

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**EFICIENCIA DE TRES DOSIS DE BIOL PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO
DE ESPINACA (*Spinacia oleracea sp.*), EN EL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA**
TESIS

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por la Bachiller:

SANGAY JARA, HISAMAR HILDAURA

Asesor:

Ing. URÍAS MOSTACERO PLASENCIA

CAJAMARCA – PERÚ

2022



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



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los cinco días del mes de octubre del año dos mil veintidós, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 252-2022-FCA-UNC, de fecha 16 de setiembre del 2022**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: **"EFICIENCIA DE TRES DOSIS DE BIOL PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DE ESPINACA (*Spinacia oleracea* sp.), EN EL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"**, realizada por la Bachiller **HISAMAR HILDAURA SANGAY JARA** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

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

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

Dr. Wilfredo Poma Rojas
PRESIDENTE

MBA. Ing. Santiago Demetrio Medina Miranda
SECRETARIO

Ing. José Lizandro Silva Mego
VOCAL

Ing. Urias Mostacero Plasencia
ASESOR

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se la dedico:

A mis padres, Ernesto y Lucina; a mis hermanos: Melissa, Anali, Dennis, Diana y Gemma; a mi sobrina Khal con mucho cariño, ya que todos mis familiares me incentivaron a culminar mis estudios y obtener mi título Profesional.

A todos los estudiantes de carreras afines a la conservación de la naturaleza y la vida, que Dios nos brindó.

El Autor.

AGRADECIMIENTO

A **Dios**; por la vida, por la salud, por las oportunidades que me da en mi vida profesional y en mi vida diaria.

A Mis padres **Ernesto** y **Lucina**, por su apoyo incondicional y por sus consejos diarios de superación; por todo el tiempo dedicado.

A mis hermanos: **Melissa, Anali, Dennis, Diana y Gemma**; que a pesar de nuestras diferencias siempre nos apoyamos mutuamente para salir adelante en las adversidades.

A mi sobrina **Khal** que me enseñó a querer y valorar más la vida.

A la Iglesia **Universal** y a los pastores que me enseñaron a amar a Dios y a ponerlo en primer lugar, por el apoyo que me brindo en los momentos de crisis.

Al Pastor **Leonardo** y su esposa **Lilia** que siempre estuvieron en los momentos difíciles como un familiar más.

A Mi Abuela **Consuelo** que a pesar de todo me brindó apoyo.

A Mis Tía **Emerita** y a mi tío **Alipio** por sus consejos y apoyo.

Al Ing. **Urías Mostacero** por su ayuda y asesoramiento en mi Tesis.

El Autor.

ÍNDICE

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Formulación del problema	3
1.3. Justificación de la investigación.....	3
1.4. Objetivo general	4
1.5. Objetivos específicos.....	4
1.6. Hipótesis.....	4
1.7. Variables.....	5
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes de la investigación	6
2.1.1. A nivel internacional	6
2.1.2. A nivel nacional	9
2.1.3. A nivel local	10
2.2. Bases teóricas	11
2.2.1. Teoría de la producción.....	11
2.3. Abono orgánico	13
2.3.1. Importancia de los abonos orgánicos	14
2.3.2. Fases de la descomposición bacteriana sobre condiciones anaeróbicas	15
2.4. Clasificación y función de los nutrientes	15
2.4.1. Macro elementos	15
2.4.2. Los macro elementos secundarios	16
2.5. Biol	17

2.5.1. Funciones del biol	18
2.5.2. Usos del biol.....	18
2.5.3. Frecuencia y dosis recomendadas para aplicar biol.....	19
2.5.4. Requerimientos nutricionales de las plantas	20
2.5.5. Biol al follaje	21
2.5.6. Fertilización foliar	21
2.5. Cultivo de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.)	21
2.5.1. Origen del cultivo de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.).....	21
2.5.2. Clasificación taxonómica del cultivo de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.)	22
2.5.3. Características Botánicas del cultivo de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.).....	23
2.5.4. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de espinaca (<i>Spinacia</i> <i>oleracea</i> L.).....	25
2.5.5. Fertilización	29
2.5.6. Variedades del cultivo de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.)	30
2.5.7. Plagas	31
2.5.8. Enfermedades	32
2.5.9. Características físico-químicas y organolépticas.....	32
2.5.10. Ciclo fenológico del cultivo de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.)	34
2.5.11. Situación y perspectivas del cultivo de la espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.).....	36
2.5.12. Principales productores mundiales de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.).....	37
2.5.13. Principales importadores de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) en el mundo.....	38
CAPÍTULO III.....	39
MATERIALES Y MÉTODOS	39
3.1. Ubicación del experimento	39

3.2. Materiales	40
3.2.1. Material biológico	40
3.2.2. Materiales de campo	42
3.2.3. Materiales de escritorio	42
3.2.4. Servicios.....	42
3.2.5. Insumos.....	42
3.3. Métodos.....	43
3.3.1. Diseño experimental.....	43
3.3.2. Características generales del campo experimental.....	43
3.3.3. Tratamientos estudiados	44
3.3.4. Croquis del campo experimental	46
3.4. Conducción del trabajo experimental	47
3.4.1. Preparación del terreno	47
3.4.2. Preparación de surcos	47
3.4.3. Siembra	47
3.4.4. Riegos	48
3.4.5. Desahíje	48
3.4.6. Aplicación de biol	48
3.4.7. Control de malezas	50
3.4.8. Control de plagas y enfermedades.....	50
3.4.9. Cosecha	50
3.5. Características agronómicas evaluadas	50
3.5.1. Altura de planta	50
3.5.2. Número de hojas por planta	51
3.5.3. Longitud de hojas	51
3.5.4. Ancho de hoja	51
3.5.5. Rendimiento	51

CAPÍTULO IV	53
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	53
4.1. Análisis estadístico del Rendimiento de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) ...	53
4.2. Análisis estadístico de la Altura de planta de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.).....	56
4.3. Análisis estadístico de Longitud de hoja de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.).....	59
4.4. Análisis estadístico del Ancho de hoja de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.)	61
4.5. Análisis estadístico del Número de hojas por planta de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.)	64
CAPÍTULO V	67
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
5.1. Conclusiones.....	67
5.2. Recomendaciones.....	68
CAPÍTULO V	69
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	69
ANEXOS.....	76
Anexo 1.....	77
Anexo 2.....	78
Anexo 3. Fase campo	79
Anexo 4. Fase Laboratorio.....	84
Anexo 5. Tablas de los datos de campo	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Composición bioquímica del biol</i>	20
Tabla 2 <i>Requerimiento del cultivo de espinaca</i>	26
Tabla 3 <i>Extracción de macro elementos por la espinaca en un ciclo de cultivo en $kg\ ha^{-2}$</i>	29
Tabla 4 <i>Contenido nutricional de la espinaca</i>	34
Tabla 5 <i>Análisis físico – químico del suelo</i>	40
Tabla 6 <i>Análisis de Biol</i>	41
Tabla 7 <i>Tratamientos estudiados en el trabajo investigación</i>	45
Tabla 8 <i>Dosificación por tratamiento</i>	49
Tabla 9 <i>Rendimiento en $t\ ha^{-1}$ de espinaca (<i>Spinacia oleracea L.</i>) de los tratamientos de estudio según bloques</i>	53
Tabla 10 <i>Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento de espinaca (<i>Spinacia oleracea L.</i>)</i>	54
Tabla 11 <i>Prueba de Tukey al 5 % para el rendimiento de espinaca (<i>Spinacia oleracea L.</i>)</i>	55
Tabla 12 <i>Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta de espinaca (<i>Spinacia oleracea L.</i>)</i>	57
Tabla 13 <i>Prueba de Tukey al 5 % para la altura de planta de espinaca (<i>Spinacia oleracea L.</i>)</i>	58
Tabla 14 <i>Análisis de varianza (ANOVA) para longitud de hoja de espinaca (<i>Spinacia oleracea L.</i>)</i>	60
Tabla 15 <i>Prueba de Tukey al 5 % para longitud de hoja de espinaca (<i>Spinacia oleracea L.</i>)</i>	60

Tabla 16 Análisis de varianza (ANOVA) para el ancho de hoja de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.)	62
Tabla 17 Prueba de Tukey al 5 % para el ancho de hoja de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.)	63
Tabla 18 Análisis de varianza (ANOVA) para el número de hojas por planta de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) (Datos transformados con \sqrt{X})	65
Tabla 19 Prueba de Tukey al 5 % para el número de hojas por planta de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.)	65
Tabla 20 Datos de campo Longitud de hojas de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) ...	85
Tabla 21 Cuadro de campo del número de hojas por planta de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.)	85
Tabla 22 Datos de campo del ancho de hojas de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) .	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Etapas fenológicas del cultivo de espinaca (Spinacia oleracea L.)</i>	35
Figura 2 <i>Calendario de siembra y cosecha del cultivo de espinaca (Spinacia oleracea L.)</i>	36
Figura 3 <i>Principales países productores de espinaca en el 2012 (FAOSTAT 2014)</i> 37	
Figura 4 <i>Principales países importadores de espinaca (Spinacia oleracea L.) y valor de las importaciones en el 2013.</i>	38
Figura 5 <i>Distribución de los tratamientos en la parcela experimental</i>	46
Figura 6 <i>Siembra de espinaca en un surco, vista frontal.</i>	47
Figura 7 <i>Distribución de las plantas de espinaca en un surco</i>	48
Figura 8 <i>Área de una planta</i>	51
Figura 9 <i>Rendimiento en kg de espinaca (Spinacia oleracea L.) según la dosis de biol.</i>	55
Figura 10 <i>Altura de planta de espinaca (Spinacia oleracea L.) según la dosis de biol</i>	58
Figura 11 <i>Longitud de hoja de espinaca (Spinacia oleracea L.) según la dosis de biol.</i>	61
Figura 12 <i>Ancho de hoja de espinaca de espinaca (Spinacia oleracea L.) según la dosis de biol</i>	63
Figura 13 <i>Número de hojas por planta de espinaca (Spinacia oleracea L.) según la dosis de biol</i>	66
Figura 14 <i>Análisis de suelo</i>	77
Figura 15 <i>Análisis de biol</i>	78
Figura 16 <i>Preparación del terreno.</i>	79
Figura 17 <i>Aplicación de biol</i>	79

Figura 18 <i>Plantas de espinaca (Spinacia oleracea L.)</i>	80
Figura 19 <i>Hojas de espinaca (Spinacia oleracea L.) en campo</i>	80
Figura 20 <i>Distribución de surcos de espinaca (Spinacia oleracea L.)</i>	81
Figura 21 <i>Bloque de espinaca (Spinacia oleracea L.) a los dos meses después de la siembra</i>	81
Figura 22 <i>Virus del pepino, transmitida por pulgones</i>	82
Figura 23 <i>Distribución de tratamientos con estacas</i>	82
Figura 24 <i>Efecto de la caída de helada sobre la espinaca (Spinacia oleracea L.)</i> ...	83
Figura 25 <i>Cosecha de espinaca (Spinacia oleracea L.)</i>	83
Figura 26 <i>Hojas de espinaca (Spinacia oleracea L.) por tratamiento</i>	84
Figura 27 <i>Planta de espinaca (Spinacia oleracea L.)</i>	84

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se ubicó en la Estación Meteorológica Agrícola Principal, de la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicado en la Provincia y departamento de Cajamarca. Se llevó a cabo durante los meses de agosto a diciembre del año 2018; en el cual se evaluó la eficiencia de diferentes dosis de biol. Para lo cual se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar. Se realizó el análisis de varianza ANOVA y la prueba de Tukey al 5 %; con 6 tratamientos (incluido el testigo). Las características Agronómicas evaluadas fueron: Rendimiento, altura de planta, número de hojas por planta, longitud y ancho de las hojas. Se utilizó las siguientes dosis de biol: D1 = 0.50 l, D3 = 1.5 l, D5 = 2.5 l (se agregó dos dosis más para obtener resultados más contundentes D2 = 1.00 l y D4 = 2.00 l) y dos momentos de aplicación: M1 = a los 20 días después de la siembra y M2 = 30 días después de la siembra. En comparación con el testigo los tratamientos en los cuales se aplicó biol hubo diferencia significativa en comparación con el testigo. Según el análisis estadístico realizado; se determinó que el T5 (D5 = 2.50 l) dio un rendimiento promedio de 35.00 t ha⁻¹, la altura de planta promedio de 34.76 cm, número de hojas promedio de 16, longitud de hoja de 20.5 cm, ancho de hoja de 13.16cm. los cuales superan significativamente al rendimiento obtenido en el testigo obteniendo un rendimiento de 26.57 t ha⁻¹, altura de planta 24.58 cm, longitud 14.12 cm y ancho de la hoja 10.85 cm, número de hojas 12 , lo cual demuestra que la aplicación de biol con el manejo adecuado es una buena alternativa para un cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.)

Palabras claves: Rendimiento, espinaca, eficiencia, biol.

ABSTRACT

This research work it was located at the Main Agricultural Meteorological Station of the National University of Cajamarca, located in the Province and department of Cajamarca. It was carried out during the months of August to December of the year 2018; in which the efficiency of different doses of biol was evaluated. For which the Random Complete Block Design was used. ANOVA analysis of variance and Tukey's test at 5% were performed; with 6 treatments (including the control). The Agronomic characteristics evaluated were: Yield, plant height, number of leaves per plant, length and width of the leaves. The following doses of biol were used: D1 = 0.50 l, D3 = 1.5 l, D5 = 2.5 l (two more doses were added to obtain more conclusive results D2 = 1.00 l and D4 = 2.00 l) and two application moments: M1 = 20 days after sowing and M2 = 30 days after sowing. Compared to the control, the treatments in which biol was applied showed a significant difference compared to the control. According to the statistical analysis performed; it was determined that T5 (D5 = 2.50 l) gave an average yield of 35.00 t ha⁻¹, average plant height of 34.76 cm, average number of leaves of 16, leaf length of 20.5 cm, leaf width of 13.16 cm. which significantly exceed the yield obtained in the control, obtaining a yield of 26.57 t ha⁻¹, plant height 24.58 cm, length 14.12 cm and leaf width 10.85 cm, number of leaves 12, which shows that the application of biol With proper management, it is a good alternative for a spinach crop (*Spinacia oleracea* L.)

Keywords: Yield, spinach, efficiency, biol.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Los abonos orgánicos tienen altos contenidos de nitrógeno mineral y cantidades significativas de otros elementos nutritivos para las plantas. Dependiendo del nivel aplicado, originan un aumento en los contenidos de materia orgánica del suelo, en la capacidad de retención de humedad y en el pH, también aumentan el potasio disponible, el calcio y el magnesio. En cuanto a las propiedades físicas, mejoran la infiltración de agua, la estructura del suelo y la conductividad hidráulica; disminuyen la densidad aparente y la tasa de evaporación, así como promueven un mejor estado fitosanitario de las plantas (Blanco 2017)

El biol es un abono foliar que incrementa y estimula el óptimo crecimiento, y desarrollo de los cultivos como las hortalizas, papa, maíz, trigo, habas, frutales, entre otros. Es el resultado del proceso de descomposición de desechos orgánicos que se encuentran en el campo, tales como guano de ganado, pasto, leche o suero, hojas verdes, agua, azúcar, etc. (INIA 2008).

Este abono orgánico es un complemento nutricional que incrementa la fertilidad natural del suelo sin contaminar el agua, aire ni los productos obtenidos. Además, mejora la calidad de los productos dándoles una buena presentación en el mercado y otorgando un valor agregado a la cosecha del beneficiario (Pachacute 2016).

Por otra parte, el interés de incrementar la producción de la espinaca (*Spinacia oleracea* L.), es muy importante en la dieta alimentaria que contribuye a reducir la anemia que a su vez presenta una gran adaptabilidad al clima de la zona y se podría difundir su

producción a gran escala o en huertos familiares que permita mejorar los ingresos de los productores (Lozano 2010)

La espinaca como cultivo posee ciertas ventajas, entre las que destacan su rápido desarrollo (logrado a veces en 60 a 90 días), tolerancia a heladas débiles y a la posibilidad de su industrialización, lo cual permite asegurar la comercialización mediante la suscripción de contratos previamente pactados con la agroindustria (Dávila 2008).

