

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



La Fertilización de Fondo con NPK y del Abono Tipo Bocashi Influyen en la Producción de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Fernandola

Por:

YOSELIN CALDERÓN MORALES

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISION DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

La Fertilización de Fondo con NPK y del Abono Tipo Bocashi Influyen en la Producción
de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Fernandola

Por:

YOSELIN CALDERÓN MORALES

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Armando Hernández Pérez

Asesor Principal



M.C. Belén Guadalupe Muñoz Rocha

Asesor Principal Externo



Dr. Francisco Alfonso Gordillo Melgoza

Coasesor



Dr. Víctor Manuel Reyes Salas

Coasesor



Dr. Alberto Sandoval Rangel

Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo Coahuila, México

Diciembre 2024

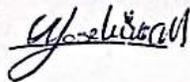
Declaración de no plagio

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante



Yoselin Calderón Morales

Firma y Nombre

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Gerardo Calderón Castro y Teresa Morales Hernández, que con su sabiduría y consejos me han enseñado a amar lo que hago, gracias les doy por apoyarme emocional y económicamente, por estar conmigo en esos momentos donde sentí que no lo lograría, que no podría cumplir este sueño, gracias padres porque ustedes son mis pilares y son la base de esta meta, lo logramos y con todo mi amor les dedico este proyecto que sé que al igual que yo los va hacer sentir algo muy especial, esto es por ustedes y para ustedes.

A MIS HERMANOS

Saúl, Anthony y Yuli Marlen, como dejar fuera de este logro a mis hermanos. Lo logramos, gracias por motivarme siempre, por esos jalones de orejas les doy las gracias, ustedes son una pieza muy importante dentro de mi vida, y mis logros son los suyos también, lo logramos hermanitos. Los quiero mucho.

A MIS ABUELITOS

Marcelina Hernández, Juliana Castro Vargas, Pedro Calderón sé que están muy orgullosos de ver que su nieta se convertirá en eso que tanto desean. Una mujer de bien.

A MIS TIOS Y TIAS

Pascuala Morales, Lucia Morales, Rosa Calderón, Abel Morales, Juan Calderon, Pedro Calderon, son un pilar muy importante en mi vida, gracias por sus consejos y por su apoyo incondicional.

A MIS AMIGOS

Estrella Velasco, Araceli Cayetano, Estrella Maldonado, Gabriela Patricio, Jazmín Azucena Rodríguez, Kimberly Rojas, Karen García, Liliana Rojas, Sandra, Ana, Daniel, Ángel Rodríguez, Miguel y Rolando Pérez gracias por ser mi segunda familia, por nunca dejarme sola y por siempre apoyarme.

A MIS ASESORES

A mi asesor principal el Dr. Armando Hernández Pérez, quien me ha brindado su apoyo en todo momento en el que lo he requerido. Al Dr. Francisco Alfonso Gordillo Melgoza, por aportar parte de su valioso tiempo a este proyecto y al Dr. Víctor Manuel Reyes, por aceptar ser parte de este proyecto.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por darme la dicha de nacer bajo el techo de una bonita familia unida y que me supo brindar todo su amor, apoyo y comprensión.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en conjunto con el Departamento de Horticultura y producción, por las facilidades, calidad científica de los profesores y apoyo técnico brindado durante mis estudios, trabajo de tesis y por la formación profesional que en estos años recibí.

PROFESORES QUE CONTRIBUYERON EN MI FORMACIÓN ACADÉMICA

Al Dr. Armando Hernández Pérez, por su liderazgo, orientaciones y sabiduría transmitida. Una excelente persona y extraordinario científico.

A la Dra. Juana Yanira Yaber Patiño, por su disposición, ayuda moral, en el momento y tiempo justo.

A la Dra. Martha Gómez Martínez +, por su cálida acogida en la licenciatura, consejos y orientaciones brindadas durante la carrera.

Al Dr. Víctor Manuel Zamora Villa +, por sus grandes enseñanzas y consejos. Fue un excelente maestro y gran ser humano.

Al Dr. Francisco Alfonso Gordillo Melgoza, por su oportuno acompañamiento y destacado conocimiento.

Al Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo, por transmitir su gran experiencia, por la motivación, recomendaciones precisas e incondicional apoyo personal. Excelente maestro y gran amigo. Gracias profe.

Al personal administrativo, de laboratorio y campo, la coordinación del departamento de horticultura y Fito mejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por su generoso apoyo incondicional.

A Miguel, Ángel y Daniel, grandes amigos de horticultura, gracias por su amistad y apoyo en campo durante la tesis.

A Karen, Jazmín, Liliana, Ángel, y Rolando, estudiantes practicantes, muchas gracias por su amena amistad y apoyo en la toma de datos.

Para todos ustedes que fueron parte de mi formación académica y a los que no alcancé a nombrar, ¡muchas gracias!

CONTENIDO

DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTOS	6
CONTENIDO	8
RESUMEN	10
1.- INTRODUCCIÓN	11
2.- REVISIÓN DE LITERATURA	13
2.1.- Origen de la lechuga	13
2.1.1.- Importancia económica y nutricional	13
2.1.2.- Morfología	14
2.1.2.- Condiciones edafoclimáticas de la lechuga	15
2.2.- Fertilizantes químicos	15
2.3.- La lechuga y los nitratos	16
2.4.- Abonos orgánicos	18
2.4.1.- Importancia de los abonos	18
2.4.2.- Tipos de abonos orgánicos	18
2.5.- Abono tipo Bocashi	20
3.- MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1.- Ubicación del experimento	22
3.2.- Material vegetal	22
3.3.- Instalación del experimento	22
3.4.- Trasplante	22
3.5.- Tratamientos	23
3.5.- Diseño experimental	23
3.6.- Labores culturales	23
3.7.- Variables evaluadas	24
3.8.- Análisis estadístico	25
4.- RESULTADOS Y DISCUSION	26
5.- CONCLUSIÓN	37
6.- LITERATURA CITADA	38

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Contenido de nutrimentos en diferentes tipos de bocashi.	21
Cuadro 2. Efecto de la fertilizacion de fondo y la dosis de bocashi en el crecimiento y concentración de Ca ²⁺ y K ⁺ en savia de las hojas de lechuga var. Fernandola.	29

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Efecto de la interacción entre la fertilización de fondo y dosis de bocashi en el peso seco de la lechuga var. Fernandola.	30
Figura 2. Efecto de la interacción entre la fertilización de fondo y dosis de bocashi en el peso fresco completo de la lechuga var. Fernandola.	31
Figura 3. Efecto de la interacción entre la fertilización de fondo y dosis de bocashi en el peso del cogollo de la lechuga var. Fernandola.	32
Figura 4. Efecto de la interacción entre la fertilización de fondo y dosis de bocashi en el diámetro polar de la lechuga var. Fernandola.	33
Figura 5. Efecto de la interacción entre la fertilización de fondo y dosis de bocashi en el diámetro ecuatorial de la lechuga var. Fernandola.	34
Figura 6. Efecto de la interacción entre la fertilización de fondo y dosis de bocashi en la concentración de calcio de la lechuga var. Fernandola.	35
Figura 7. Efecto de la interacción entre la fertilización de fondo y dosis de bocashi en la concentración de potasio de la lechuga var. Fernandola.	36

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en el área experimental del Departamento de Horticultura en el año 2023, con el objetivo de determinar el efecto de la interacción entre el abono tipo bocashi y la fertilización de fondo en la producción de lechuga var. Fernandola. Los tratamientos consistieron en 0, 2.5, 5.0 t ha⁻¹ de abono tipo bocashi y de las fertilizaciones de fondo fueron de 0 %, 10 %, 20 % y 30 % de NPK. El diseño experimental fue completamente al azar con un arreglo factorial (3 x 4), la cual dio un total de 12 tratamientos y 5 repeticiones por tratamiento.

Las variables evaluadas fueron peso seco (PS), peso fresco completo (PFC), peso de cogollo (PC), diámetro polar (Dpo), diámetro ecuatorial (Dec), concentración de ion calcio (Ca²⁺) y ion potasio (K⁺). El peso seco se incrementó con el 0 % de fertilización de fondo en comparación con el 20 % y 30 %. El caso de peso fresco completo el fue mayor en plantas que recibieron 20 % de fertilización de fondo. Mientras que, el peso del cogollo aumento con el 20% de fertilización de fondo. Para la concentraciones de los iones potasio y calcio fueron mejores con 10% de fertilización de fondo.

El peso fresco completo y del peso de cogollo se incrementaron con 2.5 t ha⁻¹ de abono tipo bocashi. La concentración de ion calcio fue mayor con 2.5 t ha⁻¹ de bocashi, mientras que, la concentración de ion potasio fue con 5.0 t ha⁻¹ de bocashi.

El mayor crecimiento y desarrollo de las plantas de lechuga se obtuvieron en aquellas plantas desarrolladas con la combinación de 20 % y 2.5 t ha⁻¹ entre la fertilización de fondo y del abono tipo bocashi. El uso de abono tipo bocashi y la aplicación de la fertilización de fondo resulta ser una buena práctica para mejorar el crecimiento y la producción de la lechuga.

Palabras clave: Peso seco, peso de cogollo, iones potasio y calcio, savia.

1.- INTRODUCCIÓN

La importancia de los fertilizantes químicos radica en su uso como el principal insumo agrícola para aumentar la productividad de los cultivos. Con el uso de fertilizantes, el rendimiento por hectárea puede a menudo duplicarse o triplicarse. Los fertilizantes proveen nutrientes a los cultivos para producir más alimentos y de mejor calidad (García *et al.*, 2018). Sin embargo, el uso de fertilizantes químicos puede tener desventajas y efectos negativos en diferentes aspectos como lo es la contaminación del agua, debido principalmente por la lixiviación en aguas subterráneas y superficiales. Asimismo, Stella *et al.* (2020) mencionan que, los fertilizantes químicos contribuyen a los efectos invernadero, la contaminación ambiental, la muerte de los organismos del suelo, el agotamiento de la capa de ozono y las enfermedades humanas.

Por otra parte, el nitrógeno es un elemento crítico en la agricultura, sirviendo como nutriente fundamental para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Shilpha *et al.*, 2023). Una forma de aplicar este elemento es en como de nitrato, sin embargo, algunas especies hortícolas, como en el caso de la lechuga, tienden a acumular nitratos en las hojas cuando la absorción excede a la reducción dentro de la planta (Rincón *et al.*, 2002), llegando a provocar daños a la salud humana (Pimpini *et al.*, 2000)

Los problemas causados por el uso excesivo de fertilizantes químicos obligan a buscar nuevas opciones para nutrir a las plantas de una manera más eficiente y limpia. Existen diferentes alternativas para evitar el uso de estos insumos agrícolas como lo es el uso de compost, estiércol, abonos verdes, siendo estas las opciones más populares y efectivas. El abono tipo bocashi es un insumo orgánico que ha sido utilizado por los agricultores japoneses desde hace muchos años como un mejorador del suelo debido a que aumenta la diversidad microbiana, mejora las condiciones físicas y químicas, previene enfermedades del suelo y lo suple de nutrientes necesarios para el desarrollo de los cultivos (Sarmiento *et al.*, 2019), al igual que el compost tiene un efecto progresivo y acumulativo, mejorando poco a poco la fertilidad y vida del suelo, otorgando mayor retención de humedad y plantas más sanas con mayor producción (PORTALFRUTICOLA, 2018).

1.1.- Objetivo general

- Determinar el efecto de la interacción del abono tipo bocashi y la fertilización a base de NPK en la producción de lechuga var. Fernandola.

