

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) VAR.
GREAT LAKES, CON TRES DOSIS Y TRES MOMENTOS DE APLICACIÓN
DE BIOESTIMULANTE FOLIREY STIMUL EN EL VALLE DE CAJAMARCA

T E S I S

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por el Bachiller:

HUGO CÉSAR EUGENIO HUAMÁN

Asesor:

Ing. URÍAS MOSTACERO PLASENCIA

CAJAMARCA – PERÚ

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los nueve días del mes de junio del año dos mil veintitrés, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 222-2023-FCA-UNC, de fecha 15 de mayo del 2023**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: **"RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes, CON TRES DOSIS Y TRES MOMENTOS DE APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTE FOLIAREY STIMUL, EN EL VALLE DE CAJAMARCA"**, realizada por el Bachiller **HUGO CÉSAR EUGENIO HUAMÁN** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las diecisiete horas y cero minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciséis (16); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las dieciocho horas y veinte minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Dr. Wilfredo Poma Rojas
PRESIDENTE

Ing. Mg. Sc. Jhon Anthony Vergara Copacandori
SECRETARIO

Ing. José Lizandro Silva Mego
VOCAL

Ing. Urias Mostacero Plasencia
ASESOR

DEDICATORIA

En el presente trabajo de investigación agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

De manera muy especial agradezco a mis padres Emitterio Eugenio y Barbarita Huamán, por ser mi fortaleza y en reconocimiento a sus sacrificios, comprensión y constante apoyo que fueron la base de mi formación e incentivo para salir adelante.

A mis hermanos Eladio, Reyes Iván y Rodney Henderson por su valioso apoyo moral y humano, necesarios en los momentos difíciles de este trabajo y esta profesión.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, Escuela Profesional de Agronomía, por haberme permitido formarme y gracias a todas las personas que fueron partícipes de este proceso, que el día de hoy se vería reflejado en la culminación de mi paso por la Universidad.

Al Ing. Urías Mostacero Plasencia, asesor de dicho trabajo, quien me apoyo y oriento en el área académica y por guiarme en la búsqueda del conocimiento, enseñanzas y consejos en los momentos indicados y por su apoyo incondicional para culminar con éxito el presente trabajo de investigación, por educarme profesionalmente y moralmente.

A mi familia por todo el apoyo y aliento brindado a lo largo de todo este camino, dándome preciados consejos y por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, por sus enseñanzas y sus palabras de ánimo para salir adelante.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Páginas
RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	3
1.1.1. Objetivo general	3
1.1.2. Objetivos específicos	3
CAPITULO I	4
REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Antecedentes de la investigación	4
2.2. Marco teórico	7
2.2.1. Bioestimulantes	7
2.2.2. Función	9
2.2.3. Uso	10
2.3. Folirey Stimul	10
2.4. Cultivo de Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.), var. Great Lakes	14
2.4.1. Origen	14
2.4.2. Taxonomía	14
2.4.3. Morfología	15
2.4.4. Productividad y rendimiento	15
2.4.5. Fenología del cultivar en estudio	15
2.4.6. Tecnología del cultivo	15
2.4.7. Trasplante	16
2.4.8. Distancias y Densidades de Siembra	16

CAPITULO I	18
MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1. Campo experimental	18
3.1.1. Referencias del campo experimental	18
3.1.2. Características climáticas de la zona	18
3.1.3. Fuente de agua	18
3.1.4. Suelo	18
3.2. Materiales y equipos	19
3.2.1. Material experimental	19
3.2.2. Equipos	19
3.2.3. Herramientas	19
3.2.4. Material de gabinete y escritorio	20
3.2.5. Material de laboratorio	20
3.3. Metodología	20
3.3.1. Diseño Experimental	20
3.3.2. Factores y niveles de estudio	21
3.3.3. Diseño experimental y análisis estadístico	22
3.3.4. Características del campo experimental	23
3.3.5. Conducción del experimento	26
3.3.6. Variables evaluadas	28
CAPITULO I	30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1. Análisis de varianza para el rendimiento total	30
4.2. Análisis estadístico para la altura de planta	35
4.3. Análisis estadístico para el diámetro	39
4.4. Longitud de raíz	43
4.5. Área foliar	45
4.6. Materia seca	49

CAPITULO I	52
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES	52
BIBLIOGRAFÍA	53
ANEXOS	63
Anexo 1. Datos de las evaluaciones en campo	63
Anexo 2. Panel fotográfico	66
Anexo 3. Análisis de Suelo.....	74
Anexo 4. Métodos seguidos en el análisis de suelos	75
Anexo 5. Recomendación según ficha técnica	76

Índice de tablas

Tabla 1	Tabla de composición del bioestimulante Folirey Stimul	11
Tabla 2	Análisis de caracterización del suelo.....	19
Tabla 3	Factores y niveles	21
Tabla 4	Modelo estadístico para el análisis de la varianza en el experimento	22
Tabla 5	Codificación de tratamientos.....	23
Tabla 6	Prueba de germinación en lechuga.....	26
Tabla 7	Rendimiento total de lechuga (Lactuca sativa L) en t ha ⁻¹	30
Tabla 8	Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento total en t ha ⁻¹	31
Tabla 9	32
Tabla 10	Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para momentos de aplicación en la variable rendimiento de lechuga (Lactuca sativa).	33
Tabla 11	Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para dosis de aplicación en la variable rendimiento de lechuga (Lactuca sativa)	34
Tabla 12	Análisis de varianza (ANOVA) para altura de planta.....	35
Tabla 13	Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para tratamientos en la variable altura de planta de lechuga (Lactuca sativa L)	36
Tabla 14	Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para momentos de aplicación en la variable altura de planta de lechuga (Lactuca sativa)	37
Tabla 15	Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para dosis de aplicación en la variable altura de planta de lechuga (Lactuca sativa L)	38
Tabla 16	Análisis de varianza (ANOVA) para diámetro promedio	39
Tabla 17	Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para tratamientos en la variable diámetro promedio de lechuga (Lactuca sativa L).	40
Tabla 18	Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para momentos de aplicación en la variable diámetro promedio de lechuga (Lactuca sativa L).	41
Tabla 19	Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para dosis de aplicación en la variable diámetro promedio de lechuga (Lactuca sativa L).	42
Tabla 20	Análisis de varianza (ANOVA) para diámetro promedio.	43
Tabla 21	Análisis de varianza (ANOVA) para diámetro promedio.	45
Tabla 22	Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para tratamientos en la variable área foliar de lechuga (Lactuca sativa L).	46
Tabla 23	Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para momentos de aplicación en la variable área foliar de lechuga (Lactuca sativa L).	47
Tabla 24	Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para dosis de aplicación en la variable área foliar de lechuga (Lactuca sativa L).	48

Tabla 25 Análisis de varianza (ANOVA) para materia seca.....	49
Tabla 26 Altura de planta de lechuga (<i>Latuca sativa</i> L) en cm.	63
Tabla 27 Diámetro promedio de cabezuela de lechuga (<i>Latuca sativa</i> L) en cm	63
Tabla 28 Longitud de raíz de lechuga (<i>Latuca sativa</i> L) en cm.	64
Tabla 29 Área foliar en lechuga (<i>Latuca sativa</i> L) en m ²	64
Tabla 30 Materia seca en lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L) en g.....	65

Índice de Figuras

Figura 1 Etapa fenológica de la lechuga Great lakes	22
Figura 2 Croquis de área experimental	25
Figura 3 Comparación de medias de los tratamientos para el rendimiento.....	32
Figura 4 Comparación de medias del factor momento de aplicación para el rendimiento	33
Figura 5 Comparación de medias del factor dosis de aplicación para el rendimiento.	34
Figura 6 Comparación de medias de los tratamientos para altura de planta.	36
Figura 7 Comparación de medias del factor dosis de aplicación para la altura de planta.....	37
Figura 8 Comparación de medias del factor dosis de aplicación para la altura de planta.....	38
Figura 9 Comparación de medias de los tratamientos para diámetro promedio	40
Figura 10 Comparación de medias del factor dosis de aplicación para el diámetro	41
Figura 11	42
Figura 12 Comparación de medidas de los tratamientos para longitud de raíz.....	44
Figura 13 Comparación de medias de los tratamientos para área foliar	46
Figura 14 Comparación de medias del factor momentos de aplicación para el área foliar.....	47
Figura 15 Comparación de medias del factor dosis de aplicación para el área foliar.	48
Figura 16 Comparación de medias de los tratamientos para la materia seca.	50
Figura 17 Preparación de camas para almácigo	66
Figura 18	66
Figura 19 Deshierbo en almácigo	67
Figura 20 Surcado de camas e instalación del riego por goteo	67
Figura 21 Trasplante de lechuga	68
Figura 22 Deshierbo de lechuga en el campo experimental.....	68
Figura 23 Aplicación del riego.....	69
Figura 24 Cultivo de Lechuga.....	69
Figura 25 Aplicación de folirey stimul	70
Figura 26 Plantas de lechuga más de 50% de índice de madurez	70
Figura 27 Lechuga listas para cosecha.....	71
Figura 28 Peso de las cabezas de lechuga.....	71
Figura 29 Peso de las raíces de lechuga.	72
Figura 30 Muestras de cabezas de lechuga en estufa para determinar materia seca	72
Figura 31 Muestras de raíz de lechuga en estufa para determinar materia seca.....	73

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se fundamenta en determinar el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. great lakes, con tres dosis y tres momentos de aplicación de bioestimulante Folirey stimu. La investigación fue llevada a cabo en el Servicio Silvo Agropecuario (SESA) de la Universidad Nacional de Cajamarca, en un área experimental de 270 m². Para lo cual, se empleó el modelo estadístico de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo factorial 3 X 3 + 1, donde el primer factor es los momentos de aplicación con valores de 15, 30 y 60 días después del trasplante (DDT) y el segundo factor son las dosis de aplicación (15, 35, 50 ml / 20 l), resultado 9 tratamientos más un testigo, con tres repeticiones cada uno. Después de medir y analizar las variables de respuesta (como rendimiento total, altura de planta, diámetro de cabezuela, longitud de la raíz, área foliar y materia seca) por medio del análisis de varianza al 95 % (ANOVA) de confianza y análisis de comparación de promedios (Tukey), se determinó que no existe interacción significativa para los factores momentos y dosis de aplicación en las variables respuesta. Es decir, los momentos y dosis actúan de manera individual como si fuera un análisis simple. En consecuencia, se obtuvo un mejor rendimiento al aplicar Folirey stimu en el M2 (35 DDT) y con la D3 (50 ml / 20 l) con promedios de 56.05 y 59.62 t ha⁻¹ respectivamente. por otro lado, existe la posibilidad de que la dosis sea mayor al encontrado en el presente trabajo; estudios posteriores podrían descartar o confirmar dicha hipótesis o ratificar la misma dosis como el indicado para determinar el rendimiento de lechuga.

Palabras Claves: cultivo de lechuga, bioestimulante, momento y dosis de aplicación y rendimiento.

ABSTRACT

The present research work is based on determining the yield of the lettuce crop (*Lactuca sativa* L.) var. great lakes, with three doses and three moments of application of biostimulant Folirey stimulant. The research was carried out at the Agricultural Forestry Service (SESA) of the National University of Cajamarca, in an experimental area of 270 m². For which, the statistical model of Completely Random Blocks (DBCA) was used, with a 3*3+1 factorial arrangement, where the first factor is the moments of application with values of 15, 30 and 60 days after transplantation (DAT) and the second factor is the application dose (15, 35, 50 ml / 20 l), the result of 9 treatments plus a control, with three repetitions each. After measuring and analyzing the response variables (such as total yield, plant height, head diameter, root length, leaf area and dry matter) through analysis of variance at 95 % confidence (ANOVA) and analysis of comparison of means (Tukey), it was determined that there is no significant interaction for the moment and dose of application factors in the response variables. That is, the moments and doses act individually as if it were a simple analysis. Consequently, a better yield was obtained when applying Folirey stimulant in M2 (35 DAT) and with D3 (50 ml / 20 l) with averages of 56.05 and 59.62 t ha⁻¹, respectively. on the other hand, there is the possibility that the dose is higher than that found in the present work; subsequent studies could rule out or confirm said hypothesis or ratify the same dose as indicated to determine lettuce yield.

Key words: lettuce cultivation, biostimulant, time and dose of application and yield

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años la producción de hortalizas ha experimentado un significativo progreso en cuanto a rendimiento y calidad, dentro de ello la superficie cultivada de lechuga ha ido incrementándose, debido en parte a la introducción de nuevos cultivares y el aumento de su consumo. Es por ello que es importante determinar la producción y rendimiento de estos nuevos cultivares en diferentes épocas de siembra y sistemas de producción como el cultivo orgánico que cada día cobra mayor importancia, porque representa una nueva tendencia que promueve el uso de insumos alternativos a fin de lograr el aprovechamiento adecuado de los recursos existentes localmente para llegar a una producción agropecuaria limpia y sostenida (García, 2011).

La fertilización foliar no es una práctica nueva, desde hace muchos años se ha estado utilizando rociaduras que contienen nutrientes secundarios y otros llamados micronutrientes o elementos menores, tales como hierro, magnesio, cobre, zinc, esta práctica ha incidido que el rendimiento del cultivo se incremente y mejore la calidad del producto, es complementario a la fertilización del suelo utilizado para corregir deficiencia de micronutrientes y para promover la recuperación de la planta afectada por condiciones bióticas y abióticas adversa (Valverde, 2008).

Con un buen programa foliar se podría poner a disposición de la planta, en los lugares de síntesis, una cantidad suficiente de nutrientes que le permita a la planta compensar su mal manejo, no de una manera espectacular, pero si se pudieran obtener incrementos que justifiquen plenamente su aplicación (Pozo, 2008).

La fertilización foliar puede ser utilizada para superar problemas existentes en las raíces cuando éstas sufren una actividad limitada debido a temperaturas bajas de menos 10 °C y altas de más de 40 °C, falta de oxígeno en campos inundados, ataque de nemátodos que dañan el sistema radicular, y una reducción en la actividad de la raíz

durante las etapas reproductivas en las cuales la mayor parte de los fotoasimilados es transferida para la producción, dejando pocos para la respiración de la raíz (Marschner, 2012).

Por lo tanto, las prácticas agrícolas importantes es la aplicación de la fertilización del cultivo, teniéndose en cuenta el uso apropiado de los macros y micro nutrientes asistentes en el suelo y requerido por los cultivos, todo esto debe necesariamente asociado con una excelente dotación de materia orgánica para dar aporte nutricional y dinamismo en el suelo a los microorganismos. Con esta buena práctica estaremos presentando un producto en condición de calidad al mercado a nivel nacional e internacional.

En el Departamento de Cajamarca desde hace buen tiempo se viene fomentando e impulsando el cultivo de la lechuga, el mismo que en la actualidad presenta limitaciones con relación al manejo de cultivo, implicancia y constancia de la variabilidad del clima, cuyos valores de la temperatura media, precipitación total mensual y humedad relativa exceden a los rangos máximos y mínimos, los mismos que estimulan la aparición de plagas y enfermedades, floración prematura, conjuntamente a la formación de látex en los tejidos vasculares, lo cual afecta la calidad del producto cosechado, así como en su comercialización.

En tal sentido el interés que existe de investigar el cultivo de lechuga, aplicando bioestimulantes foliares, ya que, este cultivo presenta excelentes rendimientos y no requiere de mucha inversión la que puede ser una opción interesante para muchos agricultores de nuestro país.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Determinar el efecto del bioestimulante Folirey stimul sobre el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great lakes.

1.1.2. Objetivos específicos

Determinar la dosis adecuada del bioestimulante Folirey stimul, para mejorar el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great lakes.

Determinar el momento adecuado de aplicación del bioestimulante Folirey stimul para mejorar el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great lakes.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

Según Lumbi (2011), en su trabajo de investigación titulado: “*Evaluación de la Aclimatación y Productividad de 17 Cultivares de Lechuga tipo Iceberg (Lactuca sativa L. var. capitata) a campo abierto, en Macají, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo*”, donde los resultados fueron: los cultivares que obtuvieron mayor productividad fueron: Grizzly (T1), Winter (T3) y viernes (T17) con 118036.64 Kg ha⁻¹, 115160.00 Kg ha⁻¹, y 110512.727 Kg ha⁻¹, respectivamente.

