
- Rodríguez, H., Barreto, G., Bertot, A., Vázquez, O. 2020. Los microorganismos eficientes como promotores del crecimiento en hortalizas. *Revista Agronomía* 14(9): 1-7.
- Ramírez, E. 2020. Alternativas en el manejo del chinche del arroz (*Oebalus insularis*) con la utilización de una fuente de microorganismos eficientes en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el cantón Mocache – Los Ríos – Ecuador. Tesis Ing. Agr. Quevedo. Ecuador. UTEQ. 89 p.
- Salinas, C. 2019. Introducción de cinco variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el barrio santa fe de la parroquia Atahualpa en el cantón Ambato. Tesis Ing. Agr. Ambato. Ecuador. UTA. 74 p.

- Sánchez, L. 2021. Reproducción de Microorganismos de Montaña. INIFAP. 25 p.
- Suez, D. 2019. Respuesta de la Lechuga con dos Tipos de Emisores Gotero Integrado y Cinta de Riego. Tesis Ing. Agr. Guayaquil. Ecuador. UAE. 112 p.
- Tencio, R. 2020. Reproducción y aplicación de los microorganismos de montaña en la actividad agrícola y pecuaria. INFOAGRO. 6 p.
- Torres, J., Aguilar, C., Vásquez, H., Solís, M., Solís, M., Gómez, E., Aguilar, J. 2020. Evaluación del uso de microorganismos de montaña activados en el cultivo de rosas, Zinacantán, Chiapas, México. Revista Siembra 8(6): 66-78.
- Terry, E., Ruiz, J., Tejeda, T., Escobar, I., Diaz, M. 2019. Respuesta del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) a la aplicación de diferentes productos bioactivos. Cultivos Tropicales 32(1): 55-66.
- Umaña, S. 2019. Efecto del uso de microorganismos de montaña sobre el suelo con base en dos cultivos agrícolas. Tesis Ing. Agr. Costa Rica. UCR. 54 p.
- Velásquez P. 2017. Determinación de metales pesados y pérdidas poscosecha en dos hortalizas de consumo directo: tomate (*Solanum lycopersicum*) y lechuga (*Lactuca sativa*). Tesis Ing. Agr. Quito. Ecuador. UCE. 90 p.
- Vallejo, A., Estrada E. 2018. Producción de hortalizas de clima cálido. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, 347 p.
- Velásquez, P., Ruiz, H., Chávez, G., Luna, C. 2019. Productividad de Lechuga (*Lactuca Sativa*) en condiciones de Macrotúnel en suelo Vitric Haplustands. Revistas de Ciencias Agrícolas 31(2): 85-98.
- Zeballos, M. 2021. Caracterización de microorganismos de montaña (MM). Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano. Honduras. 33 p.

Zeballos, M. 2019. Caracterización de microorganismos de montaña (MM) en biofertiizantes artesanales. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 89 p.

ANEXOS



Figura 1. Siembra de semillero de lechuga



Figura 2. Emergencia de plántulas de lechuga



Figura 3. Limpieza del área



Figura 4. Medición del área a utilizar



Figura 5. Preparación del terreno



Figura 6. Recolección de materia orgánica (hojas descompuestas, hongos, etc.)



Figura 7. Materiales de preparación para la captura de MM



Figura 8. Mezcla homogénea de polvillo, materia orgánica y melaza relación 1:1



Figura 9. Estado óptimo de mezcla



Figura 10. Mezcla solida depositada en recipiente de 30 L



Figura 11. Recipiente con MM sellado herméticamente por 15 días



Figura 12. Extracción total de los MM una vez transcurridos los 15 días de fermentación



Figura 13. Colación del producto



Figura 14. Producto total extraído equivalente a 13 L



Figura 15. Trasplante de plántulas al sitio definitivo



Figura 16. Dosificación de MMA acorde a cada tratamiento planteado



Figura 17. Primera aplicación de diferentes dosis de MMA



Figura 18. Segunda aplicación de MMA acorde a cada tratamiento planteado



Figura 19. MMA administrado de manera foliar y edáfica



Figura 20. Estado óptimo de plántulas de lechuga



Figura 21. Toma de datos de la altura de planta



Figura 22. Toma de datos del número de hojas



Figura 23. Toma de datos del largo de hoja



Figura 24. Toma de datos del ancho de hoja



Figura 25. Muestras a evaluar en peso fresco y materia seca



Figura 26. Toma de datos de peso fresco



Figura 27. Procedimiento de secado de muestras de plántulas de lechuga en estufa

Cronograma

ACTIVIDADES	MARZO		ABRIL		
	S2	S3	S1	S2	S3
Captura de microorganismos	X				
Preparación del terreno	X				
Preparación del semillero	X				
Germinación de semillas		X			
Extracción de MMA		X			
Trasplante			X		
Aplicaciones			X		X
Evaluación y variables de crecimiento					X