1.2.-Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto de las dosis del abono tipo bocashi en el crecimiento y la concentración de iones de la savia de las hojas de lechuga var. Fernandola.
- Evaluar el efecto de diferentes porcentajes de fertilización de fondo a base de NPK en el crecimiento y la concentración de iones de la savia de las hojas de lechuga var. Fernandola
- Determinar el efecto de la interacción del abono tipo bocashi y el porcentaje de fertilización de fondo a base de NPK que promueva el crecimiento y la concentración de iones de la savia de las hojas de lechuga var. Fernandola

1.3.- Hipótesis

Al menos una dosis de abono tipo bocashi y fertilización de fondo mejoraran el crecimiento y la concentración de iones de la savia de las hojas de lechuga var. Fernandola

2.- REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.- Origen de la lechuga

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es originaria de Europa y Asia y sus primeros usos fueron destinados a la producción de aceites de la semilla. Los griegos creían que la lechuga enfriaba el cuerpo, por lo que recomendaban su consumo después de la comida, para compensar la bebida que consumían (Macías *et al.*, 2013). Existen dos fuentes de información sobre el origen de la lechuga, la primera se remonta alrededor del año 2500 a. de C., en la cuarta dinastía, la mayor parte de la representación de la lechuga aparece en las tumbas egipcias, como una roseta de hojas sobre un tallo corto. La segunda fuente hace referencia a la domesticación de un tipo de lechuga, conocida como lechuga de semillas de aceite, se cree que la su domesticación habría sido realizada en el valle del Nilo o en la región del Tigris y el Éufrates, que se corresponden con las zonas de diversidad máxima de las especies adventicias de *Lactuca* y de formas emparentadas (Gonzalez y Zepeda, 2013).

2.1.1.- Importancia económica y nutricional

Es la planta más importante del grupo de las hortalizas de hoja, se consume en ensaladas, es ampliamente conocida y se cultiva casi en todos los países del mundo. La lechuga presenta una gran diversidad dada principalmente por diferentes tipos de hojas y hábitos de crecimiento. 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 (Flores, 2010).

En el año 2020, China continental fue el principal productor de lechuga en el mundo con 14,318,667 toneladas (51.8 %), seguido de Estados Unidos de América con 4,402,375 toneladas (15.9 %) e India con 1,121,379 toneladas (4.1 %), por lo que estas tres naciones representaron el 71.7 % de la producción mundial (Bastida, 2023).

Por otra parte, México ocupó el noveno productor de lechuga con una participación de 1.8 % y una tasa media anual de crecimiento de 4.2 %. En promedio, las exportaciones mexicanas de esta hortaliza fueron de 200 mil toneladas, con una tasa media anual de crecimiento de 11.4 % en el periodo 2015-2020. A nivel nacional, en el año 2020 el estado de Guanajuato

fue el principal estado productor con una participación de 27.3 %; seguido de Zacatecas, con 17.8 %; Aguascalientes, con 14.8 %, y Puebla, con 14.2 % (García, 2021).

La lechuga es una hortaliza de hoja, importante por su alto contenido de elementos minerales y por su riqueza vitamínica, su contenido de calorías es bajo, por lo que se utiliza en régimen de dieta. Se le reconocen propiedades calmantes y somníferas. La lechuga también es utilizada como componente de algunos productos cosméticos (Valencia, 1995). El contenido nutracéutico en 100 gramos de materia comestible es: calorías 11.00 g, agua 96.60 g, proteínas 0.60 g, carbohidratos 2.40 g, fibra 0.70 g, ceniza 0.30 mg, calcio 52.00 mg, fósforo 20.00 mg, hierro 0.10 mg, vitamina A 0.67 mg, vitamina B1 0.02 mg, vitamina B2 0.13 mg, niacina 0.40 mg, vitamina C 1.50 mg.

La lechuga representa una hortaliza fundamental en las dietas de innumerables culturas alrededor del mundo, lo que la convierte en un cultivo con una gran relevancia social. Su presencia constante en ensaladas, sándwiches y otros platillos refleja su importancia cultural y culinaria (Bastida, 2023).

2.1.2.- Morfología

La lechuga es una planta herbácea anual su órgano comestible son sus hojas, las cuales son glabras, brillantes, de color verde o rojo, aspecto fundamental en la preferencia de los consumidores. Esta hortaliza es de consumo en fresco ya sea entera o troceada, bajo cultivo empleando diferentes tecnologías (Carrasco *et al.*, 2016).

La lechuga pertenece a la familia de las compuestas y su nombre botánico es *Lactuca sativa* L. Es una planta anual, la raíz no llega nunca a sobrepasar los 25 cm de profundidad, es pivotante, corta y con ramificaciones. Las hojas están colocadas en rosetas, desplegadas al principio; en algunos casos siguen así durante todo su desarrollo (variedades romanas), y en otros se acogollan más tarde. Cuando la lechuga está madura, es cuando emite el tallo floral que se ramifica (INFOAGRO, 2008).

2.1.2.- Condiciones edafoclimáticas de la lechuga

Temperatura: este cultivo se adapta mejor a las bajas temperaturas, las temperaturas óptimas para su crecimiento son de 18 a 25 °C durante el día y de 7 a 15 °C durante la noche, como temperatura máxima se puede considerar los 30 °C y como mínimas puede soportar temperaturas de hasta -6 °C, sin embargo, las plantas maduras son más sensibles a las temperaturas bajo cero (Macías *et al.*, 2013).

Suelo: la lechuga se adapta a suelos arenosos y arcillosos, siendo los francos arenosos óptimos para el crecimiento y desarrollo de este cultivo, además deben de tener un alto contenido de materia orgánica, buen drenaje y pH entre 6 y 6.8. Dependiendo de la variedad el tiempo desde la siembra hasta la cosecha está entre 90 a 100 días.

Humedad relativa (HR): el sistema radicular de la lechuga es muy reducido en comparación con la parte aérea, por lo que es muy sensible a la falta de humedad y soporta mal un periodo de sequía, aunque éste sea muy breve. La HR conveniente para la lechuga es del 60 al 80 %, aunque en algunas ocasiones puede ser menor del 60 %. Por lo anterior, este cultivo presenta problemas al ser cultivado en invernadero, debido a que la HR es alta en estos sistemas de producción, por lo que se recomienda su cultivo al aire libre, cuando las condiciones climatológicas lo permiten (Laurino, 2020).

Radiación: La lechuga es una hortaliza sensible a la alta radiación. Una alta irradiación puede causar quemaduras en las hojas de lechuga, sin embargo, esto depende de la variedad y las condiciones ambientales. Por ejemplo, la variedad Crunchy, a 300 $\mu\text{mol m}^{-2}$, tiende a presentar quemaduras en los bordes de las hojas (Miao *et al.*, 2023).

2.2.- Fertilizantes químicos

El fertilizante es un insumo agrícola, que ayuda a mejorar la salud, crecimiento y rendimiento de los cultivos. La tecnología para su producción se fue desarrollando a medida que se descubrieron las necesidades químicas en los cultivos (Tyagi *et al.*, 2018). Por otra parte, Reetz (2016) menciona que, más del 48 % de la población vive gracias al incremento de la producción de cultivos originado principalmente por la aplicación de los fertilizantes a base

de nitrógeno, por lo que a medida que aumente la demanda de alimentos, mayor será la dependencia hacia los fertilizantes.

Actualmente existe un alto consumo de fertilizantes nitrogenados a nivel mundial, esto se debe a que el nitrógeno, fósforo y el potasio, son elementos claves para el crecimiento y desarrollo adecuado de las plantas cultivables. Sin embargo, existe una deficiencia generalizada de nitrógeno en los suelos a nivel mundial, lo que implica una dependencia directa entre el uso de estos productos para mejorar el rendimiento de los cultivos (Paúl, 2017).

Por otra parte, el nitrógeno es un nutriente fácilmente lixiviado por el agua de irrigación, por lo que las aplicaciones de este nutriente deben realizarse de manera fraccionada durante el desarrollo del cultivo. Las recomendaciones sobre dosis de nitrógeno en el cultivo de lechuga varían dependiendo de las condiciones. Por ejemplo, Grazía *et al.* (2001), evaluaron una serie de dosis de aplicación de 50 a 200 kg N ha⁻¹, encontraron que el rendimiento óptimo fue con 150 kg N ha⁻¹, además esta dosis mejoro calidad nutritiva y comercial.

2.3.- La lechuga y los nitratos

El nitrógeno como nitrato es un constituyente natural de los alimentos de origen vegetal. Pero su presencia en cantidades elevadas puede ser perjudicial para la salud. Altos contenido de nitrato es perjudicial para el consumo y por lo tanto para la calidad de las hortalizas (Reinink, 1993; Pimpini *et al.*, 2000), especialmente en aquéllas de hojas, como la lechuga. La presencia de nitrato por sobre ciertos valores en la lechuga, no solo tiene relación con la salud del hombre, sino también con su comportamiento en postcosecha.

Generalmente los nitratos se encuentran en mayor concentración en hortalizas de hojas como: la espinaca, el apio, la lechuga y la acelga (Maynard *et al.*, 1976) esta característica depende en gran medida de factores culturales y ambientales (Blom y Lampe, 1985). Asimismo, los cultivos de otoño suelen tener mayor concentración de nitratos en sus tejidos que los de verano. Esto se debe principalmente a la exposición de los cultivos de otoño a fotoperiodos cada vez más cortos y a una menor intensidad lumínica. Según Volkova y Kudums (1996), también el momento de cosecha es un otro factor para tener en cuenta, ya

que, el momento de la cosecha altera el contenido de nitratos en lechugas. Las plantas cosechadas hasta el mediodía registran contenidos más bajos. Por otra parte, el tipo de fertilización y el momento influyen en los contenidos finales de nitratos presentes en las hortalizas y frutas. Asimismo, los cultivos hidropónicos suelen tener mayores contenidos de nitratos en sus tejidos (Stentz *et al.*, 2006).

2.3.1.- Los nitratos en la salud humana

Algunas especies de plantas hortícolas de aprovechamiento foliar (espinaca, acelga, lechuga, etc.) tienden a acumular nitratos en las hojas cuando la absorción excede a la reducción dentro de la planta. La función específica de los nitratos en los vegetales es la de suministrar nitrógeno para la síntesis de proteínas, una vez reducido por acción de la enzima nitrato reductasa. A diferencia de lo que ocurre con otros compuestos de nitrógeno (nitritos y amonio), los nitratos se acumulan en las vacuolas de los tejidos vegetales, donde tienen una función no específica, supliendo a ácidos orgánicos y azúcares, actuando como reguladores osmóticos cuando la fotosíntesis es muy baja. Las consecuencias de esta acumulación no están muy estudiadas y definidas, pero sí es suficientemente conocida su toxicidad en el organismo humano (Rincón *et al.*, 2002).

El nitrato (NO_3^-) puede transformarse en nitrito (NO_2^-) en el cuerpo humano y los nitritos pueden cambiar la hemoglobina normal a metahemoglobina, esto es una condición donde la hemoglobina se convierte en metahemoglobina, reduciendo su capacidad de transporte de oxígeno. Esto es particularmente peligroso para los bebés, lo que lleva al “síndrome del bebé azul” (Iammarino *et al.*, 2014; Qasemi *et al.*, 2024). Asimismo, los nitritos pueden convertirse en nitrosaminas, compuestos que se han relacionado con el cáncer en estudios con animales. El riesgo se acentúa con una alta ingesta de nitrato de vegetales como la lechuga (Iammarino *et al.*, 2014; Qasemi *et al.*, 2024).