Según Campos (2012), en su trabajo de investigación titulado: “*Evaluación del Efecto del uso de fertilizantes foliares con acción bioestimulante, sobre la Producción y calidad de Lechugas*”, donde obtuvo los siguientes resultados: Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas entre los productos bioestimulantes aplicados ni con el testigo sin aplicación. A pesar de lo anterior cabe mencionar que los valores más altos en todas las variables analizadas fueron alcanzados por la aplicación de bioestimulantes, Nutra Green® en una dosis de 1,0 ml/l o de Phyllum® a 3,0 ml/l.

Según Palomino (2014) en su investigación “*Densidad de plantas y niveles de guano de isla en el rendimiento de Lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Canaán – Ayacucho*”, se obtuvieron los resultados siguientes: 1) La cosecha de cabezas de lechuga con aplicación de guano de isla se produjo entre los 88 y 90 días, mientras que con la densidad de 66 667 y 50 000 plantas/ha ocurre entre los 88,5 y 90 días, 2) El mayor peso de lechuga (0,71 kg) se logró con 2 t/ha⁻¹ de G y 0,70 kg con la densidad 66 667 plantas/ha⁻¹, 3) El mayor diámetro de cabezas de lechuga (9,60 kg) se logró con 3 t/ ha⁻¹ de G, mientras que las densidades de 66 667 y 50 000 plantas/ha produjeron lechugas con diámetro de 9,40 y 9,30 cm, respectivamente, 4) Los mayores rendimientos de cabezas de lechuga se obtuvo con 3 y 2 t/ha⁻¹ de guano de isla con 79 366,7 y 73 183,3 kg y la

densidad de 100 000 plantas/ha⁻¹ con 75 783,3 kg, 5) La densidad de 100 000 plantas/ha produjo la mayor cantidad de cabezas comerciales con 124 300 lechugas. Según Salgado (2018), en una investigación realizada para TRADECORP, realizó un estudio titulado: *"Los bioestimulantes mejoran la calidad Nutricional de la lechuga Icerberg"*. Los resultados fueron los siguientes: que en los cultivos de lechuga tipo Iceberg también arrojan datos positivos respecto a la cantidad y a la calidad de los productos. Así, se ha comprobado que la aplicación de Actyvium de manera periódica proporciona un incremento del peso medio de las piezas de lechuga en un 18% y un aumento del diámetro de cabeza de un 7%. En los valores cuantitativos se ha constatado un aumento del peso de la raíz y de su longitud. En el primer caso el aumento ha sido del 19% y en el caso de la raíz del 31%.

Según Bocanegra (2014) realizó la investigación *"Influencia de tres dosis crecientes de biofertilizante biol en la producción de lechuga en condiciones del Valle de Santa Catalina, La Libertad"*. El diseño estadístico que se utilizó es el de Bloques Completamente al Azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. La variable larga de hoja obtuvo una media estadística de 21,00; 22,25; 22,50 y 19,00 cm para el T1, T2, T3 y grupo testigo respectivamente, la variable ancha de hoja obtuvo una media estadística de 25,59; 24,37; 31,25 y 21,12 cm para el T1, T2, T3 y grupo testigo respectivamente y la variable peso en 10 plantas registró una media de 5,90; 6,95; 7,50 y 4,66 kg para el T1, T2, T3 y grupo testigo respectivamente.

Según Pereda (2015) en su trabajo de investigación titulado *"Evaluación del rendimiento de tres cultivares de lechuga en sistema hidropónico a raíz flotante en Santiago de Chuco, La Libertad"*. Los resultados fueron: no hubo diferencia estadística en la variable área foliar entre las variedades de lechuga, y tampoco entre bloques, por tratamiento se obtuvo un área foliar promedio de 4,13 d m².

Según Incio (2018), en su trabajo de investigación titulado: “*Efecto de cuatro dosis de biol en el Rendimiento de Lechuga (Lactuca sativa L) variedad White Boston en Cajamarca*”. Determinando que el rendimiento del cultivo, no existe significación estadística, pero si diferenciación numérica, siendo el tratamiento 3 (150 ml), que permitió cosechar 2.302 t/ha⁻¹.

Según Floríndez (2018) en su trabajo de investigación titulado: “*Respuesta a la aplicación de tres dosis de fertilizante foliar (Folirey 20-20-20) y dos frecuencias de aplicación, en el rendimiento y calidad del cultivo de papa (Solanum tuberosum) var. Amarilis, Caserío el Calvario-Bellandina, provincia Chota, departamento de Cajamarca*”, donde obtuvo los siguientes resultados: Los resultados indicaron que a una dosis 100 ml/20 l de agua y con una frecuencia de aplicación cada 15 días se obtienen los mejores resultados en cuanto a, rendimiento total con un promedio de 2.51284 kg por planta , rendimiento comercial con un promedio de 2.31183 kg por planta y número de tubérculos comerciales con un promedio de 11.9531 tubérculos por plantas; en cuanto a la variable número de tubérculos totales se obtuvo los mejores resultados a una dosis de 125 ml/ 20 l de agua con un promedio de 18.1094 número de total de tubérculos por planta.

Según Pocomucha (2020) en su trabajo de investigación titulado: “*Aplicación de Biochar en el cultivo de Lechuga var. Great lakes 659 en el distrito San Agustín de Cajas*”, donde obtuvo los siguientes resultados: La mayor altura de planta fue de 21.500cm (T2) y el mayor promedio de hojas fue de 13.638 (T1), evaluados a 40 días, sin superar estadísticamente a los demás tratamientos; para el peso promedio de cabezas a los 110 días, el T2 con 627.133 g supero estadísticamente a los demás tratamientos.

Según Marcañaupa (2021) en su trabajo de investigación titulado: “*“Efecto de Bioestimulante y diferentes Distanciamientos del cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.),*

Variedad Escarola (Great lakes 118) en el rendimiento bajo las condiciones de Lircay – Región Huancavelica”, obteniendo los siguientes resultados: en la variedad Great Lakes se logró la mayor atención 27 095,14 kg/ha⁻¹ en la z2 (Anchacclla).

2.2. Marco teórico

2.2.1. Bioestimulantes

2.2.1.1. Generalidades

Los bioestimulantes son aminoácidos y compuestos orgánicos obtenidos por hidrólisis enzimática, tienen la propiedad de intensificar la actividad de las enzimas que contribuyen e influyen sobre la regulación del equilibrio bioquímico incrementando los procesos metabólicos y activando la síntesis natural de hormonas, siendo de esta manera útiles para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Lúcar, 2004).

Son formulaciones que contienen distintas hormonas en pequeñas cantidades (menos de 0,1 g l) junto con otros compuestos químicos incluyendo aminoácidos, vitaminas, enzimas, azúcares y elementos minerales. La concentración hormonal en los bioestimulantes casi siempre es baja, los tipos de hormonas contenidas y las cantidades de cada una de ellas depende del origen de la extracción (algas, semillas, raíces, etc.) y su procesamiento (Díaz, 2009).

El crecimiento puede aumentar por la estimulación en la absorción de nutrientes, proveyendo nutrientes quelatados, hormonas vegetales, o por medio del aumento en la actividad hormonal. Los bioestimulantes que adquieren hormonas vegetales pueden obtenerse de forma sintética o de extractos vegetales naturales. (Elliott y Prevatte, 2016).

Biatti y Orlando (2003) detallan a los bioestimulantes como aquellos productos que son capaces y competentes de incrementar el desarrollo, la producción y/o crecimiento de los vegetales.

2.2.1.2. Auxinas

La auxina es un término genérico para designar a los compuestos caracterizados por su capacidad para inducir el alargamiento de las células del brote vegetal. La auxina más estudiada y más abundante en la planta es el ácido indol acético (Fernández & Jhonston 2006; Rojas & Ramírez, 2017).

La auxina se sintetiza especialmente en los tejidos meristemáticos o en los órganos jóvenes de las plantas, como es el caso de los ápices de los tallos y raíces, de donde migra a la zona de elongación y a las otras zonas donde ejercerá su acción (Vejarano y Martínez 2013; Fernández y Jhonston, 2006).

Las auxinas se producen de manera continua en algunos tejidos de las plantas; sin embargo, no se acumulan en grandes cantidades, esto significa que debe ocurrir algún proceso, o procesos, de inactivación o de destrucción (Salisbury y Ross, 2004).

Las auxinas tienen diferentes efectos en las plantas; afectan el crecimiento, el tropismo, la dominancia de la yema apical, la división celular, la formación de las raíces adventicias, la abscisión, la partenocarpia, la respiración y la diferenciación, entre otros (Vejarano y Martínez, 2013).

El aumento de la plasticidad, que permite la expansión celular, quizá sea el fenómeno más común que sirve de base a muchos. Por ejemplo, el crecimiento del brote es una consecuencia de la expansión celular, que a su vez depende del crecimiento de la pared celular, como también podría serlo la diferenciación del tejido vascular (Azcon – Bieto y Talón, 2016).

2.2.1.3. Gibberalinas

Las gibberalinas se sintetizan en varias partes de las plantas, especialmente en áreas de crecimiento activo tales como los embriones, meristemas o células en desarrollo, las hojas y raíces son centros importantes de síntesis de gibberalinas (Rojas y Ramírez, 2007).

Las gibberalinas pueden provocar un aumento sorprendente en la elongación de los brotes en muchas especies, el que resulta particularmente notable cuando se aplican a ciertos mutantes enanos (Lira, 2004).

Uno de los efectos más sorprendentes de las gibberalinas es la elongación de tallos; produce un incremento pronunciado de la división celular, lo que provoca el crecimiento rápido; inclusive en plantas enanas (Vejarano y Martínez, 2003).

También son conocidos sus efectos sobre inducción en la formación de flores, ruptura de reposo en yemas y semillas (Bryan, 2004), partenocarpia, división celular en el cambium, dominancia apical, activación del material genético y germinación de las semillas (Weaver, 2016).

2.2.1.4. Citoquininas

Son sustancias del crecimiento de las plantas que provocan la división celular. Muchas citoquininas exógenas y todas las endógenas se derivan probablemente de la adenina, una base nitrogenada de purina (Lira, 2004).

Existen evidencias de que las citoquininas son sintetizadas en los ápices de las raíces de las plantas y desde allí son transportadas a través de la xilema hacia toda la planta y especialmente a los órganos que se encuentran en pleno crecimiento (Rojas y Ramírez, 2017).

Las citoquininas participan en la división celular, morfogénesis y diferenciación, retardo de la senescencia, desarrollo de los cloroplastos, estimulación de los crecimientos de las yemas laterales, germinación y agrandamiento celular (Weaver, 2016; Vejarano y Martínez, 2013).

2.2.2. Función

Al aplicarse foliarmente los aminoácidos contenidos en los bioestimulantes ingresan por la cutícula, llegan a los haces conductores y se distribuyen por toda la planta,

principalmente en las zonas meristemáticas, formando parte de la batería enzimática metabólica intracelular, además permite la formación y el bloqueo RNA mensajero, como parte de la regulación enzimática de la actividad génica, ya que las enzimas son proteínas formadas por aminoácidos que por efectos alostéricos producen inhibición y activación por producto final, en este caso por los aminoácidos, quienes pasan al citoplasma a favor de una Glutamil-transferasa. Las enzimas que dirigen las síntesis de productos finales, se regulan a nivel de reacciones de catálisis o de síntesis, aquí, estos aminoácidos van a actuar e intervenir, cuando los sistemas metabólicos de la planta se encuentran reprimidos por factores exógenos como el clima, podas, trasplantes, tipo de suelos, etc (De Robertis, 2006).

2.2.3. Uso

El uso de bioestimulantes ha ido en incremento y su aplicación se está convirtiendo en una práctica común en la agricultura sustentable (Russo y Berlyn 1992), por lo que se están utilizando este tipo de productos que complementan y agregan las fertilizaciones y aplicaciones fitosanitarias para mejorar tanto la fertilidad del cultivo, como el vigor y el color de las plantas. Su uso se incrementa gradualmente en la agricultura nacional, al punto que en la actualidad su aplicación se ha hecho usual y casi imprescindible en muchos huertos frutales, así como también en algunos cultivos de hortalizas (Núñez *et al.*, 2008).

2.3. Folirey Stimul

Folirey stimul es un biostimulante en suspensión que posee una fórmula especial y perfectamente balanceada con auxinas, citoquininas y giberelinas, contiene además aminoácidos, enzimas y micro nutrientes micronizados, producto de alta estimulación de los procesos metabólicos de las plantas, fortaleciéndolas al corregir carencias y proporcionando nutrientes necesarios totalmente asimilables por las hojas, tallos verdes

y raíces aprovechando la planta íntegramente garantizando cultivos vigorosos con abundantes cosechas de calidad.

Folirey Stimul presenta una adecuada concentración de aminoácidos obtenidos por procesos biotecnológicos por medio de fermentaciones e hidrólisis enzimática de restos orgánicos y minerales, contiene lecitina, lactosa, ácidos polisacáridos, vitaminas, macro y micronutrientes que logra mayor vigor, mejorando la producción y la calidad de las cosechas.

Folirey Stimul activan biológicamente el buen metabolismo en las plantas, mejorando así la realización de fotosíntesis y absorción de nutrientes, lo que permite reducir el estrés y fortalecer el desarrollo de los procesos bioquímicos y fisiológicos necesarios para alcanzar unas mejores cosechas y una producción óptima.

Folirey Stimul contiene extractos orgánicos estimulando a la planta para que produzca naturalmente fitohormonas (auxinas, citoquininas, giberelinas) que a su vez promueven el mejor desarrollo de la fruta, además de la diferenciación y elongación celular. (www.reytaperu.com)

2.3.1. Composición

Tabla 1

Tabla de composición del bioestimulante Folirey Stimul

Composición	Cantidad	Contenido
Extractos orgánicos de origen vegetal y fitohormonas biológicamente activadas	580 g l-1	
Aminoácidos	300 g l-1	(Lisina, arginina, glicina, prolina, histidina, aspargina, valina, ácido glutámico, cisteína, triptófano, tirosina, leucina, treonina, metionina, ácido aspártico, alanita, serina)
Enzimas	20 g l (Lipasas, proteasas, reductasas, fosfatasas, etc.)	
Vitamina(B1)	150 mg l-1	
Lecitina	5 g l-1	
Lactosa	15 g l-1	

Nitrógeno(N)	20 g l-1
Fósforo (P2O5)	15 g l-1
Potasio (K2O)	30 g l-1
Ácidos polisacáridos	28 g l-1
Micronutrientes	
Manganeso (Mn)	15 ppm
Cobre (Cu)	10 ppm
Magnesio (Mg)	60 ppm
Zinc (Zn)	75 ppm
Hierro (Fe)	12 ppm
Boro (B)	3 ppm
Molibdeno (Mo)	0.05 ppm
Aditivos c.s.p	1 1

Nota: <https://www.reytaperu.com/wp-content/uploads/2016/11/Ficha-Stimul.pdf>

2.3.2. *Ventajas*

- Rápida absorción, penetra fácilmente por las células de las hojas, incrementando el contenido de clorofila y la actividad fotosintética.
- Mayor acción nutritiva por su aporte de nutrientes, lo que estimula los procesos metabólicos que inducen a las plantas a formar en forma natural sus propias hormonas (auxinas, giberelinas, citoquininas).
- La capacidad bioestimulante de Folirey Stimul favorece el correcto funcionamiento de los mecanismos naturales de defensa de la planta, mejorando su capacidad de respuesta a situaciones de estrés como: heladas, sequías, golpe de calor, uso excesivo de pesticidas, exceso de agua, sales, radiación, efectos del trasplante, pérdida de nutrientes, etc.
- Folirey Stimul es un bioestimulante completo que puede aplicarse por vía foliar, radicular e inmersión a frutales, hortalizas, flores y ornamentales. Se obtienen excelentes resultados en cultivos de invernadero, mediante riego por goteo como complemento del programa de fertilización, además es un producto seguro para el medio ambiente, es biodegradable, no produce fitotoxicidad en los cultivos ni contaminación.

- Estimula el crecimiento radicular y foliar.
- Mejora la calidad y rendimiento de la planta.
- Incrementa la resistencia de las plantas a las enfermedades.
- No hay pérdidas por lixiviación o volatilización.

2.3.3. *Compatibilidad*

Folirey Stimul es compatible con todos los productos fitosanitarios comúnmente utilizados; por ello no se debe combinar ni mezclar con calcio, sulfatos, aceite, ni productos muy alcalinos, lo cual se recomienda e indica antes de la mezcla realizar una prueba de compatibilidad.