En el Perú para el año 2013, se produjo 29,714 toneladas métricas de espinaca (*Spinacia oleracea* L.), a nivel nacional con un rendimiento promedio de 10 tha⁻¹, cultivándose principalmente en la Costa. Al igual que en otras hortalizas, existe una serie de factores para su bajo rendimiento y los de mayor significación son la deficiente estudios previos para una producción orgánica sin afectar el medio ambiente y la salud del consumidor (FONCODES 2014).

Se consideró necesario su estudio para evaluar los efectos de las diferentes dosis de biol sobre el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) ya que no existen estudios profundos realizados de esta índole en nuestro departamento. Es por ello que empleamos el biol como alternativa, debido a que se trata de una fuente natural de nutrientes, a la vez con la utilización de este se logra reducir drásticamente los costos de producción del cultivo y mejorar el rendimiento del cultivo en estudio.

1.1. Planteamiento del problema

El rendimiento del cultivo de espinaca es limitado por factores genéticos y factores ambientales como tipo de clima, suelo y agua debido a esto, los agricultores en nuestra localidad se utilizan diversas formas de manejo para cultivar y mejorar la producción de espinaca, que en muchos casos siguen utilizando abonos químicos que causan efectos

nocivos para la salud del consumidor y efectos degenerativos al suelo. Otro factor que se presenta es el desconocimiento del efecto que tienen los abonos orgánicos como el biol en la producción y calidad de las cosechas que generan una interrogante en los agricultores sobre la efectividad de este tipo de abonos.

En la actualidad la agricultura tiende a la búsqueda del uso de productos orgánicos y propiciar así una agricultura más orgánica en tal sentido, una de las alternativas es el uso del biol como una fuente natural de nutrientes, por esta razón se hizo la investigación para mejorar el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.), Cajamarca.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la eficiencia del biol sobre rendimiento de espinaca (*Spinacia oleracea* L.), Cajamarca?

1.3. Justificación de la investigación

El biol es un abono orgánico líquido producto de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica, es un biofertilizante que ayuda a incrementar la producción de los cultivos y tiene la propiedad de estimular el desarrollo de las plantas, activando los procesos como el enraizamiento y tiene acción sobre el follaje mejorando la floración del cultivo incrementando sus rendimientos.

El uso del biol en la producción de hortalizas orgánicas tiene un gran beneficio económico para los agricultores por el bajo costo de los insumos y el reciclaje de residuos orgánicos que se utilizan en la preparación y que están al alcance del agricultor.

La espinaca es una especie vegetal muy apreciada por ser un alimento fresco, y que contiene gran cantidad de vitaminas; la espinaca desde tiempo atrás es una de las hortalizas con muchas propiedades nutritivas y actualmente en el mercado regional, se

produce la espinaca rastrera, la cual no requiere de mucha tecnología, pero su rentabilidad es baja y su manejo es dificultoso básicamente en la cosecha, la baja rentabilidad es ocasionada por los bajos niveles de producción.

Cajamarca es una región agrícola y gran parte de su economía radica en la producción agropecuaria, por tal motivo, se busca alternativas para el incremento de producción de las hortalizas importantes para los pobladores, además de que nos permita un desarrollo sustentable de esta actividad. En la actualidad es de gran importancia dar uso a estos abonos (estiércol de ganado), resultantes de diferentes explotaciones que constituyen elementos orgánicos útiles para mejorar el rendimiento agrícola.

1.4. Objetivo general

Determinar el efecto del biol sobre el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.), en Cajamarca.

1.5. Objetivos específicos

Determinar el efecto de la dosis D1 sobre el rendimiento de espinaca (*Spinacia oleracea* L.).

Determinar el efecto de la dosis D2 sobre el rendimiento de espinaca (*Spinacia oleracea* L.).

Determinar el efecto de la dosis D3 sobre el rendimiento de espinaca (*Spinacia oleracea* L.).

1.6. Hipótesis

La aplicación de biol influye en el rendimiento del cultivo espinaca (*Spinacia oleracea* L.), en el departamento de Cajamarca.

1.7. Variables

A. Variable independiente

El biol: dosis: D1, D2, D3

B. Variable dependiente

Rendimiento por hectárea (kg ha^{-1} del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.))

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. A nivel internacional

Pomboza et al. (2016) El artículo de investigación titulado “*Influencia del biol en el rendimiento del cultivo Lactuca sativa L. variedad iceberg*” El objetivo de la investigación fue evaluar la influencia del biol enriquecido con microorganismos eficientes, en el cultivo ecológico de *Lactuca sativa* L (lechuga) variedad “Iceberg”. El ensayo de campo se realizó en la Granja de Querochaca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Técnica de Ambato. Los factores estudiados fueron dosis de biol (2 %, 4 % y 6 %) y frecuencias de aplicación (8 y 15 días), se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar, con arreglo factorial de 3 x 2+1 con tres repeticiones. Se evaluaron: altura de la planta, diámetro del tallo principal, días a la cosecha, peso y diámetro del cogollo comercial, rendimiento en kg/parcela neta y rendimiento en kg/unidad experimental; se realizó la prueba de significación de Duncan al 5 %. Los resultados mostraron que la dosis del 6 % aplicado cada 15 días tratamiento D3F2, contribuyó al mayor diámetro del cogollo comercial (25.9 cm), al mayor peso del cogollo comercial (1.14 kg) y al mayor rendimiento (549 kg/unidad experimental). Ello sugiere que la aplicación de biol puede ser una importante alternativa ecológica para fertilizar cultivos ecológicos como la lechuga reduciendo el uso de fertilizantes de síntesis química y los costos de producción.

Carrasco et al. (2018) En su trabajo de investigación: “*Efecto de tres niveles de abono orgánico líquido aeróbico en la producción de espinaca (Spinacea oleracea L.) en*

el Centro Experimental Cota Cota". La producción de hortalizas en Bolivia es intensiva, con el uso de fertilizantes químicos contaminando el suelo, agua y la salud humana ante este problema surge como alternativa la agricultura orgánica, el abono orgánico líquido aeróbico (AOLA), que mejora la fertilidad del suelo dando resistencia y vigor a los cultivos. Es por esta razón que el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de tres niveles de AOLA en la producción de espinaca en una carpa solar del Centro Experimental Cota Cota. Se evaluó el AOLA en dosis de 0, 10, 20 y 30 % bajo un diseño completamente al azar, las variables evaluadas fueron porcentaje de emergencia, número de hojas, longitud de la hoja, ancho de la hoja, altura de la planta y peso de la biomasa. El porcentaje de emergencia fue de 85.71 %. Para el número de hojas por planta, de las tres cosechas efectuadas, se observó que el T2 presentó el promedio más alto en la tercera cosecha con 13.33 hojas, en las otras cosechas la tendencia fue similar. En cuanto a la longitud de la hoja, de las tres cosechas realizadas, el promedio más alto fue para el T2 con 19 cm. El ancho de la hoja fue mayor con 15.67 cm para el T2 en la tercera cosecha, en la altura de la planta, el T2 obtuvo el más alto promedio en la tercera cosecha con 30.33 cm. Para la variable del peso de biomasa por planta, el mayor promedio fue del T2 con 56 g en la primera cosecha. En conclusión, se deduce que el nivel de AOLA más eficiente y que mayor respuesta frente a las variables fue con la concentración del 20 % aplicado en el T2.

Espinal (2009), en la investigación titulada: *"Efecto de biol como fertilizante foliar en la producción de lechuga Suiza (Valerianella locusta L.) con diferentes concentraciones en ambiente atemperado en el municipio de Tiwanacu – La Paz*. Se realizó en los predios de la Institución Entrevada (Cuna). Donde los objetivos fueron:

Comparar las propiedades físico-químico del suelo y de los bioles, evaluar el efecto de los dos bioles en la producción de la lechuga suiza, determinar el efecto de cuatro concentraciones de biol en la producción de lechuga Suiza, evaluar la interacción entre los dos bioles y las cuatro concentraciones y analizar los costos parciales de producción de la lechuga Suiza. El trabajo de investigación se realizó en un ambiente de tipo túnel, con una superficie utilizada de 96 m². El material vegetativo utilizado fue la semilla de lechuga suiza variedad Trophy, el cual tiene dos meses de ciclo vegetativo a la formación de hojas comerciales. Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas. Donde el factor A fueron: biol ovino y biol bovino, el factor B fueron: concentraciones al 25, 50 y 75 %. El estudio se dividió en dos fases: la primera en la elaboración de los bioles con diferentes insumos, es decir estiércol bovino y ovino y la segunda fase consistió en la siembra de lechuga suiza, para esto el método de siembra a utilizar fue por líneas (15 cm entre líneas), dispersando las semillas a mano y por golpe (10 cm entre plantas o golpes). Los principales resultados indicaron que al comparar el rendimiento del cultivo con el biol ovino y bovino, se encontró un valor de 2,277 g/2,2 m² a favor del biol ovino, registrándose un mayor beneficio costo de 5,6 Bs., con relación al biol bovino que solo tuvo 2,053 g/2,2 m² y un beneficio costo de 5,1 Bs. Con respecto a las concentraciones, los mejores resultados fueron al 50 % con valores de 2,689 g/2,2 m² y un beneficio costo de 6,7Bs., seguida de las concentraciones al 75, 25 y 0 % con valores de 2,338, 2,081 y 1,553 g/2,2 m² respectivamente y un beneficio costo de 5,8, 5,2 y 3,9 Bs. respectivamente. Los tratamientos que produjeron mayor tasa marginal fue el tratamiento 7 (50 % de biol ovino y 50 % de agua) con un

incremento de 1,64 Bs. el tratamiento 3 (50 % de biol bovino y 50 % de agua) con 1,47 Bs. adicionales a su inversión”

2.1.2. A nivel nacional

Según la Dirección Regional de Agricultura de Junín 2018, la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) es una hortaliza muy versátil que se adapta en diferentes regiones del Perú, presentando una tendencia progresiva en su producción, es así que en el año 2017 y 2018 alcanzó una producción de 24 493 t y 25 460 t, respectivamente, cuyos rendimientos para ambos años fueron 20 383 kg ha⁻¹ (2017) y 21 270 kg ha⁻¹ (2018), Junín se encuentra liderando la producción de espinaca, alcanzando para el 2018 una producción de 14 352 t y un rendimiento de 24 873 kg ha⁻¹, cifras que superan a Lima metropolitana que viene ocupando el segundo lugar en la producción de este cultivo, con 6 441 t y un rendimiento de 21982 kg ha⁻¹.

Siura et al. (2016) En la investigación titulada “*Efecto de la rotación con Crotalaria (Crotalaria juncea) y de biol en la producción orgánica de dos cultivares de Espinaca (Spinacia oleracea L.)*”. Se evaluó el rendimiento y calidad de dos cultivares de Espinaca (uno de polinización abierta OP y un híbrido) cultivados en una parcela de producción orgánica con y sin rotación con abono verde (*Crotalaria juncea*) y cuatro concentraciones de aplicación foliar de biol (0, 20, 40 y 100%). Se usó el diseño estadístico de bloques completos al azar con arreglo factorial. El rendimiento fue altamente significativo cuando se usó rotación con abono verde (24.3 tha⁻¹), biol (25.8 tha⁻¹) y la interacción de rotación con abono verde x cultivar (25.2 tha⁻¹), donde el rendimiento al del cultivar OP fue superior al híbrido cuando se usó la rotación con abono verde y dosis crecientes de aplicaciones foliares de biol justifican su uso en este cultivo, especialmente cuando se

trata de pequeños agricultores, contribuyendo a incrementar la producción orgánica de espinaca, aun cuando se usen cultivares de polinización abierta.

2.1.3. A nivel local

Según Gutiérrez et al. (2019) en su trabajo investigación **“Elaboración de abono orgánico (biol) para su utilización en la producción de alfalfa (*Medicago sativa v. vicus*) en Cajamarca”** se llevó a cabo en el Fundo La Victoria, propiedad de la Universidad Nacional de Cajamarca, departamento de Cajamarca, ubicado en el distrito de Huacaríz Chico sector La Victoria. El objetivo de la investigación fue proponer la elaboración de biol como una alternativa ecológica eficiente en la mejora de la producción de alfalfa, y, al mismo tiempo, disminuir el impacto ambiental producido por la ganadería. Los materiales utilizados para la obtención del biol fueron: estiércol de vacuno, suero de leche, agua, chancaca, sulfato de cobre, sulfato de magnesio, sulfato de zinc, clorato de calcio, bórax, y como elementos complementarios: sangre de vacuno, harina de huesos, vísceras de pollo y de pescado. A los 45 días de su elaboración, se cosechó el biol, tomándose una muestra que fue enviada al laboratorio para el análisis químico de minerales. Los tratamientos en estudio fueron ubicados en tres parcelas de alfalfa cuya extensión en cada una fue de 2 x 4 m²; el T0 fue el tratamiento testigo sin aplicación de biol, el T1 fue el tratamiento al que se le aplicó 5 cc de biol diluido en 5 litros de agua y el T2 fue el tratamiento al que se le aplicó 7.5 cc de biol diluido en 5 litros de agua. La evaluación de los tratamientos se inició a los 10 días después del corte y en este mismo periodo se inició la aplicación del biol tanto del T1 como del T2 utilizando una bomba de mochila, luego a intervalos de 20, 30, 40 y 55 días. Al finalizar el último periodo de aplicación del biol, se procedió a medir la altura de la alfalfa de los tres tratamientos en

estudio, cuyo resultado fue de 62, 73 y 85 cm para cada tratamiento, respectivamente. También se procedió a medir la producción de alfalfa en Base Fresca (kg) y en Materia Seca (%), obteniéndose para T0, T1 y T2: 1,45, 1,98, 2,63, en base fresca, respectivamente; y 20.35, 21.04, 23.00 en Materia Seca, respectivamente. Se concluyó entonces que la aplicación de biol orgánico permite la optimización del recurso forrajero (alfalfa) y al mismo tiempo se alza como una alternativa para mitigar el impacto ambiental causado por la ganadería.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Teoría de la producción

2.2.1.1. Agricultura como sector productivo

Para formalizar aquellas características de mayor interés para un tratamiento analítico diferencial de la agricultura observaremos los aspectos que el proceso productivo agrícola presenta como rasgos específicos:

a) La agricultura tiene un proceso de producción que depende de circunstancias cíclicas inalterables (estaciones, etc.), y que por lo tanto no admite, en general, su concentración en el tiempo.

b) La producción agrícola se basa en un factor de producción limitado y no reproducible, la tierra, que, además, al participar de forma directa y no meramente como ubicación, no permite la concentración espacial del proceso productivo.

c) Los inputs y los outputs que se usan en la agricultura tienen la misma naturaleza. Si bien un cierto tipo de agricultura moderna ha perdido estas características, constatemos que aún existe un importante nivel de reemplazo, y que este reemplazo proporciona los factores esenciales para el proceso, siendo los inputs de otros sectores

secundarios desde el punto de vista cualitativo, aunque sean más importantes cuantitativamente.

Input: Es cualquier recurso que se necesite para el proyecto o producto; como dinero, tiempo estimado, recursos, personas, esfuerzos, planes, documentos, etc; preparados para ese proyecto o producto concreto.

Output: Todas aquellas características, producto o servicio resultado de la producción de una empresa (Baumol & Blinder 2001).

d) Además la de usar inputs cualitativamente iguales a los outputs, se puede establecer en la agricultura una relación cuantitativa entre ellos, de tal forma que usando el mismo producto como medida o standard de valor, la agricultura sería el único sector productivo con excedente (en formulación marxiana, también el sector productor del standard de valor, el trabajo, tendría esta característica, pero este sector está en todos los demás, puesto que el trabajo es desarrollado o producido por la fuerza de trabajo en cada uno de los demás sectores) (Delgado & Hernández 1995).

2.2.1.2. Aportes del biol sobre los cultivos

Guzmán (2014), en su artículo titulado “Bondades del biol”, menciona que, el propósito del biodigestor es la producción de biogas, se presenta casos donde es más importante el aprovechamiento del efluente como abono (biol) también resulta beneficios en lo económico, con la obtención con la producción del biol. Los cambios físicos que provoca en el suelo:

En suelos arenosos, favorece la adherencia de partículas, lo que origina una estructura granular que facilita la aireación y circulación del agua.

En suelos muy pesados donde se mezcla con las arcillas para producir suelos con mejor circulación del agua.

Disminuye la pérdida de suelos por erosión.

