

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE AGRONOMIA



**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CALCIO EN LA
PRODUCCION EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*)”**

AUTOR: NÚÑEZ CHANGO SEBASTIÁN FRANCISCO

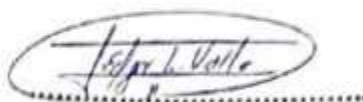
TUTOR: Ing. Mg. EDGAR LUCIANO VALLE VELASTEGUI

CEVALLOS-ECUADOR

2023

"EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CALCIO EN LA PRODUCCION EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*)"

REVISADO POR:

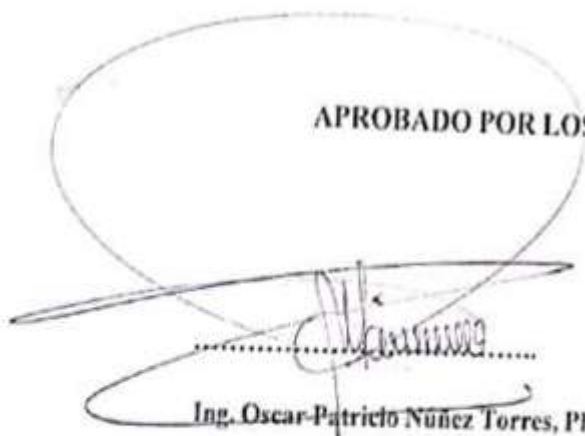


Ing. Mg. Edgar Luciano Valle Velastegui

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:

FECHA



Ing. Oscar-Patricio Núñez Torres, PhD.

Presidente del tribunal de calificación

31/08/2023



Ing. Hernán Zurita, Mg

Miembro del tribunal de calificación

31/08/2023



Ing. David Guerrero, Mg

Miembro del tribunal de calificación

31-08-2023

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, NÚÑEZ CHANGO SEBASTIÁN FRANCISCO, portador de cédula de ciudadanía número: 1804797767, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CALCIO EN LA PRODUCCION EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*)” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



.....

Núñez Chango Sebastián Francisco

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CALCIO EN LA PRODUCCION EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*)” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.



.....

Núñez Chango Sebastián Francisco

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico en primer lugar a Dios por guiarme para conseguir mis metas.

A mi mamá y mi abuelita, quienes han sido mi motor cada día y me han brindado apoyo a pesar de las calamidades, espero ser su orgullo, porque ellas son lo más importante en mi vida.

A todas aquellas personas que confiaron y creyeron en mí.

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por brindarme fortaleza, sabiduría y salud, por poner en mi camino personas que de una u otra manera aportaron en mi vida.

A mi mamá y abuelita por haber estado a mi lado, acompañándome y dándome su apoyo.

A mi tutor Ing. Mg. Luciano Valle, por guiarme en esta fase tan importante.

A la Universidad Técnica de Ambato por abrirme las puertas, y permitirme cumplir una de las metas anheladas. A los docentes de la facultad de Ciencias Agropecuarias, por compartir sus conocimientos durante toda la carrera.

Aquellas personas que me dieron palabras de aliento, en aquellos momentos difíciles.

Contenido

RESUMEN EJECUTIVO	XI
ABSTRACT	XII
CAPITULO I	13
MARCO TEÓRICO	13
INTRODUCCIÓN	13
1.1. Antecedentes investigativos	14
1.1.1. <i>Requerimiento del cultivo de lechuga</i>	16
1.1.2. <i>Nitrogeno (N)</i>	16
1.1.3. <i>Fósforo (F)</i>	16
1.1.4. <i>Potasio (K)</i>	17
1.1.5. <i>Calcio (Ca)</i>	17
1.1.6. <i>Conceptos relacionados con fertilizantes foliares</i>	18
1.1.7. <i>Propiedades fisicoquímicas</i>	18
1.1.8. <i>Mecanismos de absorción en la fertilización foliar</i>	19
1.1.9. <i>Ventajas del uso de fertilizantes foliares</i>	19
1.1.10. <i>Respuesta de los cultivos a la fertilización foliar</i>	19
1.1.11.1. <i>Profol</i>	20
1.1.11.2. <i>Cálix</i>	20
1.2. Objetivos	21
1.2.1. <i>Objetivo general</i>	21
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	21
CAPITULO II	22
METODOLOGÍA	22
2.1. Ubicación del experimento	22
2.2. Características del lugar	22
2.3. Recursos	22

2.4. Variables	23
2.4.1. <i>Variable independiente</i>	23
2.4.2. <i>Variable dependiente</i>	23
2.5. Factores en estudio	23
2.5.1. <i>Fertilizantes foliares a base de Calcio</i>	23
2.5.2. <i>Dosis fertilizantes</i>	23
2.6. Tratamientos	24
2.7. Diseño experimental	24
2.8. Distribución de los tratamientos en parcela	24
2.9. Manejo del experimento	25
2.9.1. <i>Análisis de suelo</i>	25
2.9.2. <i>Adquisición de las plántulas</i>	25
2.9.3. <i>Preparación del terreno</i>	25
2.9.4. <i>Incorporación de materia orgánica</i>	25
2.9.5. <i>Fertilización</i>	25
2.9.6. <i>Trasplante</i>	26
2.9.7. <i>Control fitosanitario</i>	26
2.9.8. <i>Riego</i>	26
2.9.9. <i>Cosecha</i>	26
2.10. Variables respuesta	26
2.10.1. <i>Altura de la planta</i>	26
2.10.2. <i>Dureza de repollo</i>	27
2.10.3. <i>Peso del repollo</i>	27
2.10.4. <i>Rendimiento</i>	27
CAPITULO III	28
3. Análisis y discusión	28
3.1. Altura de planta	28

3.2. Peso del repollo.....	29
3.3. Dureza del repollo	30
3.4. Rendimiento	32
CAPITULO IV	34
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34
4.1. Conclusiones.....	34
4.2. Recomendaciones.....	35
MATERIAL DE REFERENCIA	36
Bibliografía.....	36
ANEXOS	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición y concentración Profol	20
Tabla 2. Composición y concentración Cáliz	21
Tabla 3. Tratamientos utilizados en el ensayo	24
Tabla 4. Análisis de varianza para la variable altura de planta.....	28
Tabla 5. Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de planta en dosis dentro del producto Cáliz.....	28
Tabla 6. Análisis de varianza para la variable peso del repollo	29
Tabla 7. Prueba de Tukey al 5% para la variable peso del repollo en la fuente de variación productos	29
Tabla 8. Prueba de Tukey al 5% para la variable peso del repollo en la fuente de variación dosis dentro del producto Cáliz.....	30
Tabla 9. Análisis de Varianza para la variable dureza del repollo.....	30
Tabla 10. Prueba de Tukey al 5% para la variable dureza de repollo dentro de la fuente de variación productos	31
Tabla 11. Prueba de Tukey al 5% para la variable dureza de repollo dentro de la fuente de variación dosis dentro del producto Cáliz	31
Tabla 12. Prueba de Tukey al 5% para la variable dureza de repollo dentro de la fuente de variación dosis dentro del producto Profol.....	31
Tabla 13. Análisis de Varianza para la variable rendimiento	32
Tabla 14. Prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento dentro de la fuente de variación productos	33
Tabla 15. Prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento dentro de la fuente de variación dosis dentro del producto Cáliz,.....	33