2.3.4. *Recomendaciones de uso*

Folirey Stimul se recomienda aplicar por vía foliar desde 0.25 a 0.5 l /200 l de agua.

Aplicar por sistema de fertirriego (goteo, aspersión etc.) con una dosis de 1- 2 l ha, según el estado que se encuentre el cultivo, además se aplica en los cultivos que necesitan un estímulo nutricional: trasplante, inicio de vegetación, inicio de la floración, en los primeros estadios de desarrollo de los frutos y al comienzo de la maduración. Antes de usarse agitar fuertemente, luego medir la cantidad adecuada y mezclar disolviendo en un recipiente pequeño que puede ser un balde de 10 l, luego adicionarlo al cilindro con agua hasta la mitad y llenar el volumen completo de agua agitando fuertemente para hacer una buena homogenización.

2.4. Cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa* L.), var. Great Lakes

Según Saavedra et al., (2017), esta variedad representa a aquellas que desarrollan cabeza, encontrándose 2 tipos: las denominadas Iceberg, que producen un cogollo compacto y las Batavias, que desarrollan uno menos compacto los cuales son pequeñas y de formas irregulares. Durante su desarrollo la planta pasa de roseta a alargamiento de las hojas, pero cada incremento en número de hojas el grosor de la planta aumenta, de tal manera que se vuelve más ancha, cuando el desarrollo alcanza de 10 a 12 hojas, estas empiezan a encorvarse envolviendo las hojas interiores, lo cual lleva a formar una cabeza esférica. Las hojas continúan creciendo dentro de este 37 envoltorio, llenándose hasta que alcance la madurez comercial. Si esta no es cosechada a tiempo entra en estado reproductivo, emitiendo el tallo floral.

2.4.1. Origen

El origen de la lechuga no está muy claro. Se confirma que procede de la india, mientras que otros se ubican en las regiones templadas de Eurasia y América del norte, a partir de la especie *Lactuca serriola* (Velásquez, 2019).

Conocida por sumerios, egipcios, persas, griegos y romanos, se trata de una planta cultivada desde hace muchos años, existiendo testimonios de escritos de que los romanos ya conocían diferentes variedades, así como las diversas técnicas de cultivo. Existen diferentes variedades de lechuga cultivadas actualmente las cuales son el producto de una hibridación entre especies distintas (Lakhsmi, 2009).

2.4.2. Taxonomía

Reino: Eucariota

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliatae

Sub clase: Rosidae

Super orden: Asteranae

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: *Lactuca*

Especie: *sativa*

Variedad: Great lakes. (USDA, 2018)

2.4.3. Morfología

Variedad tardía que va desde los 85 a 90 días después del trasplante. Presenta cabeza grande, redonda, esta hortaliza es rustica, férreo tiene sus hojas de un color peculiar de verde oscuro se dice que muy raramente puede quemarse en el invierno con el frío o calor. Es una de las variedades más adaptables y más sembradas de todas las lechugas de este tipo, por sus hojas crocantes y por su organoléptica agradable la hacen particularmente preferida por los consumidores. Tiene muy buena resistencia al transporte (Painto y Ñaupá, 2020).

2.4.4. Productividad y rendimiento

La productividad de lechuga oscila de acuerdo de las “variedades” llegando a 30 t ha⁻¹, con un peso entre 0,1 a 0,5 kg por cabeza, por otro lado, las variedades de menor rendimiento 15 a 20 t ha⁻¹, con pesos de cabeza de 0,1 a 0,5 kg. Por cabeza (Rivera, 2007).

2.4.5. Fenología del cultivar en estudio

La lechuga Great Lakes, es una hortaliza de buena reproducción que garantiza una producción de calidad ecuánime (Rivera, 2007).

2.4.6. Tecnología del cultivo

A. Preparación del suelo

La primera actividad es la labranza de suelo agregando abono de buena calidad, así mismo los labores continúan con un arado rompiendo el terreno a posterior a realizar

alguna nivelaciones con los instrumentos adecuados hasta que quede apto para el cultivo de este, formando “surcos” deseados, las recomendaciones referidas es mantener el suelo limpio de biomasa de otros vegetales, también que no, haya sido repetido el cultivo de este producto, salvo que se hubiera sido cultivo rotativo con “cereales o legumbres” (Calsin, 2019).

B. Siembra

Es de acuerdo de la tecnología aplicada en las parcelas o hectáreas, a esto ay que añadir las condiciones climatológicas y el tipo de siembra que puede ser almacenado o siembra directa, estos pueden ser por boleado o por hilera, todo dependerá de la técnica del cultivador, en cuanto a sus recomendaciones de planta entre planta 20 a 30 cm (Painto y Ñaupá, 2020).

2.4.7. *Trasplante*

Al realizar un trasplante son variados “11 a 13 plantas por m²” ya es recomendable trasladar “tresbolillos (30 x 30cm, 25 x 25 cm, 27.5 x27.5 cm y 25 x30 cm)” (Calsin, 2019).

2.4.8. *Distancias y Densidades de Siembra*

Calsin (2019) señala que: *El distanciamiento de los cultivos será de acuerdo de las condiciones climáticas y el estado del terreno del cultivo y será de acuerdo de variedades de la lechuga. En cuanto a su densidad oscila de “40,000 hasta 120,000 ha” y la distancia requerida de planta a planta en hilera 20 a 30 cm y de surco a surco es de un aproximadamente “0,80 a 1 m.*

2.4.8.1. Cosecha

En un campo de lechuga de cabeza, se comienza con la cosecha cuando la mayor parte es decir (más del 50 %) que ha alcanzado el tamaño deseado y está lo más sólido posible (Valadez, 2008).

La cosecha se realiza dependiendo de la variedad. Asimismo, el periodo de siembra a cosecha dura aproximadamente de 90 a 100 días, por ende, en el campo se cosecha cuando la mayoría (más del 50 %) ha formado y alcanzado bien el tamaño deseado debiendo estar lo más sólido posible. En algunos campos solo se cosecha una sola vez (Alvarado, 2011).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Campo experimental

3.1.1. Referencias del campo experimental

El experimento se realizó en el campo experimental del Servicio Silvo Agropecuario (SESA) de la Universidad Nacional de Cajamarca, Provincia y Departamento de Cajamarca, geográficamente se ubica entre las coordenadas 7° 10' 03" latitud sur, y 78° 29' 36" longitud Oeste y una altitud de 2677 m. Tiene un clima templado con una temperatura media anual de 15 °C, La humedad relativa media 63.7 % y la precipitación media anual de 528.3 mm.

3.1.2. Características climáticas de la zona

El clima de esta región es frío - seco, seco durante los meses de mayo a octubre, precipitaciones desde octubre hasta abril, puede producirse heladas durante los meses de mayo a octubre, la temperatura media anual es de 11 °C y la máxima son superiores a 20 °C, la temperatura mínima se registra entre los meses de mayo a junio fluctuando entre -1 °C a -12 °C. (Pulgar 1981).

3.1.3. Fuente de agua

El rango ideal de agua para lechugas esta entre un ph 5.0-8.0, dicho riego utilizado para el desarrollo de esta investigación fue captada desde la red de distribución de agua, el cual tiene una salida en el Servicio Silvo Agropecuario, cuya agua es derivada del reservorio de la Universidad Nacional de Cajamarca.

3.1.4. Suelo

Para la caracterización físico-química del área en estudio, se realizó un muestreo del suelo y se llevó al Laboratorio de Análisis de Suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria la Molina. De acuerdo al resultado el suelo presenta un pH ligeramente alcalino, una conductividad eléctrica no salino, nivel bajo de calcáreo,

nivel medio de fósforo disponible, nivel medio de potasio disponible, nivel alto de capacidad de intercambio catiónico y una textura fina (franco arcilloso); la cual nos indica que es un suelo apto para el cultivo de lechuga.

Tabla 2

Análisis de caracterización del suelo

P	K	pH	MO	Al	Arena	Limo	Arcilla	Clase
Ppm	ppm		%	meq/100g	%	%	%	textural
11.1	169	7.5	2.21	-----	40	22	38	Fr Ar

Nota: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes - UNALM (2019).

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Material experimental

- Semilla de Lechuga Var. Great lakes
- Bioestimulante (Folirey Stimul)
- Funguicida (PARACHUPADERA 740 PM)
- Insecticida (BRONCO 40 EC)

3.2.2. Equipos

- Mochila 20 l de capacidad
- Arado de disco
- Rastra
- Computadora

3.2.3. Herramientas

- Palana
- Pico
- Rastrillo
- Cinta de riego a goteo

3.2.4. *Material de gabinete y escritorio*

- Libreta de campo
- Lápiz
- Regla graduada
- Lapiceros
- Resaltador
- Wincha
- Cordel
- Hoz
- Rafia
- Estacas

3.2.5. *Material de laboratorio*

- Vernier
- Cuchillo
- Balanza digital
- Estufa

3.3. Metodología

3.3.1. *Diseño Experimental*

Para la ejecución del presente trabajo de investigación se realizó entre los meses de junio y noviembre del 2019. Orientado a buscar nuevas alternativas técnicas y científicas, en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. great lakes, con tres dosis y tres momentos de aplicación de bioestimulante (Folirey stimul).

3.3.2. Factores y niveles de estudio

Tabla 3

Factores y niveles

Factores de estudio	Niveles
Factor M: Momentos de aplicación de Folirey Stimul	M1: 15 DDT
	M2: 35 DDT
	M3: 60 DDT
Factor D: Dosis de aplicación de Folirey Stimul	D1: 15 ml
	D2: 35 ml
	D3: 50 ml

DDT: Días después del trasplante.*

A continuación se presenta la dosis y etapa vegetativa apta para la aplicación según recomendación de la etiqueta del bioestimulante (<https://www.reytaperu.com/wp-content/uploads/2016/11/Ficha-Stimul.pdf>) (ver Anexo 5).

Tabla 4

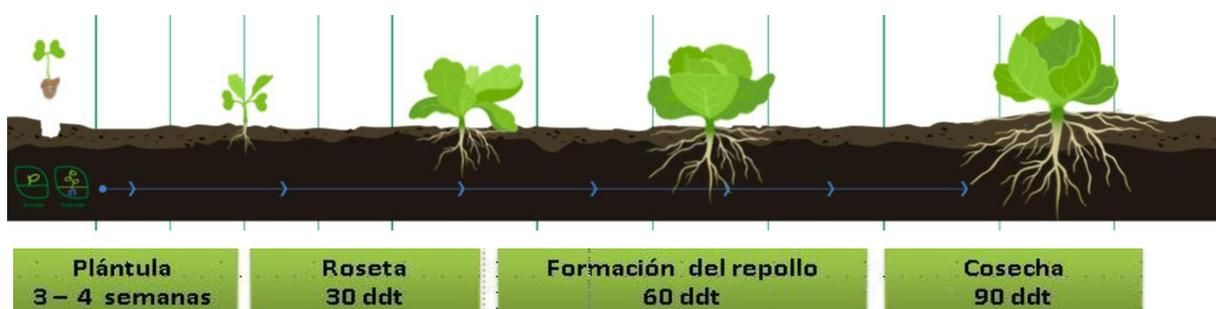
Recomendación de dosis y época de siembra

Cultivo	Dosis por ha (200 l de agua)	Recomendación
Lechuga	0.25 a 0.5 l	a los 15 a 20 días después del trasplante de 3 a 4 aplicaciones

Nota: (<https://www.reytaperu.com/wp-content/uploads/2016/11/Ficha-Stimul.pdf>)

Figura 1

Etapa fenológica de la lechuga Great lakes



3.3.3. *Diseño experimental y análisis estadístico*

Se empleó el Diseño Estadístico de Bloques Completos Azar (DBCA), con arreglo factorial de 3 momentos de aplicación por 3 dosis de aplicación más el testigo (3 x 3+1). Resultando nueve tratamientos y un testigo con tres repeticiones cada uno.

Se utilizó un análisis de la varianza para valorar el nivel de significación de los tratamientos. Para comparar la diferencia entre los valores medios de los tratamientos se realizó también la Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para comparar medias. Para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico InfoStat.

Tabla 5

Modelo estadístico para el análisis de la varianza en el experimento

FC	SC	GL	CM	F ₀	F _α
Momentos de aplicación M	m _{YY}	a-1=2	m	0,0555...	F _{0,05} (2;36)
Dosis D	D _{YY}	b-1=2	D	0,0555...	F _{0,05} (2;36)
m*D	(BmD) _{YY}	(a-1) (b-1) = 4	BmD	0,1111...	F ₀ (4;36)
ERROR	E _{YY}	ab(r-1) =8	E		
TOTAL	G_{YY}	abr=27			

Prueba de la hipótesis de la interacción m*A

H0: No interactúa momento de aplicación y dosis de bioestimulante.

H1: si interactúa momento de aplicación y dosis de bioestimulante.

$$F_0 = \frac{b*m*A}{E} \sim F_{0,05} = (12; 36)$$

Si: $F_0 < F_t$ se acepta H_0 de lo contrario rechazar y aceptar H_1 .

Tabla 6

Codificación de tratamientos

Tratamientos	Dosis	Momentos	Codificación	Descripción
TESTIGO				No se hará ninguna aplicación
T1	D1	M1	D1M1	A los 15 DDT, 15 ml de Folirey stimul
T2	D1	M2	D1M2	A los 15 DDT, 35 ml de Folirey stimul
T3	D1	M3	D1M3	A los 15 DDT, 50 ml de Folirey stimul
T4	D2	M1	D2M1	A los 35 DDT, 15 ml de Folirey stimul
T5	D2	M2	D2M2	A los 35 DDT, 35 ml de Folirey stimul
T6	D2	M3	D2M3	A los 35 DDT, 50 ml de Folirey stimul
T7	D3	M1	D3M1	A los 60 DDT, 15 ml de Folirey stimul
T8	D3	M2	D3M2	A los 60 DDT, 35 ml de Folirey stimul
T9	D3	M3	D3M3	A los 60 DDT, 50 ml de Folirey stimul

DDT:* Días después del trasplante.

3.3.4. Características del campo experimental

Las características del campo experimental se indica a continuación y la distribución se muestra en la Figura 1.