Evita la pérdida por lixiviación de nutrientes minerales por fertilizantes químicos

El biol aplicado a los suelos no fértiles permite que estos sean recuperables y contribuye a que los mismos no sufran un deterioro progresivo.

2.3. Abono orgánico

Los abonos orgánicos influyen también en las características físicas del suelo como la estructura, porosidad, aireación, capacidad de retención de agua, infiltración, conductividad hidráulica y estabilidad de agregados. La porosidad aumenta la capacidad que tiene el suelo para retener agua incrementando la infiltración de agua en el suelo. En cuanto a las características biológicas del suelo, los microorganismos que participan en la descomposición del estiércol, incrementan la actividad biológica del suelo y con ello su estructura por efecto de la agregación de los productos resultantes de esta descomposición aumentando así su fertilidad y por consiguiente la rentabilidad del cultivo (Trinidad 2000).

La elaboración de abonos orgánicos constituye una de las prácticas usadas para un manejo ecológico del suelo en la agricultura orgánica. Pueden ser de origen animal o vegetal siendo una fuente importante de nutrientes, materia orgánica, sustancias húmicas, reguladores de crecimiento y diferentes compuestos proteicos que mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y por consiguiente el rendimiento de los cultivos (Siura et al. 2016).

2.3.1. Importancia de los abonos orgánicos

Los abonos orgánicos son importantes por lo siguiente:

- a) Mejoran la producción de los cultivos en cantidad y calidad.
- b) Incrementan la materia orgánica del suelo, y reponen los elementos químicos que alimentan las plantas, tales como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio, entre otros.
- c) Fomenta la vida en el suelo, promoviendo la actividad microbiológica y generando la formación de nutrientes disponibles para las plantas.
- d) Mejora la estructura del suelo, lo hace más suelto, favoreciendo la presencia del aire, lo que ayuda a las raíces de las plantas y a la infiltración del agua.
- e) Mejora la retención del agua, actúa como una esponja, y facilita la absorción del agua y los nutrientes por las plantas.
- f) Ayuda a controlar enfermedades presentes en el suelo y aumenta la capacidad de resistencia de las plantas contra las plagas, enfermedades y eventos climáticos extremos. • Frente a fertilizantes sintéticos, los abonos orgánicos se mantienen más tiempo en el suelo porque la materia orgánica se descompone lentamente.
- g) Mejora la salud de las plantas, de los animales, de las personas y del planeta.
- h) Se utilizan materiales que se encuentran en las chacras tales como: estiércol de animales (vacunos, cuy, ovinos, cerdos, etc.); residuos de cosechas, restos de frutas, moliendas, hojas y ramas (de las podas de los

árboles y cercos vivos), reduciendo los costos de producción (Melgar & Díaz 2008).

2.3.2. Fases de la descomposición bacteriana sobre condiciones anaeróbicas

Según Jiménez (2009), la descomposición bacteriana anaeróbicas se da en 3 fases:

- a) Fase de hidrólisis y fermentación: se puede decir que es la fase de la descomposición y degradación de grandes cadenas de materia orgánica por acción de un grupo de bacterias, las que generan luego unas enzimas extracelulares, los cuales llevaran a cabo la hidrólisis de las moléculas solubles en agua, como grasas, proteínas y carbohidratos y las transforman en moléculas simples.
- b) Fase de acetogénesis y deshidrogenación: menciona que es la fase de la generación de ácido acético por la acción de bacterias acetogénicas quienes realizan la degradación de los alcoholes, compuestos aromáticas. Generando CO₂ e hidrogeno.
- c) Fase metanogénica: representa la última etapa de la descomposición de la materia orgánica en la cual el O₂, nitrato y sulfato es consumido rápido por los microorganismos. Haciendo que las bacterias metanogeniticas transformen la biomasa en metano.

2.4. Clasificación y función de los nutrientes

2.4.1. Macro elementos

Según (Moreno 2015) Las operaciones auxiliares en el control de agentes causantes de plagas y enfermedades a las plantas forestales, 2015).

A. Nitrógeno (N)

Aumenta el crecimiento y desarrollo vegetal de todos los tejidos vivos.

B. Fosforo (P)

Desarrollo de raíces y floración y cuajado de los frutos.

C. Potasio (K)

Aporta rigidez a los tejidos de sostén de las plantas. Interviene durante el fructificación.

D. Magnesio (Mg)

Esencial para la fotosíntesis. Forma parte de la clorofila, enzimas y vitaminas de la planta.

E. Calcio (Ca)

Elemento estructural de paredes y membranas celulares.

F. Azufre (s)

Elemento esencial de aminoácidos, proteínas y vitaminas. B. Los macro elementos secundarios

2.4.2. Los macro elementos secundarios

Según (Moreno 2015)

A. Hierro (Fe)

Esencial para la fotosíntesis. En componente de las enzimas.

B. Manganeso (Mn)

Esencial para la fotosíntesis, interviniendo en la síntesis de clorofila.

C. Zinc (Zn)

Formación de auxinas (hormonas) y carbohidratos.

D. Molibdeno (Mo)

Favorece la fijación de nitrógeno y sintetiza las proteínas.

E. Boro (B)

Juega un importante papel en la floración y formación de frutos, así como la división celular.

F. Cloro (Cl)

Beneficia el crecimiento radicular y aéreo (yemas) de la planta.

2.5. Biol

Según indica INIA (2008), el biol es un abono orgánico líquido que resulta de la descomposición de los residuos animales y vegetales en ausencia de oxígeno y contiene nutrientes que pueden ser asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes al ataque de plagas, enfermedades y a los efectos adversos del clima.

El biol es también biológicamente estable, rico en humus y con una baja carga de patógenos. Provee la materia orgánica necesaria para el suelo que influirá en los procesos físicos, químicos y biológicos involucrados en la fertilidad del mismo, resultando en mejores rendimientos de los cultivos (Sistema BioBolsa 2013).

Puede ser aplicado en una gran variedad de plantas, como en las de ciclo corto, anuales, bianuales o perennes, gramíneas, forrajes, leguminosas, frutales, hortalizas, raíces, tubérculos, ornamentales con aplicaciones al follaje, suelo, semilla o raíz (Suasaca et al. 2009).

El número y momento de aplicación depende de la fenología del cultivo.

Colque et al. (2005) afirma que la producción del biol es un método utilizado cuya finalidad es elevar y mejorar la calidad de las cosechas, al ser utilizado en diminutas cantidades es capaz de fomentar actividades fisiológicas y también estimula el crecimiento de las plantas, de esta manera va fortalecer el enraizamiento y mejorar la floración y poder germinativo de las semillas.

Considera un excelente abono foliar (biol) “aquellos que resultan de un proceso de fermentación y descomposición de los distintos materiales orgánicos en un sistema anaerobio, brindando a las plantas los nutrientes esenciales para su desarrollo, tales como el nitrógeno, fósforo y potasio” (Medina 1990).

2.5.1. Funciones del biol

Martin (2003), menciona que la función del biol en el interior de las plantas es, activar el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa, a través de los ácidos orgánicos las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas, coenzimas, carbohidratos, azúcares complejos de relaciones biológicas, químicas, físicas y energéticas que se establece entre las plantas y la vida del suelo.

Domínguez (2000), argumenta que los bioles enriquecidos después de su periodo de fermentación (30 - 90 días), estarán listos y equilibrados, donde sus efectos pueden ser superiores de 10 a 100.000 veces la cantidad de nutrientes técnicamente recomendados.

2.5.2. Usos del biol

Gomero (2000), propone que el biol favorece al enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), actúa sobre el follaje (amplía la base foliar), mejora la

floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, traduciéndose todo esto en un aumento significativo de las cosechas. Debe utilizarse diluido en agua, en proporciones que pueden variar desde un 25 a 75 %. Las aplicaciones deben realizarse de tres a cinco veces durante el desarrollo vegetativo de la planta.

También se puede aplicar biol junto con el agua de riego para permitir una mejor distribución de las hormonas y los precursores hormonales que contiene. Con ello se mejora el desarrollo radicular de las plantas, así como la actividad de los microorganismos del suelo. De igual manera se puede remojar la semilla en una solución de biol, para activar su germinación. El tiempo de remojo depende del tipo de semilla; se recomienda de dos a seis horas para semillas de hortalizas, de 12 a 24 horas para semillas de gramíneas y de 24 a 72 horas para especies gramíneas y frutales de cubierta gruesa (HIVOS 2015).

2.5.3. Frecuencia y dosis recomendadas para aplicar biol

La continuidad con la que se utiliza el biol es distinta ya que se considera algunos aspectos, entre estos; tipos de cultivo, estado de desarrollo del cultivo, tipo de suelo y cobertura del mismo. Por ejemplo, para las hortalizas trasplantadas al campo es recomendable de tres hasta seis aplicaciones de biol cuando es follaje las concentraciones pueden variar entre el 3 % y el 7 %, y cuando es aplicado al suelo hasta 25 %, y este debe estar húmedo (Rivera 2010).

“Para aplicar foliarmente el abono se debe diluir un balde de biol en un balde agua, en compost se debe Agregar el compost máximo un balde de biol por 3 baldes de residuos orgánicos y en cuanto a las raíces se debe diluir 1 balde de biol en 1 balde agua” (HIVOS 2015)

“Lo primordial es conocer las principales exigencias en nutrientes que todo cultivo requiera en cada momento de crecimiento, para esto es necesario tener un análisis completo de suelos y foliares” (Restrepo 2007).

2.5.4. Requerimientos nutricionales de las plantas

Toda planta necesita los nutrientes básicos para su apropiado desarrollo de los macro nutrientes (N, P, K) y los micronutrientes (Calcio, Magnesio y azufre). Los nutrientes mayores son los primeros que manifiestan su ausencia en el suelo esto se debe a sus altos niveles de extracción por parte de la planta, en cuanto a los secundarios y menores se necesitan en cantidades pequeñas y no son tan notorias sus ausencias (Aedes 2006).

Tabla 1

Composición bioquímica del biol

Componentes	Cantidad
Ácido indol acético (ng/g)	9
Giberelinas (ng/g) 8.4	8.4
Purinas (ng/g)	9.3
Citoquininas	no detectado
Tiamina (Vit B1) (ng/g)	259
Riboflavina (Vit B2) (ng/g)	56.4
Adenina	no detectado
Ácido fólico (ng/g)	6.7
Ácido pantoténico (ng/g)	142
Triptófano (ng/g)	26
Cianocobalamina (vit B12) (ng/g)	4.4
Piridoxina (vit B6) (ng/g)	6.6

Nota: Aedes (2006)

2.5.5. Biol al follaje

El biol no debe ser utilizado puro cuando se va a aplicar al follaje de las plantas si no en diluciones (Claure 1992).

2.5.6. Fertilización foliar

La fertilización foliar es definida como la aplicación de sustancias nutritivas al follaje de las plantas cultivadas, los cuales de penetrar son capaces de iniciar funciones metabólicas. Se sabe que las raíces no son los únicos órganos capaces de absorber los elementos minerales, sino que también las hojas y los tallos pueden asimilar las sustancias nutritivas tanto minerales como orgánicas, principalmente aminoácidos. (Hidalgo & Kharolyn 2015).

Aliaga (2014) menciona, que la absorción de los nutrimentos a través de las hojas no es la forma normal. La hoja tiene una función específica de ser la fábrica de los carbohidratos, pero por sus características anatómicas presenta condiciones ventajosas para una incorporación inmediata de los nutrimentos a los fotosintatos y la translocación de éstos a los lugares de la planta de mayor demanda.

2.5. Cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.)

2.5.1. Origen del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.)

Salunkhe & Kadan (2004) afirman que, la espinaca es probablemente originaria del Sudeste de Asia Características del cultivar en estudio a y se cultiva de forma extensiva durante la primavera y el otoño en el Norte de los Estados Unidos, durante finales de otoño, invierno y comienzos de primavera. Menciona también que la espinaca fue cultivada por los árabes. Estos la llevaron a España, donde se extendió a otras partes del mundo.

Instituto Nacional de Vulgarización Francés (2000) supone que la espinaca cultivada de la especie *Spinacia oleracea* podría tratarse de una forma mejorada de la *Spinacia tetrandra*, desarrollada espontáneamente al sur de Cáucaso, Persia, Afganistán, así como en el Turkestan.

Instituto Nacional de Vulgarización Francés (2000) y Thompson y Kelly (1974) menciona que la espinaca fue cultivada en Rusia hace 2 000 años y que en 1 806 fue introducida a Estados Unidos, y de allí al resto de América.

La palabra espinaca viene de la palabra española Hispania. Pertenece a la familia de la Chenopodiaceae genero *Spinacia* y especie *oleracea*. La espinaca (*Spinacia oleracea* L.) es originaria del sudeste asiático, desde donde fue introducida en Europa por los árabes durante sus invasiones. Su cultivo habría comenzado hace unos mil años, generalizándose a toda Europa en los siglos XVI y XVII, y desde allí habría sido traída a América (Castagnino 2009).

2.5.2. Clasificación taxonómica del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.)

Engler Lineo, citado por Solano (2015) indica la siguiente Clasificación Taxonómica:

Reino: vegetal

División: Angiospermae

Clase: Dicotyledoneae

Orden: Centrospermales

Familia: Chenopodiaceae

Género: *Spinacia*

Especie: *Spinacia oleracea* L.

2.5.3. Características Botánicas del cultivo de espinaca (*Spinacea oleracea* L.)

A. Semilla

Flórez (2010) se refiere que las semillas son de forma lenticular, son restos de las flores, de aspecto coriáceo, membranosas inermes o espinosas, de color gris verdoso lo que generalmente se vende como semilla es en realidad el fruto (aquenio). Estos revestimientos, aunque favorecen la gran vitalidad de la semilla, inciden desfavorablemente sobre la velocidad y regularidad de germinación, al impedir la penetración de la humedad necesaria a los procesos germinativos. Generalmente, las semillas de dos años presentan con gran frecuencia una germinación más rápida y regular que las de sólo un año; HR de la semilla de 11 %, HR del ambiente de 55% y temperatura de conservación de 21 °C, HR de la semilla de 13 %, HR del ambiente de 73 % y temperatura de conservación de 5 – 10 °C, tiene un poder germinativo medio de 75 % y mínimo de 60 %, la producción de semilla por planta es de 15 a 20 g y la época de recolección entre junio y julio. Cabe señalar que cuando las semillas están maduras, tienden a desprenderse fácilmente.

B. Sistema radicular

Niño (2009) explica que la espinaca es una planta de raíz pivotante, poco ramificada y de desarrollo radicular superficial, aunque puede alcanzar hasta 1 m de profundidad en el perfil del suelo, y de unas pocas raíces secundarias de gran tamaño.

Según Jiménez (2010), señala que el sistema de raíces de esta hortaliza es menos profundo y vigoroso que los de betabel y la acelga, la raíz principal puede medir hasta 1.8 m y 30 cm de ancho, es muy superficial.

C. Tallo

Tiscornia (2009) da a conocer que antes de desarrollar el tallo floral lo cual ocurre en la primavera siguiente a la siembra, es una mata de grandes hojas en forma de punta de flecha, lampiña, pero solo se eleva sobre el terreno unos cuantos centímetros. Dice que la planta típica de la espinaca tiene tallo recto, hueco, ramoso de unos 50 cm de alto.

D. Hojas

Caulíferas, más o menos alternas y pecioladas, de forma y consistencia muy variables, en función de la variedad. Color verde oscuro. Pecíolo cóncavo y a menudo rojo en su base, con longitud variable, que va disminuyendo poco a poco a medida que soporta las hojas de más reciente formación y va desapareciendo en las hojas que se sitúan en la parte más alta del tallo.

Osorio (2013) señala que el órgano de consumo de esta hortaliza lo constituyen, al igual que en el caso de Acelga, sus hojas. Estas son enteras, con lámina y pecíolo fuertemente desarrollados. La lámina es glabra, de superficie lisa, ondulada (semiSavoy) o crespa (Savoy), de borde entero, de color variable entre verde claro y verde oscuro, y de variadas formas, aunque normalmente es triangular-ovada. El pecíolo es largo (entre uno a dos tercios del largo total de la hoja), delgado (menor de 1 cm), con ahuecamiento progresivo al avanzar el desarrollo, y de color verdoso hacia la lámina, en contraste con la coloración rosada que presenta en el punto de inserción con el tallo, menciona que un limbo que puede ser más o menos sagitado triangular – ovalado o triangular acuminado, de márgenes enteros o sinuosos y de aspecto blando, rizado, liso o abollado, en esta fase de roseta de hojas, la planta puede alcanzar entre 15 y 25 cm de altura.