RESUMEN EJECUTIVO

La deficiencia de calcio en la producción de lechuga es una falla metabólica que no tiene relación con ningún organismo patógeno como: plagas, hongos o bacterias. En el presente trabajo se evaluó el uso de fertilizantes a base de calcio con la finalidad de conocer con cuál producto y dosis el cultivo de lechuga obtuvo mejor calidad. Se evaluaron 2 productos: Cálix (P1) y Profol (P2); cada uno con cuatro dosis diferentes. Los tratamientos fueron los siguientes: P1D1 (Cálix dosis 0,5ml/L), P1D2 (Cálix dosis 1,0 ml/L), P1D3 (Cálix dosis 1,5ml/L), P1D0 (sin aplicación), P2D1 (Profol dosis 1,0 ml/L), P2D2 (Cálix dosis 1,5 ml/L), P2D3 (Cálix dosis 2,0 ml/L), y P2D0 (sin aplicación). El diseño experimental usado fue bloques completamente al azar con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron altura de planta, peso del repollo, dureza de repollo y rendimiento, los datos fueron tomados al momento de la cosecha. En todas las variables evaluadas el tratamiento que destaco fue P1D3, teniendo como los siguientes promedios para las variables correspondientes: altura de planta 22,54 cm; peso del repollo 2,46 kg; dureza 22,37 psi; y el rendimiento de 20497,23 kg/ha respectivamente. Mediante el trabajo de investigación se pudo determinar que, existe una interacción entre los fertilizantes a base de calcio y las dosis aplicadas al cultivo de lechuga.

Palabras clave: Altura, Calcio, Dosis, Dureza, Lechuga, Peso, Rendimiento,

ABSTRACT

Calcium deficiency in lettuce production is a metabolic failure that is not related to any pathogenic organism such as pests, fungi or bacteria. In the present work, the use of calcium-based fertilizers was evaluated in order to know with which product and dosage the lettuce crop will obtain better quality. Two products were evaluated: Cálix (P1) and Profol (P2); each with four different doses. The treatments were as follows: P1D1 (Cálix dose 0.5ml/L), P1D2 (Cálix dose 1.0 ml/L), P1D3 (Cálix dose 1.5ml/L), P1D0 (no application), P2D1 (Profol dose 1.0 ml/L), P2D2 (Cálix dose 1.5 ml/L), P2D3 (Cálix dose 2.0 ml/L), and P2D0 (no application). The experimental design used was completely randomized blocks with three replications, and the variables evaluated were plant height, cabbage weight, cabbage hardness and yield, with data taken at harvest time. In all the variables evaluated, the treatment that stood out was P1D3, with the following averages for the corresponding variables: plant height 22.54 cm; cabbage weight 2.46 kg; hardness 22.37 psi; and yield of 20497.23 kg/ha respectively. Through the research work, it was possible to determine whether there is an interaction between calcium-based fertilizers and the doses applied to the lettuce crop.

Key words: Calcium, Dosage, Lettuce, Yield, Hardness, Height, Weight.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador el cultivo de hortalizas, está incrementando tanto en los mercados locales como para los mercados internacionales, lo que de cierta manera motiva a los demás agricultores a seguir incursionando en este segmento de producción.

Durante los últimos años las hortalizas producidas a nivel mundial son consideradas de suma importancia en la alimentación de toda la población, debido a que se pueden aprovechar para el consumo tanto sus raíces como sus hojas y tallos con el fin de compensar las necesidades nutricionales, a partir del aporte de proteínas, vitaminas y minerales las cuales mejoran el estado de salud de las personas (**Ollúa et al., 2016**). Por este motivo en el año 2019 en el Ecuador se produjeron alrededor de 18,238 toneladas de hortalizas en una superficie de 2400 hectáreas (**Cabrera, 2021**).

La producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en Ecuador se realiza fundamentalmente en varias zonas interandinas de la cordillera de los Andes, a pequeña y mediana escala, en áreas cercanas o alejadas de los sitios poblados y en terrenos con pendientes planas u onduladas (**Zea et al., 2020**). Por lo cual, es importante conocer el rendimiento de los diferentes cultivares de lechuga, además de un correcto manejo que aproveche todos los recursos que se encuentren disponibles para el incremento de la producción del cultivo de lechuga (**Mera et al., 2019**).

(**Lardizabal et al., 2009**) manifiesta que la lechuga es un cultivo con un ciclo muy corto y tiene un crecimiento muy acelerado, por lo cual demanda de una nutrición, correcta, continua y que pueda satisfacer la demanda de nutricional durante todo el ciclo de desarrollo. Con una fertilización adecuada o con una buena fertilidad del suelo, la planta no tiene problemas con la absorción constante de la mayoría de los nutrientes. Sin embargo, algunos elementos exigen de una mayor atención como lo es el calcio.

Según (Ojeda, 2017), las carencias de calcio son muy frecuentes en el cultivo y provocan problemas importantes en la calidad la producción. La causa de esta carencia es casi nunca una concentración floja en el suelo, pero otros factores provocan una mala absorción y translocación de este elemento en la planta, de esta manera se torna necesario de controlar los diferentes factores que pueden significar los posibles problemas para la carencia de este elemento. De otro modo las aplicaciones foliares con calcio en una forma muy móvil y con una concentración adecuada dentro de la planta puede ser una solución a esta problemática.

La deficiencia de calcio en la producción de lechuga es una falla metabólica que no tiene relación con ningún organismo patógeno como: plagas, hongos o bacterias. Sin embargo, los productores del país tratan de evitar este problema utilizando varios agroquímicos, los cuales en su gran mayoría son innecesarios o no satisfacen la demanda de calcio y además su excesivo e inadecuado uso representa un gasto extra para el sistema de producción de este cultivo.

De esta manera se torna necesario realizar el presente trabajo de investigación con la finalidad de incrementar la eficiencia y el correcto uso de fertilizantes a base de calcio que además representan un importante potencial al momento de contribuir en el desarrollo y crecimiento del cultivo de lechuga lo que causara un aumento de valor en los diferentes mercados nacionales e internacionales debido a las características que este macronutriente confiere al cultivo.

1.1. Antecedentes investigativos

En Ecuador existen 1 145 ha cultivadas de lechugas con rendimientos promedio de 7.9ton/ha, de las cuales el 70% es lechuga criolla y el 30% es de variedades como la roja, la roma o salad. Las provincias de mayor producción son: Cotopaxi (481 ha), Tungurahua (325 ha) y Carchi (96 ha) y así la lechuga repollo o “criolla” es elegida por los ecuatorianos (Solagro, 2016).