Área del campo experimental

Largo : 30.00 m
 Ancho : 3.00 m
 Área : $90.00 \text{ m}^2 \times 3.00 = 270.00 \text{ m}^2$

Área de un bloque

Largo : 30.00 m
 Ancho : 3.00 m
 Área : 90.00 m^2

Área de cada tratamiento

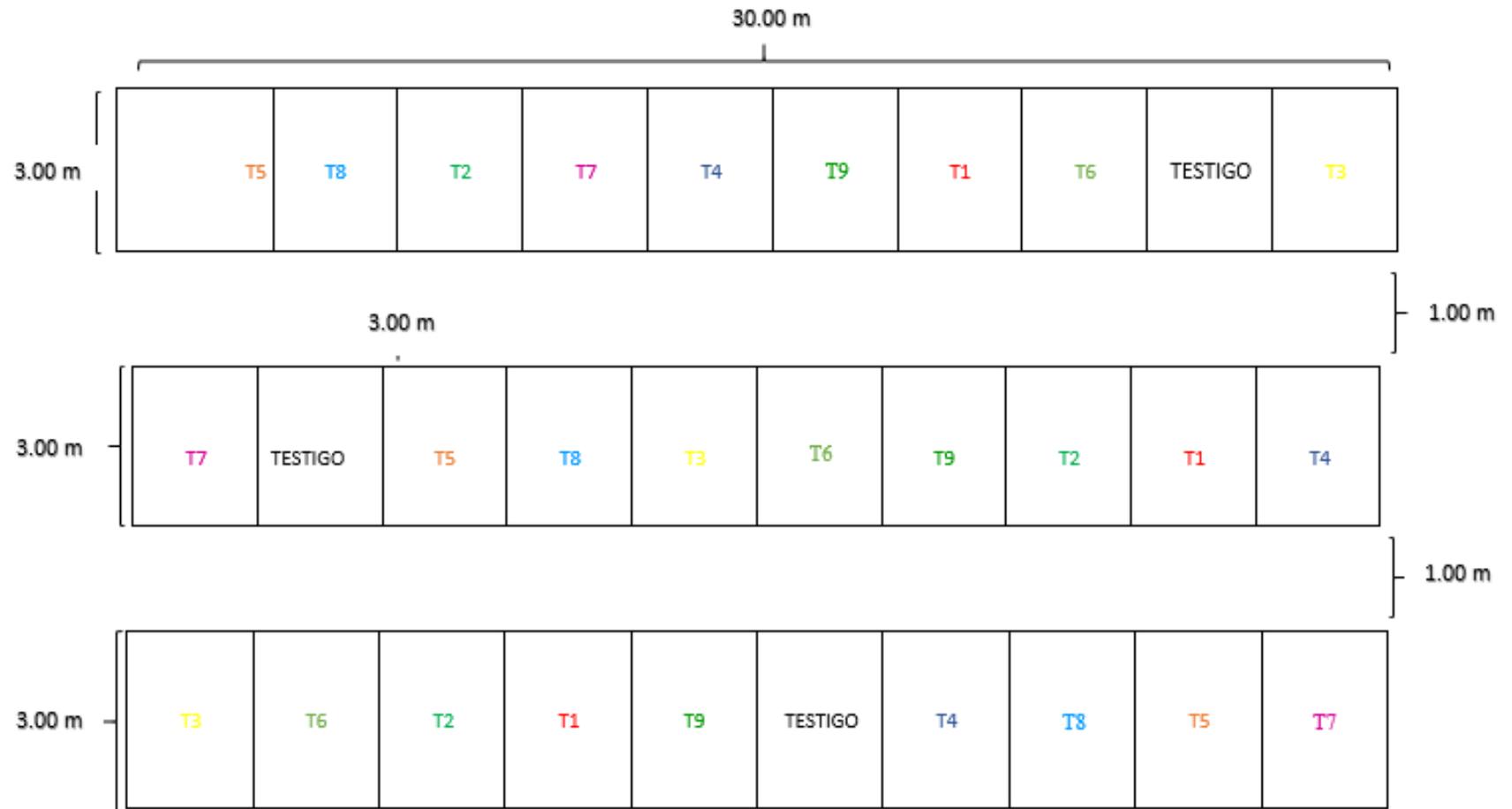
Largo : 3.00 m
Ancho : 3.00 m
Área : 9.00 m²

Caminos

Ancho : 1.00 m
Largo : 30.00 m
Área del camino: 30.00 m²
Área de dos caminos: 60.00 m²

Figura 2

Croquis de área experimental



3.3.5. *Conducción del experimento*

3.3.5.1. **Prueba de germinación**

La prueba de germinación se llevó a cabo en 4 envases, con una muestra de 100 semillas cada una durante un período de 5 días. Todos los días se realizó el conteo de las semillas, germinadas.

Tabla 7

Prueba de germinación en lechuga

Prueba de Germinación						
	Días					
Germinadores	1	2	3	4	5	TOTAL
I	----	11	20	61	6	98
II	----	8	22	46	21	97
III	----	10	19	55	9	93
IV	----	17	16	48	14	95

En condiciones normales en una habitación. Como resultado de este ensayo, 383 de las 400 semillas en estudio germinaron 95.75 %, es decir, lo que verifica que las semillas poseen un muy buen poder germinativo.

3.3.5.2. **Muestreo y análisis de suelos**

Se realizó tomando muestras en forma de zig zag con la ayuda de una palana derecha a una profundidad aproximada de 30 cm, luego se hizo la mezcla de las muestras y se sacó una representativa, el cual fue llevado al Laboratorio de Análisis de Suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria la Molina para su posterior análisis.

3.3.5.3. Preparación del terreno

Esta labor se realizó con la finalidad de crear condiciones favorables para el buen desarrollo del cultivo de lechuga, eliminando malezas y dejando el suelo bien mullido; preparándose a una profundidad de 20 a 25 cm aproximadamente para facilitar el drenaje y la penetración de las raíces. Posterior a la preparación se aplicó el riego de machaco para favorecer la germinación de las semillas.

3.3.5.4. Delimitación del área de camas

Utilizando el croquis del diseño experimental, marcamos el terreno usando estacas, cordel, yeso, wincha y un zapapico. El ancho de surcos fue de 0.40 m. Luego se procedió a la identificación de tratamientos con el etiquetado de las parcelas.

3.3.5.5. Almacigo

El almacigo se realizó el 19 de junio de 2019 en forma manual utilizándose una cama a nivel del suelo con las siguientes medidas 4 de largo por 2 de ancho, por un tiempo de 41 días, la siembra se realizó en surcos superficiales a chorro continuo y se colocó a una profundidad de 1.5 a 2 cm. Procediéndose luego al tapado de la semilla en forma manual; luego se procedió a regar para poner en contacto el suelo con las semillas y posteriormente según es la necesidad de agua por las plántulas.

3.3.5.6. Trasplante

El trasplante definitivo se realizó en campo el 01 de agosto del 2018, con una densidad de siembra de 0.30 m entre planta y 0.40 m entre surcos, doble hilera con un total de 2160 plantas en el área experimental equivalente a 80 000 plantas por hectárea.

3.3.5.7. Riegos

El método del riego fue a goteo, el agua se aplica directamente al suelo, gota a gota, por el período de 20 minutos realizado por 2 a 3 veces por semana.

3.3.5.8. Aplicación de bioestimulante

Se realizarán en los tiempos programados, la primera aplicación a los 15 días después del trasplante, la segunda después de 35 días después del trasplante y la tercera y última a los 60 días después del trasplante.

3.3.5.9. Deshierbo

El desmalezado se efectuó en forma manual y con escarda cuando era necesario, además se realizó esta labor con el objetivo de mantener el campo libre de malezas durante todo el ciclo del cultivo, se realizaron 3 desmalezados en total, el primer deshierbo se realizó a los 25 días después del trasplante (ddt), el segundo a los 20 ddt y el tercero a los 22 ddt.

3.3.5.10. Cosecha

La cosecha se realizó el 02 noviembre cuando la mayor parte (más del 50 %) de cabezas de lechugas ha alcanzado el tamaño y forma deseada que permiten ser aceptable para el mercado.

3.3.6. Variables evaluadas

3.3.6.1. Rendimiento total

El resultado del peso total de cada unidad experimental en la cosecha, que posteriormente fueron llevados para obtener el rendimiento en toneladas por hectárea.

Se tomaron 10 cabezas al azar por cada repetición del tratamiento en la cosecha, se pesaron en una balanza con precisión de 1 gramo, para lo cual se cortó la raíz de cada lechuga y se midió únicamente el peso de la cabeza (parte comestible), también se sumó el peso de las 10 lechugas en cada unidad experimental y de esta manera se obtuvo el peso en fresco (kg) de lechuga por parcela neta (0.36 m²).

3.3.6.2. Altura de planta al momento de la cosecha

Desde la base inferior de la planta (cuello) hasta la parte superior de la cabeza de lechuga se midió con una regla en centímetros la altura de cada lechuga de la parcela neta siendo (10 lechugas), asimismo se registró el dato promedio de altura por cada tratamiento y repetición.

3.3.6.3. Diámetro de cabezuela al momento de la cosecha

Para medir el diámetro de la cabeza de la lechuga se utilizó un calibrador de base fija y extremo abatible graduado en centímetros; el calibrador se ubicó en la parte media de cada una de las 10 lechugas y se registró el diámetro promedio por cada tratamiento y repetición.

3.3.6.4. Longitud de raíz

Se hizo la evaluación desde el corte de la base de la cabezuela hasta la raíz más larga.

3.3.6.5. Área foliar

Se realizó la evaluación durante su estado de madurez.

3.3.6.6. Materia seca

De las 10 plantas de lechuga que constituyeron área útil para cada tratamiento, se tomaron una planta de lechuga completas (parte aérea) cuando se formó la cabeza compacta, para los respectivos análisis de laboratorio. La selección se realizó al azar y éstas se llevaron en bolsas de papel a la estufa a 105°C y utilizando la siguiente expresión se calculó el porcentaje de materia seca.

$$\%MS = (P''/P) * 100$$

P'' = Peso de la muestra después de la desecación.

P = Peso de la muestra antes de la desecación.

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente capítulo se presenta los resultados obtenidos de los análisis de varianza para cada variable considerada.

4.1. Análisis de varianza para el rendimiento total

Tabla 8

Rendimiento total de lechuga (Lactuca sativa L) en t ha⁻¹

Tratamientos	Momentos	Dosis	Repeticiones			Total	Promedio
			I	II	III		
T0			24.76	28.40	30.57	83.72	27.91
T1	M1	D1	45.88	49.77	41.26	136.91	45.64
T2	M1	D2	45.93	52.84	51.28	150.05	50.02
T3	M1	D3	53.94	56.55	60.43	170.92	56.97
T4	M2	D1	44.26	53.22	48.41	145.90	48.63
T5	M2	D2	45.08	58.96	51.87	155.91	51.97
T6	M2	D3	60.67	70.56	71.42	202.65	67.55
T7	M3	D1	31.82	47.57	47.64	127.02	42.34
T8	M3	D2	43.64	53.21	50.21	147.06	49.02
T9	M3	D3	51.79	57.98	53.21	162.98	54.33
Total			447.76	529.05	506.30	1483.12	
Promedio			44.78	52.91	50.63	148.31	

Nota: Datos tomados en campo – UNC

Tabla 9*Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento total en t ha-1.*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
Bloque	2	360.21	180.11	15.56 **	<0.0001
Tratamientos	9	2696.44	299.6	25.89 **	<0.0001
Momentos	2	264.51	132.26	11.43 **	0.0006
Dosis	2	922.24	461.12	39.85 **	0.0000
Momentos*Dosis	4	102.05	25.51	2.20 NS	0.1094
Factores vs. testigo	1	1407.63	1407.63	121.62 **	<0.0001
Error	18	208.34	11.57		
Total	38	5961.42			

CV = 6.87 %

NS = no significativa; * = significativa; ** = altamente significativa

En la tabla 9, se muestra el análisis de varianza para la variable rendimiento total del cultivo de lechuga var. great lakes; donde se observa, que no existe significación estadística (**) para la interacción de los factores (momento y dosis), pudiendo decir que la aplicación foliar con intervalos más cortos aumenta el rendimiento, tal como dice Ramírez (2000); es decir dichos factores actúan de manera independiente. Sin embargo, para el momento y dosis de aplicación por separado, si existe diferencia significativa, dado que el valor de significación ($p\text{-valor} \leq 0.05$) para cada uno de ellos, es menor al 5 % de probabilidad, además se observa que existe significación estadística para los factores vs testigo y los tratamientos.

El rendimiento tiene un coeficiente de variación de 6.87 %, lo que permite afirmar que la dispersión de los datos es baja y se encuentran cercanos a su media aritmética, garantizando una confiabilidad alta.

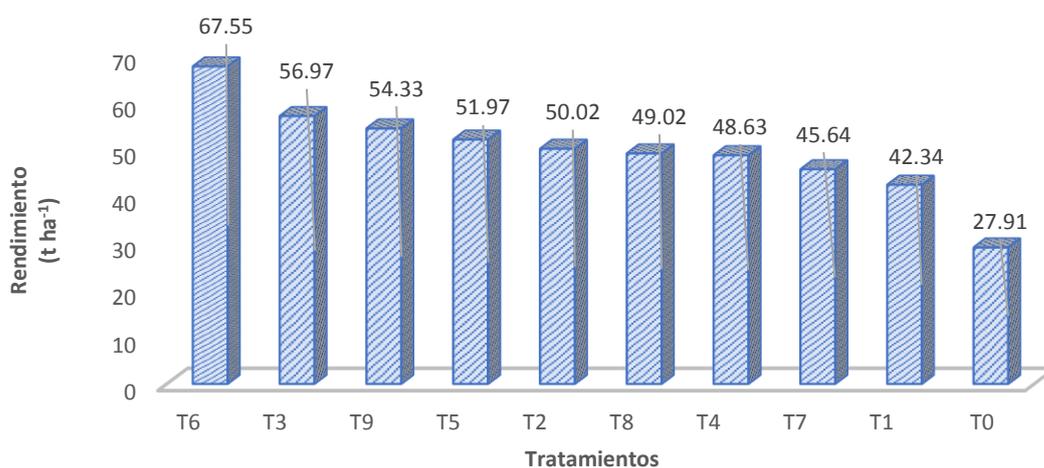
Tabla 10

Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para tratamientos en la variable rendimiento de lechuga (Lactuca sativa L).

Tratamientos	Rendimiento promedio en t ha ⁻¹	significación estadística al 5%
T6	67.55	A
T3	56.97	B
T9	54.33	B C
T5	51.97	B C D
T2	50.02	B C D
T8	49.02	B C D
T4	48.63	B C D
T1	45.64	C D
T7	42.34	D
T0	27.91	E

Figura 3

Comparación de medias de los tratamientos para el rendimiento



Según la prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad, tabla 10, para la variable rendimiento de lechuga, nos indica que el T6 es superior en relación a los otros tratamientos, con un promedio de 67.55 t ha⁻¹, el último lugar lo ocupó el testigo (T0),

con un promedio de 27.91 t ha⁻¹, tal como se puede apreciar en la figura 2. Según Venegas (2010), que debido a que posiblemente la planta utiliza los nutrientes vía foliar mucho más rápido y eficiente.

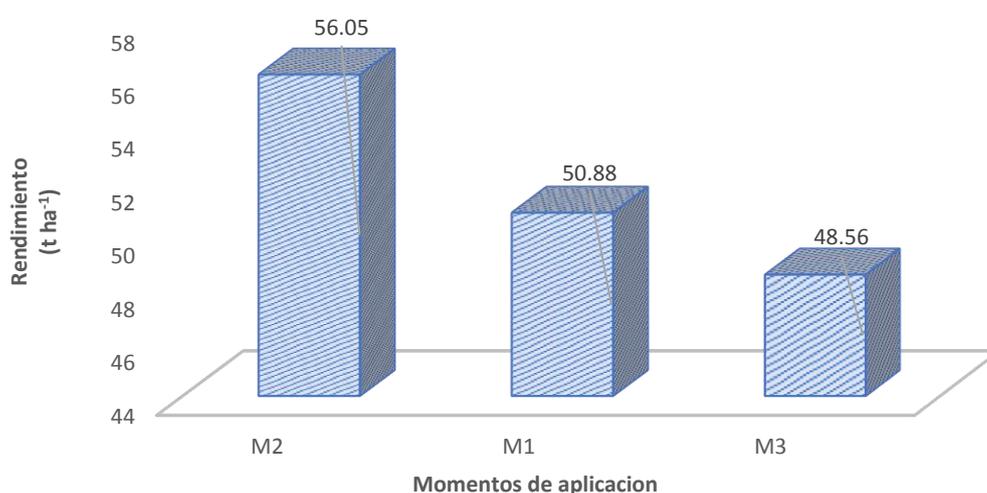
Tabla 11

Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para momentos de aplicación en la variable rendimiento de lechuga (Lactuca sativa L).

Momentos	Días (DDT)	Rendimiento promedio en t ha ⁻¹	Significación estadística al 5%	
M2	35	56.05	A	
M1	15	50.88	A	B
M3	60	48.56		B

Figura 4

Comparación de medias del factor momento de aplicación para el rendimiento



Según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, tabla 11, para la variable rendimiento de lechuga, nos indica que el mejor resultado se obtiene al aplicar foliirey stimol en el M2 (35 DDT) con una media de 56.05 t ha⁻¹, es decir el bioestimulante al ser aplicado a los 35 días tiene un mayor efecto que cuando se aplica en el M1(15 DDT) y M3(60 DDT), cuyas medias son de 50.88 t ha⁻¹ y 48.56 t ha⁻¹ respectivamente, tal como

se muestra en la figura 3. Debido posiblemente a que los productos se aplicaron en el momento justo (cuando los cultivos necesitan un estímulo nutricional para su desarrollo), para mostrar un efecto positivo, según se deba posiblemente que a aplicaciones más frecuentes de foliares que contengan fósforo se logre obtener mayor llenado de hojas (Pumisacho & Sherwood, 2002)

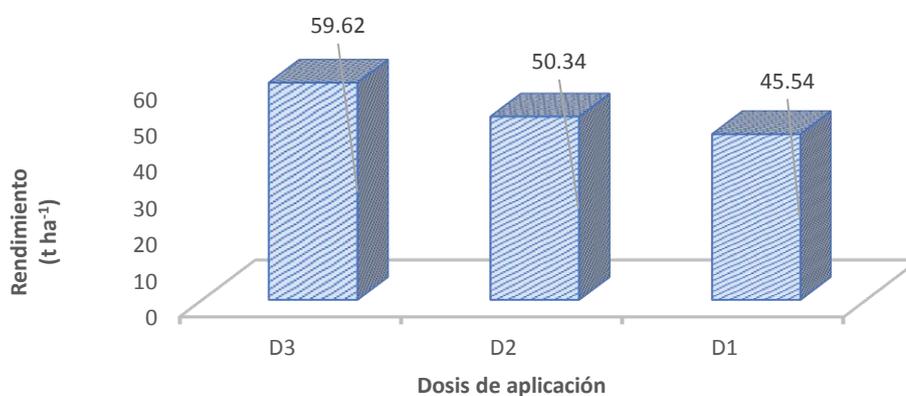
Tabla 12

Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para dosis de aplicación en la variable rendimiento de lechuga (Lactuca sativa L)

Dosis	Cantidad (ml)	Rendimiento promedio en t ha ⁻¹	Significación estadística al 5 %
D3	50	59.62	A
D2	35	50.34	B
D1	15	45.54	B

Figura 5

Comparación de medias del factor dosis de aplicación para el rendimiento.