Ocasionalmente se venden las plantas enteras, cortadas a nivel del cuello, por lo que se incluye el tallo y primordios foliares

E. Flores

Las flores masculinas, agrupadas en número de 6-12 en las espigas terminales o axilares presentan color verde y están formadas por un periantio con 4-5 pétalos y 4 estambres. Las flores femeninas se reúnen en glómérulos axilares y están formadas por un periantio tetrudentado, con ovarios uniovulares, estilo único y estigma dividido en 3-5 segmentos (CIREN CORFO 2013)

F. Fruto

Jiménez (2010) manifiesta que el fruto es parecido a un pequeño saco o receptáculo y contiene una sola semilla, esta última no es tan uniforme en cuanto a forma, tamaño y color, reportándose que es de color café claro y puede ser liza o espinosa. También da a conocer que la espinaca fructifica en aquenios, que son considerados como semillas de forma apuntada lisos o espinosos según el cultivar y la variedad.

2.5.4. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de espinaca (*Spinacea oleracea* L.)

Según AgroEs (2018), menciona que la espinaca es una hortaliza típica de climas frescos, donde la temperatura no sobrepase los 21 °C. Los rangos de temperatura donde la planta crece en forma óptima, se encuentra entre los 15 y 18 °C, con temperatura máxima entre los 21 y 24 °C y mínima de 7 °C. La humedad relativa adecuada para el buen desarrollo de la lechuga se encuentra entre el 60 y 80 %, aunque en determinados momentos puede soportar menos del 60 %.

Tabla 2*Requerimiento del cultivo de espinaca*

Altura sobre el nivel del mar		1 430 y 2800 m
Temperatura	Germinación	7 - 23 °C
	Crecimiento	o 15 - 25 °C
Humedad relativa		60 y 75 %
Requerimiento Hídrico		800 – 1 600 mm
Tipo de Suelo		Franco o franco arenoso (contenido de arena superior a 50 %)
Rango de pH		Moderadamente ácido, valores entre 5,7 y 6,8
Luminosidad		12 horas de luz

Nota: Osorio (2018)

A. Altitud

Se adapta a las condiciones agroecológicas comprendidas entre 1 430 y 2 800 msnm (Osorio 2013).

B. Clima

Se logra un ritmo de crecimiento óptimo durante un tiempo relativamente frío; resistente a las heladas cuando estos no son de gran magnitud. Las temperaturas medias para el crecimiento son las siguientes: óptimo de 15-18 °C. Máximo de 24 °C y mínimo 5 °C. La floración de espinaca es foto y termo dependiente, en cuanto a su requerimiento en suelo, es una planta sensible a la acidez, no es muy exigente en agua

ya que tolera un poco la sequía, se requiere días en alargamiento (más de 14hr.) y temperaturas mayores a los 15 - 18 °C (Lozano 2010).

Para la germinación requiere temperatura óptima de 15 a 25 °C durante el desarrollo vegetativo temperatura óptima de 15 a 18 °C. Esta planta es de día largo, cuando la duración del día está comprendida entre 10 y 12 horas, se obtiene el máximo rendimiento de cosecha (Pachacute 2016).

C. Luz

Las condiciones de iluminación y temperatura influyen decisivamente sobre la duración del estado de “roseta”. Al alargarse los días (más de 14 horas de luz diurna) y al superar los 15 °C de temperatura, las plantas pasan de la fase vegetativa (roseta) a la de “elevación” y producción (emisión de tallo y flores). La producción se reduce si el calor es excesivo y a lo largo del fotoperiodo, dado que las plantas permanecen en la fase de roseta muy poco tiempo, con lo que no se alcanza un crecimiento adecuado. Las espinacas que se han desarrollado a temperaturas muy bajas (5 - 15 °C de media mensual), en días muy cortos, típicos de los meses invernales, florecen más rápidamente y en un porcentaje mayor que las desarrolladas también en fotoperiodos cortos, pero con temperaturas más elevadas (15 - 26 °C). También las lluvias irregulares son perjudiciales para la buena producción de espinacas y la sequía provoca una rápida “elevación”, especialmente si se acompaña de temperaturas elevadas y de días largos (Osorio 2013).

D. Suelo

Jiménez (2010), sostiene que la espinaca es una planta muy sensible a la acidez; por lo que no se debe cultivar en suelos minerales con un pH inferior a 6.5 o en turbosos de pH 5.0. Agrega, así mismo que los suelos en que se cultiva esta planta deben

presentar un alto nivel de fertilidad (150 – 100 - 100); pues en caso contrario disminuye la producción de hoja. Para cultivos tempranos se adiciona nitrógeno de cobertura. Asimismo, manifiesta que las espinacas de invierno requieren suelos con un buen drenaje. Como sucede en el caso de la mayoría de los cultivos de invierno, la adición de abonos fosfatados y potásicos se realiza en otoño y los nitrogenados en cobertura a comienzos de primavera. Agregado por último que es susceptible a la deficiencia de magnesio.

Salunkhe & Kadan (2004) mencionan que, la espinaca desarrolla mejor en suelos franco arenosos o aluviales. Sin embargo, se puede desarrollarse en cualquier suelo con pH entre 7 y 10.5.

Al cultivo de espinaca no le conviene valores del pH inferior a 6. Los suelos excesivamente alcalinos pueden provocar problemas de clorosis férrica. De la misma forma los suelos ácidos originan un cierto enrojecimiento peciolar, resistente a la salinidad (Pachacute 2016).

La espinaca se puede cultivar en una gran variedad de suelos, prefiriéndolos franco-arenosos, fértiles y bien drenados. Para las producciones invernales son más adecuados los suelos que tengan un buen drenaje, por lo cual suelos demasiado arcillosos no son recomendables para su cultivo (Pachacute 2016).

E. Agua

La espinaca teme bastante los excesos de agua, aunque para un desarrollo rápido necesita de humedad en el suelo, no es muy exigente en riegos. Los riegos deben darse con poco volumen y frecuentes. Los riegos por aspersión van bastante bien a esta

hortaliza. Se puede aplicar en general de 4 a 6 riegos, dependiendo del tipo de suelo, época del año con un intervalo promedio de 17 días (Flórez 2010).

F. Humedad relativa

La falta de humedad, principalmente cuando los días son largos y las temperaturas altas produce una “subida” rápida de los tallos florales (Niño 2019).

2.5.5. Fertilización

Salunkhe & Kadan (2004) mencionan que la adición de materia orgánica al suelo puede producir, en muchos casos, inmovilización de N como consecuencia del aumento de la población microbiana. Existen estudios que indican que, si los residuos orgánicos incorporados al suelo tienen menos de 1,5 % de N, o lo que es igual una relación de C/N de 25 o mayor, se produce inmovilización del mismo. Mientras que, si el N de estos residuos supera el 1,5 %, la mineralización resulta la reacción dominante.

Las extracciones de nutrientes de la espinaca varían mucho en función del ciclo de cultivo, variedad, marco de siembra, etc. aunque de forma general la fertilización deberá realizarse de acuerdo a la siguiente proporción de N – P - K: 3-1-3. El suministro de fertilizantes debe ser muy rico y abundante, aunque habrá que tener en cuenta la fertilidad del suelo (AgroEs 2018).

Tabla 3

Extracción de macro elementos por la espinaca en un ciclo de cultivo en kg ha.la⁻²

N	P2O5	K2O	CaO	MgO	S
120	4	200	116	35	8

Nota: Siura et al. (2006)

El nitrógeno (N) es un elemento muy importante para el desarrollo de la espinaca; cuando no se presenta en concentraciones adecuadas ocasiona plantas con pocas hojas, de tamaño inferior al normal y que con el tiempo se tornan amarillas. Por otro lado, se destaca la extracción de magnesio (en forma de MgO) del suelo comparándola con las demás hortalizas de hoja; la deficiencia de este elemento es originada por los bajos contenidos en el suelo que son condiciones naturales de nuestra zona, y principalmente porque se presentan desbalances ocasionados por altos contenidos de calcio (Ca) y potasio (K) (Siura et al. 2016).

En cuanto a elementos menores, es sensible a la deficiencia de manganeso (Mn), boro (B), cobre (Cu) y zinc (Zn). Bajo las condiciones de la sabana de Bogotá, se presenta con regularidad la deficiencia de Mn, por lo cual se deben realizar aportes del elemento adicionando sulfato de manganeso ($MnSO_4$) antes del trasplante (Solano 2015).

2.5.6. Variedades del cultivo de espinaca (*Spinacea oleracea* L.)

Las variedades disponibles son muy numerosas y se las puede clasificar de acuerdo a algunos aspectos como: época de siembra, forma de las hojas, aspecto del cogollo y del tallo (Pachacute 2016).

Existen varias pautas para clasificar los cultivares de espinacas. En función de las hojas: de hojas lisas y de hojas crespas; de la semilla: de grano redondeado y liso; de la época de producción: de invierno y verano (Siura et al. 2016).

Siura et al. (2016) clasifica las variedades de espinaca por el tipo de hoja que presentan, son descritas a continuación:

A. Hojas lisas (variedad Nordic y Bolero)

De muy buen rendimiento, color verde claro y utilizado para mercado en fresco y en la agroindustria.

B. Hojas crespas (variedad Olympia, Baker, Royalty, Quinto)

Se desarrollan entre 40 y 50 días, consideradas muy productivas; de uso en fresco y agroindustrial, de colores verde oscuros.

C. Hojas semi crespas (Shasta, Condesa, Viroflay)

Son las variedades más empleadas, de color verde intenso, con hojas redondeadas y semi erectas, aunque con ciclos más largos especialmente porque tiene una larga duración en pos cosecha.

2.5.7. Plagas

SEMTA (2003) indica que, la espinaca presenta problemas de insectos plaga principalmente en estado de plántula (primeros 15 días después de la emergencia).

A. Nematodo de la remolacha (*Heterodera scilzachtii* Smith)

Se observan nudosidades que llevan consigo el marchitamiento de las plantas.

B. Pulgones (*Aphis fabae* Scop y *Myzus persicae* Sulz)

En el envés de las hojas se desarrollan colonias, provocando un crispamiento del follaje. Un ataque de pulgón si está muy avanzado el desarrollo de la espinaca y cercana su recolección, puede inutilizar comercialmente toda la producción, debido al aspecto desagradable que toma la hortaliza

2.5.8. Enfermedades

SEMTA (2003) indica:

A. Mildiu de la espinaca (*Peronospora spinaceae*)

En el haz aparecen manchas de contorno indefinido, con un color verde pálido que más tarde pasa a amarillo. En el envés estas manchas se cubren con un abundante afieltrado gris violáceo. Se produce con altas humedades relativas.

B. *Pythium baryanum*

El follaje se marchita y se vuelve clorótico. La raíz principal se encuentra necrosada desde su extremidad hasta unos 8 - 10 mm del cuello.

C. Virosis

a. *Virus 1 del pepino*

Síntomas: mosaicos defonnantes, acompañados de estados cloróticos. Se transmite mediante pulgones.

b. *Mosaico de la remolacha*

Síntomas: pequeñas manchas claras de diámetro inferior al milímetro, con un punto negro en su centro. Se transmite mediante pulgones.

2.5.9. Características físico-químicas y organolépticas

A. Propiedades Físico-químicas

El color y tamaño de la espinaca puede ser diferente según la variedad y método de siembra utilizado, de modo que es posible manejar un tamaño de hojas más homogéneo considerando que las plántulas se trasplantan a la misma distancia y tengan las mismas condiciones de luz, aireación y competencia de nutrientes. Tiene un alto contenido de agua (cerca del 90 %), bajo nivel de carbohidratos y grasas, y gran cantidad

de vitaminas, especialmente la A y la C. También se destaca por sus altos niveles de minerales como fósforo, calcio, hierro y potasio (Niño 2009).

Tiscornia (2009) señala que 100 g de espinacas cocidas proporciona 53 calorías, al ser hervida pierde su contenido en vitaminas A, B y B2, pero no totalmente el de la vitamina C o ácido ascórbico. Medicinalmente, es algo emoliente y laxante, y su alto aporte de hierro la caracteriza como un alimento de elevado poder antianémico, en contraposición, la espinaca también presenta un elevado contenido de ácido oxálico, el que se combina con calcio, formando cristales de oxalato de calcio, lo que puede generar cálculos y, además, reduce la disponibilidad dietaria de magnesio y hierro. También ha sido asociada con la enfermedad metohemoglobinemia, por acumulación de nitratos.

INVUFEC (2000) menciona que antiguamente se consideraba a espinaca como la mejor de las hortalizas, siendo muy apreciada por su valor nutritivo y su riqueza vitamínica, actualmente estudios han indicado que brócoli sería la hortaliza más completa desde un punto de vista nutritivo; Sin embargo, todavía se reconoce a espinaca como una de las hortalizas de mayor aporte de vitamina A, destacándose además, por el elevado contenido de calcio, fósforo, hierro, potasio y sodio, así mismo contiene sustancia antioxidantes como los flavonoides y carotenoides (la luteína y la zeaxantina, neoxantina).

Tabla 4*Contenido nutricional de la espinaca*

Componente	Contenido
Kilocalorías	22
Agua	90%
Proteínas	2.9 g
Grasa	0.4 g
Carbohidratos	3.4 g
Fibra	3.2 g
Potasio	558 mg
Magnesio	79 mg
Vitamina A	469 mcg
Vitamina C	28.1 mg
Betacarotenos	5 626 mg
Fósforo	27 mg
Calcio	94 mg
Sodio	79 mg

Nota: Niño (2009)

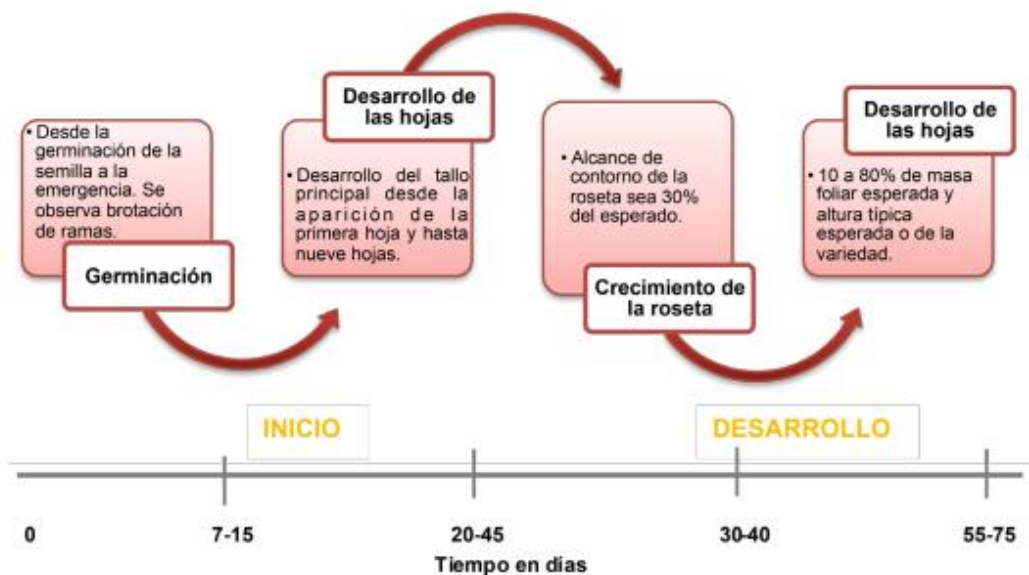
2.5.10. Ciclo fenológico del cultivo de espinaca (*Spinacea oleracea L.*)

La espinaca inicia con la germinación de la semilla (bien sea bajo cubierta para la obtención de plántulas, o en campo con la siembra directa), seguido por el desarrollo de las hojas (el cual es el órgano de interés y del que depende también su ciclo final, es decir, el de recolección). La recolección se planifica dependiendo de la variedad y el desarrollo de la planta en tamaño y número de hojas. Este proceso está enfocado a la

comercialización teniendo en cuenta la variedad de preferencia del consumidor en los distintos mercados de la espinaca. La espinaca soporta altos niveles de exposición solar. Sin embargo, la alta exposición no genera los mejores resultados en cuanto a sabor. El mejor desarrollo se presenta en zonas húmedas y con alto contenido de materia orgánica; Colombia se ve favorecida por su ubicación geográfica pues existen zonas donde la espinaca puede producir a lo largo de todo el año. Sin embargo, es recomendable hacer la siembra en temporadas de baja densidad de lluvias y desarrollar un buen programa de riego (Floréz 2010).