La eficiencia de aprovechamiento de un nutrimento se eleva al ser aplicado foliarmente. Así lo demostraron (Balaguera et al., 2011) al realizar un ensayo cuyo objetivo fue evaluar el efecto de diferentes dosis de calcio y ácido giberélico sobre el

crecimiento y la producción de lechuga cv Batavia, utilizando un diseño completamente al azar. El 50% del calcio se aplicó en presiembra, y el restante, a los 20 días después del trasplante (ddt): en los dos casos la aplicación fue edáfica, y el AG, se aplicó vía foliar a los 20 ddt. Las plantas se cosecharon a los 80 ddt y se midieron variables de rendimiento en nueve plantas por tratamiento. Se encontraron diferencias significativas en la altura de plantas, área foliar, masa fresca y seca e índice de área foliar: se obtuvo mayor producción con 90 kg/ha de calcio y 0 mg/L de AG, mientras que las giberelinas aplicadas a los 20 ddt causaron desordenes en el fenotipo y no aumentaron el rendimiento de la lechuga.

(Dios et al., 2006) probaron el efecto del calcio y del silicio en la incidencia de *Bremia lactucae*, se realizó un experimento en cámara de crecimiento con temperatura y humedad relativa controlada. con y sin inoculación de plantas con el hongo *Bremia lactucae*, aplicación foliar a 40, 45 y 50 días después de la siembra de 0, 0.5 y 1% de nitrato de calcio y aplicación foliar de metasilicato de sodio a razón de 0, 2 y 4 mg/L. Las plantas de lechuga desarrolladas en cámaras de crecimiento inoculadas con el hongo *Bremia lactucae* presentaron mayor concentración de calcio en el tejido vegetal, pero apenas disminuyen 10% la incidencia de mildiu al combinar esta aplicación con la dosis más alta de silicio

Por otra parte en relación al beneficio del calcio en la lechuga (Muñoz, 2019) en su informe sobre los fertilizantes foliares con contenido de sílice y calcio en la producción del cultivo de la lechuga variedad Great Lakes 659 determinó la dosis de sílice y calcio que ayude a mejorar el rendimiento y el beneficio/Costo, evaluando tres tratamientos, los indicadores altura de planta, diámetro de la base del tallo, número de hojas por planta, peso de la planta, tamaño de la raíz, materia fresca y seca en raíces, materia fresca y seca en el follaje, rendimiento en la producción en t/ha y análisis económico, concluyendo que el tratamiento T3 (500 ml/ha de Promet Ca + 1000 ml/ha de Viosil) fue la mejor dosis que determinó el incremento del rendimiento a 43162.50 kg/ha y beneficio costo con un valor de 0.47.

1.1.1. Requerimiento del cultivo de lechuga

(Sepúlveda, 2021) manifiesta que en el cultivo de lechuga la cantidad de nutrientes se ve relacionada con la cantidad de biomasa producida por los distintos órganos de la planta, por lo tanto su requerimiento nutricional varía dependiendo del tipo de lechuga, variedad, clima, suelo y rendimiento de cosecha esperado. Los macro y micronutrientes cumplen un papel fundamental para el desarrollo del cultivo, ya que cada uno tiene una finalidad diferente, por lo tanto el exceso o la deficiencia de alguno de ellos provocaría problemas en el cultivo.

1.1.2. Nitrogeno (N)

Es un nutriente que presenta diferentes formas químicas en el suelo, por lo general se encuentra en forma de nitrato, además presenta una alta movilidad en el suelo. Debido a esto se debe tener cuidado a la hora de aportar este nutriente. En la lechuga el exceso de nitrógeno provoca un gran desarrollo vegetativo que retrasa el repollado, además de favorecer la proliferación de hongos (Saavedra et al., 2017).

(Blanco & Martínez, 2002) mencionan que para tener un balance equilibrado en la lechuga, se recomienda fertilizar el cultivo entre 100 y 200 kg/ha de N disponible en la zona radical. El incremento de las aplicaciones de N en un cultivo de lechugas, produce aumentos significativos en el peso fresco y el seco de la planta. Por otra parte dosis altas y tardías de nitrógeno reduce la calidad de la lechuga, dando repollos más pequeños con abertura y pérdida de hojas.

1.1.3. Fósforo (F)

El fósforo es un nutriente que se utiliza en mayor cantidad en las fases de enraizamiento y germinación de semillas, por lo que ayuda a favorecer la acumulación de reservas en situaciones de estrés. Presenta una movilidad reducida en el perfil de suelo, con excepciones, donde en la textura del suelo predomina la arena. En la lechuga la deficiencia de este elemento se presenta con una coloración verde oscura, con tonos morados que empiezan en el borde de la hoja, su tamaño se ve reducido, además que

sus hojas externas presentan unas manchas irregulares de color marrón (**Medina, 2017**).

Este es un nutriente esencial para el crecimiento vegetal, ya que es indispensable en todos los procesos que requieren energía en la planta. Su absorción se encuentra relacionada con la temperatura del suelo, por lo que las carencias de este elemento se intensifican en las épocas más frías. La dosis de fósforo debe ser calculada considerando un análisis químico del suelo y el rendimiento que se desea obtener (**Bonilla, 2018**).

1.1.4. Potasio (K)

La lechuga depende del potasio para el mantenimiento en general y una producción de calidad, ya que la deficiencia de este nutriente da como resultado repollos con una calidad inferior, lo que reduce su vida útil, además de ser más susceptible a enfermedades. La absorción del potasio en las plantas se ve afectada por factores, como clima, humedad, temperatura del suelo e incluso los sistemas de labranza utilizados (**Manzano, 2018**).

Para (**Saavedra et al., 2017**) los niveles de potasio entre 100 y 150ppm son suficientes para el cultivo, por lo que se vuelve necesaria solo una dosis de mantenimiento para mantener la fertilidad del suelo. Además este nutriente es indispensable ya que garantiza el uso eficiente del agua como consecuencia de la regulación estomática, facilitando la traslocación de carbohidratos, viéndose esto reflejado en la calidad de la planta.

1.1.5. Calcio (Ca)

El calcio es un nutriente importante para el desarrollo de la lechuga, actúa principalmente en la estabilización y rigidez de la membrana y paredes celulares. También es importante como translocador de señales para desencadenar una respuesta por parte de la planta a la infección de patógenos en términos de elongación y crecimiento celular. Además influye en el crecimiento radical, por ende a un mayor crecimiento en la parte aérea (**Balaguera et al., 2011**).