Por otra parte, debido a que en los últimos años, el uso incorrecto de los fertilizantes químicos, principalmente a base de nitrógeno, han tenido impactos negativos en los ecosistemas como la contaminación de suelos y aguas, el decremento de la biodiversidad y el incremento de los costos de producción, así como daños a la salud humana, es indispensable implementar alternativas como los productos de origen orgánico que permitan mejorar la productividad de los cultivos, disminuir el uso de fertilizantes químicos, reducir

el riesgo ambiente (Aguilar *et al.*, 2022). En este sentido la fertilización orgánica es una alternativa a estas problemática, además de que este tipo de fertilización puede disminuir el contenido de nitritos en los cultivos de hojas (Ricci *et al.*, 1992).

2.4.- Abonos orgánicos

El abono orgánico es un residuo animal o vegetal transformado, el cual posee materia orgánica y elementos esenciales para las plantas (Ancín , 2011). Pese a que la materia orgánica tenga un contenido de nutrientes bajo y variable, mejora la estructura, reduce la erosión, regula la temperatura y mejora la retención de humedad del suelo. Las aplicaciones de fertilizantes junto con abonos orgánicos presentan beneficios mutuos, ya que el estiércol orgánico evita la pérdida de nutrientes y contrarresta el efecto residual ácido y alcalino de los fertilizantes en el suelo (Tyagi *et al.*, 2018).

2.4.1.- Importancia de los abonos

El abono orgánico obedece a que éstos son fuente de vida bacteriana para el suelo y necesarios para la nutrición de las plantas. Los abonos orgánicos posibilitan la degradación de los nutrientes del suelo y permiten que las plantas los asimilen de mejor manera ayudando a un óptimo desarrollo de los cultivos. Los abonos orgánicos no solo aumentan las condiciones nutritivas de la tierra, sino que mejoran su condición física (estructura), incrementan la absorción del agua y mantienen la humedad del suelo. Su acción es prolongada, duradera y pueden ser utilizados con frecuencia sin dejar secuelas en el suelo y con un gran ahorro económico. Los abonos orgánicos calientan el suelo y favorecen el desarrollo de las raíces, principal vía de nutrición de plantas; en las tierras en donde no existen su presencia, el suelo se vuelve frío y de pésimas características para el crecimiento. Su uso es recomendable para toda clase de suelos, especialmente, para aquellos de bajo contenido en materia orgánica, desgastados por efectos de la erosión y su utilización contribuye a regenerar suelos aptos para la agricultura (Mosquera *et al.*, 2010).

2.4.2.- Tipos de abonos orgánicos

Té de estiércol: el té de estiércol es un extracto líquido producido a partir de remojo material de estiércol en agua para crear un líquido rico en nutrientes solubles orgánicos e inorgánicos y un gran número de microorganismos (Shaheen, 2018). Para su elaboración se tiene que

asegurar que el estiércol este bien seco, si no lo está, esparcirlo para que seque, colocar en una bolsa nylon, llenar el barril de plástico con la proporción de 10 veces el peso de las excretas, colocar la bolsa con una piedra para darle peso y no flote y dejarlo fermentar por dos a tres semanas, agitando regularmente una vez al día (Laila , 2015). Después de su elaboración se puede guardar hasta por tres meses y debe almacenarse en un sitio sombreado y fresco, debiendo mantenerse tapado para evitar la pérdida de nutrientes por volatilización. El té de composta, solución resultante de la fermentación aeróbica de composta en agua, puede utilizarse como fertilizante, debido a que contiene nutrientes solubles y microorganismos benéficos INGHAM (2005), nos referimos a un extracto de agua de compost que ha sido obtenida a través de un proceso de aireación en la fase líquida. Es decir, las propiedades del compost pasan al agua a través de un proceso el cual aportara una mayor flexibilidad de aplicación debido a su estado líquido, además contiene una concentración mayor de microorganismos beneficiosos (principalmente bacterias) y nutrientes (Otero, 2017).

Composta: El compostaje es un proceso biológico aerobio, que bajo condiciones de aireación, humedad y temperaturas controladas y combinando fases mesófilas (temperatura y humedad medias) y termófilas (temperatura superior a 45°C), transforma los residuos orgánicos degradables, en un producto estable e higienizado, aplicable como abono o sustrato (Negro *et al.*, 2000).

Humus de lombriz o vermicompost: las lombrices se alimentan de materiales orgánicos en proceso de descomposición y producen el humus. Éste es un material biológico que está listo para ser absorbido por las raíces de las plantas. El intestino de la lombriz es capaz de convertir los nutrientes contenidos en los materiales orgánicos en asimilables y disponibles para las plantas. La ventaja del uso de este tipo de abono es que tiene un alto valor nutricional para las plantas y su efecto se ve inmediatamente (Ormeño y Ovalle, 2007).

Abonos verdes: Los abonos verdes son plantas que se siembran en rotación y/o asocio con un cultivo comercial, son incorporadas al suelo *in situ*, en busca de mantener, mejorar o restaurar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Costa *et al.*, 1992). Además, en algunas ocasiones, estas plantas pueden ser utilizadas, antes de su incorporación, como alimento de animales y para el propio consumo humano. Estos abonos son

especialmente útiles en sistemas donde hay bajo uso de insumos externos (Martin y Rivera, 2001). Por otra parte, la adopción de abonos verdes podría ser especialmente rápida, ya que con su uso varias limitantes pueden ser solucionadas a la vez, como son: baja fertilidad del suelo, alta infestación de malezas y severa erosión del suelo (Castro *et al.*, 2018).

Caldos minerales: los caldos minerales sirven como suplementos a las fertilizaciones que se realizan con los abonos sólidos. Prácticamente es un caldo fortificado de aminoácidos, el cual es enriquecido con minerales que se van agregando en distintas etapas de la fermentación. Ingredientes como el azufre, boro, hierro, magnesio y zinc se encuentran en forma de sulfatos o sales (Gomez y Vazquez, 2011). También se pueden preparar caldos minerales enriquecidos con harina de rocas a base de estiércol, melaza, suero de leche, agua y distintas rocas como los granitos y basaltos, además de harina de hueso. Este biofermento se puede usar para nutrir, prevenir y estimular la protección de plantas contra patógenos y enfermedades (Goyes y Gomez, 2017).

Las plantas fertilizadas orgánicamente no pueden infectarse con bacterias patógenas, porque el calor y la micro flora benéfica controlan esas poblaciones patógenas. Además, los ácidos húmicos contenidos en la materia orgánica humificada aumentan la capacidad de retención de agua y la aireación del suelo, mejoran la agregación del suelo y evita su encostramiento. En la planta los ácidos húmicos estimulan el desarrollo de raíces y tallos, mejoran la absorción de nutrientes, estimulan y aumenta la absorción de nitrógeno, entre otros (Félix *et al.*, 2008).

2.5.- Abono tipo Bocashi

El Bocashi es un abono elaborado a partir de la semidescomposición de residuos orgánicos. Los microorganismos que existen en los propios residuos producen, en condiciones controladas, un material que es capaz de fertilizar las plantas y al mismo tiempo nutrir la tierra (Jairo, 2007). Aporta una gran cantidad de microorganismos: hongos, bacterias, actinomicetos, que brindan al suelo mejores condiciones de sanidad, muestra una intensa actividad biológica, lo cual se aprecia durante su elaboración, mediante el volteo diario, cuando se presenta una alta velocidad de fermentación aeróbica. De este modo, es posible generar plantas sanas y fuertes, capaces de protegerse mejor frente a los patógenos. A su vez,

parte de esta microbiología entra en contacto de manera positiva (simbiosis) con las raíces de las plantas que nutren de manera equilibrada a las plantas y aumentan la capacidad de explorar el suelo. Si bien es cierto que los contenidos totales de macronutrientes son bajos en comparación con los fertilizantes minerales, la relación entre los elementos es balanceada y puede ser modificada de acuerdo con las proporciones y los elementos que el agricultor utilice en la elaboración y la calidad del proceso realizado (Ramos y Terry, 2014).

Cuadro 1. Contenido de nutrientes en diferentes tipos de bocashi.

Referencia	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn	B
			%				(mg kg. h ⁻¹)			
(Cerrato, 2007)	1.6	0.4	2.2	1	0.7	15175	32	500	108	ND
(Restrepo, 2010)	1.18	0.7	0.5	2.05	0.21	2304	19	506	61	18
(Uribe, 2003)	2.18	0.83	0.6	2.41	0.56	3.57*	71	963	117	ND
(Jorge y Olivia, 2007)	2	0.19	5.3	0.54	0.15	643	5.7	747	16.8	ND

*Valor expresado en porcentaje. ND: no determinado

El método Bocashi tiene muchas ventajas, una de estas es el proceso de preparación, el cual no es muy complicado de realizar, el tiempo de preparación es relativamente corto (a comparación de otros procedimientos de compostaje), los resultados sobre el suelo agrícola son grandiosos y favorecedores, es de fácil manejo y no produce malos olores (Jordan y Pizarro, 2020).

La elaboración de este tipo de abono dependerá del lugar y tipo de terreno donde va a ser empleado, de los materiales disponibles en la zona, y de los cultivos que serán fertilizados. Se deben usar materiales altos en fibra, para poder así mantener los suelos más sueltos, lo va a ayudar a obtener mejor infiltración de las aguas y del aire, con este tipo de materiales también se busca que los abonos sean ricos en carbono y bajos en nitrógeno (Portillo *et al.*, 2011). Los ingredientes pueden ser estiércol seco (ovino, bovino, gallinaza, equino, caprino), paja o rastrojo seco (restos de cosecha), cascarilla de arroz, carbón vegetal, harina de roca, tierra de monte o composta, levadura o pulque, melaza o piloncillo, agua natural NO clorada (Agroproyectos, 2022).

3.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.- Ubicación del experimento

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el campo experimental del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en, Saltillo, Coahuila.

El clima de Saltillo se define como seco estepario, templado con veranos cálidos, la temperatura media anual varía entre 12 y 18 °C, y la del mes más caluroso es 18 °C, presenta un régimen de lluvia intermedio entre verano e invierno y la precipitación media anual es de 165 mm, siendo los meses que presentan mayor precipitación entre julio y septiembre.

Suelo. Los suelos del lugar son de origen aluvial, medianamente ricos en materia orgánica, ligeramente alcalinos, el pH oscila entre 7.4 a 8.2 y textura arcillo limosa.

3.2.-Material vegetal

Como material vegetal se utilizaron plántulas de lechuga var. Fernandola con 15 días de germinación; la variedad antes mencionada es altamente vigorosa en condiciones de frio extremo aporta tamaños grandes de alta calidad al ser cosechadas con un método de crecimiento a campo abierto, tipo iceberg y con una madurez tardía

3.3.- Instalación del experimento

Se utilizaron azadones para realizar la aradura del suelo a una profundidad de 30 cm, también se realizó el gradeo del suelo usando un rastrillo. El suelo quedo libre de malezas, restos del cultivo anterior, piedras, etc. Finalmente se realizó la nivelación del terreno y la formación de los surcos con una pala, un azadón y un rastrillo. La altura de la cama fue de 30 cm y ancho de 40 cm, el distanciamiento entre surco fue de 1.10 m, con una longitud total de 66 m². Una vez terminado las camas se procedió a colocar una cintilla (Netafim) con distanciamiento entre goteros de 20 cm, con un gasto de 1 LPH.