Según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, tabla 12, para la variable rendimiento de lechuga, nos indica claramente que con la D3 (50 ml / 20 l) se obtiene un mejor rendimiento, con una media de 59.62 t ha⁻¹. Seguido por la D2 (35 ml / 20 l) y D1 (15 ml / 20 l) los cuales son estadísticamente iguales, con medias de 50.34 t ha⁻¹ y 45.54 t ha⁻¹ tal como se muestra en la figura 4. Esto evidencia que a mayor dosis de foliery estimul, mayor disponibilidad de nutrientes y mayor aprovechamiento vía foliar,

traduciéndose esto en un incremento significativo de la producción de biomasa vegetal, al ser una fertilización inmediata que aporta directamente a las hojas (Delgado, 2015) se complementa con lo mencionado por Gutiérrez (2018) una de las principales razones de este tipo de fertilización es complementar o corregir la fertilización realizada en el suelo.

4.2. Análisis estadístico para la altura de planta

Tabla 13

Análisis de varianza (ANOVA) para altura de planta

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
Bloque	2	7.11	3.55	14.54 **	0.0002
Tratamiento	9	20.92	2.32	9.51 **	<0.0001
Momentos	2	3.82	1.91	7.96 **	0.0033
Dosis	2	7.24	3.62	15.08 **	0.0001
Momentos*Dosis	4	1.27	0.32	1.33 NS	0.2958
Factores vs testigo	1	8.58	8.58	35.11 **	<0.0001
Error	18	4.4	0.24		
Total	38	53.34			

CV = 3.21 %

NS = no significativa; * = significativa; ** = altamente significativa

De acuerdo con la tabla 13, se muestra el análisis de varianza para la variable altura de planta; donde se observa que no existe significación estadística (**) para la interacción de factores (Momentos y dosis), es decir dichos factores actúan de manera independiente. Sin embargo, para el momento y dosis de aplicación por separado, si existe diferencia significativa, dado que el valor de significación ($p\text{-valor} \leq 0.05$) para cada uno de ellos, es menor al 5 % de probabilidad, además se observa que existe significación estadística para los factores vs testigo y los tratamientos.

El análisis estadístico de los resultados de altura de planta presento un coeficiente de variación (CV) de 3.21 %, lo que indica que la dispersión de los datos fue baja y el resultado del análisis de los datos brinda mayor nivel de confianza, por lo mencionado podemos afirmar que la altura de planta está relacionada con la fertilidad del suelo especialmente el nitrógeno, como afirman Pumisacho & Sherwood (2002)

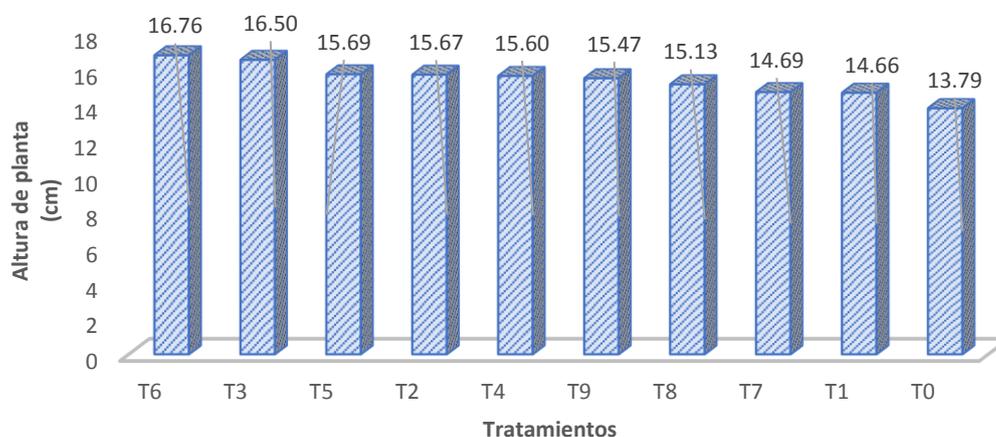
Tabla 14

Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para tratamientos en la variable altura de planta de lechuga (Lactuca sativa L)

Tratamientos	Altura promedio en cm	Significación estadística al 5 %			
T6	16.76	A			
T3	16.50	A	B		
T5	15.69	A	B	C	
T2	15.67	A	B	C	
T4	15.60	A	B	C	
T9	15.47	A	B	C	
T8	15.13		B	C	D
T7	14.69			C	D
T1	14.66			C	D
T0	13.79				D

Figura 6

Comparación de medias de los tratamientos para altura de planta.



Según la prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad, tabla 14, para la variable altura de planta de lechuga, nos indica que el T6, es superior al resto de tratamientos y por consiguiente el de mejor resultado para la altura de planta de lechuga, con un promedio de 16.76 cm, el último lugar lo ocupó el testigo (T0), con un promedio de 13.79 cm, tal como se puede apreciar en la figura 5.

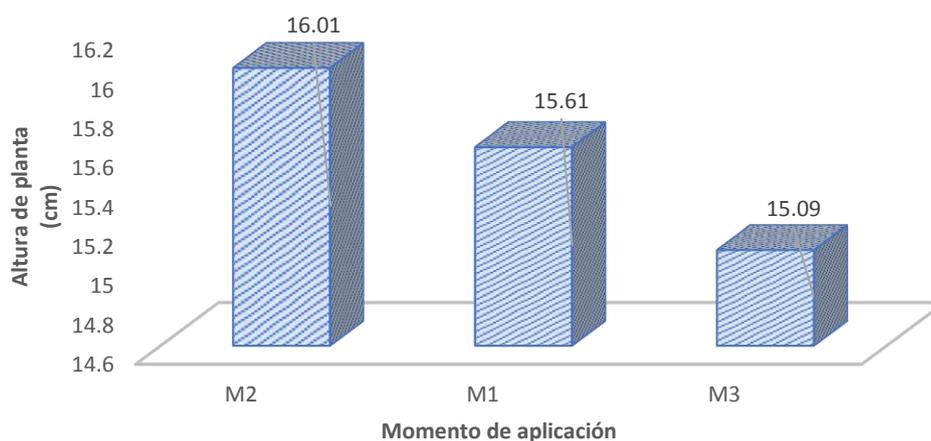
Tabla 15

Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para momentos de aplicación en la variable altura de planta de lechuga (Lactuca sativa L)

Momentos	Días (DDT)	Altura promedio en cm	Significación estadística al 5 %	
M2	35	16.01	A	
M1	15	15.61	A	B
M3	60	15.09		B

Figura 7

Comparación de medias del factor dosis de aplicación para la altura de planta



Según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, tabla 14, para la variable altura de planta, nos indica claramente que al aplicar folirey stimol en el M2 (35 DDT), se obtiene mejores resultados, con una media de 16.01 cm el último lugar lo ocupa el M3 (60 DDT) con una media de 15.09 cm tal como se muestra en la figura 6, esto demostró

que el momento en que fue aplicado el bioestimulante fue el adecuado por lo que existió un mejor aprovechamiento de nutrientes por parte de la planta.

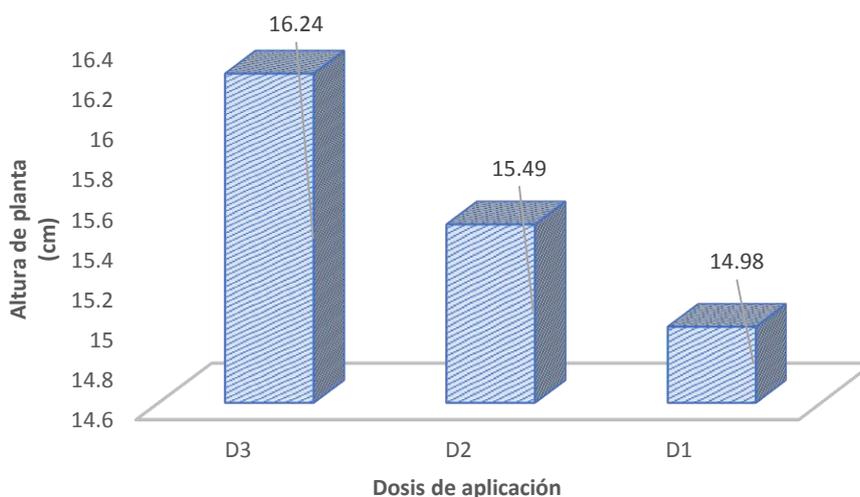
Tabla 16

Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para dosis de aplicación en la variable altura de planta de lechuga (Lactuca sativa L)

Dosis	Cantidad (ml)	Altura promedio en cm	Significación estadística al 5 %
D3	50	16.24	A
D2	35	15.49	A B
D1	15	14.98	B

Figura 8

Comparación de medias del factor dosis de aplicación para la altura de planta



Según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, tabla 16, para la variable altura de planta de lechuga, nos indica claramente que con la D3 (50 ml / 20 l) se obtiene una mejor altura de planta, con una media de 16.24 cm. el último lugar lo ocupa la D1 (15 ml / 20 l) con una media de 14.98 cm tal como se muestra en la figura 7. Esto demostró que, a mayor dosis de folirey estimul, habrá mayor disponibilidad de nutrientes que serán aprovechados por la planta, los cuales garantizan cultivos vigorosos con abundantes cosechas de calidad.

Estos resultados nos muestran que la aplicación de fertilizantes foliares orgánicos tienen un efecto significativo en la altura de planta, motivo por lo cual se acepta la hipótesis de investigación. La diferencia de los tratamientos con el testigo se atribuye a que la fertilización foliar favorece el desarrollo vegetativo de las plantas como menciona Bertran (2015).

4.3. Análisis estadístico para el diámetro

Tabla 17

Análisis de varianza (ANOVA) para diámetro promedio

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
Bloque	2	44.61	22.3	10.49 **	0.001
Tratamientos	9	217.2	24.13	11.35 **	<0.0001
Momentos	2	33.03	16.52	7.76 **	0.0037
Dosis	2	37.62	18.81	8.83 **	0.0021
Momentos*Dosis	4	17.97	4.49	2.11 NS	0.1219
Factores vs testigo	1	128.59	128.59	60.47 **	<0.0001
Error	18	38.28	2.13		
Total	38	517.3			

CV = 3.94 %

NS = no significativa; * = significativa; ** = altamente significativa

El CV de los datos obtenidos para el diámetro promedio de lechuga fue de 3.94 % lo que indica que la dispersión de los datos fue baja y el resultado del análisis de los datos brinda mayor nivel de confianza.

Asimismo, se puede observar, en la tabla 17 el análisis de varianza para la variable diámetro promedio de lechuga; donde se observa que no existe interacción significativa

(momentos y dosis); es decir los factores actúan de manera independiente. Sin embargo, para el momento y dosis de aplicación por separado, si existe diferencia significativa, dado que el valor de significación ($p\text{-valor} \leq 0.05$) para cada uno de ellos, es menor al 5 % de probabilidad, además se observa que existe significación estadística para los factores vs testigo y los tratamientos.

Tabla 18

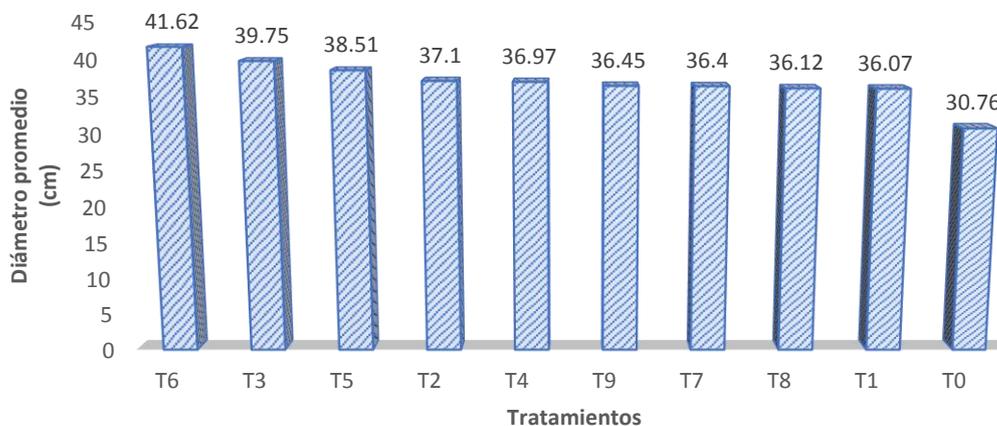
*Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para tratamientos en la variable diámetro promedio de lechuga (*Lactuca sativa* L).*

Tratamientos	Diámetro promedio en cm	Significación estadística al 5 %	
T6	41.62	A	
T3	39.75	A	B
T5	38.51	A	B
T2	37.1		B
T4	36.97		B
T9	36.45		B
T7	36.4		B
T8	36.12		B
T1	36.07		B
T0	30.76		C

Nota: Elaboración propia

Figura 9

Comparación de medias de los tratamientos para diámetro promedio



Las medias del diámetro promedio de cabezuelas de lechuga se encuentran entre 30.76 y 41.62 cm correspondientes al T0 (testigo) y T6 respectivamente. De acuerdo a la tabla 18, estadísticamente se encontró que T0 (testigo) y T6 presentaron diferencias significativas con una confianza del 95 %, resultando ser T6 el más apropiado, ya que al tener un mayor diámetro se evidencia el aprovechamiento de nutrientes por parte de la planta y por ende un mayor desarrollo de la misma; igualmente este desarrollo proporcionaría una ganancia significativa para el productor, ya que son las hojas la parte de la planta de mayor consumo a nivel mundial.

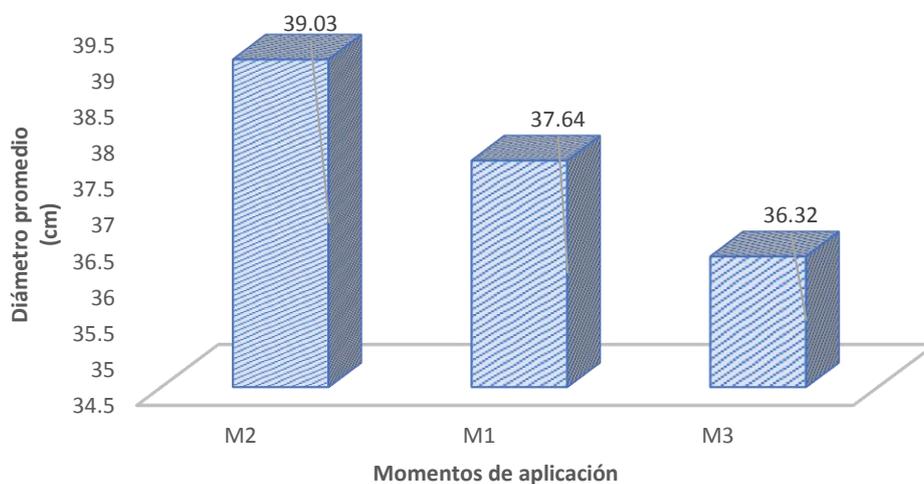
Tabla 19

Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para momentos de aplicación en la variable diámetro promedio de lechuga (Lactuca sativa L).

Momentos	Días (DDT)	Diámetro promedio en cm	Significación estadística al 5 %
M2	35	39.03	A
M1	15	37.64	A B
M3	60	36.32	B

Figura 10

Comparación de medias del factor dosis de aplicación para el diámetro



Los valores medios del diámetro promedio se encuentran entre 36.32 y 39.03 cm siendo el mayor valor el correspondiente a la aplicación de folirey stimul en el M2 (35 DDT) y el menor al M3 (60 DDT). Es decir que el bioestimulante al ser aplicado a los 35 días tiene un mayor efecto que cuando se aplica a los 15 y 60 días después del trasplante (tabla 19 y figura 9).