La falta de calcio en lechuga puede provocar alteraciones fisiológicas como el Tip burn. Esta es una anomalía que se da en las partes internas de las cabezas y en los bordes de algunas hojas. Podemos evitarlo realizando una correcta aportación de este elemento que fortalecerá la estructura, desarrollo y elasticidad el tejido vegetal. La aplicación de calcio por vía foliar es necesaria si queremos garantizar la incorporación de Ca en los tejidos durante el ciclo del cultivo (**Muñoz, 2019**).

1.1.6. Conceptos relacionados con fertilizantes foliares

La fertilización foliar que es la nutrición a través de las hojas, es un complemento a la fertilización edáfica, mediante este sistema las hojas juegan un papel fundamental en el aprovechamiento de nutrimentos. La aplicación de soluciones nutritivas a las hojas de las plantas ya estaba en uso a principios del siglo XIX como una estrategia alternativa para fertilizar cultivos como las uvas (**Fernández et al., 2015**).

Existen tres factores importantes para la eficacia de esta fertilización, los cuales son: la planta, el ambiente y la formulación. Por el lado de la planta, tiene mucho que ver las funciones de la cutícula, los estomas y los tejidos en la absorción de las hojas. En el ambiente influye la temperatura, luz, humedad relativa y tiempo de aplicación. Y por último las formulaciones foliares se analizan para determinar el pH de la solución, los tensoactivos y adherentes, la presencia de activadores, la concentración de la solución, los nutrientes y los iones acompañantes en la pulverización (**Santos & Majarrez, 2000**).

1.1.7. Propiedades fisicoquímicas

Las propiedades de las formulaciones son importantes para determinar la calidad de los fertilizantes foliares, ya que al momento de realizar su aplicación la mayoría de condiciones no pueden ser controladas. Las características fisicoquímicas de los compuestos minerales específicos del medio, tales como la solubilidad, pH, punto de deliscuescencia y peso molecular, tienen una influencia a en la tasa de absorción del elemento por la hoja (**Fernández et al., 2015**).

1.1.8. Mecanismos de absorción en la fertilización foliar

Los procesos de absorción de nutrientes y su utilización por las plantas en la fertilización foliar incluyen la adsorción en las hojas, la penetración en la cutícula, la absorción en las células metabólicamente activas de las hojas y, finalmente son llevados a los órganos que los utilizan (**INTAGRI, 2016**).

La absorción de nutrientes por la hoja ocurre como resultado del gradiente establecido entre la concentración de la solución aplicada a la superficie de la hoja y la concentración correspondiente dentro de la epidermis. Cuando se humedece la cutícula seca, las moléculas de agua interactúan con los grupos ionizados de las cadenas de carbono a través de enlaces de hidrógeno, provocando que las cadenas de carbono se separen y creen canales, poros, que permiten el transporte de nutrientes desde la superficie de la hoja hasta las células epidérmicas (**Murillo Castillo et al., 2013**).

1.1.9. Ventajas del uso de fertilizantes foliares

Las ventajas del uso de fertilizantes foliares son su rápida eficacia debido a su velocidad de absorción ya que en el abonado tradicional al suelo son total o parcialmente perdidos por lixiviación, reacciones secundarias o una mala localización del abono. Alta capacidad de fijación de nutrientes que no pueden ser absorbidos por las raíces. Además la aplicación foliar en las etapas adecuadas presenta efectos positivos en el crecimiento y rendimiento. Así también en los meses más fríos cuando el suelo no se calienta, la aplicación de fertilizantes edáficos es inútil porque las raíces están inactivas. Si hay una deficiencia en el momento o si se quiere estimular el crecimiento de las plantas, aplicación foliar es una buena solución. La fertilización foliar por lo tanto promueve el crecimiento de las plantas incluso en condiciones climáticas menos favorables (**Gonzalez, 2019**).

1.1.10. Respuesta de los cultivos a la fertilización foliar

Algunos trabajos con fertilización foliar han demostrado su bondad en la respuesta positiva de las plantas, sin embargo, los aumentos de rendimiento con este método han sido muy variables.

1.1.11. Fertilizantes foliares a base de calcio

1.1.11.1. Profol

PROFOL Ca B+ Mg es un complejo de calcio y boro más magnesio, especialmente recomendado para aplicación foliar y radicular, para prevenir deficiencias de dichos elementos. Por lo tanto es un producto que incide en las reacciones fisiológicas específicas que ocurren en el vegetal en el momento de inicio de la floración en la que se cambia la actividad de diferenciación de tejidos meristemáticos vegetativos a tejidos meristemáticos reproductivos, por tanto induce la transformación de algunas yemas de estado vegetativo a estado floral, acelerando dicha formación hacia la madurez y cuajado de frutos a través del sistema radicular (AgroPro, 2023).

Tabla 1.

Composición y concentración Profol

RIQUEZA GARANTIZADA	%P/V
Calcio (CaO) Complejado y soluble en agua	7.30
Boro (B) Complejado y soluble en agua	0.30
Magnesio (MgO) Complejado y soluble en agua	0.10
Vitamina B1	0.13

(AgroPro, 2023)

1.1.11.2. Cálix

Cálix es un formulado en el que se combinan calcio complejado con ácido heptagluónico y boro yoetanolamina para mejorar la absorción de ambos nutrientes. Cálix aporta las siguientes ventajas: fortifica estructuralmente a la planta, incrementando su rigidez y su autodefensa. Mejora la calidad y producción de los frutos. Aumenta el contenido en calcio (Ca) de los frutos, optimizando su resistencia a la manipulación y prolongando su conservación (Agrostockgroup, 2021).

Tabla 2.

Composición y concentración Cálix

RIQUEZA GARANTIZADA	%P/V
Calcio (CaO) Complejado por HGA	10.32
Boro etanolamina	5.54
Nitrógeno (N) nítrico	0.10

(Agrostockgroup, 2021).

1.2. Objetivos

1.2.1. *Objetivo general*

Evaluar el efecto del calcio en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*)

1.2.2. *Objetivos específicos*

- Evaluar los fertilizantes Profol y Calix como fuentes de calcio para el cultivo de lechuga.
- Determinar los parámetros de producción del cultivo de lechuga bajo la aplicación foliar de calcio.
- Evaluar las diferentes dosis de fertilizantes Profol y Calix en la nutrición foliar del cultivo de lechuga.

CAPITULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del experimento

El trabajo de investigación fue realizado en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Unamuncho caserío Puerto Arturo; a una altitud de 2649 msnm; en las coordenadas geográficas 1° 11' 8" de latitud Sur y 78° 35' 2" de longitud Oeste.

2.2. Características del lugar

Este lugar posee un clima templado y frío con vientos en ciertas épocas del año con una temperatura promedio de 12 a 18° C. La precipitación oscila entre los 485 mm anuales, la humedad relativa esta entre el 50 y 70%, en este indicador climático incide la presencia de fuertes vientos que suben desde la cuenca del río Pastaza. La parroquia de Unamuncho cuenta con suelos del tipo H y C. Suelos H son suelos negros, profundos, franco arenoso derivados de materiales piroclásticos, con menos de 30% de arcilla en el primer metro. Mientras que los suelos C, son suelos poco profundos, erosionados, sobre una capa dura cementada (cangahua) a menos de 1 metro de profundidad (GAD Parroquial Unamuncho, 2022).