Presupuesto

Presupuesto			
Cantidad	Descripción	Valor Unitario \$	Valor Total \$
1	Bandeja Germinadora	3	3
2	Cajas de madera de hortalizas Pequeña	1	2
1	Funda de Turba Lambert	5.50	5.50
6	Fundas de semillas de lechuga	2,50	15
10 Lb	Polvillo	0.20	2
6 L	Melaza	1	6
1	Paquete de 50 hojas	0,50	0,50
Total			34

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta 30 días (..	20	0.99	0.99	3.95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	206.29	7	29.47	293.73	<0.0001
Tratamientos	205.98	4	51.50	513.27	<0.0001
Bloques	0.31	3	0.10	1.01	0.4204
Error	1.20	12	0.10		
Total	207.49	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.71390

Error: 0.1003 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
MMA 100 CC?5 LT H2O	13.60	4	0.16	A
MMA 75 CC?5 LT H2O	9.46	4	0.16	B
MMA 50 CC?5 LT H2O	6.74	4	0.16	C
MMA 25 CC?5 LT H2O	5.63	4	0.16	D
TESTIGO	4.71	4	0.16	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.59476

Error: 0.1003 gl: 12

Bloques	Medias	n	E.E.	
2	8.21	5	0.14	A
4	8.05	5	0.14	A
1	7.99	5	0.14	A
3	7.86	5	0.14	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ancho de hoja 15 días (cm) ..	20	0.96	0.93	9.81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9.58	7	1.37	39.00	<0.0001
Tratamientos	9.12	4	2.28	65.01	<0.0001
Bloques	0.45	3	0.15	4.31	0.0279
Error	0.42	12	0.04		
Total	10.00	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.42216

Error: 0.0351 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
MMA 100 CC?5 LT H2O	2.90	4	0.09	A
MMA 75 CC?5 LT H2O	2.40	4	0.09	B
MMA 50 CC?5 LT H2O	1.78	4	0.09	C
MMA 25 CC?5 LT H2O	1.50	4	0.09	C
TESTIGO	0.98	4	0.09	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.35170

Error: 0.0351 gl: 12

Bloques	Medias	n	E.E.	
2	2.06	5	0.08	A
3	1.98	5	0.08	A B
4	1.94	5	0.08	A B
1	1.66	5	0.08	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta 15 días (..	20	0.99	0.99	3.91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	116.35	7	16.62	236.91	<0.0001
Tratamientos	116.18	4	29.04	414.00	<0.0001
Bloques	0.17	3	0.06	0.79	0.5235
Error	0.84	12	0.07		
Total	117.19	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.59698

Error: 0.0702 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
MMA 100 CC?5 LT H2O	10.76	4	0.13	A
MMA 75 CC?5 LT H2O	8.12	4	0.13	B
MMA 50 CC?5 LT H2O	5.86	4	0.13	C
MMA 25 CC?5 LT H2O	5.12	4	0.13	D
TESTIGO	3.98	4	0.13	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.49735

Error: 0.0702 gl: 12

Bloques	Medias	n	E.E.	
2	6.90	5	0.12	A
1	6.80	5	0.12	A
4	6.73	5	0.12	A
3	6.65	5	0.12	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ancho de hoja 30 días (cm) ..	20	0.99	0.99	4.13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16.15	7	2.31	220.37	<0.0001
Tratamientos	15.97	4	3.99	381.31	<0.0001
Bloques	0.18	3	0.06	5.78	0.0111
Error	0.13	12	0.01		
Total	16.28	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.23065

Error: 0.0105 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
MMA 100 CC?5 LT H2O	3.74	4	0.05	A
MMA 75 CC?5 LT H2O	3.36	4	0.05	B
MMA 50 CC?5 LT H2O	1.97	4	0.05	C
MMA 25 CC?5 LT H2O	1.75	4	0.05	C D
TESTIGO	1.56	4	0.05	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.19215

Error: 0.0105 gl: 12

Bloques	Medias	n	E.E.	
4	2.56	5	0.05	A
3	2.52	5	0.05	A
2	2.51	5	0.05	A
1	2.31	5	0.05	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Largo de hoja 15 días	20	0.98	0.97	5.68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9.84	7	1.41	84.72	<0.0001
Tratamientos	9.64	4	2.41	145.20	<0.0001
Bloques	0.20	3	0.07	4.08	0.0326
Error	0.20	12	0.02		
Total	10.04	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.29030

Error: 0.0166 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
MMA 100 CC?5 LT H2O	3.35	4	0.06	A
MMA 75 CC?5 LT H2O	2.80	4	0.06	B
MMA 50 CC?5 LT H2O	1.92	4	0.06	C
MMA 25 CC?5 LT H2O	1.76	4	0.06	C D
TESTIGO	1.51	4	0.06	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.24185