Figura 1

Etapas fenológicas del cultivo de espinaca (Spinacia oleracea L.)



Nota: Flórez (2010)

Figura 2

Calendario de siembra y cosecha del cultivo de espinaca (Spinacia oleracea L.)

E. Seca	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
E. Lluvia	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mes												
Siembra	■		■			■		■		■		

Nota: Flórez (2010)

2.5.11. Situación y perspectivas del cultivo de la espinaca (*Spinacia oleracea L.*)

A. Rendimiento del cultivo

La producción extensiva rinde unos 10 mil Kg ha⁻¹, en cultivo intensivo cortando las plantas pueden obtenerse de 15 a 20 mil Kg ha⁻¹, por hectárea, en cultivo bajo condiciones de ambiente protegido se pueden recolectar hasta 50 mil Kg ha⁻¹ (Lozano 2010).

Lozano (2010), indica que la dosis que el rendimiento resultado un tanto variable de zona a zona y también depende de la época de recolección. Las recolecciones invernales permiten cosechar como término medio 15 000.00 Kg ha⁻¹, los cultivos primaverales más precoces dan 20 000.00 Kg ha⁻¹ en algunos casos llega hasta 30 000.00 Kg ha⁻¹. En los cultivos primaverales, al ser menos el periodo de permanencia en estado de roseta, desciende sensiblemente al rendimiento total.

Solano (2015) menciona que, el rendimiento promedio nacional de la espinaca es de 10 000.00 Kg ha⁻¹.

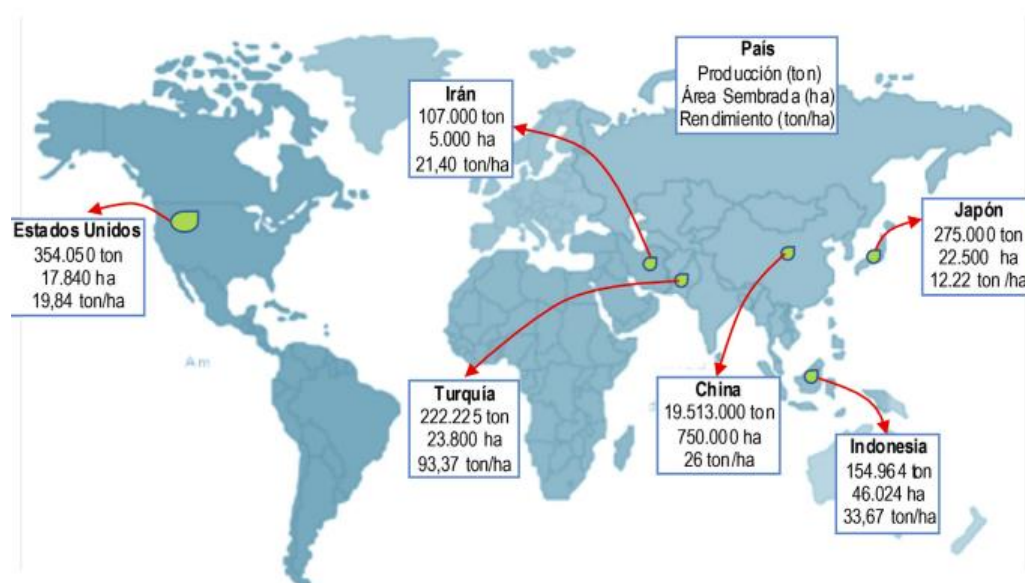
2.5.12. Principales productores mundiales de espinaca (*Spinacia oleracea* L.)

La espinaca es un producto de consumo mundial, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura indica que en el periodo comprendido entre los años 2000 a 2012 se ha incrementado el consumo de espinacas significativamente. Por su parte, China se constituye como el mayor productor de espinaca en el mundo, seguido por Estados Unidos, Japón, Turquía, Indonesia e Irán, quienes contribuyeron con 20.626.239 toneladas, es decir, el 96% de la producción mundial (FAOSTAT 2014)

Para el año 2012 el área total sembrada con espinaca a nivel mundial fue de 938.322 ha a partir de la cual se obtuvieron 21.649.808 t de producto. La producción de Colombia contribuyó con el 0,046 % con un total de área sembrada de 403 ha y con rendimientos de 24,58 t ha⁻¹

Figura 3

Principales países productores de espinaca en el 2012 (FAOSTAT 2014)



Nota: FAOSTAT (2014)

2.5.13. Principales importadores de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en el mundo

Los principales países importadores en el año 2013 fueron Canadá (importa desde Estados Unidos), Reino Unido (desde Italia, España y Estados Unidos principalmente), Alemania (desde Italia), Holanda (desde España) y Singapur (China y Malasia). De las 130.755 toneladas de espinaca importadas en el mundo para el año 2013, Canadá, Reino Unido, Alemania, Holanda y Singapur contribuyeron con el 77 %, correspondientes a 164.357 miles de dólares. Por su parte, Colombia no ha tenido aún participación en las exportaciones hacia a ninguno de estos países.

Figura 4

*Principales países importadores de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) y valor de las importaciones en el 2013 (TRADEMAP 2013)*



Nota: TRADEMAP (2013)

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

El trabajo de investigación se desarrolló en la Estación Meteorológica Agrícola Principal ubicada en el Silvo Agropecuario; en el Laboratorio de Pastos y Forrajes, Laboratorio de Química y Fertilidad de Suelos de la Escuela Académico Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional de Cajamarca que se encuentra ubicada a una latitud 7°10'03" sur, longitud 78°29'35" oeste y a una altitud de 2 750 m; el clima es templado con temperaturas medias de 13.5 °C, la humedad relativa media de 72 % y una precipitación media mensual de 54 mm.

Asimismo, se indica que:

La campaña agrícola 2017 – 2018 se sembró maíz

La campaña agrícola 2018 hasta agosto del mismo año no hubo siembra alguna.

De otro lado en cuanto al análisis físico – químico del suelo del campo experimental fue realizado en el laboratorio independiente de Análisis de Suelos FertiAbono cuyos resultados se muestran en la tabla 5.

Tabla 5

Análisis físico – químico del suelo

Determinaciones	Resultados	Clasificación
Arena %	32	
Limo %	35	Fr Ar
Arcilla %	33	
Reacción actual (pH)	7.12	Neutro
Reacción potencial (pH)	5.81	
Calcáreo total (%)	0.59	Bajo
N total (%)	0.09	Bajo
P disponible (ppm)	13.21	Medio
K disponible (ppm)	228.18	Medio

Nota: Laboratorio de Suelos FertiAbono (2019).

3.2. Materiales

3.2.1. Material biológico

Semilla de espinaca: Variedad Viroflay.

Biol: Elaborado en la Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Académico Profesional de Agronomía, Área Fisiología de Cultivos, curso: Agrotecnia.

El análisis especial de Materia orgánica de biol se realizó en el Laboratorio De Análisis De Suelos, Plantas, Aguas Y Fertilizantes, de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Tabla 6

Análisis de Biol

Claves	Cantidad
pH	6.9
C. E (dS/m	25.4
sólidos totales	74.54
M. O en solución	34.23
N Total (mg/L)	3724
P Total (mg/L)	1405.1
K Total (mg/L)	5690
Ca Total (mg/L)	4210
Mg Total (mg/L)	440
Na Total (mg/L)	2300
Fe Total (mg/L)	33.25
Cu Total (mg/L)	6.5
Zn Total (mg/L)	33
Mn Total (mg/L)	47.7
B Total (mg/L)	8.19

Nota: Laboratorio De Análisis De Suelos, Plantas, Aguas Y Fertilizantes – La Molina

3.2.2. *Materiales de campo*

Estacas

Palana

Rastrillo

Pico

Carteles

Wincha

Rafia

3.2.3. *Materiales de escritorio*

Laptop

Hojas A-4

Lapiceros

Herramientas Y Equipos

Mochila De Fumigar

Cámara Fotográfica

Balanza

Calculadora

Pie De Rey

Wincha

3.2.4. *Servicios*

Alquiler de tractor

3.2.5. *Insumos*

Plaguicida

3.3. Métodos

3.3.1. *Diseño experimental*

El diseño experimental utilizado fue el de Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 6 tratamientos incluido el testigo y 3 repeticiones, los cuales fueron distribuidos de manera aleatoria, 6 unidades experimentales dentro de cada bloque; dando un total de 18 parcelas experimentales.

Se realizó el análisis de varianza ANOVA y la prueba de Tukey al 5 % en las fuentes de variación que resultaron significativas.

3.3.2. *Características generales del campo experimental*

Numero de tratamientos : 6

Numero de repeticiones : 3

Bloques

N° de bloques : 3

Largo de bloque : 18.00 m

Ancho de bloque : 3.00 m

Superficie : 54.00 m²

N° de parcelas / bloque : 6

Parcelas

Largo de parcela : 3.00 m

Ancho de parcela : 3.00 m

Superficie : 9.00 m²

N° de surcos : 4

Distancia entre surco : 0.60 m

Distancia entre plantas : 0.30 m

Campo Experimental

Largo : 18.00 m

Ancho : 9.00 m

Área neta : 172.00 m²

Caminos (área neta) : 1.00 m x 18.00 m = 18.00 m² x 2 = 36.00 m²

Área total : 172.00 m² + 36.00 m² = 208.00 m²

3.3.3. *Tratamientos estudiados*

A. Variables de estudio

Dosis

Testigo

D1 = 0.50 l

D2 = 1.50 l

D3 = 2.50 l

B. Momento de aplicación

M1 = A los 20 días después de la siembra

M2 = a los 30 días después de la siembra

Tabla 7

Tratamientos estudiados en el trabajo investigación

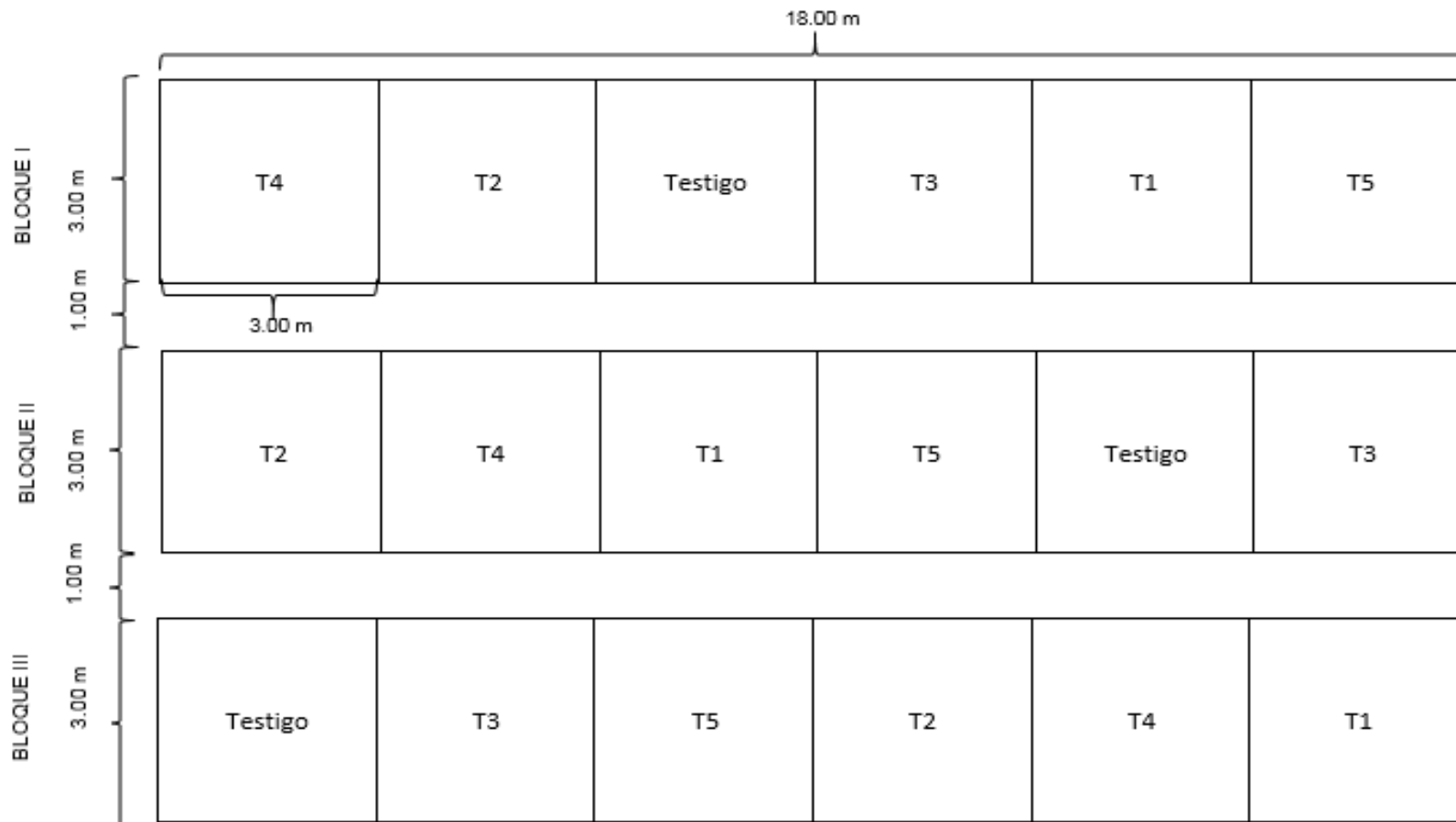
Tratamiento	Dosis	Momento		Código		Características del Tratamiento
T0	D0			M1D0	M2D0	Testigo, sin biol
T1	D1			M1D1	M2D1	Aplicación de 0.50 l de biol a los 20 y a los 30 días después de la siembra
T2	D2			M1D2	M2D2	Aplicación de 1.00 l de biol a los 20 y a los 30 días después de la siembra
T3	D3	M1	M2	M1D3	M2D3	Aplicación de 1.50 l de biol a los 20 y a los 30 días después de la siembra
T4	D4			M1D4	M2D4	Aplicación de 2.00 l de biol a los 20 y a los 30 días después de la siembra
T5	D5			M1D5	M2D5	Aplicación de 2.50 l de biol a los 20 y a los 30 días después de la siembra

Nota: Elaboración propia

3.3.4. Croquis del campo experimental

Figura 5

Distribución de los tratamientos en la parcela experimental



Nota: Elaboración propia

3.4. Conducción del trabajo experimental

3.4.1. Preparación del terreno

Se hizo en agosto del 2018, haciendo uso de tractor para la aradura y la cruz respectiva al mismo tiempo la demolición y mullimiento del terreno.

La distribución de los tratamientos se realizó conforme al campo experimental y con los surcos debidamente preparados.

3.4.2. Preparación de surcos

Los surcos por tratamiento 5, distanciados uno del otro a una distancia de 0.60 m con una longitud de 3.00 m cada uno. fueron distribuidos de acuerdo a la dirección del sol de manera vertical

Fecha : 28 de agosto del 2018

3.4.3. Siembra

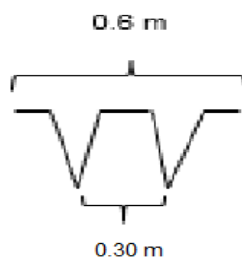
La siembra se realizó después de haber aplicado un riego, colocando 3 semillas por golpe a un distanciamiento de 30 cm entre golpe y golpe a ambos lados del surco.