2.3. Recursos

Materiales

- Azadón
- Pala
- Flexómetro
- Rótulos de identificación
- Bomba

Insumos

- Plántulas de lechuga
- Fertilizantes a base de calcio
- Fungicidas e insecticidas

2.4. Variables

2.4.1. Variable independiente

- Fertilizantes foliares
- Dosis

2.4.2. Variable dependiente

- Altura de la plántula
- Peso del repollo
- Dureza del repollo
- Rendimiento kg/ha

2.5. Factores en estudio

2.5.1. Fertilizantes foliares a base de Calcio

- P1: Profol
- P2: Cáliz

2.5.2. Dosis fertilizantes

Cáliz

- **D1:** 0.5 ml
- **D2:** 1.0 ml
- **D3:** 1.5 ml
- **D0:** 0 ml

Profol

- **D1:** 1.0 ml
- **D2:** 1.5 ml
- **D3:** 2.0 ml
- **D0:** 0 ml

2.6. Tratamientos

Tabla 3.

Tratamientos utilizados en el ensayo

CÓDIGO	SUSTRATO	Dosis ml/L
P1D1	Cálix	0.5
P1D2	Cálix	1.0
P1D3	Cálix	1.5
P1D0	Testigo	0
P2D1	Profol	1.0
P2D2	Profol	1.5
P2D3	Profol	2.0
P2D0	Testigo	0

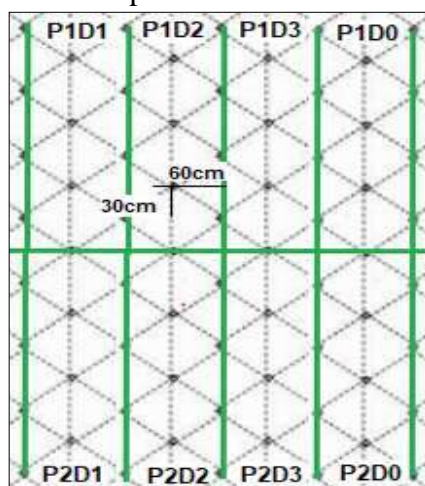
2.7. Diseño experimental

En el ensayo se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con siete tratamientos, en arreglo factorial 2x4 y con tres repeticiones. Se realizó el ADEVA, análisis jerárquico o anidado para determinar diferencias significativas entre tratamientos y se aplicó la prueba de Tukey al 5% para la separación de medias.

2.8. Distribución de los tratamientos en parcela

Figura 1.

Distribución de los tratamientos en parcela



2.9. Manejo del experimento

2.9.1. Análisis de suelo

Las muestras fueron tomadas en zigzag y enviadas a los laboratorios del INIAP.

2.9.2. Adquisición de las plántulas

Se utilizó plántulas de lechuga variedad Coolguard, que fueron obtenidas de la pilonera MOREPLANT.

2.9.3. Preparación del terreno

Se efectuó removiendo el suelo con el uso de un azadón. Nivelando las parcelas con la ayuda de un rastrillo Después de la remoción del suelo, se procedió a realizar los surcos para la siembra.

2.9.4. Incorporación de materia orgánica

De acuerdo a la necesidad requerida previo al análisis de suelo, se aplicó la dosis de materia orgánica en el terreno. Se incorporó 20 quintales de abono de gallina para 1500m².

2.9.5. Fertilización

No se aplicó fertilización edáfica. En cuanto a la fertilización foliar los tratamientos fueron aplicados con las dosis a ser evaluadas, a los 15,30 y 45 días después del trasplante.

2.9.6. *Trasplante*

El trasplante se realizó una vez adquirida la planta se procedió a subdividirse en los lotes respectivamente rotulados, la distancia entre planta fue de 30 cm y 40 cm entre hilera y el marco de plantación en tres bolillos.

2.9.7. *Control fitosanitario*

La aplicación se realizó en base al monitoreo en el cultivo, de esta manera se efectuó un control preventivo a los 25 días después del trasplante, por lo cual se utilizó un insecticida de ingrediente activo Profenofos (Curacron) a una dosis de 1,25 ml/L y un funguicida de ingrediente activo Fosetyl de Aluminio (Ahorro) a una concentración de 2,5g/L correspondiente a la dosis recomendada por su fabricante Ecuaquímica para cada uno de los casos.

2.9.8. *Riego*

Se realizó riego gravitacional una vez a la semana, de acuerdo al turno de riego. Además existió días en los que hubo presencia de lluvias.

2.9.9. *Cosecha*

La cosecha se realizó a los 75 días posterior al trasplante, momento en que la mayoría de los repollos de lechuga han completado su madurez fisiológica.

2.10. Variables respuesta

2.10.1. *Altura de la planta*

La altura de una plántula se determinó por la longitud del tallo, desde el cuello de la planta hasta la parte más alta de la misma (hoja). Los datos fueron expresados en centímetros. Tomando 10 plantas como muestra y al momento de cosechar.

2.10.2. Dureza de repollo

Esta variable se midió con la ayuda de un penetrómetro, el cual fue introducido en cada repollo y cada valor tomado se expresó en PSI.

2.10.3. Peso del repollo

Después de la cosecha se pesó en una balanza digital cada una de los repollos del cultivo, por cada tratamiento, los valores fueron expresados en gramos. Para lo cual se tomó 10 repollos por tratamiento.

2.10.4. Rendimiento

Se pesó el total de lechugas por parcela, los datos obtenidos se expresaron en kilogramos, para luego proyectarlas a kg/ha. Estos datos fueron tomados en el momento de la cosecha.

CAPITULO III

RESULTADOS

3. Análisis y discusión

3.1. Altura de planta

Realizado el Análisis de Varianza para la variable altura de planta (Tabla 4), se determinó diferencias significativas al 1% para dosis dentro de productos y dosis dentro del Producto Cáliz. El coeficiente de variación fue de 8,85%.

Tabla 4.

Análisis de varianza para la variable altura de planta

FUENTES DE VARIACIÓN	SC	GL	CM	F	
BLOQUES	12,25	2	6,13	2,29	Ns
PRODUCTOS	11,91	1	11,91	4,45	ns
DOSIS DENTRO DE PRODUCTOS	112,97	6	18,83	7,03	**
DOSIS DENTRO DE CÁLIX	90,11	3	30,04	11,21	**
DOSIS DENTRO DE PROFOL	22,86	3	7,62	2,84	ns
Error	37,47	14	2,68		
Total	174,61	23			

ns= no significativo

**= Significativo al 1%

Realizado la prueba de Tukey al 5% para la variable altura de planta dosis dentro del producto Cáliz (Tabla 5), se determinaron tres rangos de significación, el primer rango se ubica la dosis 1,5 ml con un promedio de 22,54cm de altura de planta; en el último rango se ubica la dosis 0 ml con un promedio de 14,85 cm de altura.