3.4.- Trasplante

La plantación se realizó el 24 de agosto de 2023. El marco de plantación fue en tres bolillo con distanciamiento entre plántula de 30 cm, dando una densidad de plantación de 120 plantas de lechuga en el lote experimental.

3.5.- Tratamientos

Los tratamientos consistieron en tres dosis de abono tipo bocashi (0, 2.5 y 5.0 t ha⁻¹) y cuatro porcentajes de fertilización de fondo a base de NPK (0, 10, 20 y 30 %) de la dosis recomendada (170-90-120), dando así un total de 12 tratamientos.

3.5.- Diseño experimental

El diseño experimental empleado fue completamente al azar con un arreglo factorial 3x4, con cinco repeticiones en cada tratamiento, dando un total de 60 unidades experimentales.

3.6.- Labores culturales

3.6.1.- Riego y Fertilización

Previo al trasplante, se realizó la fertilización de fondo correspondiente a cada tratamiento. Para el suministro de nitrógeno, fósforo y potasio, se utilizó los fertilizantes fosfato monoamónico (MAP), nitrato de potasio (NKS), sulfato de amonio (SA). A los 11 días después del trasplante (ddt) se comenzó con la fertilización complementaria a la fertilización de fondo, para ello se realizaron los cálculos necesarios considerando la dosis 170-90-120 Kg h⁻¹. La fertilización complementaria se realizó dos veces por semana, dando un total de 16 aplicaciones en el lapso del experimento. Cabe mencionar que se realizó una aplicación de ácidos húmicos (el 06/09/2023) a una dosis de 0.37 g L⁻¹ de agua y micronutrientes, utilizando un complejo de micros (Ultrasol micro Rexene®) a una dosis de 0.027 g L⁻¹ de agua, equivalente a una concentración de 2 ppm de He. El riego solo con agua se realizó una vez por semana.

3.6.2.- Control de plagas y enfermedades

EL 5 de septiembre y 09 de octubre de 2024 se aplicó el insecticida Engeo a razón de 1.5ml L⁻¹, para el control del gusano falso medidor.

3.6.3.- Control de malezas

Para el control de malezas, se realizaron tres limpiezas en los pasillos con azadón, mientras que en los surcos la labor se realizó con la mano, eliminando todas las malas hierbas que se encontraban entre las plantas de lechuga.

3.7.- Variables evaluadas.

A los 55 ddt se realizó la evaluación de las siguientes variables:

Peso seco (PS)

Las lechugas se picaron para colocarlas dentro de una bolsa de papel estraza, previamente identificadas y perforadas, estas bolsas se introdujeron a una estufa de secado a una temperatura de 65 °C por 72 horas o hasta que se obtuvo un peso constante. Posteriormente se registró el PS reportado en g

Concentración de iones (K⁺ y Ca²⁺) en la savia de las hojas

Primeramente, se realizó la cosecha (entre las 10:00 y 11:00 am), de cuatro hojas de cada lechuga por tratamiento y se colocaron en una hilera para poder conservar su temperatura, posteriormente se extrajo el jugo celular, utilizando una prensa manual. El jugo celular se colocó en los Ionómetros Horiba luquatwin, para poder determinar la concentración de K⁺ y Ca²⁺ .

Diámetro ecuatorial (DE) y polar (Dpo)

El DE se obtuvo al se determinó tomando la medida de manera horizontal de extremo a extremo utilizando un vernier digital (Stern, HER-411), mientras que para obtener el DP se midió verticalmente.

Peso del cogollo con (PCE) y sin hojas exteriores (PC)

A los 55 ddt se realizó la cosecha de las lechugas. El PCE se obtuvo, pesando cada lechuga cosechada en una báscula digital (Torrey), posteriormente se procedió a eliminar las hojas exteriores y nuevamente se pesó obteniendo así la variable PC.

3.8.- Análisis estadístico

Los datos colectados se sometieron a un análisis de varianza bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 3 x 4, y una comparación de medias utilizando la prueba Tukey ($\alpha=0.05$), en el programa estadístico SAS versión 9.0.

4.- RESULTADOS Y DISCUSION

Las diferentes concentraciones de fertilización de fondo afectaron significativamente el peso seco (PS), peso fresco completo (PFC), peso de cogollo (PC), diámetro polar (Dpo) y rendimiento en las lechugas así como en las concentraciones de ion potasio (K^+) y ion calcio (Ca^{2+}) en la savia de la hoja, a excepción al diámetro ecuatorial (Dec) que no presentó diferencias significativas. La incorporación del abono bocashi afectó significativamente a las variables antes mencionadas. Mismo efecto se presentó con la interacción de la fertilización de fondo y dosis de bocashi.

El 95 % del peso de la lechuga está compuesto por agua y el otro 5 % está representado por las vitaminas, minerales y demás elementos constituyentes del vegetal, de ahí la importancia de estudiar la materia seca en estos tejidos, (Aleman *et al.*, 2018). El mayor PS se registró en plantas nutridas con 0 % de fertilización de fondo mientras que, con una fertilización de 20 % y 30 % registran un menor PS. La menor acumulación de PS en las plantas de lechuga en comparación con las plantas testigo, puede ser debido a que los nutrientes que contienen los fertilizantes promueven una mayor acumulación de agua en el tejido que se traduce en un mayor peso fresco.

Por otra parte, el PFC y PC aumentaron con el suministro del 20 % de fertilización de fondo en comparación con las plantas que fueron nutridas con el 10 % de esta fertilización. De acuerdo a estos resultados, el 20 % de fertilización de fondo, indica que es la concentración óptima para el crecimiento de la lechuga var. fernandola. El aumento del crecimiento puede ser debido a que los fertilizantes aplicados a base de N-P-K promueven mayor crecimiento radicular, favoreciendo así el crecimiento aéreo de la planta. Por su parte, Xufong (2014), menciona que, los fertilizantes promueven el desarrollo de un sistema radicular fuerte y brotes robustos, que son esenciales para la captación de nutrientes y la fotosíntesis, respectivamente. Esto da como resultado plantas más sanas con mayor peso fresco. Por otra parte, la disminución del PFC y PC con el 30 % de la fertilización de fondo, puede ser debido, a que el exceso de fertilización incrementa la conductividad eléctrica en el medio de crecimiento, y esto reduce el crecimiento de las plantas cultivadas. Se ha reportado que, las dosis excesivas de los fertilizantes pueden producir pérdidas en la producción, debido al

aumento en la salinidad del suelo, toxicidad por iones específicos y/o pérdida de la calidad en la producción (Albornoz , 2017).

El Dpo se incrementó con la aplicación del 10 % de fertilización de fondo, en comparación de las otras concentraciones aplicadas y de las plantas que no recibieron esta fertilización. El incremento del Dpo de la lechuga, puede ser debido a la fácil disponibilidad de los nutrientes con el suministro de los fertilizantes a base de NPK, ya que, Barojas y Lizzette (2010), mencionan que, al aplicar fertilizantes antes de la siembra, los nutrientes están fácilmente disponibles para los cultivos a medida que comienzan a crecer, promoviendo un desarrollo saludable y potencialmente aumentando los rendimientos.

La mayor concentración de ion K^+ se registró en aquellas plantas que se desarrollaron con 10 % de fertilización de fondo, mientras que, al ser nutridas con 20 % obtuvieron una menor acumulación de K^+ en las hojas comestibles. Asimismo, el calcio es absorbido como ion Ca^{2+} y es importante en el crecimiento vegetal e integrante de la lámina media de las células y sus deficiencias se observan en los tejidos jóvenes (Mejia, 2000). Este ion es un mensajero secundario y actúa en numerosas vías de señalización de las plantas, transportando amplia gama de estímulos ambientales y de desarrollo obteniendo las respuestas fisiológicas apropiadas (Nava, 2019). Por lo que adecuadas concentraciones de este ion en las plantas soportar adversos durante su crecimiento. Se incrementó la concentración de ion Ca^{2+} en las plantas de lechuga que fueron nutridas con 10 % de fertilización de fondo en comparación de aquellas que recibieron 0 , 20 y 30 % , pues registraron el menor concentración de este ion. La mayor concentración de estos iones se registraron con el 10 % de fertilización de fondo esto puede ser debido a que con este porcentaje de fertilización las plantas de lechuga var. Fernandola presentaron un menor tamaño, ya que, con el 20 % de la fertilización fueron plantas de mayor tamaño, lo que sugiere que estos iones presentan un efecto de concentración/dilución. Por su parte, Kaspari y Welti (2024), señalan que la disminución de la concentración de los nutrientes en el tejido vegetal, se debe a un incremento de la biomasa, este aumento de la biomasa se debe a los altos niveles de CO_2 en los últimos años y por lo tanto mayor producción de carbohidratos.

Por otra parte, el PS de las plantas de lechuga var. Fernandola, no se vio afectado por la incorporación del abono tipo bocashi, debido a que en las plantas que no se les suministro este abono presentaron un mayor PS, en comparación con las plantas que se les suministro 2.5 y 5.0 t ha⁻¹. La disminución del PS de las lechugas al ser abonados con el abono tipo bocashi puede ser debido a que los abonos orgánicos tiene a favorecer una mayor retención de agua en el medio de crecimiento, y esto favorece el crecimiento vegetativo. Liu *et al.* (2024), mencionan que, las enmiendas orgánicas aumentan la materia orgánica del suelo, lo que mejora la estructura del suelo y la capacidad de retención de agua, lo que conduce a un mejor estado hídrico de las plantas y absorción de nutrientes.

El PFC y PC fueron mayores al incorporar 2.5 t ha⁻¹ de abono tipo bocashi, mientras que el menor PFC y PC se obtuvo en las lechugas que no se les incorporó esta enmienda. Estos resultados son similares a lo reportado por Peralta-Antonio *et al.* (2019), quienes reportan que en plantas de brocolí se incrementó el peso fresco con la aplicación de composta y bocashi. Asimismo, estos tipos de abonos, no sólo aportan nutrientes y materia orgánica al suelo o sustrato donde se aplican, sino que también pueden aportar hormonas y promotores de crecimiento que influyen en una mayor altura, desarrollo y producción de los cultivos en los que se aplican (Solis *et al.*, 2021).

La incorporación de 5.0 t ha⁻¹ del abono bocashi, permitió incrementar el Dpo y Dec en las plantas de lechuga var. Fernandola, en comparación a las plantas desarrolladas con 0.0 y 2.5 t ha⁻¹. Este efecto pudo ser debido a que la dosis aplicada es la adecuada para incrementar el tamaño de las lechugas. Pues, Bianco *et al.* (2019), mencionan que la composición y la dosis adecuada promueve el desarrollo del cultivo de la lechuga.

La mayor concentración del ion Ca²⁺ en la savia de las hojas de lechuga, se obtuvo en las plantas que se desarrollaron en el medio de crecimiento que contenía 2.5 t ha⁻¹ del abono bocashi y la menor concentración de este ion se presentó al incorporar al suelo en 5.0 t ha⁻¹ de bocashi. Por otra parte, la concentración del ion K⁺ se aumentó con la incorporación del abono tipo bocashi, siendo el valor más alto de este ión en las plantas que crecieron en el suelo que se le incorporó 5.0 t ha⁻¹ del abono. El incremento de las concentraciones de estos iones en la savia puede ser debido a la composición del abono, promoviendo así un aumento en la absorción de los nutrientes. Cristel (2017) y Kruker *et al.* (2023), señalan que, se puede

observar un incremento en la absorción de los nutrientes y eficiencias de estos, e incremento en la capacidad fotosintética en plantas de espinaca con el uso del abono tipo bocashi, mismo que, mejora las propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos, lo que favorece el crecimiento y rendimiento de las plantas (Phooi, Azman y Ismail, 2022).