Fecha : 28 de agosto del 2018

Distancia entre planta : 0.30 m x 0.30 m

Figura 6

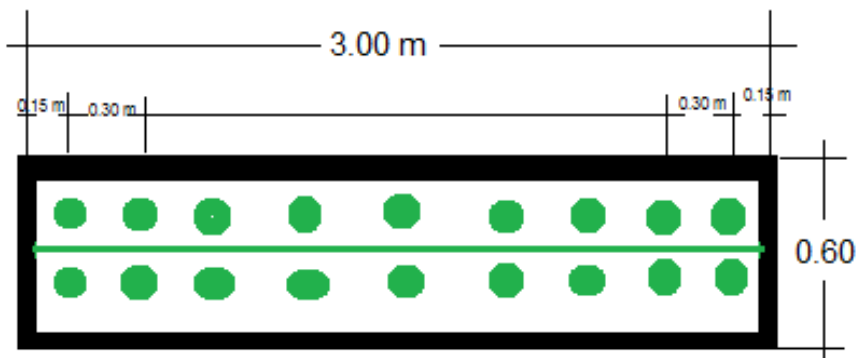
Siembra de espinaca en un surco, vista frontal



Nota: Elaboración propia

Figura 7

Distribución de las plantas de espinaca en un surco



Nota: Elaboración propia

3.4.4. Riegos

Los riegos deben ser frecuentes y ligeros, pero no excesivos durante todo el desarrollo del cultivo. Al tener un rápido crecimiento foliar, son aconsejables los riegos con aplicación de biofertilizante. Las sequías y el aumento de la temperatura inducen la rápida formación de tallos florales (García y Rodríguez 2003).

Los riegos fueron aplicados 3 veces por semana desde que se realizó el experimento.

3.4.5. Desahije

El desahije de plántulas se realizó 18 días después de la siembra, dejando solo 1 planta por cada golpe en la fecha: 16 de setiembre del 2018

Cada planta que se desahijó se trasplantó en los surcos donde no nacieron plantas (resiembra).

3.4.6. Aplicación de biol

Después de 5 días, después del desahije, se realizó la aplicación de biol

Fecha : 21 de setiembre del 2018

La aplicación se realizó respetando las dosis en estudio (0.5 l, 1.00l, 1.50 l, 2.00 l y 2.50 l).

Antes de hacer las aplicaciones se hizo una prueba en blanco en un tratamiento para determinar la cantidad de agua que se combinara con cada dosis de biol

Se determinó según la prueba en blanco : 3 l / tratamiento

Según la cantidad que le correspondía a cada tratamiento, el biol fue mezclado de la siguiente manera:

Tabla 8

Dosificación por tratamiento

Tratamientos 1° aplicación (a los 20 días) 2° aplicación (a los 30 días)

T1	0.50 l de biol + 2.50 l de agua	0.50 l de biol + 2.50 l de agua
T2	1.00 l de biol + 2.00 l de agua	1.00 l de biol + 2.00 l de agua
T3	1.50 l de biol + 1.50 l de agua	1.50 l de biol + 1.50 l de agua
T4	2.00 l de biol + 1.00 l de agua	2.00 l de biol + 1.00 l de agua
T5	2.50 l de biol + 0.50 l de agua	2.50 l de biol + 0.50 l de agua
Testigo		

Nota: Elaboración propia

3.4.7. Control de malezas

El control de malezas se realizó de manera manual, evitando así el uso de productos químicos (herbicidas), que pudiesen dañar el área foliar de la espinaca. Con ayuda de un pico de mano se realizaron los deshierbos 1 vez cada 15 días, evitando así la competencia con el cultivo y para que no sirvan como hospedero de posibles plagas.

3.4.8. Control de plagas y enfermedades

Después del desahije del cultivo, se presentaron pulgones (*Aphis gossypii*) dañando ligeramente el área foliar de la espinaca. Pero al aplicar el biol, la plaga desapareció, conjuntamente con los daños.

También se detectó Virus del Mosaico, que fue producto de la presencia de pulgones (*Aphis gossypii*).

3.4.9. Cosecha

La cosecha se realizó a los 40 días después del desahije; de manera manual, tratando de no dañar las hojas, las plantas seleccionadas (se tomaron 10 plantas de los dos surcos centrales de cada tratamiento) fueron llevadas al laboratorio para ser evaluadas y obtener los datos correspondientes.

Fecha : 28 de noviembre del 2018

3.5. Características agronómicas evaluadas

3.5.1. Altura de planta

La altura de planta se determinó en centímetros, tomando como referencia a 10 plantas escogidas al azar, de los surcos centrales de cada tratamiento.

Fecha : 22 de noviembre del 2018

3.5.2. Número de hojas por planta

El número de hojas por planta se determinó evaluando las mismas 10 plantas en las cuales se determinó la altura de planta en centímetros.

Fecha : 22 de noviembre del 2018

3.5.3. Longitud de hojas

La longitud de hojas por planta se tomó en centímetros, se determinó tomando las mismas 10 plantas donde se evaluaron las dos primeras características.

Fecha : 22 de noviembre del 2018

3.5.4. Ancho de hoja

Para evaluar este parámetro se usaron las mismas 10 plantas de los parámetros anteriores, dicho dato se tomó en centímetros.

Fecha : 22 de noviembre del 2018

3.5.5. Rendimiento

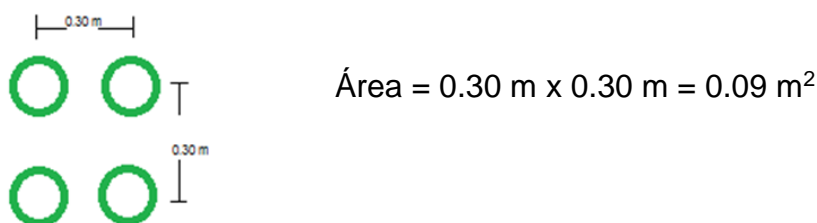
Para hallar este parámetro se empezó con el área de cada planta y también se tomó el promedio del peso de las plantas elegidas.

Se determinó de la siguiente manera:

Área de una planta:

Figura 8

Área de una planta



Número de plantas por surco:

Largo del surco : 3.00 m

Distancia entre planta : 0.30m

Número de plantas por surco : $\frac{3.00m}{0.30 m} = 10$ plantas

Ambos lados del surco : 10 plantas x 2 = 20

plantas

Número de plantas por tratamiento:

Largo : 3.00 m

Ancho : 3.00 m

Área = 9.00 m²

Número de plantas por tratamiento :

0.09 m² = área de un planta

9.00 m² = área de un tratamiento

$NPT = \frac{9.00 m^2 \times 1 planta}{0.09 m^2} = 100$ plantas / tratamiento

Número de plantas por bloque:

Largo : 18.00 m

Ancho : 3.00 m

Área : 54.00 m²

$NPB = \frac{54.00 m^2 \times 100 planta}{9.00m^2} = 600$ plantas / bloque

Número de plantas en el área experimental:

1 bloque : 600 plantas

3 bloques : 1800 plantas

NPAE : 1800 Plantas

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis estadístico del Rendimiento de espinaca (*Spinacia oleracea* L.)

Los valores correspondientes al rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.), se registran en la tabla 9.

Tabla 9

Rendimiento en t ha⁻¹ de espinaca (spinacia oleracea L.) de los tratamientos de estudio según bloques.

Tratamiento						
	T1	T2	T3	T4	T5	TESTIGO
Bloque						
Bloque I (Kg)	26694	28728	28731	29240	32588	25350
Bloque II (Kg)	25870	27602	28858	30439	31278	23546
Bloque III (Kg)	26941	28643	28834	30079	30624	22852
Promedio (Kg)	26501	28324.33	28807.67	29919.33	31496.67	23916.00
En 1 ha (t)	29.45	31.47	32.01	33.24	35.00	26.57

Nota: Datos tomados en campo

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la tabla 10, el análisis estadístico obtenido indica que, según el análisis de varianza (ANVA) al 95 % hay significación estadística y esto indica que el uso de biol según las dosis consideradas

hay una tendencia de incremento de los rendimientos de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) según las dosis de los tratamientos considerados coincidiendo con los resultados con lo expresado por Dávila (2008); asimismo teniendo en cuenta la prueba de Tukey las tendencias en incremento de los rendimientos se hacen mayores cuando hay incremento de biol según el diseño propuesto en el presente trabajo de investigación.

Los abonos orgánicos son todo tipo de residuos orgánicos (de plantas o animales) que luego de descomponerse, abonan los suelos y le dan los nutrientes necesarios para que las plantas crezcan y desarrollen, mejorando las características biológicas, químicas y físicas del suelo. Ejemplos de abonos orgánicos son: estiércol, compost, restos de las cosechas, biol, abonos verdes, restos orgánicos industriales, entre otros (FONCODES 2014).

Tabla 10

*Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento de espinaca (*Spinacia oleracea* L.)*

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	F calculado	Valor-P
Bloque	1410733.8	2	705366.89	1.16	0.3532
Tratamiento	106310028	5	21262006	34.88	<0.0001
Error	6096403.6	10	609640.36		
Total	113817165	17			

CV= 2.77 %

Nota: Elaboración propia

Tabla 11

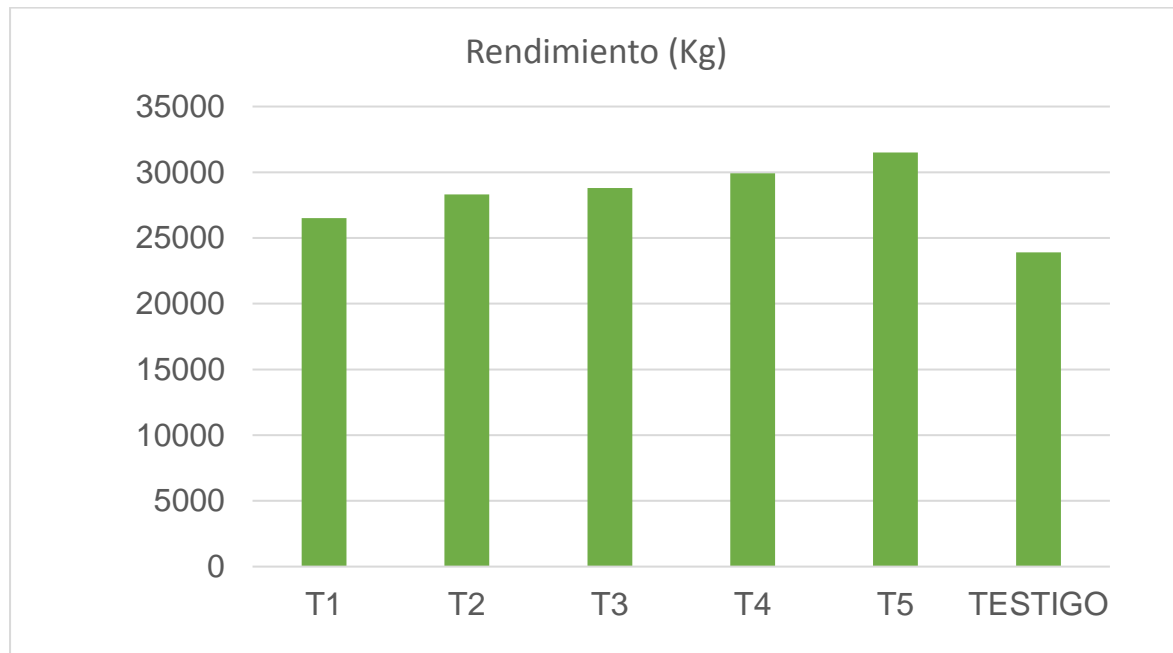
Prueba de Tukey al 5 % para el rendimiento de espinaca (Spinacia oleracea L.)

Tratamiento	Biol (l)	Rendimiento (Kg)	Agrupación
T5	2.5	31496.67	A
T4	2	29919.33	A
T3	1.5	28807.67	B
T2	1	28324.33	B
T1	0.5	26501.67	C
Testigo	0	23916	D

Nota: Elaboración propia

Figura 9

Rendimiento en kg de espinaca (Spinacia oleracea L.) según la dosis de biol



Nota: Elaboración propia

Según (Colque et al.2005), señala que el abono foliar biol es utilizado para incrementar y mejorar la calidad de las cosechas su uso en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, sirviendo para actividades agronómicas como: enraizamiento, acción sobre el follaje, mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, ayudando al aumento de las cosechas, además en la producción del biol se puede añadir a la mezcla plantas biosidas o repelentes, para combatir insectos plagas.

4.2. Análisis estadístico de la Altura de planta de espinaca (*Spinacia oleracea* L.)

En la Tabla 12 se muestran los resultados del análisis de varianza para la altura de planta de espinaca, los cuales indican que entre bloques no existe diferencias dado que el valor de significación (p-valor = 0.0713) para esta fuente es mayor al 5 %. Para los tratamientos conformado por las diferentes dosis de biol, se evidencia que existe significación estadística, dado que el valor de significación (p-valor = 0.0018) para esta fuente es menor al 5 %. Según este último resultado, las dosis de biol aplicadas al cultivo de espinaca se diferencia entre sí, dado que han generado plantas con diferentes alturas.

El coeficiente de variación calculado es de 7.37 %, el cual muestra que la altura de planta varió en promedio 7.37 %, además indica que el diseño empleado en experimento ha sido adecuado.

La prueba de Tukey (Tabla 13), muestra que la altura de planta oscila entre 24.56 y 34.76 cm, obteniéndose plantas de espinacas con mayores alturas bajo el efecto del biol en dosis de 2.50 l (34.76 cm), 2 l (31.99 cm), 1 l (31.91 cm) y 1.50 l (31.69), las cuales se diferencian significativamente de la altura obtenida con 0 l biol

(24.56 cm). Además, se observa que la altura de planta muestra una relación directa con la dosis de biol, es decir, que a mayor dosis se obtiene plantas con mayor altura.

Spiller (2007), nos dice que, si bien el máximo crecimiento de las plantas sólo es posible con un adecuado abastecimiento de nutrientes, los requerimientos varían según la especie y el ciclo de crecimiento de cada una.

Tabla 12

Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta de espinaca (Spinacia oleracea L.)

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	F calculado	Valor-P
Bloques	34.57	2	17.29	3.48	0.0713
Tratamiento	225.3	5	45.06	9.07	0.0018
Error	49.68	10	4.97		
Total	309.55	17			

CV= 7.37 %

Nota: Elaboración propia

Tabla 13

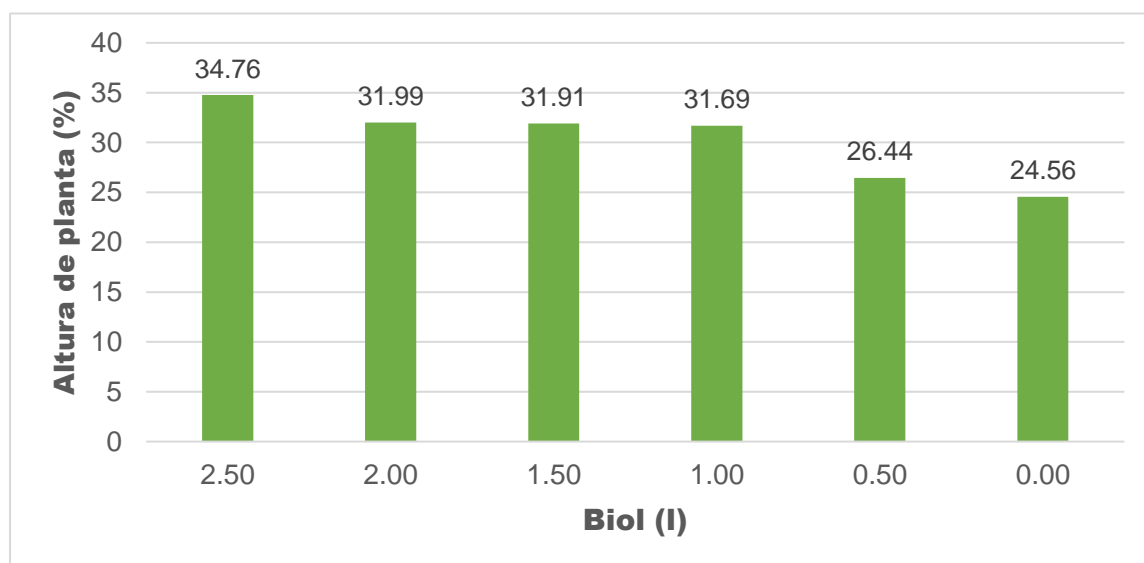
Prueba de Tukey al 5 % para la altura de planta de espinaca (Spinacia oleracea L.)