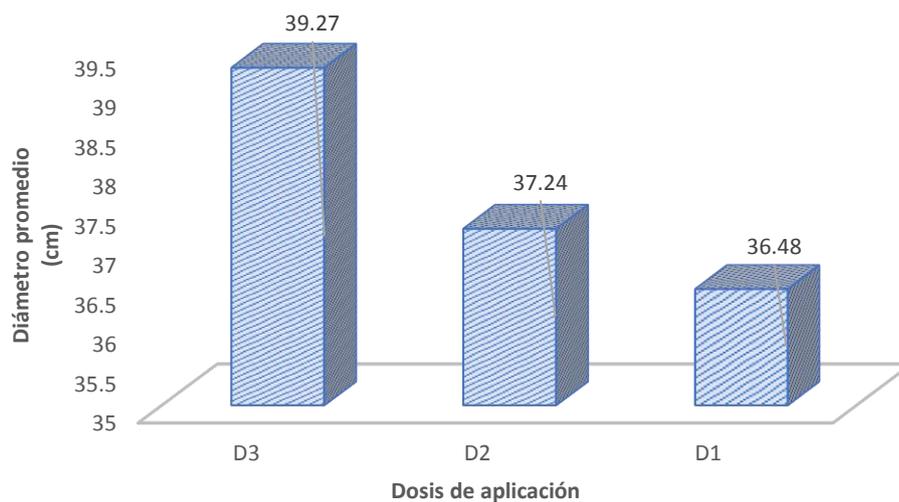
Tabla 20

Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para dosis de aplicación en la variable diámetro promedio de lechuga (Lactuca sativa L).

Dosis	Cantidad (ml)	Diámetro promedio en cm	Significación estadística al 5 %	
D3	50	39.27	A	
D2	35	37.24	A	B
D1	15	36.48		B

Figura 11

Comparación de medias del factor dosis de aplicación para el diámetro



Los valores medios del diámetro promedio se encuentran entre 36,48 cm y 39,27 cm correspondientes a la D1 (15 ml / 20 l) y D3 (50 ml / 20 l) respectivamente. Se encontró diferencia significativa ($P < 0,05$) entre D1 y D3, siendo con este último el que mejor desarrollo de la planta se obtuvo (figura 10 y tabla 20) ya que, al tener un mayor diámetro, por consiguiente, un mayor número de hojas; se evidencia el aprovechamiento de nutrientes por parte de la planta y por ende un mayor desarrollo de la misma; igualmente este desarrollo proporcionaría una ganancia significativa para el productor, ya que son las hojas la parte de la planta de mayor consumo a nivel mundial.

4.4. Longitud de raíz

Tabla 21

Análisis de varianza (ANOVA) para longitud de raíz promedio.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
Bloque	2	7.1	3.55	4.05 *	0.0353
Tratamientos	9	7.94	0.88	1.01 NS	0.4700
Momentos	2	4.57	2.28	2.59 NS	0.1026
Dosis	2	0.19	0.09	0.10 NS	0.9033
Momentos*Dosis	4	2.77	0.69	0.78 NS	0.5502
Factores vs testigo	1	0.42	0.42	0.47 NS	0.4996
Error	18	15.78	0.88		
Total	38	38.77			

$$CV = 6.60 \%$$

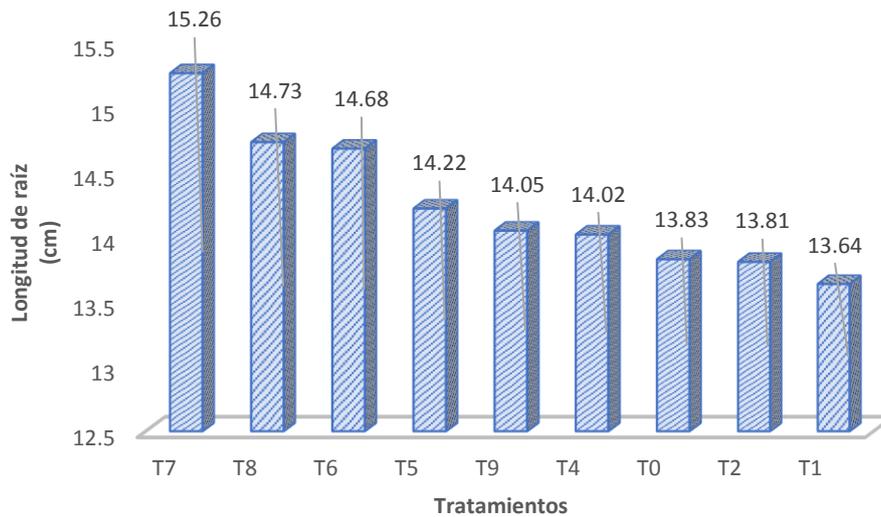
NS = no significativa; * = significativa; * = Significativa.

En la Tabla 21, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la longitud de raíz, los cuales indican que no existe significación estadística tanto para la interacción como para los factores, asimismo para los tratamientos, y factores vs el testigo. Esto debido a que presentan valores de significación ($p\text{-valor} \leq 0.05$) mayores al 5 %.

El coeficiente de variación es de 6.60 %, lo que indica que la dispersión de los datos es aceptable. Con este valor se puede decir que los resultados obtenidos son totalmente confiables.

Figura 12

Comparación de medidas de los tratamientos para longitud de raíz



Al no existir significación estadística se hace una comparación numérica de los resultados obtenidos, en donde se muestra que el T7 tiene una tendencia mayor de acumulación de longitud de raíz cuyo promedio es 15.26 cm; pero sin obtener diferencias significativas con los demás tratamientos.

Oyanedel (2012) concluye que el bioestimulante ayuda al crecimiento de la raíz, a reducir el estrés de la planta en tiempos de sequía y a su desarrollo nutricional, lo que repercute de manera positiva en el desarrollo vegetativo de las plantas.

4.5. Área foliar

Tabla 22

Análisis de varianza (ANOVA) para diámetro promedio.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
Bloque	2	0.02	0.01	0.99 NS	0.3898
Tratamientos	9	1.1	0.12	13.13 **	<0.0001
Momentos	2	0.18	0.09	9.00 **	0.0020
Dosis	2	0.19	0.1	10.00 **	0.0012
Momentos*Dosis	4	0.08	0.02	2.00 NS	0.1377
Factores vs testigo	1	0.64	0.64	68.86 **	<0.0001
Error	18	0.17	0.01		
Total	38	2.38			

CV = 10.54 %

NS = no significativa; * = significativa; ** = altamente significativa.

El CV de los datos obtenidos para el área foliar fue de 10.54 % lo que indica que la dispersión de los datos fue baja y el resultado del análisis de los datos brinda mayor nivel de confianza.

Asimismo, se puede observar, en la tabla 22 el análisis de varianza para la variable área foliar; donde se observa que no existe interacción significativa (momentos y dosis); es decir los factores actúan de manera independiente. Sin embargo, para el momento y dosis de aplicación por separado, si existe diferencia significativa, dado que el valor de significación ($p\text{-valor} \leq 0.05$) para cada uno de ellos, es menor al 5 % de probabilidad, además se observa que existe significación estadística para los factores vs testigo y los tratamientos.

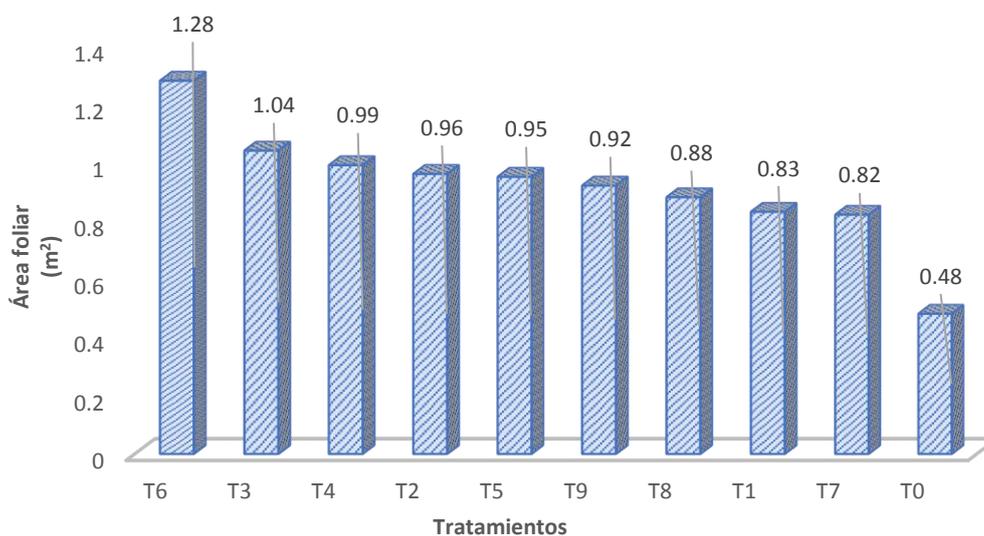
Tabla 23

Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para tratamientos en la variable área foliar de lechuga (Lactuca sativa L).

Tratamientos	Área foliar promedio (m ²)	Significación estadística al 5 %
T6	1.28	A
T3	1.04	A B
T4	0.99	B
T2	0.96	B
T5	0.95	B
T9	0.92	B
T8	0.88	B
T1	0.83	B
T7	0.82	B
T0	0.48	C

Figura 13

Comparación de medias de los tratamientos para área foliar



Los valores del área foliar se encuentran entre 0.48 y 1.28 m², correspondientes el primer valor al T0 (testigo) y el segundo al T6 (tabla 23 y figura 12). Estadísticamente, el T6 presentó diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos a un nivel de

significancia del 5 % ($P < 0,05$), siendo este el mayor y por consiguiente el de mejor resultado para el desarrollo de las plantas de lechuga, ya que al tener mayor área foliar se traduce en una mayor eficiencia en la actividad fotosintética y por consiguiente mayor rendimiento.

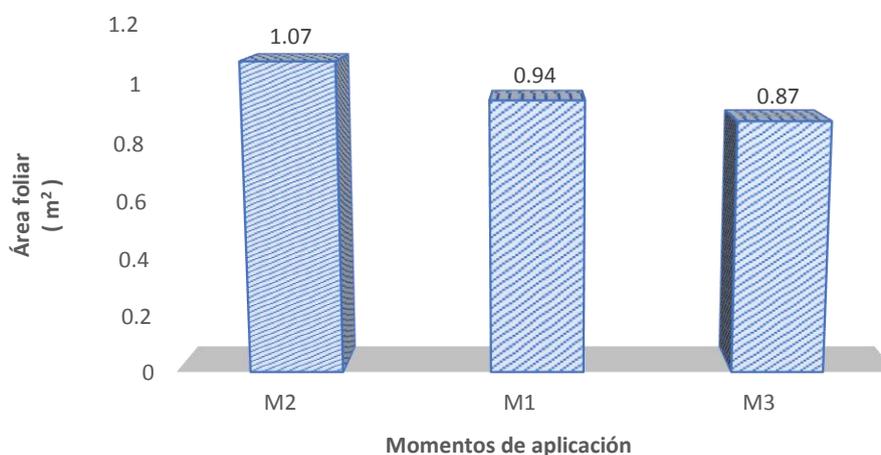
Tabla 24

*Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para momentos de aplicación en la variable área foliar de lechuga (*Lactuca sativa* L).*

Momentos	Días (DDT)	Área foliar en m^2	Significación estadística al 5 %
M2	35	1.07	A
M1	15	0.94	B
M3	60	0.87	B

Figura 14

Comparación de medias del factor momentos de aplicación para el área foliar.



Los valores medios del área foliar se encuentran entre $0.87 m^2$ y $1.07 m^2$ siendo el mayor valor el correspondiente a la aplicación de folirey stimol en el M2 (35 DDT) y el menor al M3 (60 DDT). Es decir que el bioestimulante al ser aplicado a los 35 días tiene un mayor efecto que cuando se aplica a los 15 y 60 días después del transplante (tabla 24 y figura 13). Lo cual demuestra, la importancia de aplicar los bioestimulantes

en el momento justo, teniendo en cuenta la fisiología de la planta para obtener un mejor aprovechamiento y por ende un mejor desarrollo.

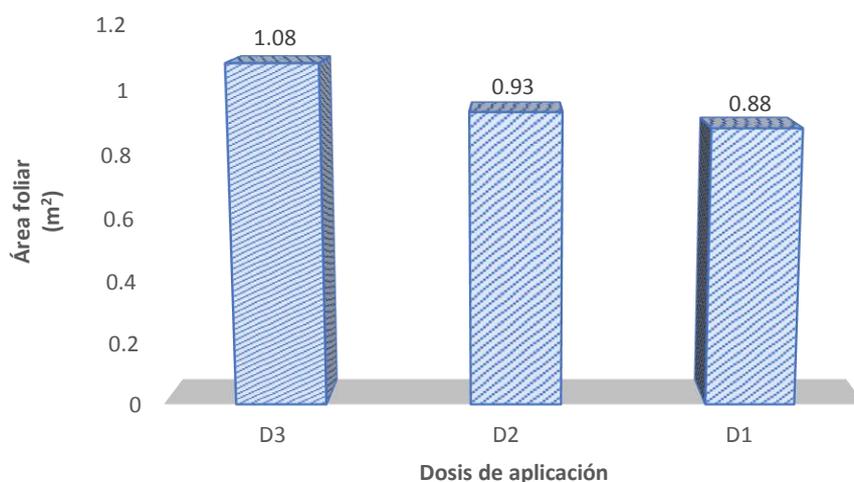
Tabla 25

*Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para dosis de aplicación en la variable área foliar de lechuga (*Lactuca sativa* L).*

Dosis	Cantidad (ml)	Área foliar en m ²	Significación estadística al 5 %
D3	50	1.08	A
D2	35	0.93	B
D1	15	0.87	B

Figura 15

Comparación de medias del factor dosis de aplicación para el área foliar.



Los valores medios del área foliar se encuentran entre 0.88 m² y 1.08 m² correspondientes a la D1 (15 ml / 20 l) y D3 (50 ml / 20 l) respectivamente. Se encontró diferencia significativa ($P < 0,05$) entre D1 y D3, siendo con este último el que mejor desarrollo de la planta presenta (figura 25 y tabla 14) ya que, al tener mayor área foliar dará lugar a un proceso fotosintético exitosos y en consecuencia se manifestará un mejor rendimiento.

Bietti y Orlando (2003), detallan a los bioestimulantes como aquellos productos que son capaces de incrementar el desarrollo, la producción y/o crecimiento de los vegetales.

4.6. Materia seca

Tabla 26

Análisis de varianza (ANOVA) para materia seca.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
Bloque	2	141.59	70.8	0.48 NS	0.6269
Tratamientos	9	2006.21	222.91	1.51 NS	0.2184
Momentos	2	240.49	120.25	0.81 NS	0.4587
Dosis	2	531.91	265.96	1.80 NS	0.1937
Momentos*Dosis	4	592.85	148.21	1.00 NS	0.4315
Factores vs testigo	1	640.95	640.95	4.34 NS	0.0518
Error	18	2658.84	147.71		
Total	38	6812.84			

CV = 24.31 %

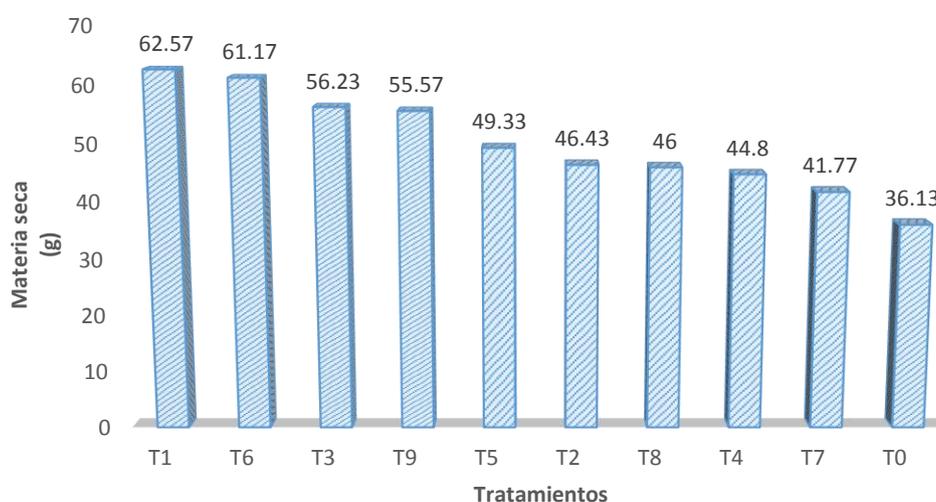
NS = no significativa; * = Significativa ** = altamente significativa.