Cuadro 2. Efecto de la fertilización de fondo y la dosis de bocashi en el crecimiento y concentración de Ca^{2+} y K^+ en savia de las hojas de lechuga var. Fernandola.

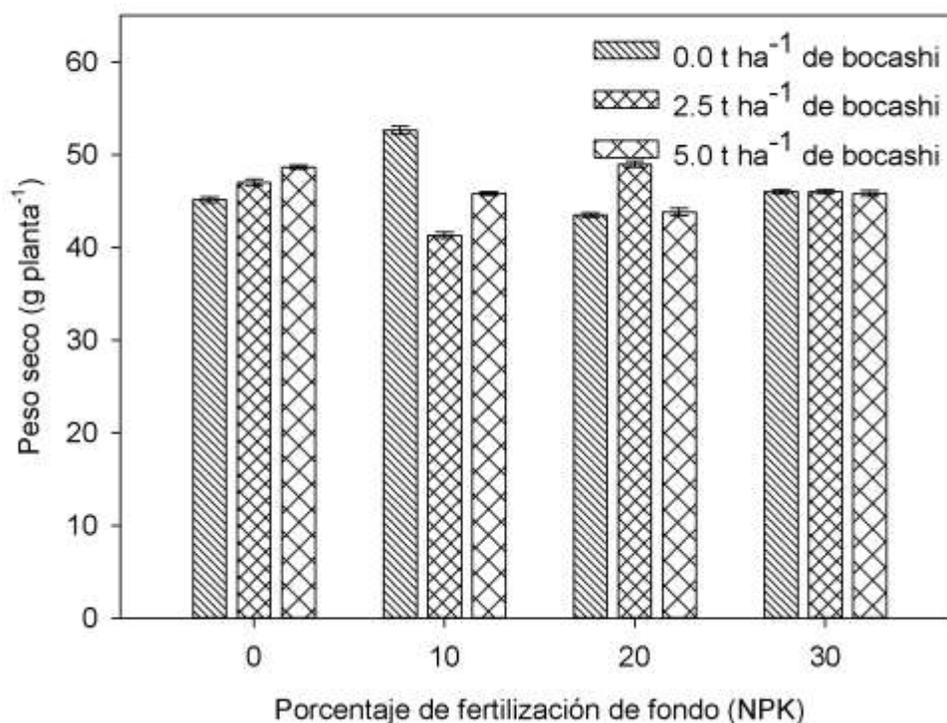
Fertilización de fondo (%)	Peso seco (g)	PFC (g)	Peso cogollo (g)	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)	K^+ (ppm)	Ca^{2+} (ppm)
0	46.94a	1574.94b	1260.06b	17.58b	19.83a	204.16bc	165.00b
10	46.61ab	1505.67c	1165.28c	18.52a	19.91a	228.33a	185.83a
20	45.44c	1632.72a	1302.67a	17.69b	19.83a	195.00c	168.33b
30	45.94bc	1584.28b	1282.94ab	17.27b	19.66a	208.33b	165.00b
ANVA $p \leq$	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.81	0.0001	0.0001
Bocashi (t ha^{-1})							
0.0	46.83a	1499.88c	1178.83c	17.22 b	19.58b	171.25c	171.25b
2.5	45.83b	1650.67a	1323.50a	17.35 b	19.60b	200.62b	191.25a
5.0	46.04b	1572.67b	1255.88b	18.72 a	20.25a	255.00a	150.62c
ANVA $p \leq$	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0074	0.0001	0.0001
Interacción	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001
CV (%)	1.65	2.87	2.89	3.14	4.04	4.79	5.51

ANVA= análisis de varianza, Interacción= Fertilización de fondo*abono tipo bocashi, CV= Coeficiente de variación, PFC=Peso fresco completo, Ca^{2+} =Ion calcio, K^+ =Ion potasio.

La aplicación de fertilizantes orgánicos y químicos es un componente vital en la agricultura, debido a que aportan a las plantas los nutrientes esenciales para su desarrollo y producción;

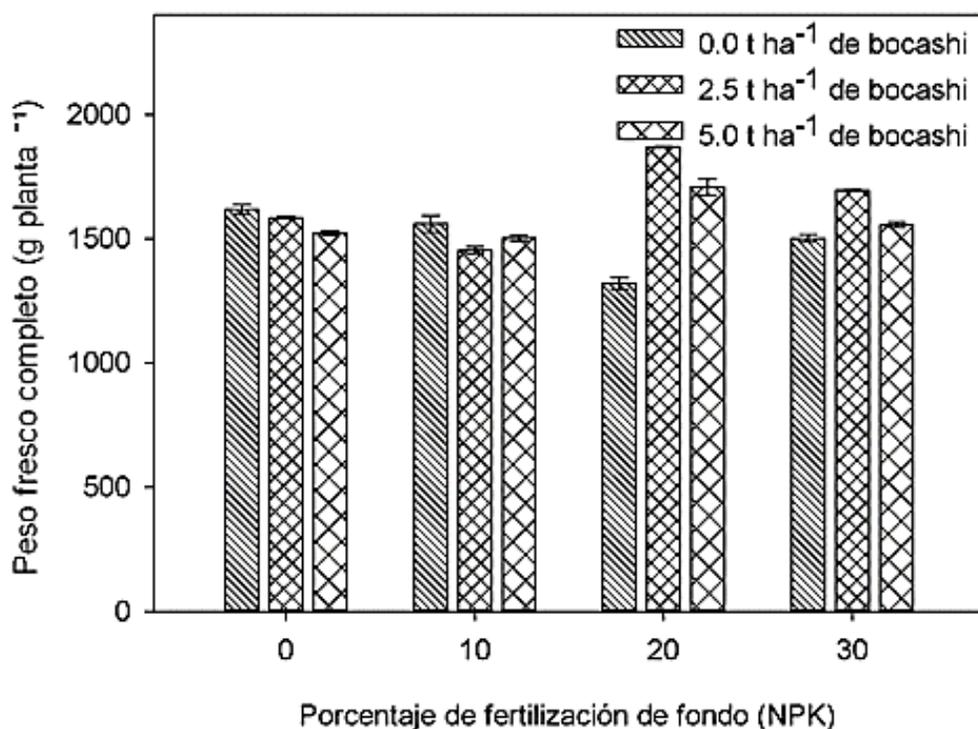
sin embargo, el aumento de la producción depende en gran medida del tipo de fertilizante que se utiliza para complementar la necesidad de nutrientes en las plantas (Moharana, 2017)

El menor PS de las lechugas se registró en las plantas que crecieron con 2.5 t ha⁻¹ de bocashi y 10 % de fertilización de fondo. Mientras que, el mayor peso seco se obtuvo en aquellas plantas que crecieron con 0.0 t ha⁻¹ de bocashi y 10 % de fertilización de fondo (Figura 1). Se puede observar que el PS se incrementó de acuerdo con las dosis de bocashi en conjunto con el 0 % de fertilización de fondo. Mientras tanto el peso seco se mantuvo igual en sus diferentes dosis de bocashi en relación con el 30 % de fertilización de fondo (Figura 1). Los resultados sugieren, que la combinación entre el abono y los fertilizantes, no favorecieron la acumulación de la biomasa seca en las plantas de lechuga. Este efecto no favorable puede ser debido a que la presencia de fertilizantes sintéticos pudo haber alterado el equilibrio microbiano que contiene el abono tipo bocashi, reduciendo potencialmente la efectividad de este abono para promover el crecimiento de las plantas (Agüero *et al.*, 2016).

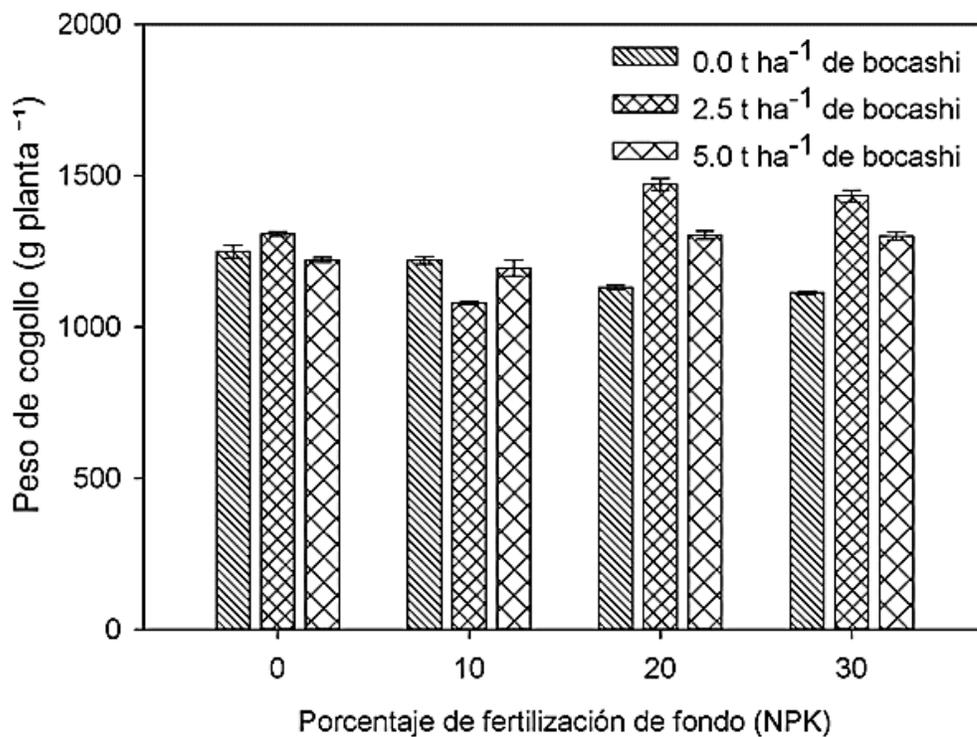


Cuadro 1. Efecto de la interacción entre del porcentaje de la fertilización de fondo a base de NPK y dosis de bocashi en el peso seco de la lechuga var. Fernandola.

El PFC y el PC (parte comestible) se incrementaron en aquellas plantas que se desarrollaron con 2.5 t ha⁻¹ del abono bocashi y con el 20 % de la fertilización de fondo (Figura 2 y 3). En general el menor peso fresco se presentó con 0.0 t ha⁻¹ de bocashi en combinación con el 20 % de la fertilización de fondo. Wuryantoro *et al.* (2024) señalan que la aplicación de bocashi y fertilizantes a base de NPK, favorecen significativamente el crecimiento y rendimiento de la lechuga.