Tabla 5.

Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de planta en dosis dentro del producto Cáliz

DOSIS CÁLIX	Medias (cm)	Rangos	
1,5 ml	22,54	A	
1 ml	19,08		B
0,5 ml	18,09	B	C
0 ml	14,85		C

Estos valores se relacionan a la investigación realizada por (Muñoz, 2019), en su ensayo titulado “Fertilizantes foliares con contenido de sílice y calcio en la

producción del cultivo de la lechuga variedad Great Lakes 659 en la provincia de Lamas”, en donde los resultados obtenidos permiten deducir que las aplicación foliares de Calcio tuvieron un efecto evidente sobre la altura de la planta.

3.2. Peso del repollo

Realizado el Análisis de Varianza para la variable peso del repollo (Tabla 6), se determinó diferencias significativas al 1% para productos, dosis dentro de productos y dosis dentro del Producto Cáliz. El coeficiente de variación fue de 19,66%.

Tabla 6.

Análisis de varianza para la variable peso del repollo

FUENTES DE VARIACIÓN	SC	gl	CM	F	
BLOQUES	0,05	2	0,02	0,21	ns
PRODUCTOS	1,13	1	1,13	10,59	**
DOSIS DENTRO DE PRODUCTOS	3,23	6	0,54	5,03	**
DOSIS DENTRO CÁLIX	2,68	3	0,89	8,09	**
DOSIS DENTRO PROFOL	0,54	3	0,18	1,64	ns
Error	1,5	14	0,11		
Total	5,9	23			

ns= no significativo

**= Significativo al 1%

Realizado la prueba de Tukey al 5% para la variable peso del repollo en la fuente de variación productos (Tabla 7), se determinaron dos rangos de significación, el primer rango se ubica Cáliz con una media de 1,8 kg; mientras que el segundo rango lo ocupa Profol con un promedio de 1,4 kg.

Tabla 7.

Prueba de Tukey al 5% para la variable peso del repollo en la fuente de variación productos

PRODUCTOS	Medias (kg)	Rangos
CÁLIX	1,84	A
PROFOL	1,4	B

Para la variable peso del repollo en la fuente de variación dosis dentro del producto Cáliz (Tabla 8), se determinaron tres rangos de significación, el primer rango

se ubica la dosis 1,5 ml con un promedio de 2,46 kg de peso del repollo; en el último rango se ubica la dosis 0 ml con un promedio de 1,16 kg.

Tabla 8.

Prueba de Tukey al 5% para la variable peso del repollo en la fuente de variación dosis dentro del producto Cáliz

DOSIS CÁLIX	Medias (kg)	Rangos		
1,5 ml	2,46	A		
1 ml	2,01	A	B	
0,5 ml	1,72		B	
0 ml	1,16			C

La investigación realizada por (Dávila, 2015), al evaluar y determinar la dosis con mayor efecto de Fosfonato de Calcio y Boro en el rendimiento y producción del cultivo de col china (*Brassica campestris*), en donde a mayor dosis el peso tiende a incrementarse. Además presentaron menor sensibilidad a daños por hongos y factores abióticos, eliminando la quemadura de bordes y deformaciones en hojas jóvenes. Por lo que podemos decir que el calcio puede llegar a ser un factor determinante en la calidad y cantidad de las cosechas.

3.3.Dureza del repollo

Realizado el Análisis de Varianza para la variable dureza del repollo (Tabla 9), se determinó diferencias significativas al 1% para productos, dosis dentro de productos, dosis dentro del Producto Cáliz y dosis dentro del producto Profol. El coeficiente de variación fue de 2,70%.

Tabla 9.

Análisis de Varianza para la variable dureza del repollo

FUENTES DE VARIACIÓN	SC	gl	CM	F	
BLOQUES	1,04	2	0,52	2,13	ns
PRODUCTOS	124,12	1	124,12	507,55	**
DOSIS DENTRO DE PRODUCTOS	432,06	6	72,01	294,45	**
DOSIS DENTRO CÁLIX	346,53	3	115,51	481,29	**
DOSIS DENTRO PROFOL	85,53	3	28,51	118,79	**
Error	3,42	14	0,24		
Total	560,65	23			

ns= no significativo

**= Significativo al 1%

Realizado la prueba de Tukey al 5% para la variable dureza de repollo dentro de la fuente de variación productos (Tabla 10), se determinaron dos rangos de significación, el primer rango se ubica Cáliz con una media de 18,69 psi; mientras que el segundo rango lo ocupa Profol con 14,15 psi.

Tabla 10.

Prueba de Tukey al 5% para la variable dureza de repollo dentro de la fuente de variación productos

PRODUCTOS	Medias (psi)	Rangos
CÁLIX	18,69	A
PROFOL	14,15	B

Para la fuente de variación dosis dentro del producto Cáliz se presentaron dos rangos de significación (Tabla 11), en el primer rango se ubica la dosis 1,5ml con una media de 22,37 psi y en el último rango se encuentra el testigo con dosis 0ml con un promedio de 9,41psi de dureza de repollo.

Tabla 11.

Prueba de Tukey al 5% para la variable dureza de repollo dentro de la fuente de variación dosis dentro del producto Cáliz

DOSIS CÁLIX	Medias (psi)	Rangos
1,5 ml	22,37	A
1 ml	21,6	A
0,5 ml	21,4	A
0 ml	9,41	B

Para la fuente de variación dosis dentro del producto Profol se presentaron dos rangos de significación (Tabla 12), en el primer rango se encuentra la dosis 2ml con un promedio de 15,95psi mientras que la dosis 0ml se encuentra en el segundo rango con una media de 9,54 psi.

Tabla 12.

Prueba de Tukey al 5% para la variable dureza de repollo dentro de la fuente de variación dosis dentro del producto Profol

DOSIS PROFOL	Medias (psi)	Rangos
2 ml	15,95	A
1,5 ml	15,79	A
1 ml	15,3	A
0 ml	9,54	B

Estos resultados coinciden con (Hernandez et al., 2005) quien menciona que la dureza está relacionada con una mayor tensión de la hoja, en este caso dado por la aplicación de calcio, presentando el producto resistencia a perder su forma. Esta característica, depende además del cultivar, del grado de hidratación celular, del estado de madurez, del tamaño, del peso del producto y también de la temperatura. Además mantiene su calidad poscosecha siendo más aceptada en el mercado.

3.4. Rendimiento

Ejecutado el Análisis de Varianza para la variable rendimiento (Tabla 13), se determinó diferencias significativas al 1% para dosis dentro de productos y dosis dentro del Producto Cáliz.