Tratamiento	Biol (l)	Altura de planta (cm)	Agrupación	
T5	2.5	34.76	A	
T4	2	31.99	A	B
T3	1.5	31.91	A	B
T2	1	31.69	A	B
T1	0.5	26.44	B	C
Testigo	0	24.56	C	

Nota: Elaboración propia

Figura 10

Altura de planta de espinaca (Spinacia oleracea L.) según la dosis de biol



Nota: Elaboración propia

4.3. Análisis estadístico de Longitud de hoja de espinaca (*Spinacia oleracea* L.)

En la Tabla 14, se muestran los resultados del análisis de varianza para la longitud de hoja de espinaca, los cuales indican que entre bloques no existe diferencias dado que el valor de significación (p-valor = 0.949) para esta fuente es mayor al 5 %. Para los tratamientos conformado por las diferentes dosis de biol, se evidencia que existe significación estadística, dado que el valor de significación (p-valor = 0.0005) para esta fuente es menor al 5 %. Según este último resultado, las dosis de biol aplicadas al cultivo de espinaca se diferencia entre sí, dado que han generado hojas con diferentes longitudes.

El coeficiente de variación calculado es de 6.21 %, el cual muestra que la longitud de hoja varió en promedio 6.21 %, además indica que el diseño empleado en experimento ha sido adecuado.

La prueba de Tukey (Tabla 15), muestra que la longitud de hoja oscila entre 14.12 y 20.5 cm, obteniéndose plantas de espinacas con mayor tamaño de hojas bajo el efecto del biol en dosis de 2.50 l (20.5 cm), 2 l (18.55 cm), 1 l (18.38 cm) y 1.50 l (18.16 cm), las cuales se diferencian significativamente de la longitud de hoja obtenida con 0 l biol (14.12 cm). Además, se observa que la longitud de hoja tiene una relación directa con la dosis de biol, es decir, que a mayor dosis se obtiene plantas con mayor longitud de hoja.

Suquilanda (1996) manifiesta que el biol es una fuente orgánica de fitoreguladores a diferencia de los nutrientes, en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, como por ejemplo su acción en el follaje (amplía la base foliar) mejora la floración, traduciéndose todo esto en un aumento significativo de las plantas.

Tabla 14

Análisis de varianza (ANOVA) para longitud de hoja de espinaca (Spinacia oleracea L.)

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	F calculado	Valor-P
bloque	0.12	2	0.06	0.05	0.9497
tratamiento	74.59	5	14.92	12.46	0.0005
Error	11.97	10	1.2		
Total	86.69	17			

CV= 6.21 %

Nota: Elaboración propia

Tabla 15

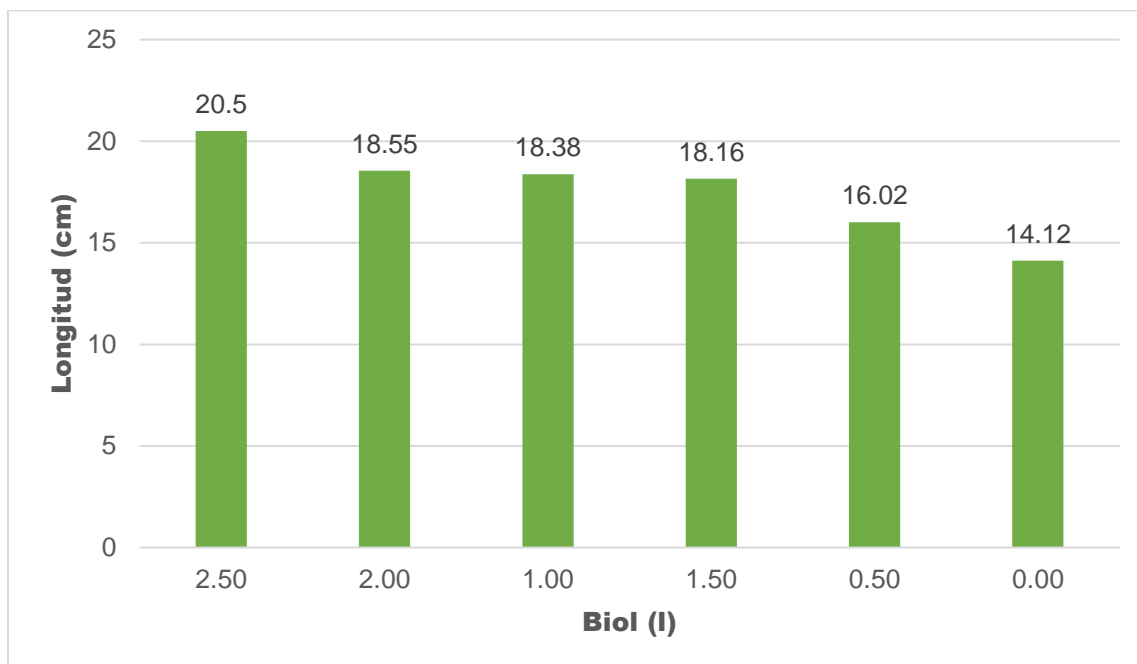
Prueba de Tukey al 5 % para longitud de hoja de espinaca (Spinacia oleracea L.)

Tratamiento	Biol (l)	Longitud (cm)	Agrupación	
T5	2.5	20.5	A	
T4	2	18.55	A	B
T3	1	18.38	A	B
T2	1.5	18.16	A	B
T1	0.5	16.02		B C
Testigo	0	14.12		C

Nota: Elaboración propia

Figura 11

Longitud de hoja de espinaca (Spinacia oleracea L.) según la dosis de biol.



Nota: Elaboración propia

4.4. Análisis estadístico del Ancho de hoja de espinaca (*Spinacia oleracea* L.)

Según la Tabla 16, indica que los tratamientos empleados (dosis de biol) en el cultivo de espinaca se diferenciaron significativamente (p -valor = 0.0001), dado que el valor de significación fue menor al 5 %. Este resultado indica que el biol influye en el desarrollo de las hojas generando que estas tengan un mayor ancho.

El coeficiente de variación calculado es de 2.77 %, el cual muestra que el ancho de las hojas varió en promedio 2.77 %, además indica que el diseño empleado en experimento ha sido adecuado.

La prueba de Tukey (Tabla 17), muestra que con las dosis de biol se obtuvieron las hojas con mayor ancho, los cuales superan significativamente al obtenido con el testigo. Las plantas con mayor ancho de hojas (13.16 cm) se obtuvo con 2.50 l de biol, con 2, 1.5 y 1 se obtuvo hojas con un ancho de 12.97, 12.29 y 12.27 cm,

respectivamente, y con el testigo se obtuvo hojas con un ancho de 10.85 cm. Además, se observa que el ancho de hoja tiene una relación directa con la dosis de biol, es decir, que a mayor dosis se obtiene plantas con hojas más anchas.

Según Patrick et al. (2006) los 3 principales elementos que necesitan las plantas son el Nitrógeno (N) que promueve el crecimiento de la planta, Fósforo (P) que favorece la maduración de flores y frutos, además de fomentar su perfume y dulzor y el potasio (K), quien es el responsable de la multiplicación celular y de la formación de tejidos más resistentes a la sequía y las heladas. Estos elementos son los principales nutrientes vegetales y las plantas los requieren en grandes cantidades para su buen desarrollo, por esto es necesario volver a incorporarlos al suelo con regularidad como fertilizante

Tabla 16

Análisis de varianza (ANOVA) para el ancho de hoja de espinaca (*Spinacia oleracea* L.)

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	F calculado	Valor-P
Bloque	2.37	2	1.19	10.41	0.0036
Tratamiento	11.3	5	2.26	19.84	0.0001
Error	1.14	10	0.11		
Total	14.81	17			

CV= 2.77 %

Nota: Elaboración propia

Tabla 17

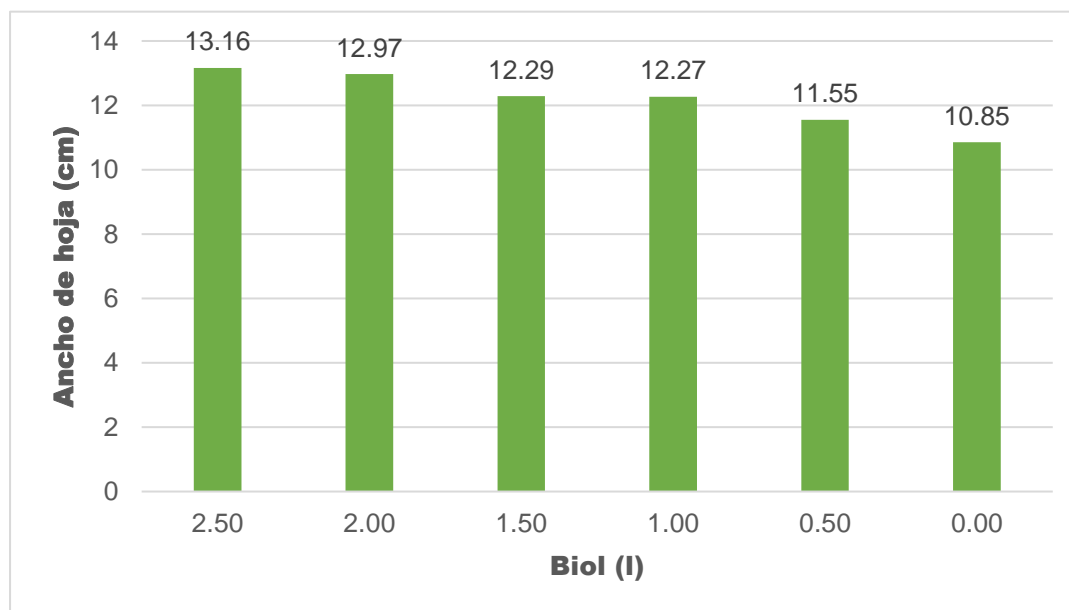
Prueba de Tukey al 5 % para el ancho de hoja de espinaca (Spinacia oleracea L.)

Tratamiento	Biol (l)	Ancho de hoja (cm)	Agrupación	
T5	2.5	13.16	A	
T4	2	12.97	A	
T3	1.5	12.29	A	B
T2	1	12.27	A	B
T1	0.5	11.55	B	C
Testigo	0	10.85	C	

Nota: Elaboración propia

Figura 12

Ancho de hoja de espinaca de espinaca (Spinacia oleracea L.) según la dosis de biol



Nota: Elaboración propia

4.5. Análisis estadístico del Número de hojas por planta de espinaca (*Spinacia oleracea* L.)

En la Tabla 18, se muestran los resultados del análisis de varianza para el número de hojas por planta de espinaca, los cuales indican que entre bloques no existe diferencias dado que el valor de significación (p -valor = 0.6026) para esta fuente es mayor al 5 %. Para los tratamientos conformado por las diferentes dosis de biol, se evidencia que existe significación estadística, dado que el valor de significación (p -valor = 0.0018) para esta fuente es menor al 5 %. Según este último resultado, las dosis de biol aplicadas al cultivo de espinaca influye directamente en el desarrollo de las hojas.

El coeficiente de variación calculado es de 2.91 %, el cual muestra que el número de hojas por planta varió en promedio 2.91 %, además indica que el diseño empleado en experimento ha sido adecuado.

La prueba de Tukey (Tabla 19), muestra que con las dosis de biol se obtuvieron los mayores y mejores resultados, los cuales superan significativamente al obtenido con el testigo. Las plantas con mayor número de hojas (16 hojas) se obtuvo con 2.50 l de biol, seguridad, con 2, 1, 0.50 y 1.50 se obtuvo en promedio 15 hojas por planta, y con el testigo se obtuvo 12 hojas. Según estos resultados, el biol influye en el número de hojas.

El biol es un fluente líquido que promueve el crecimiento en la zona trofогénica de los vegetales por un crecimiento apreciable del área foliar (Medina 1990).

Tabla 18

Análisis de varianza (ANOVA) para el número de hojas por planta de espinaca (Spinacia oleracea L.) (Datos transformados con \sqrt{X})

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	F calculado	Valor-P
Bloque	0.013	2	0.006	0.533	0.6026
Tratamiento	0.436	5	0.087	7.256	0.0041
Error	0.12	10	0.012		
Total	0.57	17			

CV= 2.91 %

Nota: Elaboración propia

Tabla 19

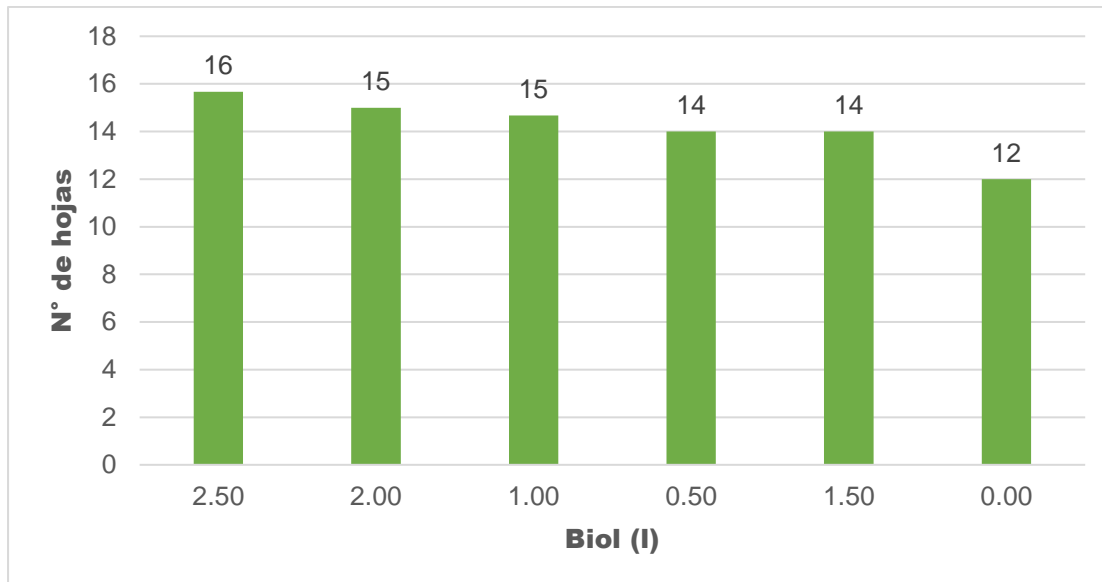
Prueba de Tukey al 5 % para el número de hojas por planta de espinaca (Spinacia oleracea L.)

Tratamiento	Biol (l)	N° de hojas	Agrupación
T5	2.5	16	A
T4	2	15	A
T3	1	15	A
T2	0.5	14	A B
T1	1.5	14	A B
Testigo	0	12	B

Nota: Elaboración propia

Figura 13

Número de hojas por planta de espinaca (Spinacia oleracea L.) según la dosis de biol



Nota: Elaboración propia

El efecto del biol logra la misma o mayor productividad del cultivo que empleando fertilizantes químicos, generando también un ahorro al agricultor quien gracias al accionar de manera preventiva por parte del sector Agricultura, no realizan gasto económico alguno por esta preparación.

La incorporación de abonos orgánicos aporta nutrientes, mejoran la estructura y retienen la humedad en el suelo, incrementando el rendimiento de los cultivos. En escenarios con sequías frecuentes, un suelo con alto contenido de materia orgánica tendrá mayor capacidad productiva.

Aparcana (2008) menciona: “según prueba hechas con diferentes cultivos muestran que utilizando Biol se ha logrado la misma o mayor cantidad de productividad que los fertilizantes inorgánicos”.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Según los datos obtenidos en campo y el análisis estadístico realizado para el cultivo de Espinaca (*Spinacia oleracea* L.); donde se aplicó 3 dosis se determinó la existencia de diferencia significativa estadística de 0.001 en comparación con el testigo, detallando lo siguiente:

Al comparar el T1 (0.50 l) con el testigo se encontró diferencia significativa estadística de ($p=0.001$), el T1 presentó un rendimiento promedio de 29.45 t ha^{-1} , en comparación con el testigo de 26.57 t ha^{-1} .

Al comparar el T2 (1.00 l), frente al testigo se halló la diferencia significativa estadística, en el cual (T2) se obtuvo un rendimiento promedio de 31.47 t ha^{-1} .

Se determinó que el T3 (1.50 l) frente al testigo se encontró diferente significativa estadística, en el cual se determinó un rendimiento promedio de 32.01 t ha^{-1} .