Error: 0.0166 gl: 12

Bloques	Medias	n	E.E.	
1	2.36	5	0.06	A
2	2.34	5	0.06	A B
4	2.27	5	0.06	A B
3	2.10	5	0.06	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Largo de hoja 30 días	20	0.97	0.95	6.34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12.59	7	1.80	51.70	<0.0001
Tratamientos	12.30	4	3.07	88.37	<0.0001
Bloques	0.29	3	0.10	2.81	0.0849
Error	0.42	12	0.03		
Total	13.01	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.42040

Error: 0.0348 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
MMA 100 CC?5 LT H2O	4.23	4	0.09	A
MMA 75 CC?5 LT H2O	3.43	4	0.09	B
MMA 50 CC?5 LT H2O	2.63	4	0.09	C
MMA 25 CC?5 LT H2O	2.35	4	0.09	C D
TESTIGO	2.08	4	0.09	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.35023

Error: 0.0348 gl: 12

Bloques	Medias	n	E.E.	
4	3.09	5	0.08	A
1	3.03	5	0.08	A
3	2.87	5	0.08	A
2	2.79	5	0.08	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Numero de hojas 15 dias	20	0.89	0.82	4.68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.41	7	0.49	13.44	0.0001
Tratamientos	3.37	4	0.84	23.26	<0.0001
Bloques	0.04	3	0.01	0.34	0.7935
Error	0.44	12	0.04		
Total	3.85	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.42912

Error: 0.0363 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
MMA 100 CC?5 LT H2O	4.65	4	0.10 A
MMA 75 CC?5 LT H2O	4.33	4	0.10 A B
MMA 50 CC?5 LT H2O	4.00	4	0.10 B
MMA 25 CC?5 LT H2O	3.93	4	0.10 B
TESTIGO	3.43	4	0.10 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.35750

Error: 0.0363 gl: 12

Bloques	Medias	n	E.E.
2	4.12	5	0.09 A
1	4.08	5	0.09 A
3	4.06	5	0.09 A
4	4.00	5	0.09 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Numero de hojas 30 dias	20	0.78	0.64	8.37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.77	7	0.68	5.93	0.0037
Tratamientos	4.59	4	1.15	9.97	0.0009
Bloques	0.19	3	0.06	0.54	0.6642
Error	1.38	12	0.11		
Total	6.15	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.76404

Error: 0.1149 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
MMA 100 CC?5 LT H2O	4.60	4	0.17 A
MMA 75 CC?5 LT H2O	4.55	4	0.17 A B
MMA 50 CC?5 LT H2O	3.98	4	0.17 A B C
MMA 25 CC?5 LT H2O	3.80	4	0.17 B C
TESTIGO	3.33	4	0.17 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.63653

Error: 0.1149 gl: 12

Bloques	Medias	n	E.E.
2	4.20	5	0.15 A
4	4.06	5	0.15 A
3	4.00	5	0.15 A
1	3.94	5	0.15 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Materia seca (%)	20	0.97	0.95	8.30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.8E-05	7	8.3E-06	56.19	<0.0001
Tratamientos	5.8E-05	4	1.4E-05	97.18	<0.0001
Bloques	6.9E-07	3	2.3E-07	1.54	0.2552
Error	1.8E-06	12	1.5E-07		
Total	6.0E-05	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00087

Error: 0.0000 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
MMA 100 CC?5 LT H2O	0.01	4	1.9E-04	A
MMA 75 CC?5 LT H2O	0.01	4	1.9E-04	B
MMA 50 CC?5 LT H2O	4.5E-03	4	1.9E-04	C
MMA 25 CC?5 LT H2O	3.7E-03	4	1.9E-04	C
TESTIGO	2.2E-03	4	1.9E-04	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00072

Error: 0.0000 gl: 12

Bloques	Medias	n	E.E.	
1	4.8E-03	5	1.7E-04	A
3	4.7E-03	5	1.7E-04	A
4	4.7E-03	5	1.7E-04	A
2	4.3E-03	5	1.7E-04	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso fresco de planta (g)	20	0.97	0.95	8.57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	7	2.1E-03	52.34	<0.0001
Tratamientos	0.01	4	3.5E-03	90.45	<0.0001
Bloques	1.8E-04	3	6.0E-05	1.53	0.2568
Error	4.7E-04	12	3.9E-05		
Total	0.01	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01411

Error: 0.0000 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
MMA 100 CC?5 LT H2O	0.11	4	3.1E-03 A
MMA 75 CC?5 LT H2O	0.09	4	3.1E-03 B
MMA 50 CC?5 LT H2O	0.07	4	3.1E-03 C
MMA 25 CC?5 LT H2O	0.06	4	3.1E-03 C
TESTIGO	0.04	4	3.1E-03 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01175

Error: 0.0000 gl: 12

Bloques	Medias	n	E.E.
1	0.08	5	2.8E-03 A
3	0.07	5	2.8E-03 A
4	0.07	5	2.8E-03 A
2	0.07	5	2.8E-03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)