En la Tabla 26 se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para materia seca, los cuales indican que no existe significación estadística para la interacción de factores, dosis, momentos, tratamientos y para los factores vs testigo, esto debido a que presentan valores de significación ($p\text{-valor} \leq 0.05$) mayores al 5 %.

El análisis estadístico descriptivo de los resultados de materia seca presentó un coeficiente de variación (CV) de 24,36 %, lo cual indica que los datos tienen una alta dispersión dentro de este tipo de experimentación.

Figura 16

Comparación de medias de los tratamientos para la materia seca.



Al no existir significación estadística se hace una comparación numérica de los resultados obtenidos, en donde se muestra que el T1 tiene una tendencia mayor de acumulación de materia seca cuyo promedio es 62.57 cm; pero sin obtener diferencias significativas con los demás tratamientos.

Lo anterior indica según García et al. (2005) una composición nutricional muy similar entre los tratamientos evaluados, puesto que este parámetro expresa la fracción orgánica compuesta por proteínas, grasas, extracto libre de nitrógeno y fibra cruda e inorgánica, constituida principalmente por minerales.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El bioestimulante Folirey stimul, no tuvo gran efecto sobre el cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great lakes, ya que no hubo significación según el análisis estadístico realizado, pero el tratamiento que alcanzó mayor rendimiento fue el Tratamiento 06 obteniendo un promedio de 67.55 t ha⁻¹, el cual supera a los demás tratamientos.
- De acuerdo a la investigación realizado el momento de aplicación de bioestimulante Folirey Stimul en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L) Var. Great lakes. Se obtuvo mejores resultados en el Momento 02 = 35 DDT, con un Rendimiento promedio de 56.05 t ha⁻¹.
- El mejor resultado de dosis se obtiene con la aplicación de bioestimulante Folirey Stimul en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L) Var. Great lakes, Con la Dosis 03 = 50 ml, con un rendimiento de 59.62 t ha⁻¹, ha mayor dosis mayor aprovechamiento y desarrollo por la planta.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar otras investigaciones con Folirey Stimul en otras condiciones climáticas y en épocas diferentes, con el fin de complementar los datos de la presente investigación.
- Dar más importancia a los estudios donde se prueben productos orgánicos para mejorar la producción y calidad de cultivos de hoja.

BIBLIOGRAFÍA

- Aerts, R. & Chapin, F. (2000). *Revisión de la nutrición mineral de las plantas silvestres: una reevaluación de procesos y patrones*. En Avances en la Investigación Ecológica, vol. 30. AH Instalador y D.G. Rafaelelli, editores. P.1-6
- Alvarado, G. (2011). *La fertilización del cultivo de la papa en el Perú*. Depto. de Suelos y Fertilizantes. Lima: Universidad Nacional Agraria La Melina. Depto. de Fisiología. Centro Internacional de la Papa.
- Araiza, J; Sánchez., A. (2005). *Horticultura doméstica*. Editorial-Trillas. México- D.F.
- Azcón- Bieto, J; Talón, M. (2016). *Fisiología y bioquímica vegetal*. España. Mc Graw – Hill. España.
- Bertrán, C. (2015). *Nutrición en las plantas y fertilización en el Perú*. S.c.P.A. Misión de los Andes. Bogotá.
- Bietti, S. y Orlando, J. (2003). *Nutrición vegetal. Insumos para cultivos orgánicos*. Accesado el 20 de diciembre de 2022. Disponible en: <http://www.triavet.com.ar./insumos.htm>.
- Blancard, D; Lot, H, Maisonneuve, B. (2005). *Enfermedades de las lechugas: identificar, conocer, controlar*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Calsin, M. (2019). *Efecto de abonos organicos foliares en las características agronómicas de la lechuga (Lactuca sativ L.) en condiciones de invernadero de Universidad Nacional del Altiplano del Perú*. Recuperado de: <http://repositorio.unap.edu.pe › handle › UNAP>
- Campos, J. (2012), *Evaluación del Efecto del uso de fertilizantes foliares con acción bioestimulante, sobre la Producción y calidad de Lechugas*. Tesis de grado. Escuela de Pregrado. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Santiago de Chile, Chile.

- Cerdas, M; Montero, M. (2004). *Guías técnicas del manejo Poscosecha de Apio y Lechuga para el Mercado Fresco*. Ministerio de Agricultura y Ganadería Universidad de Costa Rica. San José, C.R. 72p.
- Chamel, A & Vitton, N. (2006). *Sorción y difusión de 14C-atrazina a través de plantas aisladas cutículas quimiosfera*. 33: págs. 995-1003.
- Collazos, C. (2013). *La composición de alimentos de mayor consumo en el Perú*. Ministerio de Salud- Inst. Nacional de nutrición. Fondo Editorial del banco Central de Reserva del Perú. Lima, Perú. 63p.
- De Robertis, E. (2006). *Biología celular*. 11ª ed. Editorial El Ateneo. Buenos Aires, Argentina.
- Delgado, L. (2015). *Fertilización con zinc en dos variedades de papa (solanum tuberosum) en suelos de costa y sierra*. Tesis Ing. Agr. Lima, Perú, UNALM. 135 p.
- Díaz, D. (2009). *Biorreguladores vs bioestimulantes*. Agro-técnica, 23(15):12.
- Ding, Y; Da Silva, J; Li. G, M, Tanaka. (2010). *Efectos de una nueva fuente de luz (lámparas fluorescentes de cátodo frío) en el crecimiento de la peonía del árbol en plántulas in vitro*. Scientia Horticulturae125: 167–169.
- Eichert, T. & Goldbach, H. (2008). *Radios de poro equivalentes de rutas de absorción foliar hidrofílicas en superficies de hojas estomatosas y astomatosas - más evidencia de una vía estomática*. Fisiología. Planta. 132: págs. 491-502.
- FAO (2018). Organización de comida y Agricultura. Disponible en: <http://www.fao.org/>
- FAOSTAT (2018). Statistics division of the food and agriculture organization of the united nations. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat>.

- Fernández, V & Brown, PH. (2013). *De la superficie de la planta al metabolismo de la planta: lo incierto destino de los nutrientes aplicados foliarmente*. Fronteras en la ciencia de las plantas 4, 289p.
- Fernández, V (2015). *Captación de solutos hidrofílicos a través de hojas de plantas: Estado actual del conocimiento y perspectivas de la fertilización foliar*. Revisiones Críticas en Planta Ciencias. 28 p.36-68.
- Floríndez, D. (2018). *Respuesta a la aplicación de tres dosis de fertilizante foliar (Folirey 20-20-20) y dos frecuencias de aplicación, en el rendimiento y calidad del cultivo de papa (Solanum tuberosum) var. Amarilis, Caserío el Calvario-Bellandina, provincia Chota, departamento de Cajamarca*. Tesis de grado. Escuela Académico Profesional de Agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cajamarca. Chota. Cajamarca, Perú.
- García, A. (2011). *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 de grado. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Babahoyo. Ecuador.
- García, W., Pezo, D., San Martín, F., Olazábal, L., & Franco, F. (2005). *Manual del Técnico Alpaquero*. Lima: ITDG AL.
- Giacconi, V. (2019). *Cultivo de hortalizas*. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. 304 p.
- Goites, E. 2008. *Manual de cultivos para la Huerta Orgánica Familiar*. Buenos Aires: Inst. Nacional de tecnología Agropecuaria- INTA. Huerta Orgánica. Ed. Lit II. 634. 136 p.

- Gutiérrez, P. (2018). Biofortificación agronómica del cultivo de papa mediante aplicación foliar y edáfica de zinc y su interacción con cadmio. Tesis Ing. Mg. Sc. Agr. Lima, Perú, UNALM. 135 p.
- Halsouet, P. & Miñambres, M. (2005). *La Lechuga*. Manual para su cultivo en Agricultura Ecológica. Navarra, España. 16 p.
- Hill, T. 1977. Hormonas, reguladores de crecimiento vegetal. Barcelona, España. Editorial Omega.
- <https://www.reytaperu.com/wp-content/uploads/2016/11/Ficha-Stimul.pdf>
- <https://www.reytaperu.com/wp-content/uploads/2016/11/Ficha-Stimul.pdf>
- Incio, P. (2018). *Efecto de cuatro dosis de biol en el Rendimiento de Lechuga (Lactuca sativa L) variedad White Boston en Cajamarca*. Tesis de grado. Escuela Académico Profesional de Agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú.
- INEI (2012). *Producción de papa* (en línea). Consultado 20 may. 2021. Disponible en <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-de-papa-crecio-45-7582/>
- INFOAGRO (2018). *El cultivo de la lechuga*. Lima, Perú. Visitado el 22 de noviembre del 2022. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>
- Khayet, M & Fernández, V. (2012). *Estimación del parámetro de solubilidad de planta modelo superficies y agroquímicos: una herramienta valiosa para comprender las interacciones de la superficie de la planta*. Biología teórica y Modelización Médica. Pág. 9, 45.
- Lakshmi, V. (2009). *Las Plantas y sus Propiedades Curativas*. Ediciones Gnosis Internacional. Biblioteca Mayab. 43 p.

- Layten, C. (2015). *Efecto de extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad de alcachofa (Cynara scolymus L.) cv. Lorca*. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima. 76p.
- Lira, R. (2014). *Fisiología vegetal*. México. Editorial Trillas.
- Lúcar, V. (2004). *El Biol: Fuente estimulante en desarrollo agrícola – Programa Especial de Energías*. UMSS- GTS. Cochabamba. Bolivia.
- Lumbi, C. (2011). *Evaluación de la Aclimatación y Productividad de 17 Cultivares de Lechuga tipo Iceberg (Lactuca sativa L. var. capitata) a campo abierto, en Macají, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo*. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo – Riobamba – Ecuador. Riobamba, Ecuador.
- Marcañaupa, A. (2021). *Efecto de Bioestimulante y diferentes Distanciamientos del cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.), Variedad Escarola (Great lakes 118) en el rendimiento bajo las condiciones de Lircay – Región Huancavelica*. Tesis de Grado. Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Vicerrectorado de Investigación. Universidad José Carlos Mariátegui. Huancavelica, Perú.
- Maroto, M. (2000). *La lechuga y La escarola*. Ed. MundiPrensa.
- Marshners, P. (2012). *Mineral nutrition of higher plants*. 3 ed. San Diego, US. Elsevier. 212-223 p.
- Mendoza, A. (2013). *Riego por goteo*. San Salvador, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 91 p. consultado 15 abr. 2019. Disponible en: <http://www.senari.gob.bo/archivos/Riego%20por%20goteo.pdf>
- Michael, R., Subbarao, K., Raid, R., Kurtz, E. (2002). *Plagas y enfermedades de la lechuga*. The American Phytopathological Society. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid- Barcelona- México. 79 p.

- Murayama, S. (2007). *Horticultura*. Instituto Campeineiro de Ensino Agrícola, Sap Paulo. 77p.
- Navarro, S. & Navarro, G. (2003). *Química agrícola- el suelo y los elementos químicos esenciales para la vida*. Ediciones Mundo Prensa. Madrid, España. 483p.
- Núñez, L; Gómez, G y Arteaga, M. (2008). *Efectos de tres bioestimulantes sobre los rendimientos en el cultivo del tomate (Lycopersicon esculentum, Mill)*. Revista Electrónica.
- Oyanedel, E. (2012). *Bioestimulantes y su utilidad en la nutrición de los cultivos*. http://ucv.altavoz.net/prontus_unidacad/site/artic/20131202/asocfile/20131202153959/bioestimulantes_y_su_utilidad_en_la_nutricion_de_los_cultivos.pdf
- Painto, J. y Ñaupá, K. (2020). *Evaluación agronómica del cultivo de lechuga (Lactuca Sativa L.) con tres tipos de abonos orgánicos (Biol, Humus de Lombriz y Bocashi)*. Para optar al Título Profesional de Licenciado en Educación Especialidad: Agropecuaria. Escuela Profesional de Agropecuaria y Desarrollo Sostenible. Facultad de Agropecuaria y Nutrición. Universidad Nacional de Educación: Enrique Guzmán y Valle Alma Máter del Magisterio Nacional. Lima, Perú.
- Palomino (2014) en su investigación “*Densidad de plantas y niveles de guano de isla en el rendimiento de Lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Canaán – Ayacucho*”. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Ayacucho. Ayacucho Perú.
- Pereda, N. (2015) en su trabajo de investigación titulado “*Evaluación del rendimiento de tres cultivares de lechuga en sistema hidropónico a raíz flotante en Santiago de Chuco, La Libertad*”. Tesis de grado. La Libertad, Perú.

- Pérez, D. (2014). *Evaluación del cultivo de tomate (Solanum lycopersicum L.) en monocultivo y asociado bajo manejo orgánico en la Molina*. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, Perú. 95p.
- Pocomucha, K. (2020). *Aplicación de Biochar en el cultivo de Lechuga var. Great lakes 659 en el distrito San Agustín de Cajas*. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional del Centro del Perú, Junín, Perú.
- Pozo, M. (2008). *Curso Fisiología Vegetal. Hormonas reguladoras del crecimiento*. Lima, Perú.
- Pumisacho, M. & Sherwood, S. (2002). *El cultivo de la papa en el Ecuador*. Instituto Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Quito, Ecuador. p.35,37.
- Ramírez, R. (2000). *Propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos*. Santa Fe de Bogotá, septiembre, 13–23.
- Ramos C. & Pomares F. (2010). *Abonado de los cultivos hortícolas*. En: Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones. Madrid. Pags.: 181-192
- Rivera, O. (2007). *Influencia de tres dosis crecientes de biofertilizante biol en la producción de lechuga (Lactuca sativa L.) Var. Great lakes en el Valle de Santa Catalina – La Libertad*. Tesis para obtener el Título de ingeniero Agrónomo. Escuela de Ingeniería Agrónoma. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Privada Antenor Orrego.
- Rodríguez, R. Tavares, R. & Medina, J. (2001). *Cultivo moderno del tomate*. 2ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa. España. 255 p.
- Rojas, M & Ramírez, H. (2007). *Control hormonal del desarrollo de las plantas*. 1ª ed. México. Editorial Limusa.

- Saavedra, G. (2017). *Manual de producción de lechuga*, INIA. Santiago, Chile. 150p.
- Salgado, D. (2018). *Los bioestimulantes mejoran la calidad Nutricional de la lechuga Icerberg*. TRADECORP. Consultado el 18 de enero del 2023. México. Disponible en: <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/230783-Los-bioestimulantes-mejoran-la-calidad-nutricional-de-la-lechuga-Iceberg.html>
- Schönherr, J. (2001). *Penetración cuticular de sales de calcio: Efectos de la humedad, aniones y adyuvantes* *Revista de Nutrición Vegetal y Ciencias del Suelo*. Zeitschrift für Pflanzenernahrung und Bodenkunde. Alemania. pág. 164:225-231.
- Schönherr, J. (2006). *Caracterización de poros acuosos en cutículas vegetales y permeación de solutos iónicos*. *Revista de Botánica Experimental*. pág. 57:2471-2491
- SIEA (Sistema integrado de estadísticas agrarias). (2017). *Anuario estadístico "Producción agrícola 2017"*. Lima- Perú.
- Tarigo, A. Repetto C. & Acosta D. (2004). *Evaluación Agronómica de Biofertilizantes en la Producción de Lechuga (Lactuca Sativa L) a Campo*. Tesis Ing. Ag. Montevideo, Uruguay. Pág. 169.
- Trinidad, A. & Aguilar, D. (2000). *Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos*. Montecillo, México. (En línea). Consultado el 2 de octubre del 2022. Disponible en: <Http://www.redalyc.org/html/573/57317309/>.
- USDA. (2018). consultado el 16 de octubre. Santiago, Chile. Disponible en: <https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=LASA3>.
- Valdez, F. (2008). *Efecto de fertirrigación en el comportamiento agronómico de tres variedades de lechuga (Lactuca sativa L.) bajo ambiente atemperado en la localidad de Viacha*. UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.