Como un aporte para la investigación se incluyó además de las dosis D1 = 0.50 l, D2 = 1.00 l y D3 = 1.50 l (tratamientos T1, T2 y T3), las dosis D4 = 2.00 l y D5 = 2.50 l (T2 y T4) para poder realizar un estudio más profundo, obteniendo lo siguiente:

Al comparar el T4 (2.00 l) y el testigo se determinó diferencia significativa estadística, el cual presentó un rendimiento de 33.24 t ha^{-1} , comparado con el testigo (26.57 t ha^{-1}).

Al comparar el T5 (2.50 l) comparado con el testigo hubo una diferencia significativa estadística, cuyo rendimiento promedio fue de 35.00 t ha^{-1} , a diferencia del testigo que fue de 26.57 t ha^{-1} .

5.2. Recomendaciones

Con la finalidad de obtener resultados más concretos se puede repetir el experimento en el lugar donde realizó la tesis y también en otras zonas o áreas que reúnan condiciones inherentes al presente trabajo.

Continuar con este tipo de investigación para la producción de diferentes hortalizas evaluando su rentabilidad en el rendimiento y uso de biol, para así poder fortalecer esta propuesta.

CAPÍTULO V

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Aedes (2006). *Manual de Elaboración de Elaboración de Abono Foliar Biol.*

Consultado el: 6 de abril de 2020 Recuperado de www.aedes.com.pe/2010.

Agro.Es. (2018). *Abonado de Espinaca, Extracciones y Dosis de Nutrientes para*

Fertilización con NPK. Revisado: 15 mayo 2020. Disponible en:

<http://www.agroes.es/cultivosagricultura/cultivos->

[huertahorticultura/espinaca/513-espinacas-dosis-denutrientes-para-abonado-cultivo](http://www.agroes.es/cultivosagricultura/cultivos-huertahorticultura/espinaca/513-espinacas-dosis-denutrientes-para-abonado-cultivo).

Aliaga, V. (2014). "Influencia de dos fertilizantes foliares en el desequilibrio

nutricional. Palo negro. En *Vitis Vinifera I. var. Italia.*" Consultado el 11 de enero del 2022. Disponible en:

http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/869/1/ALIAGA_FLAVIO_FE_RTILIZANTES_FOLIARES_VITIS%20VINIFE_RA.pdf

Aparcana, S (2008). *Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso "fermentación anaerobia" para producción de biogás.* Lima – Perú.

Consultado el 20 de enero de 2020. Disponible en:

<http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/18545.html>

ASOHOFrucol. (2014). *Administradora del Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola, CO), Frutas y Hortalizas.* N° 22. Disponible en:

<http://www.asohofrucol.com.co/archivos/Revista/Revista22.pdf>

Baumol, J. & Blinder A. (2001): "*Microeconomics: Principles and Police*". Thomson Learning.

Blanco, E. (2017). *Efecto de tres dosis de biol en el cultivo de cebolla (Allium cepa L.) en el Centro de Investigación y Producción – Camacani. Tesis para optar*

el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. Puno - Perú. Universidad Nacional Del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica.

Carrasco, K.; Chilon, E.; Mena, C. (2018). *Efecto de tres niveles de abono orgánico líquido aeróbico en la producción de espinaca (Spinacea oleracea L.) en el Centro Experimental Cota Cota.* Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. Bolivia. Consultado el 02 de octubre del 2022.

Disponible en:

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182018000100010&lng=en&nrm=iss

CIREN CORFO. (2013). *Requerimientos de Clima y Suelo.* Publicación CIREN N° 85. Santiago, Chile.

Claure, C. (1992). *Manejo de Efluentes. Proyecto Biogas.* Cochabamba, Bolivia.

Colque, T; Rodriguez, D; Mujuca, A; Canahua, A; Apaza, V; y Jacopsen, S. (2005). *Producción de biol abono líquido natural y ecológico. Estación Experimental ILLPA – Puno.* Perú. Consultado el 14 de febrero 2022. Disponible en: www.quinoa.life.ku.dk.

Dávila, S. (2008). *Efecto de la rotación con Crotalaria (Crotalaria juncea L.) y de biol en la producción orgánica de dos cultivares de espinaca (Spinacea oleracea L.).* Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Lima - Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina Facultad de Agronomía.

Delgado, M. & Hernández, A. (1995): “*Microeconomía*”. Ed. E.T.E.A. Córdoba. España.

FAOSTAT (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2014). Consultada el 9 de septiembre del 2021. Disponible en:

<http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/T/TP/S>

Flórez, M. (2010). *Espinaca (Spinacia oleracea L.) Producción y Manejo Pos cosecha*. Corredor Tecnológico Agroindustrial. Cámara de Comercio de Bogotá. Universidad Nacional De Colombia. Bogotá – Colombia.

FONCODES (Fondo Nacional de Compensación y Desarrollo Social, Lima). (2014). *Producción y uso de abonos orgánicos: biol, compost y humus*. Manual técnico 2014. Lima, Perú. 1-43 p.

Gomero, L. (2000). *Los biodigestores campesinos una innovación para el aprovechamiento de los recursos orgánicos*. Consultado 30 marzo 2021.

Disponible en:

http://www.leisa.info/index.php?url=getblob.hp&o_id=75455&a_id=211&a_seq=0

Gutiérrez y otros (2019). *Elaboración de Abono Orgánico (biol) para su Utilización en la Producción de Alfalfa (Medicago sativa var. vicius) en Cajamarca*. Cajamarca – Perú.

Hidalgo, C. & Kharolyn, E. (2015). “*Desarrollo técnico de un hidrolizado líquido de gallinaza como fertilizante foliar*”. Consultado el 3 de agosto del 2021.

Disponible en:

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1417/t007344.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- HIVOS (2015). *Manual de Instalación y Construcción de Biodigestores. Proyecto: “Plan Nacional de Biodigestores: Acceso a Energía en Comunidades, a Partir de la Producción Local de Biogás en Cajamarca”*, Realizado por el Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV) e HIVOS Patrocinado por el Fondo de Acceso Sostenible a Energía Renovable Térmica (FASET).
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). (2008). *Tecnologías Innovativas Apropriadas a la Conservación In Situ de la Agro Biodiversidad. Producción y Uso del Biol*. Primera ed. Lima - Perú.
- INVUFEC (Instituto Nacional de Vulgarización Francés). (2000). *La espinaca. Economía, Producción y Comercialización*. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.
- Jiménez, J. (2010). El cultivo de la espinaca en Colombia (*Spinacia oleracea* L.) y su manejo fitosanitario en Colombia Bogotá. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 116 p.
- Lozano, T. (2010). *El Cultivo de la Espinaca (Spinacia oleracea L) y su Manejo Fitosanitario en Colombia*. Universidad de Bogotá Impreso en Colombia.
- Martin, F. (2003). *La Fertilización en la Agricultura Ecológica*. Consultado el 16 de marzo 2022. disponible en www.agroinformacion.com.
- Medina, A. (1990). *El Biol Fuente de Fitoestimulantes en el Desarrollo Agrícola. Cochabamba – Bolivia*. UMSS-GTZ. 23 p.
- Melgar, R. & Díaz, M. (2008). *La fertilización de cultivos y pasturas*. 2° Ed. Argentina: Hemisferio sur. 548.p

Niño, N. (2009). *Enfermedades de la Espinaca (Spinacia oleracea L.) en Cota (Cundinamarca) y Manejo de Mildeo velloso (Peronospora farinosa, Byford)*. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. Vol 3. N° 2. Pp-161-174.

Consultado el 5 de octubre de 2014. Disponible en:

<http://www.soccolhort.com/revista/pdf/magazin/vol3/vol.3.%20no.2/spinach%20di%20seases%20downy%20mildew%20espinaca.pdf>

Osorio, J. (2013). *Generalidades de la Producción de Hortalizas en Colombia*. Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá. Colombia. 6p.

Pachacute, M. (2016). "Efecto del estiércol de ovino y distanciamiento entre plantas en la producción de espinaca *Spinacia oleraceae L.*". Puno- Perú. Universidad Nacional del Altiplano Puno Facultad de Ciencias Agrarias Escuela profesional de Ingeniería Agronómica. Consultado 05 de enero 2019. Disponible en:

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3594>

Pomboza, P., Gordón, O., Villacís, L., Vega, J. y Aldáz, J. (2016). *Influencia del biol en el rendimiento del cultivo de *Lactuca sativa L.* variedad Iceberg*. *Journal of the Selva Andina Biosphere*. Vol. 4, no. 2, pp. 84-92. Consulta: 10 septiembre 2020. ISSN 2308-3859. Disponible en:

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S230838592016000200005&lang=es

Restrepo, Jairo. (2007). *Manual Práctico ABC de la Agricultura Organica y Panes de Piedra. Biofertilizantes. Preparados y fermentados a base de heces de vaca*. 1° ed. Cali - Colombia. Disponible en:

http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:f_2pw8JowAJ:www.agr

icolturaorganica.org/wp-content/uploads/uploadspubblicazioni/ABCde-la-Agricultura-organica-Abonosorganicos.pdf+&cd=1&hl=es419&ct=clnk&client=firefox-b-ab

Rivera, V. (2010). *Estudio Cinético de la Digestión Anaeróbica Termofílica de Pollinaza a Escala Piloto*. Instituto Politécnico Nacional. México. Disponible en: <https://www.unas.edu.pe/web/.../practica%20absoluta%20evolucion%20maxima.pdf>

Rodríguez, R. (2011). *Fisiología vegetal*. Consultado 20 diciembre 2020. Disponible en: <http://www.slideshare.net/fmedin1/fisiologiavegetal-5web>.

Salunkhe & Kadam, (2004). *Tratado de Ciencia y Tecnología de las Hortalizas (p, 441. guisantes)*. Editorial Acribia – España.

Sistema BioBolsa. (2013). *Manual de Biol: Aplicaciones de Biol en diferentes cultivos agrícolas*. México.

Siura, C.; Saray, Montes, I. y Davila, S., (2016). *Efecto del biol y la rotación con Abono Verde (Crotalaria juncea) en la producción de Espinaca (Spinacea oleracea) bajo cultivo orgánico*. Anales Científicos. Vol. 70, no. 1, pp. 1-8. Consultado el: 10 septiembre 2021. ISSN 2519-7398. Disponible en:

<http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/64>

Solano, M. (2015). *Taxonomía Vegetal*. Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano.

Spiller. (2007). *Cultivo de alfalfa*. Consultado el 28 de marzo del 2021. Disponible en: <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/22/7Am22.htm>

- Suasaca A., Camapaza C., Huanacuni T. (2009). *Proyecto mejoramiento de capacidades técnico productivas para la competitividad de los cultivos andinos de papa nativa, haba y cañihua en la región Puno*. Producción, Manejo y Aplicación de Abonos Orgánicos. Boletín N°02. Puno – Perú.
- Suquilanda, M. (1996). *Agricultura orgánica*, alternativa tecnológica del futuro. Quito. Ecuador. 654p
- Tiscornia, R. (2009). *Hortalizas de hojas*. Edit. Albatros. Buenos Aires. Argentina.
- TRADEMAP (International Trade Center). (2013). *Estadísticas de comercio para el desarrollo Internacional de las empresas*. Consultado el: 11 de enero 2020. Disponible en: <http://www.trademap.org/SelectionMenu.aspx>.
- Trinidad A. (2000). *Abonos Orgánicos*. SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación). Subsecretaría de Desarrollo Rural. Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. México.

ANEXOS

Anexo 1

Figura 14

Análisis de suelo



Tecnología y Desarrollo Agrícola J.D. S.R.L.

Urb. J. Hurtado Miller J - 8 (Baños del Inca)

RUC 20529318511

EVALUACIÓN DE SUELOS			
Fecha	25/05/2019	N° Registro	JD19-0006'
Usuario	UNC		
Procedencia de la muestra	Provincia	CAJAMARCA	
	Distrito	CAJAMARCA	
	Comunidad	0	
	Fredio	0	
	Parcela	0	
Nombre del cultivo	Vainita, Coliflor, repollo, Espinaca		

Resultados de la Evaluación		
Determinaciones	Resultados	Clasificación
Arena (%)	32.00	Fr.Ar.
Limo (%)	35.00	
Arcilla (%)	33.00	
Reacción actual (pH)	7.12	Neutro
Reacción potencial (pH)	5.81	-
Al cambiante (me/100g)	0.00	Bajo
Calcáreo total (%)	0.59	Bajo
C. E. (μmohs/cm)	958.50	Libre de sales
C. E. actual (μmohs/cm)	883.50	-
M.O. (%)	2.30	Medio
N total (%)	0.09	Bajo
P disponible (ppm)	13.21	Medio
K disponible (ppm)	228.18	Alto
C.C.C.(r) (me/100g)	23.45	Alto
Ca cambiante (me/100g)	16.61	-
Mg cambiante (me/100g)	1.66	-
K cambiante (me/100g)	0.82	-
Na cambiante (me/100g)	0.02	-
Saturación de bases (%)	81.51	Alto
Acidez de cambio (me/100g)	4.34	Bajo

NOTA: El presente análisis ha sido realizado con fines de abonamiento
La utilización para otros fines es responsabilidad del usuario.





Oscar Narváez Tejeda
CIP. 20175
Jefe de Laboratorio

Anexo 2

Figura 15

Análisis de biol



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES


**INFORME DE ANÁLISIS ESPECIAL DE
MATERIA ORGANICA**

SOLICITANTE : HIBAMAR BANGAY JARA
PROCEDENCIA : CAJAMARCA
MUESTRA DE : BIOL
REFERENCIA : H.R. 58713
BOLETA : 606
FECHA : 01/06/15

N° LAB	CLAVES	pH	C. E. dSm	Sólidos Totales g/L	M.O. en Solución g/L	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
491		6.90	25.40	74.54	34.23	3724.00	1405.10	5690.00

N° LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L
491		4210.00	440.00	2300.00

LAB	CLAVES	Fe Total mg/L	Cu Total mg/L	Zn Total mg/L	Mn Total mg/L	B Total mg/L
491		33.26	6.80	33.60	47.70	8.19


Sally Garcia Bendeño
Jefe de Laboratorio

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

Anexo 3. Fase campo

Figura 16

Preparación del terreno



Figura 17

Aplicación de biol



Figura 18

Plantas de espinaca (Spinacia oleracea L.)



Figura 19

Hojas de espinaca (Spinacia oleracea L.) en campo



Figura 20

Distribución de surcos de espinaca (Spinacia oleracea L.)



Figura 21

Bloque de espinaca (Spinacia oleracea L.) a los dos meses después de la siembra



Figura 22

Virus del pepino, transmitida por pulgones



Figura 23

Distribución de tratamientos con estacas



Figura 24

Efecto de la caída de helada sobre la espinaca (Spinacia oleracea L.)



Figura 25

Cosecha de espinaca (Spinacia oleracea L.)



Figura 26

Hojas de espinaca (Spinacia oleracea L.) por tratamiento



Anexo 4. Fase Laboratorio

Figura 27

Planta de espinaca (Spinacia oleracea L.)



Anexo 5. Tablas de los datos de campo

Tabla 20

Datos de campo Longitud de hojas de espinaca (Spinacia oleracea L.)

Tratamientos	Bloques			Total	Prom.
	I	II	III		
T1	16.9	16.74	14.42	48.06	16.020
T2	18.04	17.99	19.11	55.14	18.380
T3	18.18	18.68	17.61	54.47	18.157
T4	18.7	18.77	18.19	55.66	18.553
T5	19.58	19.47	22.45	61.5	20.500
Testigo	14.3	14.7	13.35	42.35	14.117

Nota: Elaboración propia

Tabla 21

Cuadro de campo del número de hojas por planta de espinaca (Spinacia oleracea L.)

Tratamientos	Bloques			Total	Prom.
	I	II	III		
T1	14	14	14	42	14
T2	15	15	14	44	15
T3	15	14	13	42	14
T4	14	16	15	45	15
T5	16	16	15	47	16
Testigo	11	12	13	36	12

Nota: Elaboración propia

Tabla 22

Datos de campo del ancho de hojas de espinaca (Spinacia oleracea L.)

Tratamientos	Bloques			Total	Prom.
	I	II	III		
T1	10.65	11.89	12.11	34.65	11.55
T2	11.85	12.44	12.52	36.81	12.27
T3	11.96	12.8	12.11	36.87	12.29
T4	12.79	13.39	12.74	38.92	12.97
T5	12.93	13.7	12.85	39.48	13.16
Testigo	10.09	11.35	11.12	32.56	10.85

Nota: Elaboración propia