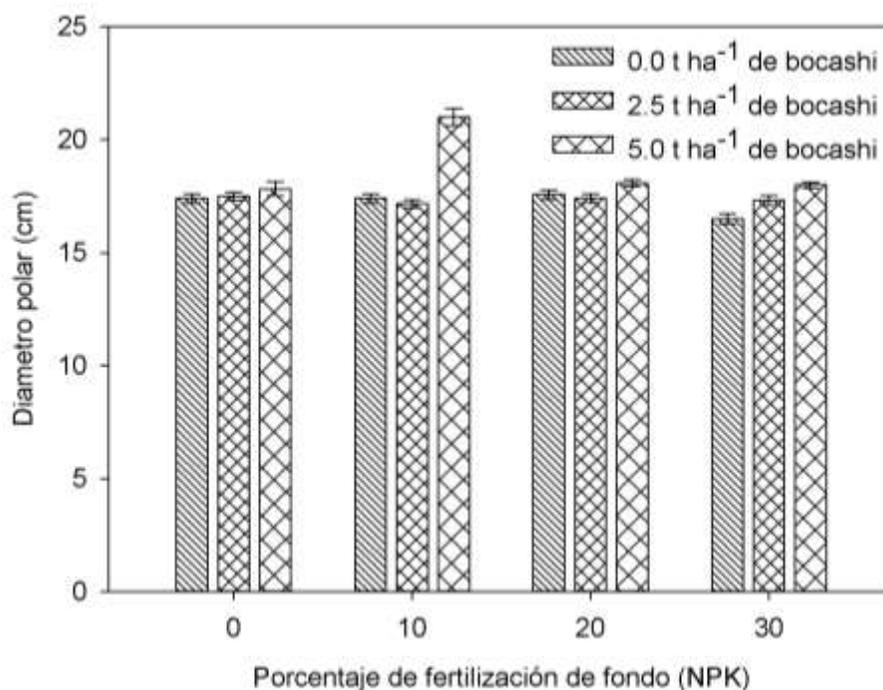


Cuadro 2. Efecto de la interacción entre del porcentaje de la fertilización de fondo a base de NPK y dosis de bocashi en el peso fresco completo de la lechuga var. Fernandola.

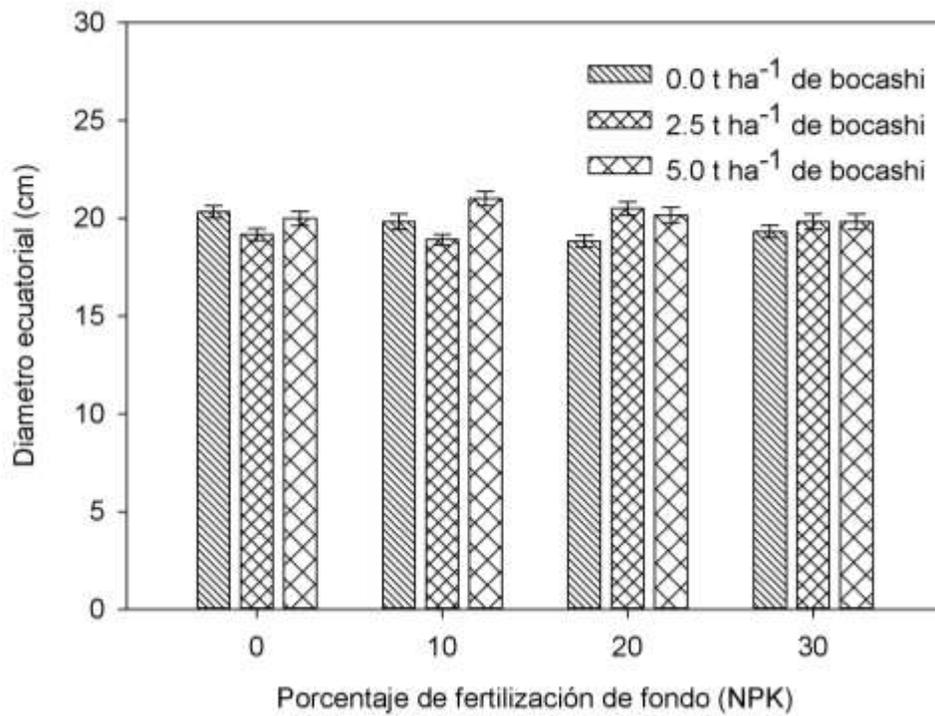


Cuadro 3. Efecto de la interacción entre del porcentaje de la fertilización de fondo a base de NPK y dosis de bocashi en el peso del cogollo de la lechuga var. Fernandola.

El mayor Dpo se registró principalmente en plantas de lechuga desarrolladas con 5 t ha⁻¹ de bocashi en combinación con el 10 % de la fertilización de fondo. Con el 10 % de la fertilización se incrementó del Dpo conforme se aumentó la dosis de bocashi (Figura 4). Por otra parte, las lechugas que se desarrollaron en el medio de crecimiento que contenía el 10 % de la fertilización de fondo y 5 t ha⁻¹ registraron un aumento en el Dec, similar efecto se observó con el 20 % de la fertilización y 2.5 t ha⁻¹ de bocashi (Figura 5). Diferentes estudios sugieren que una combinación equilibrada entre bocashi y fertilizantes sintéticos a base de NPK pueden mejorar el crecimiento de las plantas al aprovechar los beneficios de los nutrientes orgánicos e inorgánicos, por ejemplo: en berenjena morada se incrementó significativamente el crecimiento de estas plantas con el uso de bocashi y fertilizantes a base de NPK (Sulaminingsih, Ramayana y Saka, 2024). En las plantas de *Allium ascolonicum* (chalote), se observó un aumento en el rendimiento del bulbo con 3.0 t de bocashi de estiércol de vaca con 200 kg de fertilizante a base de NPK (Lasmini *et al.*, 2018).

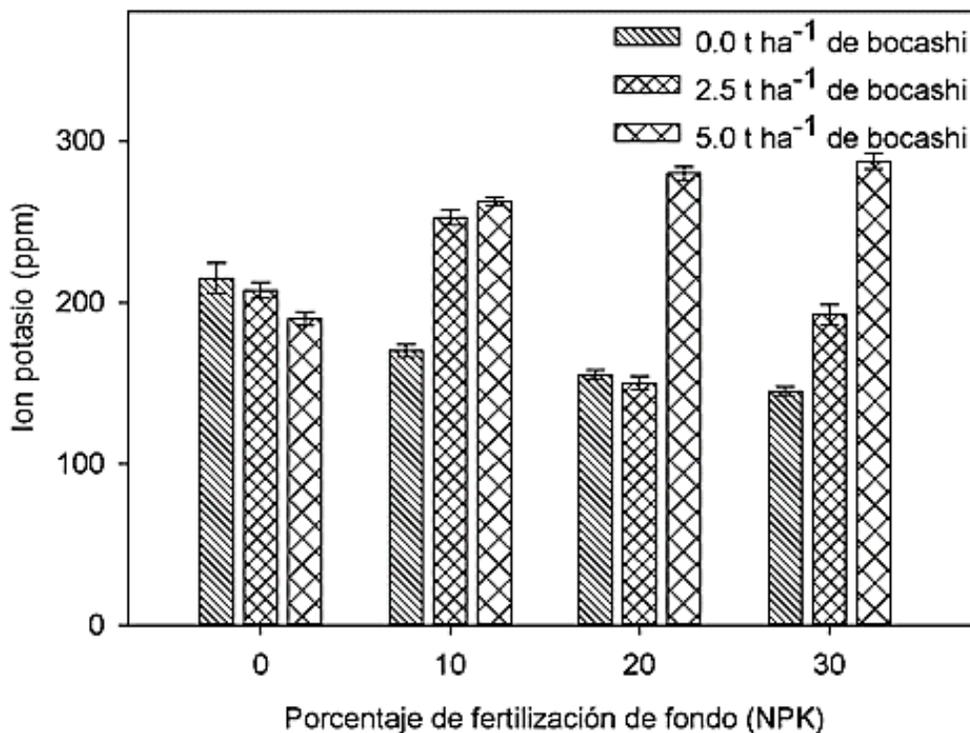


Cuadro 4. Efecto de la interacción entre del porcentaje de la fertilización de fondo a base de NPK y dosis de bocashi en el diámetro polar de la lechuga var. Fernandola.



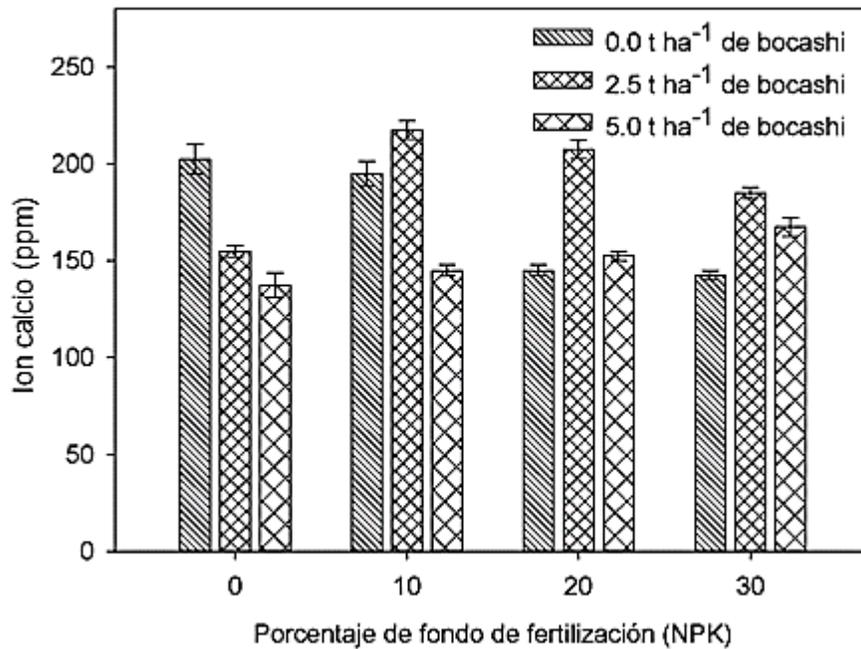
Cuadro 5. Efecto de la interacción entre del porcentaje de la fertilización de fondo a base de NPK en el diámetro ecuatorial de la lechuga var. Fernandola.

La menor concentración del ion K^+ en la savia de las hojas de lechuga se registró en las plantas que crecieron con 0.0 y 2.5 $t\ ha^{-1}$ de bocashi en combinación con el 20 % de fertilización de fondo y en aquellas plantas desarrolladas con 0.0 $t\ ha^{-1}$ de bocashi y 30 de fertilización de fondo. La mayor concentración de este ion en la savia se registró con el 20 y 30 % de la fertilización de fondo en combinación con 5.0 $t\ ha^{-1}$ de bocashi (Figura 6).



Cuadro 6. Efecto de la interacción entre del porcentaje de la fertilización de fondo a base de NPK en la concentración de ion potasio en la savia de las hojas de lechuga var. Fernandola.

Las mayores concentraciones del ion Ca^{2+} en la savia se observaron en plantas crecidas con 2.5 t ha^{-1} de bocashi, pero, en combinación con el 10 y 20 % de la fertilización de fondo, en general con la dosis alta de bocashi, se redujo la concentración de este ion independiente de la concentración de la fertilización de fondo (Figura 7). La concentración de ion K^+ y Ca^{2+} en la savia de las hojas de lechuga, dependerán de los nutrientes que aporte el abono, esto a su vez depende de los componentes y procesos de elaboración (Smith y Jimenez, 2019).



Cuadro 7. Efecto de la interacción entre del porcentaje de la fertilización de fondo a base de NPK en la concentración del ion calcio de la lechuga var. Fernandola.

5.- CONCLUSIÓN

La incorporación 10 % y 20 % de la dosis NPK como fertilización de fondo favorece el crecimiento de las plantas de lechuga, mientras que, con 2.5 t ha⁻¹ del abono tipo bocashi se obtienen los mismos efectos.

La combinación de 20 % de la dosis NPK como fertilización de fondo y 2.5 t ha⁻¹ del abono tipo bocashi mejoran crecimiento y desarrollo de las plantas lechuga var. Fernandola ya que, con los mayores porcentajes o dosis estos tienden a disminuir ligeramente el crecimiento.

El uso de abono tipo bocashi y la aplicación de la fertilización de fondo resulta ser una buena práctica para mejorar el crecimiento y la producción de la lechuga.