- Velásquez, S. (2019) Densidad de siembra en la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L) CV Angelina condiciones de molina (tesis de grado) Universidad Agraria la Molina. Lima. peru.
- Valverde, J. (2008). *Fertilización del cultivo de papa*. INIAP. Quito, Ecuador.42p.
- Vejarano, G & Martínez, H. (2013). *Reguladores vegetales del crecimiento y desarrollo*. Lima, Perú. Departamento de Biología - UNALM. Lima, Perú.
- Venegas, C. (2008). *Fertilización foliar complementaria*. Ediciones agrys. Lima – Perú. 15- 16 p.
- Vú, DT; Huang, L; Nguyen AH; Du, Y; Xu, Z., Hampton, AM; Peng, L & Rudolph, V. (2013). *Métodos cuantitativos para estimar la absorción foliar de zinc a partir. Referencias Químicos de Zn basados en suspensión*. Revista de Nutrición Vegetal y Suelo Ciencia 176(5): p.764-775.
- Weaver, R. (2016). *Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura*. Editorial Trillas. México
- Wojcik, P. (2004). *Absorción de nutrientes minerales de la fertilización foliar - (revisión)*. *Diario de Investigación de Frutas y Plantas Ornamentales*. Fertilización Foliar: Principios Científicos y Prácticas de Campo. (En línea). Consultado el 3 de octubre de 2022. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/283908842_Fertilizacion_Foliar_Principios_Cientificos_y_Practicas_de_Campo
- www.reytaperu.com
- Zagaceta, A. (2012). *Influencia de la época de siembra en el rendimiento de 10 cultivares de lechuga*. Tesis para optar el título de Ing.Agr. UNALM. Lima. 43p <https://reytaperu.com/wp-content/uploads/2016/11/Ficha-Stimul.pdf>

Zhang, Q & Brown, P. (2009). *Distribución y transporte de zinc aplicado foliarmente en pistacho. Revista de la Sociedad Estadounidense de Ciencias Hortícolas.* pág. 433-436.

ANEXOS

Anexo 1. Datos de las evaluaciones en campo

Tabla 27

Altura de planta de lechuga (Lactuca sativa L) en cm.

Tratamientos	Momentos	Dosis	Repeticiones			Total	Promedio
			I	II	III		
T0			12.93	14.00	14.44	41.37	13.79
T1	M1	D1	13.18	15.55	15.26	43.99	14.66
T2	M1	D2	14.64	16.42	15.94	47.00	15.67
T3	M1	D3	15.62	17.44	16.45	49.51	16.50
T4	M2	D1	15.37	15.69	15.73	46.79	15.60
T5	M2	D2	15.17	16.51	15.38	47.06	15.69
T6	M2	D3	16.29	16.29	17.69	50.27	16.76
T7	M3	D1	14.39	14.71	14.96	44.06	14.69
T8	M3	D2	14.74	15.34	15.30	45.38	15.13
T9	M3	D3	14.76	15.96	15.69	46.41	15.47
Total			147.09	157.91	156.84	461.84	
Promedio			14.71	15.79	15.68	46.18	

Nota: Datos tomados de campo

Tabla 28

Diámetro promedio de cabezuela de lechuga (Lactuca sativa L) en cm

Tratamientos	Momentos	Dosis	Repeticiones			Total	Promedio
			I	II	III		
T0			28.35	30.89	33.05	92.29	30.76
T1	M1	D1	35.30	37.10	35.80	108.20	36.07
T2	M1	D2	34.19	37.45	39.66	111.30	37.10
T3	M1	D3	36.75	41.00	41.49	119.24	39.75
T4	M2	D1	34.98	37.47	38.45	110.90	36.97
T5	M2	D2	36.16	41.85	37.51	115.52	38.51
T6	M2	D3	39.76	40.59	44.52	124.87	41.62
T7	M3	D1	35.37	36.98	36.85	109.20	36.40
T8	M3	D2	36.26	36.81	35.28	108.35	36.12
T9	M3	D3	35.44	36.94	36.98	109.36	36.45
Total			352.56	377.08	379.59	1109.23	
Promedio			35.26	37.71	37.96	110.92	

Nota: datos tomados de campo

Tabla 29*Longitud de raíz de lechuga (Lactuca sativa L) en cm.*

Tratamientos	Momentos	Dosis	Repeticiones			Total	Promedio
			I	II	III		
T0			13.14	14.73	13.62	41.49	13.83
T1	M1	D1	12.27	14.05	14.61	40.93	13.64
T2	M1	D2	11.96	15.79	13.69	41.44	13.81
T3	M1	D3	12.92	13.73	14.12	40.77	13.59
T4	M2	D1	14.16	13.77	14.12	42.05	14.02
T5	M2	D2	12.64	15.16	14.87	42.67	14.22
T6	M2	D3	13.69	14.74	15.61	44.04	14.68
T7	M3	D1	16.12	15.51	14.14	45.77	15.26
T8	M3	D2	14.44	15.81	13.93	44.18	14.73
T9	M3	D3	14.43	14.39	13.34	42.16	14.05
Total			135.77	147.68	142.05	425.50	
Promedio			13.58	14.77	14.21	42.55	

*Nota: datos tomado en laboratorio***Tabla 30***Área foliar en lechuga (Lactuca sativa L) en m2.*

Tratamientos	Momentos	Dosis	Repeticiones			Total	Promedio
			I	II	III		
T0			0.48	0.47	0.48	1.44	0.48
T1	M1	D1	0.76	0.89	0.85	2.51	0.84
T2	M1	D2	0.94	0.80	1.13	2.86	0.95
T3	M1	D3	0.80	1.14	1.19	3.12	1.04
T4	M2	D1	0.94	0.97	1.05	2.96	0.99
T5	M2	D2	0.97	1.04	0.83	2.83	0.94
T6	M2	D3	1.30	1.28	1.26	3.84	1.28
T7	M3	D1	0.80	0.83	0.84	2.47	0.82
T8	M3	D2	0.89	0.89	0.87	2.65	0.88
T9	M3	D3	0.93	0.92	0.90	2.75	0.92
Total			8.80	9.23	9.40	27.43	
Promedio			0.88	0.92	0.94	2.74	

Nota: datos tomados en campo

Tabla 31*Materia seca en lechuga (Lactuca sativa L) en g.*

Tratamientos	Momentos	Dosis	Repeticiones			Total	Promedio
			I	II	III		
T0			36.80	39.20	32.40	108.40	36.13
T1	M1	D1	99.40	37.80	50.50	187.70	62.57
T2	M1	D2	43.60	51.30	44.40	139.30	46.43
T3	M1	D3	53.20	63.90	51.60	168.70	56.23
T4	M2	D1	42.80	46.60	45.00	134.40	44.80
T5	M2	D2	49.30	56.20	42.50	148.00	49.33
T6	M2	D3	63.90	67.30	52.30	183.50	61.17
T7	M3	D1	38.40	39.50	47.40	125.30	41.77
T8	M3	D2	33.90	54.50	49.60	138.00	46.00
T9	M3	D3	53.00	60.10	53.60	166.70	55.57
Total			514.30	516.40	469.30	1500.00	
Promedio			51.43	51.64	46.93	150.00	

Nota: Elaboración propia

Anexo 2. Panel fotográfico

Figura 17

Preparación de camas para almácigo



Figura18

Almácigo de lechuga

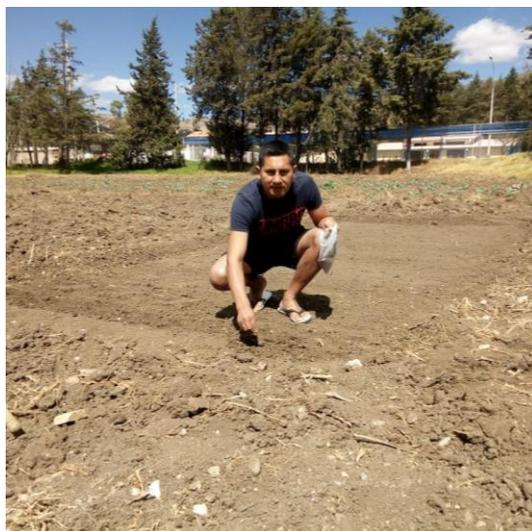


Figura 19

Deshierbo en almácigo



Figura 20

Surcado de camas e instalación del riego por goteo



Figura 21

Trasplante de lechuga



Figura 22

Deshierbo de lechuga en el campo experimental



Figura 23

Aplicación del riego



Figura 24

Cultivo de Lechuga



Figura 25

Aplicación de folirey stimul



Figura 26

Plantas de lechuga más de 50% de índice de madurez



Figura 27

Lechuga listas para cosecha



Figura 28

Peso de las cabezas de lechuga



Figura 29

Peso de las raíces de lechuga.



Figura 30

Muestras de cabezas de lechuga en estufa para determinar materia seca



Figura 31

Muestras de raíz de lechuga en estufa para determinar materia seca



Anexo 3. Análisis de Suelo



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : HUGO CÉSAR EUGENIO HUAMÁN

Departamento : CAJAMARCA Provincia : CAJAMARCA
 Distrito : CAJAMARCA Predio : SILVO AGROPECUARIO UNC
 Referencia : H.R. 71705-018C-20 Bolt.: 4000 Fecha : 07/02/2020

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
1065		7.50	0.51	0.10	2.21	11.1	169	40	22	38	Fr.Ar.	26.44	23.98	1.67	0.40	0.39	0.00	26.44	26.44	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



Ing. Braulio La Torre Martínez
 Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 Celular: 946-505-254
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Anexo 4. Métodos seguidos en el análisis de suelos

METODOS SEGUIDOS EN EL ANALISIS DE SUELOS									
1. Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro.									
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación(es).									
3. PH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1 ó en suspensión suelo: KCl N, relación 1:2.5.									
4. Calcareo total (CaCO ₃): método gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.									
5. Materia orgánica: método de Walkley y Black, oxidación del carbono Orgánico con dicromato de potasio. %M.O.=%Cx1.724.									
6. Nitrógeno total: método del micro-Kjeldahl.									
7. Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con NaHCO ₃ =0.5M, pH 8.5									
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH ₃ - COONH ₄)N, pH 7.0									
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH ₃ - COOCH ₃)N; pH 7.0									
10. Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺ , K ⁺ cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio									
									(CH ₃ - COONH ₄)N; pH 7.0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica.
									11. Al ³⁺ H ⁺ : método de Yuan. Extracción con KCl, N
									12. Iones solubles:
									a) Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , K ⁺ , Na ⁺ solubles: fotometría de llama y/o absorción atómica.
									b) Cl, Co ₃ =, HCO ₃ =, NO ₃ solubles: volumetría y colorimetría. SO ₄ turbidimetría con cloruro de Bario.
									c) Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
									d) Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.
									Equivalencias:
									1 ppm=1 mg/kilogramo
									1 millimho (mmho/cm) = 1 deciSiemens/metro
									1 miliequivalente / 100 g = 1 cmol(+)/kg
									Sales solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes
									CE (1 : 1) mmho/cm x 2 = CE(es) mmho/cm
TABLA DE INTERPRETACION									
Salinidad		Materia Orgánica	Fósforo disponible	Potasio disponible	Relaciones Catiónicas				
Clasificación del Suelo	CE(es)	CLASIFICACIÓN	%	ppm P	ppm K	Clasificación	K/Mg	Ca/Mg	
*muy ligeramente salino	<2	*bajo	<2.0	<7.0	<100	*Normal	0.2 - 0.3	5 - 9	
*ligeramente salino	2 - 4	*medio	2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240	*defc. Mg	>0.5		
*moderadamente salino	4 - 8	*alto	>4.0	>14.0	>240	*defc. K	>0.2		
*fuertemente salino	>8					*defc. Mg		>10	
Reacción o pH		CLASES TEXTURALES			Distribución de Cationes %				
Clasificación del Suelo	pH	A = arena	Fr.Ar.A = franco arcillo arenoso	Ca ²⁺	=	60 - 75			
*fuertemente ácido	<5.5	A.Fr = arena franca	Fr.Ar = franco arcilloso	mg ²⁺	=	15 - 20			
*moderadamente ácido	5.6 - 6.0	Fr.A = franco arenoso	Fr.Ar.L = franco arcilloso limoso	K ⁺	=	3 - 7			
*ligeramente ácido	6.1 - 6.5	Fr. = franco	Ar.A = arcilloso arenoso	Na ⁺	=	<15			
*neutro	6.6 - 7.0	Fr.L. = franco limoso	Ar.L. = arcilloso limoso						
*ligeramente alcalino	7.1 - 7.8	L = limoso	Ar. = arcilloso						
*moderadamente alcalino	7.9 - 8.4								
*fuertemente alcalino	>8.5								

Anexo 5. Recomendación según ficha técnica

5. Usos y dosis.

CULTIVO	DOSIS		RECOMENDACIONES DE APLICACIÓN
	(L/200 L Agua)	(L/Ha)	
ALGODÓN	0.25 - 0.5	0.5 - 1	* Desde el inicio de formación de la tercera hoja. * Repetir 3 - 4 aplicaciones.
PAPA, CAMOTE, YUCA, MACA, TOMATE, CEBOLLA, AJOS, CEBOLLA CHINA, AJÍ PÁPIKRA, PIQUILLO, PIMIENTO, COLIFLOR, BRÓCOLI, REPOLLO, ACELGA, ESPINACA, NABO, ZANAHORIA, BETERRAGA, RABANITO, LECHUGA, CULANTRO Y OTRAS HORTALIZAS	0.25 - 0.5	0.5 - 1	* Iniciar la aplicación a los 15 días después del trasplante ó 25 a 30 días después de la siembra. * 3 a 4 aplicaciones por todo el ciclo.
TÉ	0.25 - 0.5	0.5 - 1	* Aplicar en cada etapa del cultivo.
CAFÉ, CACAO Y GRANADILLA	0.25 - 0.5	0.5 - 1	* Aplicar a los 15-20 días después de la siembra. * Durante el cuajado y el crecimiento del fruto. * Aplicar 3 a 4 aplicaciones por campaña.
ALCACHOFA	0.25 - 0.5	0.5 - 1	* Desde el crecimiento vegetativo hasta las cosechas. * Repetir 2 - 3 aplicaciones.
LENTEJA, ARVEJA, FRIJOL, PALLAR, HABA Y HOLANTAO	0.25 - 0.5	0.5 - 1	* Al inicio del crecimiento de las tres primeras hojas, inicio de floración y llenado de las vainas.
ARROZ	0.25 - 0.5	0.5 - 1	* Aplicar Después del transplante y repetir 2 a 3 aplicaciones hasta el punto de algodón.
QUINUA	0.25 - 0.5	0.5 - 1	* Aplicar después de cada brotamiento. * Repetir 2-3 veces hasta la cosecha.
ZAPALLO, MELÓN, SANDÍA, PAPAYA	0.25 - 0.5	0.5 - 1	* Al inicio de guías hasta la cosecha. Realizar 2 a 4 aplicaciones.
MAÍZ	0.25 - 0.5	0.5 - 1	* Aplicar antes del aporque. * Repetir a los 15 días después del aporque.
ARÁNDANOS	0.25 - 0.5	0.5 - 1	* Aplicar después del brotamiento * Repetir 2 - 3 veces cada 15 a 20 días hasta antes de la floración y/o cuajado.
CAÑA DE AZUCAR	0.25 - 0.5	0.5 - 1	* Iniciar la aplicación cuando el cultivo tiene 3 meses. * Cuando el cultivo tiene de 5-6 meses (70-75% de cobertura vegetativa).
MANGO, CITRICOS, PALTO, MANZANO, PERA, FRESA, UVA, PLÁTANO, PIÑA, CIRUELA, MELOCOTÓN OTROS FRUTALES	0.25 - 0.5	0.5 - 1	* Al inicio de la floración * A los 12 días después de la 1ª aplicación * Al inicio de la maduración del fruto
ESPARRAGOS	0.25 - 0.5	0.5 - 1	1ª Al inicio del primer brote 2ª Al inicio del segundo brote 3ª A los 30 días antes del chapado
CLAVELES, ROSALES, POMPONES Y OTRAS FLORES	0.25 - 0.5	0.5 - 1	* 3 - 4 aplicaciones desde el inicio del crecimiento y después cada 15 días.