Tabla 13.

Análisis de Varianza para la variable rendimiento

FUENTES DE VARIACIÓN	SC	gl	CM	F	
BLOQUES	3167515,35	2	1583757,7	0,21	ns
PRODUCTOS	78602509,82	1	78602510	10,58	**
DOSIS DENTRO DE PRODUCTOS	224137770,9	6	37356295	5,03	**
DOSIS DENTRO CÁLIZ	185885640,5	3	61961880	8,34	**
DOSIS DENTRO PROFOL	38252130,42	3	12750710	1,72	ns
Error	103964158,9	14	7426011,4		
Total	409871955	23			

ns= no significativo

**= Significativo al 1%

Realizado la prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento dentro de la fuente de variación productos (Tabla 14), se determinaron dos rangos de significación, el primer rango se ubica Cáliz con una media de 15303,48 kg/ha de rendimiento; mientras que el segundo rango lo ocupa Profol con 11684,03 kg/ha.

Tabla 14.

Prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento dentro de la fuente de variación productos

PRODUCTOS	Medias (kg/ha)	Rangos
CÁLIX	15303,48	A
PROFOL	11684,03	B

La prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento dentro de la fuente de variación dosis dentro del producto Cáliz (Tabla 15), determinó tres rangos de significación, en el primer rango se ubica la dosis 1,5 ml con un promedio de rendimiento de 20497,23 kg/ha; en el último rango se ubica la dosis 0 ml con un promedio de 9647,23 kg/ha de rendimiento.

Tabla 15.

Prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento dentro de la fuente de variación dosis dentro del producto Cáliz,

DOSIS CÁLIX	Medias (kg/ha)	Rangos
1,5 ml	20497,23	A
1 ml	16736,13	A B
0,5 ml	14333,33	B
0 ml	9647,23	C

Los resultados obtenidos en el ensayo son superiores a comparación de la investigación realizada por (Salinas Toapanta, 2013), quien evaluó varios cultivares de lechuga sin aplicación de fertilizantes, con esta variable evaluada, se observa que las dosis de aplicación foliar Ca superaron al tratamiento testigo, evidenciándose su efecto sobre el rendimiento en kg/ha. Por lo que podemos decir que el calcio es un factor determinante en la calidad de la cosecha.

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Una vez que se ha completado y finalizado el trabajo de investigación acerca de la “Efecto de la aplicación de calcio en la producción en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*)”, se concluye lo siguiente:

El uso de calcio en el cultivo de lechuga es estratégico para su desarrollo, ayudando firmeza a las hojas protegiendo de daños al repollo, por lo tanto ayuda a reducir la agresividad de las enfermedades. Además la aplicación correcta de calcio mejora la calidad de la planta por ende también la del repollo.

En base al compendio de datos obtenidos en el trabajo de campo y en el análisis estadístico se concluye que el tratamiento P1 basado en la aplicación del producto Cálix obtiene los mejores resultados con respecto a las características agronómicas y de rendimiento del cultivo de lechuga en comparación con el tratamiento P2 con Profol que registró valores promedios bajos.

Se estableció que la dosis D3 registro los mejores resultados, en este caso para Cálix con una dosis de 1,5ml/L el cual se mostró como la mejor alternativa para el uso de los fertilizantes a base de calcio, incidiendo de tal manera en las variables agronómicas y de producción del cultivo de lechuga. Mientras que para Profol a pesar de usar dosis elevadas no existió resultados significativos.

Mediante el trabajo de investigación se pudo determinar de que, si existe una interacción entre los fertilizantes a base de calcio y las dosis aplicadas al cultivo de lechuga, debido a que el tratamiento Cálix P1 conjuntamente con la dosis D3 que responde a 1,5ml/L mostraron los valores de promedio más elevados en cada una de las variables evaluadas.

4.2.Recomendaciones

En cuanto a la utilización de fertilizantes foliares y de acuerdo al ensayo realizado se recomienda la utilización de Cálix como fuente de fertilización a base de calcio debido a que sus propiedades ayudan al desarrollo óptimo del cultivo de lechuga.

Se recomienda una aplicación de Cálix a una dosis de 1,5ml/L, ya que este tratamiento presento los mejores resultados en el experimento interviniendo de manera significativa, con resultados superiores sea en la altura de la planta, peso, dureza de repollo y el rendimiento del cultivo de lechuga.

Realizar investigaciones complementarias en base al experimento realizado para determinar más beneficios que aportan los fertilizantes a base de calcio que se encuentra en el mercado, con la finalidad de llevar a cabo un manejo adecuado para obtener un rendimiento óptimo del cultivo de lechuga.

Evaluar los suelos con el fin de prevenir las deficiencias edáficas de calcio, ya que es importante para el desarrollo de los cultivos, además que ayuda a prevenir problemas en las raíces, lo cual mejora la vida de la planta una vez sembrada.

MATERIAL DE REFERENCIA

Bibliografía

- AgroPro. (2023). *PROFOL Ca-B+Mg*. <https://www.agroproec.com/profol-ca-bmg/>
- Agrostockgroup. (2021). *Kaliter® Calix*. 29. <https://agrostockgroup.com/wp-content/uploads/2020/12/2021-FC-ES-Kaliter-Calix.pdf>
- Balaguera, H. E., Álvarez, J. G., & Aponte, D. A. (2011). Efecto del calcio y el ácido giberélico (AG3) sobre el crecimiento y la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv. Batavia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 4(1), 81–90. <https://doi.org/10.17584/rcch.2010v4i1.1227>
- Blanco, C., & Martínez, J. (2002). *Nutrición nitrogenada en lechuga para condiciones de cultivo en campo*. 22–32. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6808/NR41704.pdf?sequence=9&isAllowed=y>
- Bonilla, A. (2018). *Uso Eficiente del Fósforo en la Agricultura*. intagri.com. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/uso-eficiente-del-fosforo-en-la-agricultura>
- Cabrera, J. (2021). *EVALUACIÓN DE CUATRO CULTIVARES DE LECHUGA EN PARÁMETROS AGRONOMICOS SIMILARES EN LA GRANJA SANTA INES*. Universidad Técnica de Machala.
- Dávila, H. (2015). *EFECTO DE LA APLICACIÓN DE FOSFONATO DE CALCIO Y BORO EN EL CULTIVO DE COL CHINA (*Srass/ca campestris* L.) VARIEDAD KIBOHO 90 F-1, EN EL DISTRITO DE LAMAS*. 2–75. <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/245/6054714.pdf?sequence=1>
- Dios, I., Sandoval, M., Rodríguez, M., & Cárdenas, E. (2006). *MILDIU EN LECHUGA Foliar Sprays of Calcium and Silicon on Incidence of Downy*

Mildew Disease in Lettuce. *Terra Latinoamericana*, 24(1), 91–98.