6.- LITERATURA CITADA

- Acosta, B. (3 de Abril de 2023). *Abono orgánico: qué es, tipos, beneficios y cómo hacerlo*. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/abono-organico-que-es-tipos-beneficios-y-como-hacerlo-1992.html>
- Agroproyectos. (2022). *Elaboración de Bocashi, guía técnica, dosis, manejo*.
- Aguero Ramos, D., Terry Alfonso, E., Soto Carreño, F., Cabrero Rodríguez, A., Martín Alfonso, G., & Fernández Chuaerey, L. (2016). PLANTAIN CROP RESPONSE TO DIFFERENT SOIL AND BOCASHI PROPORTIONS COMPLEMENTED WITH MINERAL FERTILIZER AT PLANT NURSERY STAGE. *37*, 165-174.
- Aguilar Carpio, C., Arriaga Rubio, L. M., Cervantes Adame, Y. F., Arenas Julio, Y. R., & Escalante Estrada, J. A. (2022). Rentabilidad y producción del maíz VS-535 en respuesta a la fertilización química y biológica. *Acta universitaria*, *32*.
- Albornoz, F. (2017). *la dosis correcta, en el tiempo, en el lugar correcto y de la fuente correcta*. *Redagrica*. Obtenido de <https://redagrica.com/la-dosis-correcta-tiempo-correcto-lugar-correcto-la-fuente-correcta/>
- Aleman, R., Bravo, C., & Clua, F. (2018). *fertilizacion organica en cultivos de lechuga (Lactuca Sativa L) y rabano (Raphanus sativus L) en la Amazonia ecuatoriana*. Ecuador. Obtenido de <https://esf-cat.org/wp-content/uploads/2018/12/Libro-Fertilizacion-lechuga-y-rabano-en-la-RAE.pdf>
- Aliyu, L. (2000). Effect of organic and mineral fertilizers on growth, yield and composition of pepper (*Capsicum annum L.*). *Biological Agriculture & Horticulture*. 29-36. Obtenido de <https://doi.org/10.1080/01448765.2000.9754862>
- Ancin, M. (2011). *Evaluación de diferentes tipos de fertilizantes químicos y orgánicos en la producción de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en el distrito de San Juan de Castrovirreyna, Huancavelica (Perú) (Tesis pregrado, Universidad Pública de Navarra)*. 97.
- Ancin, M. (2011). *EVALUACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE FERTILIZANTES QUÍMICOS Y ORGANICOS EN LA PRODUCCION DE FRIJOL (phaseolus vulgaris L. var Alubia) EN EL DISTRITO DE SAN JUAN DE CASTROVIRREYNA-HUANCAVELICA (PERÚ)*. Obtenido de <https://academica-e.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/3454/577423.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Avila, A., Vargas, P., & Mora, N. (2021). INFLUENCIA DEL BOCASHI COMO COMPLEMENTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL CULTIVO DEL MAÍZ (*Zea mays*). *Sathiri: sembrador*. Obtenido de <https://doi.org/10.32645/13906925.1047>
- Barojas, S., Lizzette, & Lizzette, C. (2010). *Compilación bibliográfica de la fertilización*. Monografía, Facultad de ciencias Químicas de la universidad Veracruzana. Región Córdoba-Orizaba.

- Barra Etchevers, J. (1999). TECNICAS DE DIAGNOSTICO UTILES EN LA MEDICION DE LA FERTILIDAD DEL SUELO Y EL ESTADO NUTRIMENTAL DE LOS CULTIVOS. *Terra Latinoamericana*, 17 (3), 209-219.
- Bastida Cañada, O. (2023). Estadísticas mundiales de producción de lechuga. *Agricultura*.
- Bianco, M. V., Fagiani, M. A., Campos, H., Yosviak, M., Muñoz, N. B., Ruggia, O., . . . Silbert, V. (2019). Enmienda Orgánica de Suelo y su Efecto Sobre el Cultivo de Lechuga. Obtenido de [https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/8970/INTA_CIAP_Instituto deFisiologiayRecursosGeneticosVegetales_Bianco_M_Enmienda_org%a1nica_de_suelo.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/8970/INTA_CIAP_Instituto_deFisiologiayRecursosGeneticosVegetales_Bianco_M_Enmienda_org%a1nica_de_suelo.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Blom, Z., & Lampe J, E. (1985). The role of nitrate in the osmoregulation of lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown at different light intensities. *Journal of Experimental Botany*, 36, 1043-1052.
- Boudet, A., Boicet, T., Duran, S., & Meriño, Y. (2017). Efecto sobre el tomate (*Solanum lycopersicum* L.) de diferentes dosis de abono organico bocashi en condiciones agroecologicas. *Revista Centro Agrícola*. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v44n4/cag06417.pdf>
- Brunch, R. (1994). . El uso de abonos verdes por agricultores campesinos: lo que hemos aprendido hasta la fecha. Centro de información de cultivos de cobertura CIDICCO, Informe técnico 3.
- Campos Pinilla, C., Contreras, A., & R. Leyva, F. (2015). EVALUACIÓN DEL RIESGO SANITARIO EN UN CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*) DEBIDO AL RIEGO CON AGUAS RESIDUALES SIN TRATAR EN EL CENTRO AGROPECUARIO MARENGO (CUNDINAMARCA, COLOMBIA). *Biosalud*, 14(1), 69-78.
- Carassay, L. (2020). Cultivo de lechuga: factores ambientales a tener en cuenta. *Boletín Horticola Pampeano*.
- Carrasco, S., Gilda, Sandoval, B., & Claudio. (2016). Manual práctico del cultivo de la lechuga. *Ediciones Mundi-Prensa*.
- Castro Rincon, E., Mojica Rodriguez, J., Carulla Fornaguera, J., & Lascano Aguilar, C. (2018). Abonos verdes de leguminosas: integración en sistemas agrícolas y ganaderas del trópico. *Agronomía Mesoamericana*, 711-729.
- Cervantes, Y. (2022). Crecimiento, rendimiento y rentabilidad de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) fertilizada con fuentes químicas y biológicas. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792022000100115&script=sci_arttext
- Christel, D. (2017). The Use of Bokashi as a Soil Fertility Amendment in Organic Spinach Cultivation. Masters Thesis, University of Vermont, Burlington, VT, USA. 162.
- Costa, M., Calegari, A., Mondardo, A., Bulisani, E., Wildner, L., Alcantara, P., . . . Amado, T. (1992). Adubação verde no sul do Brasil. Rio de Janeiro, ASPTA. .

- Dibella, E., Aguilera, M., & Silva Furlani, N. (2021). *Elaboración de abono orgánico Bocashi : construcción de tecnologías apropiadas*. Ediciones INTA. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12123/10539>
- FAO. (2002). *Los fertilizantes y su uso* (4ta ed.). (F. Editor, Ed.) Roma, Italia.
- Félix Herrán , J., Sañudo Torres, R., Rojo Martinez, G., Martinez Ruiz, R., & Olalde Portugal, V. (2008). IMPORTANCIA DE LOS ABONOS ORGANICOS. *Ra Ximhai*, Vol. 4(Número 1), 57-67. Obtenido de [https://www.uaaim.edu.mx/webraximhai/Ej-10articulosPDF/Art\[1\]%204%20Abonos.pdf](https://www.uaaim.edu.mx/webraximhai/Ej-10articulosPDF/Art[1]%204%20Abonos.pdf)
- Flores Rangel, A. (2010). *Incremento de productividad en la producción de lechuga utilizando diseño de experimentos*.
- Flores, M. (2023). concentración de Iones en Solución del Suelo y su Respuesta. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/bitstream/handle/123456789/49189/K%2068559%20Jer%20c3%b3nimo%20Flores%20c%20Mario.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García Salazar, J. A., Borja Bravo, M., & Rodríguez Licea, G. (2018). CONSUMO DE FERTILIZANTES EN EL SECTOR AGRÍCOLA DE MÉXICO: UN ESTUDIO SOBRE LOS FACTORES QUE AFECTAN LA TASA DE ADOPCIÓN. *Interciencia*, vol. 43, núm. 7, pp. 505-510, 2018.
- García, B. R., Rodríguez, E. A., Arias, A. Y., Barrera, M. L., & Patrick, S. (2020). Evaluación de propiedades físicas, químicas e hidrológicas en suelos manejados con maíz (*Zea mays*) y cinco programas de fertilización, La Montañona, Chalatenango, El Salvador. *Revista Minerva*, 60-73. Obtenido de <https://minerva.sic.ues.edu.sv/Minerva/article/view/96/80>
- García, J. (2021). Al alza, producción y exportación de lechuga mexicana. *Revista Industrial Campo*. Obtenido de <https://www.2000agro.com.mx/organicos/al-alza-produccion-y-exportacion-de-lechuga-mexicana/>
- Gomez, D., & Vazquez, M. (2011). Abonos orgánicos. *Pymerural y Pronagro*.
- Gonzalez Estrada, A., & Camacho Amador, M. (2017). Emisión de gases de efecto invernadero de la fertilización nitrogenada en México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(8), 1733-1745.
- Gonzalez Perez, L., & Zepeda López, A. (2013). RENDIMIENTO DE CINCO VARIEDADES DE LECHUGA Lactuca sativa L. TIPO GOURMET CICLO PRIMAVERA-VERANO.
- González Ulibarry, P. (2019). consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes. Obtenido de https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27059/1/Consecuencias_ambientales_de_la_aplicacion_de_fertilizantes.pdf
- Goyes Campos, S., & Gomez, P. (2017). EL IMPACTO DE LOS ABONOS ORGÁNICOS EN LA AGRICULTURA. IMPORTANCIA PARA EL ESTUDIANTE DE AGRONOMÍA. *Opuntia Brava*, 9(2), 104-111.

- Grazia Jade, T., & Persea, A. (2001). Efecto de la época de siembra, radiación y nutrición nitrogenada sobre el patron de crecimiento y el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.).
- Gupta , S., Kaushal, R., Spehia , S., Pathania, S., & Sharma, V. (2017). Productivity of capsicum influenced by conjoint application of isolated indigenous PGPR and chemical fertilizers. *Journal of Plant Nutrition*. 921-927. Obtenido de <https://doi.org/10.1080/01904167.2015.1093139>
- INFOAGRO. (2008). *EL CULTIVO DE LA LECHUGA*. Obtenido de <https://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>
- INGHAM, R. (2005). The Compost Tea Brewing Manual. *Soil*, 79.
- Jordan Llave, F., & Pizarro Zegarra, M. (2020). Elaboración de abono tipo bocashi a partir de residuos orgánicos de origen doméstico y de actividad agropecuaria. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12394/10557>
- Kaspari, M., & Welti, E. (2024). Nutrient dilution and the future of herbivore populations. *Trends in Ecology & Evolution*. .
- Kruker, G., Guidi, E., Santos, J., Mafra , A., & Almeida J. A. d. (2023). Quality of Bokashi Type Biofertilizer Formulations and Its Application in the Production of Vegetables in an Ecological System. *Horticulturae*, 9 (12), 1314. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/horticulturae9121314>
- Laila , F. (2015). Beneficial effect of NPK, pigeon manure tea and microbial fertilizers as soil application on growth of "Toffahi" and "Picual" olive seedlings, Egypt. *Journal of Agricultural Technology*, 1565-1582.
- Lammarino, M., Di Taranto, A., & Cristino , M. (2014). Monitoring of nitrites and nitrates levels in leafy vegetables (spinach and lettuce): a contribution to risk assessment. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 94 (4), 773-778.
- Larriva, N. (2003). *Sintesis de la importancia del potasio en el suelo y plantas*. Obtenido de <file:///C:/Users/yosel/Downloads/1178-Texto%20del%20art%C3%ADculo-2985-1-10-20160401.pdf>
- Lasmini, S. A., Nasir, B., Hayati, N., & Edy, N. (2018). Improvement of soil quality using bokashi composting and NPK fertilizer to increase shallot yield on dry land. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/329488808_Improvement_of_soil_quality_using_bokashi_composting_and_NPK_fertilizer_to_increase_shallot_yield_on_dry_land
- Lasmini, S., Nasir, B., Hayati, N., & Edy, N. (2018). Improvement of soil quality using bokashi composting and NPK fertilizer to increase shallot yield on dry land. *Australian Journal of Crop Science*, 12 (11), 1743-1749. Obtenido de <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit>.
- Laurino J, L. (2020). El cultivo de lechuga.

- Liu, Y., Lan, X., Hou, H., Ji, J., Liu, X., & Lv, Z. (2024). Multifaceted Ability of Organic Fertilizers to Improve Crop Productivity and Abiotic Stress Tolerance: Review and Perspectives. *Agronomy*, 14 (6), 1141.
- Lopez Tolentino, G., Lira Saldivar, R. H., & Mendez Arguello, B. (2016). *Medición de Intercambio Gaseoso, Área Foliar e Índice de Clorofila en Plantas Elicitadas con Nanopartículas*. Obtenido de <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/338/1/Medici%3b3n%20de%20Intercambio%20Gaseoso%2c%20%3%81rea%20Foliar%20e%20%3%8ndice%20de%20Clorofila%20en%20Plantas%20Elicitadas%20con%20Nanopart%3%adculas.pdf>
- Macías Duarte, R., Grijalva Contreras, R. L., & Robles Contreras, F. (2013). Efecto de la variedad y fecha de transplante sobre el rendimiento y calidad de Lechuga. *Biotecnia*, 15(2), 21-24.
- Mamani Falcon, E. (2018). COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LA QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) CON LA APLICACIÓN DE HARINA DE ROCAS Y COMPOST, EN LA COMUNIDAD CHUCA PROVINCIA PACAJES - ALTIPLANO CENTRAL.
- Martin, G., & Rivera, R. (2001). Mineralización del nitrógeno incorporado con los abonos verdes y su participación en la nutrición de cultivos de importancia económica. *Cultivos Trop.* 22(3), 89-96.
- Maynard, D., Barker, A., Minotti, P., & Peck, N. (1976). Nitrate accumulation in vegetable. *Advances in Agronomy*, 28, 71-117.
- Mejia, L. (2000). producción de cacao mediante la aplicación de materia orgánica cal dolomita y azufre. Obtenido de https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/16262/40312_25208.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Miao, C., Shaojun, Y., Xu, J., Wang, H., Zhang, Y., Cui, J., . . . Ding, X. (2023). Effects of Light Intensity on Growth and Quality of Lettuce and Spinach Cultivars in a Plant Factory.
- Moharana, P., Sharma, B., & Biswas, D. (2017). Changes in the soil properties and availability of micronutrients after six-year application of organic and chemical fertilizers using STCR-based targeted yield equations under pearl millet-wheat cropping system. *Journal of Plant Nutrition*. 165-176.
- Mosquera, B., Escandón, S., Coral, P., & Puente Figueroa, N. (2010). Abonos orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentación sana. FONAG. Obtenido de https://fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf
- Nava, H. (2019). *Las Concentraciones de Calcio Afectan la Producción de Biomasa y la Actividad fisiológica de las plantas de pepino híbrido SV2516CP*. Obtenido de <https://repositorio.uaaan.mx/bitstream/handle/123456789/48888/K%2066011%20Nava%20P%3%a9rez%2c%20Humberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Negro, M., Villa, F., Aibar, J., Aracón, R., Ciria, P., Cristobal, M., . . . Zaragoza, C. (2000). Producción y gestión del compost.
- Ormeño D, M., & Ovalle, A. (2007). Preparacion y aplicacion de abonos organicos. *ciencia y produccion vegetal*.
- Otero, P. (2017). Té de Compost o Compost tea: Aprende a hacerlo paso a paso. *AgroHuerto*. Obtenido de https://www.agrohuerto.com/compost-tea-o-te-de-compost-casero/#google_vignette
- Paúl, I. B. (2017). *Efecto de los fertilizantes triple 20 y nitrato de potasio en pH, conductividad electrica en el sustrato y crecimiento de plantulas de lechuga, tomate y chile*. Escuela Agricola panamericano .
- Peralta, N., Bernardo de Freitas, G., Watthier, M., & Silva, R. H. (2019). Compost, bokashi y microorganismos eficientes: sus beneficios en cultivos sucesivos de brócolis. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0718-34292019000200059&script=sci_arttext#B9
- Phooi, C., Azman, E., & Ismail, R. (2022). Role of organic manure Bokashi improving plant growth and nutrition: A review. *Sarhad Journal of Agriculture*, 38 (4), 1478-1484.
- Pimpini, F., Filippini, M., Sambo, P., & Gianquinto, G. (2000). Influenza. *Edagricole e Società Italiana di Agronomia* . ISSN 0035 - 6034., 34, 406-418.
- Pineda, L. (2003). Manejo de la fertilización del sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L. Moench.) en Nicaragua. *La calera*, 3(3), 43-45. Obtenido de <https://lcalera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/19>
- PORTALFRUTICOLA. (09 de Julio de 2018). *Formulación y dosis para preparación de Bocashi, un abono orgánico*. Obtenido de <https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/07/09/formulacion-y-dosis-para-preparacion-de-bocashi-un-abono-organico/#:~:text=El%20bocashi%20aporta%20muchos%20nutrientes%20necesarios%20para%20estimular,humedad%20y%20plantas%20m%C3%A1s%20sanas%20con%20may>
- Portillo, N., Morataya, E., Santos, E., & Carcamo, F. (2011). ELABORACIÓN Y USO DEL BOCASHI. *MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA*.
- Ramirez, T., Aguilar, B., Lara, M., & Zacarias, D. (2014). crecimiento y rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) con diferentes fuentes de fertilizacion; organica y quimica. En A. Z. Davalos. Obtenido de https://1library.co/article/crecimiento-rendimiento-lechuga-lactuca-diferentes-fuentes-fertilizaci%C3%B3n-org%C3%A1nica.qo310l5q#google_vignette
- Ramos Agüero, D., & Terry Alfonso, E. (2014). GENERALIDADES DE LOS ABONOS ORGÁNICOS: IMPORTANCIA DEL BOCASHI COMO ALTERNATIVA NUTRICIONAL PARA SUELOS Y PLANTAS. *Ministerio de educación superior*, 35(4), 52-59. Obtenido de <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/909/pdf>

- Ramos Agüero, D., & Terry Alfonso, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos tropicales*, 35 (4), 52-59.
- Reetz, H. (2016). Fertilizers and their Efficient Use. . *First edition, IFA. Paris, France*.
- Reinink, K. (1993). Relationship between effects of seasonal change on nitrate. *Scientia Horticulturae*, 53, 35-44.
- Ricci, M., Casali, V., Cardoso, A., & Ruiz, H. (1992). Teores de nutrientes em duas cultivares de alface adubadas com composto organico. *Pesq. Agrop. Bras.*, 30(8), 1035-1039.
- Rincón Sanchez, L., Perez Crespo, A., Pellicer Botía, C., Saéz Sironi, J., & Abadía Sanchez, A. (2002). Influencia de la fertilización nitrogenada en la absorción de nitrógeno y acumulación de nitratos en la lechuga iceberg. *Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg* 17 (2), 303- 318.
- Robledo Buriticá, J., Aguirre Alfonso, C. A., & Castaño Zapata, J. (2019). Guía ilustrada de enfermedades de Lechuga. 294.
- Rodríguez A, E., Bolaños, M., & Menjivar F, J. (2010). Efecto de la fertilización en la nutrición y rendimiento de ají (*Capsicum* spp.) en el Valle del Cauca, Colombia. *Acta Agronómica*. 55-64.
- Rojas Rodríguez, K., & Ortuño Noel. (2007). Evaluación de micorrizas arbusculares en interacción con abonos orgánicos como coadyuvantes del crecimiento en la producción hortícola del Valle Alto de Cochabamba, Bolivia. *Acta nova*, 3, 697-719.
- Sarmiento Sarmiento, G. J., Amézquita Álvarez, M. A., & Mena Chacón, L. M. (2019). Uso de bocashi y microorganismos eficaces como alternativa ecológica en el cultivo de fresa en zonas áridas. *Scientia Agropecuaria*, 10(1), 55-61.
- Sequeira Lezama, J. (2019). Uso de lacto-suero ácido en la elaboración de bocashi y su efecto en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv. Tropicana. *Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras*.
- Shaheen, A. (2018). Chicken Manure Tea and Effective Micro-organisms Enhanced Growth and Productivity of Common Bean Plants, Egypt. *Middle East Journal of Agriculture*, 1419- 1430.
- Smith, W., & Jimenez, M. (2019). Aspectos básicos en la obtención de abonos orgánicos. Obtenido de <https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivos/abonos-organicos-tipos-uso-y-elaboracion/>
- Solis, M., Castro, R., Villegas, A., Cruz, A., Solis, A., Castro, J., . . . Aguilar, G. (2021). Evaluación de biol, bocashi, composta y vermicomposta en las variables morfológicas del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.). Obtenido de <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/34268/26793>

- Stella Ayilara, M., Samuel Olanrewaju, O., Oluranti babalola, o., & Odeyemi, O. (2020). Gestión de residuos a través del compostaje: retos y potencialidades.
- Stentz, S., Freitas, R., Rosas, M., & Penteado, P. (2006). Qualidade nutricional e contaminantes de alface convencional, organica e hidroponica. *vision academica. Curitiba*, 6(1), 1518-5192.
- Sulaminingsih, Ramayana, As, & Saka, N. (2024). Efectos de Bokashi y NPK sobre el crecimiento y rendimiento de plantas de berenjena morada. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10 (10), 7186-7192. Obtenido de <https://doi.org/10.29303/ppipa.v10i10.8564>
- Tomas, R., Logegaray, V., & Chiesa, Á. (2016). CONCENTRACIÓN DE NITRATOS EN DOS TIPOS COMERCIALES DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) CULTIVADAS CON DISTINTAS FUENTES NITROGENADAS. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 32(3), 194-203.
- Tyagi, S., Naresh, R., Gautam, M., Kumar, M., Singh, S., Kumar, V., & Kumar, S. (2018). Modern Concepts in Fertilizer Application to Enhance Soil Health. *Research Trends in Agriculture Sciences*, 37-76.
- Valencia L, A. (1995). Cultivo de hortalizas de hojas: Col y Lechuga. *Instituto Nacional de Investigacion Agraria*. Obtenido de <https://pgc-snia.inia.gob.pe:8443/jspui/handle/inia/985>
- Volkova, E., & Kudums, A. (1996). Study of the diurnal changes in the content of nitrates in vegetable. St. Petersburg. Russia. *Agrokhimiya*(4), 22-27.
- WURYANTORO, WARDHANI, R., MARTONO, D., & RAHAYU, S. (2024). Application of Bokashi Organic and Nitrogen-Phosphorous-Potassium Inorganic Fertilizers on the Growth and Yield of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) in a Hydroponic System at a Green House in Madium, Indonesia. *J. Appl Scl. Environ.Manage*. 28 (6), 1729-1736.
- Xufong, Z. (2014). Fertilizar for vegetable crop.