Fernández, V., Sotiropoulos, T. ., & Brown, P. (2015). Fertilización Foliar: Principios Científicos y Práctica de Campo. *IFA*, 159.
https://www.researchgate.net/publication/283908842_Fertilizacion_Foliar_Principios_Cientificos_y_Practicas_de_Campo

GAD Parroquial Unamuncho. (2022). *ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL 2019 – 2023*.
<https://www.zonalegal.net/uploads/documento/234.pdf>

Gonzalez, P. (2019). Fertilizantes Foliare. *Asesoría Técnica Parlamentaria*, 13(1996), 1–35.
https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27247/1/Fertilizantes_Foliare.pdf

Hernandez, H., Joja, D., Criollo, H., & Lagos, T. (2005). *EVALUACION AGRONOMICA DE CINCO HIBRIDOS DE REPOLLO (Brassica oleracea L. var. Capitata) Y UNA VARIEDAD EN EL MUNICIPIO DE PASTO DEPARTAMENTO. 01*, 17.

INTAGRI. (2016). *La absorción de nutrientes en fertilización foliar*. 1–23.

Lardizabal, R., Theodoracopoulos, M., & Arias, S. (2009). Producción de lechuga. *MCA-Honduras / EDA, Edición es*, 3–5. www.hondurasag.org

Manzano, J. C. (2018). *EVALUACIÓN DE TRES DOSIS DE POTASIO EN LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA (Lactuca sativa L.) var. crispa BAJO EL SISTEMA HIDROPÓNICO EN INVERNADERO* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10355>

Medina, F. (2017). Necesidades nutricionales y de riego de la lechuga. *Granja. Revista Agropecuaria*, 22, 104–111. <https://docplayer.es/58878105-Necesidades-nutricionales-y-de-riego-de-la-lechuga.html>

- Mera, M., Recalde, E., & Lema, K. (2019). EVALUACIÓN DE SOLUCIONES DE MICROALGAS (SCENEDESMUS SP) COMO BIOESTIMULANTE NATURAL EN EL CULTIVO HIDROPÓNICO DE LECHUGA (LACTUCA SATIVA). *AXIOMA*, 1(21).
<https://doi.org/10.26621/xv21.2019.12.a06.pucesi.2550.6684>
- Muñoz, L. (2019). Fertilizantes foliares con contenido de sílice y calcio en la producción del cultivo de la lechuga variedad Great Lakes 659 en la provincia de Lamas [Universidad Nacional de San Martín]. En *Universidad Nacional de San Martín* (Vol. 1). <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/574>
- Murillo Castillo, R. G., Piedra Marín, G., & León, R. G. (2013). Absorción de nutrientes a través de la hoja. *Uniciencia*, 27(1), 232–244.
- Ojeda, L. (2017). *EVALUACIÓN DEL BIOFERTILIZANTE FOLIAR A BASE DE FRUTAS (FERTI FRUIT) EN LA ASIMILACIÓN DE NUTRIENTES EN LA LECHUGA (Lactuca Sativa L.)*. Universidad Técnica de Ambato.
- Ollúa, R., Logegaray, V., & Chiesa, Á. (2016). LECHUGA (Lactuca sativa L.) CULTIVADAS CON DISTINTAS FUENTES NITROGENADAS NITRATE CONCENTRATION IN TWO COMMERCIAL TYPES OF LETTUCE (Lactuca sativa L.) GROWN WITH DIFFERENT NITROGEN SOURCES. *Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia*, 32(3), 194.
- Saavedra, G., Corradini, F., Antúnez, A., Felmer, S., Estay, P., & Sepúlveda, P. (2017). *Manual de producción de Lechuga*. <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/09 Manual Lechuga.pdf>
- Salinas Toapanta, C. D. (2013). *INTRODUCCIÓN DE CINCO VARIEDADES DE LECHUGA (Lactuca sativa L.) EN EL BARRIO SANTA FE DE LA PARROQUIA ATAHUALPA EN EL CANTÓN AMBATO*.
<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6491/1/Tesis-63 Ingenieria Agronomica -CD 204.pdf>

Santos, A., & Majarrez, D. (2000). FERTILIZACION FOLIAR, UN RESPALDO IMPORTANTE EN EL RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS. *Revista Terra*, 9.

Sepúlveda, G. (2021). *Evaluación de la respuesta de lechuga (Lactuca sativa) cv. cressa verde a diferentes fuentes de fertilización mineral, orgánica y organomineral.*

Solagro. (2016). *La Solución para el Agro – Lechuga.* <https://avgust.com.ec/lechuga-2/>

Zea, P., Pierre, L., Lucero, G., Larriva, W., & Chica, E. J. (2020). Desarrollo y rendimiento de calabacín y lechuga cultivados sobre acolchados vivos en Cuenca, Ecuador. *Siembra*, 7(1), 043–049.
<https://doi.org/10.29166/siembra.v7i1.1811>

ANEXOS

Anexo 1. Altura (cm)

	R1	R2	R3
P1D1	17,10	19,66	17,52
P1D2	19,07	19,85	18,31
P1D3	24,21	20,39	23,01
P1D0	15,50	14,55	14,50
P2D1	14,84	19,20	14,16
P2D2	16,95	19,32	16,62
P2D3	17,89	19,75	20,31
P2D0	15,95	18,53	13,24

Anexo 2. Peso de repollo (kg)

	R1	R2	R3
P1D1	1,82	1,93	1,41
P1D2	2,11	2,14	1,78
P1D3	2,40	2,49	2,49
P1D0	1,30	0,89	1,28
P2D1	1,45	1,66	1,54
P2D2	1,37	2,17	1,33
P2D3	1,62	0,74	1,73
P2D0	0,87	1,37	0,98

Anexo 3. Dureza de repollo (psi)

	R1	R2	R3
P1D1	22,01	20,92	21,27
P1D2	21,76	21,38	21,66
P1D3	23,18	22,81	21,11
P1D0	9,59	9,81	8,82
P2D1	15,50	14,92	15,47
P2D2	16,13	15,39	15,85
P2D3	16,10	15,54	16,22
P2D0	9,42	9,68	9,52

Anexo 4. Rendimiento (kg/ha)

	R1	R2	R3
P1D1	15150,0	16066,7	11783,3
P1D2	17541,7	17841,7	14825,0
P1D3	20016,7	20741,7	20733,3
P1D0	10858,3	7416,7	10666,7
P2D1	12091,7	13833,3	12808,3
P2D2	11450,0	18116,7	11091,7
P2D3	13516,7	6141,7	14400,0
P2D0	7225,0	11400,0	8133,3

Anexo 5. Levantamiento de datos variable altura de planta**Anexo 6. Levantamiento de datos variable peso de repollo**

Anexo 7. Productos evaluados en el ensayo



Anexo 8. Ensayo a los 15 días de trasplantado



Anexo 9. Diferencias entre los tratamientos evaluados



