

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**



Influencia de tres dosis de fertilización orgánica (biol) en la producción de espinaca  
*Spinacia oleracea* L. (Amarantaceae) en condiciones del valle de Santa Catalina.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**MARÍA JESÚS SOLES ESCOBEDO**

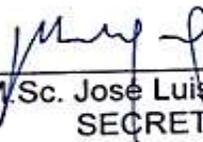
**Trujillo, Perú**

**2019**

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente jurado:



Ing. M. Sc. Sergio Adrián Valdivia Vega  
PRESIDENTE



Ing. M.Sc. José Luis Holguín del Río  
SECRETARIO



Ing. Susan Margoth Gómez Plasencia  
VOCAL



Ing. Dr. Milton Américo Huanes Mariños  
ASESOR

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis principalmente a Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo este periodo de estudio.

A mis padres Javier Soles y Haydee Escobedo y hermanas Milagros y Ericka por haberme apoyado en todo momento, por haberme formado con valores y buenos sentimientos para nunca rendirme, lo cual me ha ayudado a salir adelante en momentos difíciles y por confiar siempre en mí, por su motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mis abuelos por sus consejos, confianza, apoyo incondicional y valores inculcados. Por estar siempre apoyándome, alentándome a seguir y no detenerme.

A Carlos castillo Béjar por estar siempre presente en mi camino, ayudarme a lograr todo lo que me propuse, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo y por poner su confianza en mí.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar e infinitamente a Dios, por haberme dado salud y fuerzas para culminar esta etapa de mi vida.

También agradezco la confianza y el apoyo brindado por mis padres, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me ha demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.

Al Dr. Milton Américo Huanes Mariños, por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de mi tesis. Por compartir sus conocimientos conmigo.

Y por último y no menos importante a la Universidad Privada Antenor Orrego por el apoyo que me brindaron en campo y el uso de sus instalaciones, para realizar esta investigación.

## ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA.....	.iii
AGRADECIMIENTO.....	.iv
ÍNDICE.....	.v
ÍNDICE DE CUADROS.....	.ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	.xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	.xiv
RESUMEN.....	.xvi
ABSTRACT.....	.xvii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>2</b>
2.1. Origen y distribución geográfica.....	2
2.2. Clasificación taxonómica.....	3
2.3. Valor nutricional de la espinaca.....	4
2.4. Características botánicas de la espinaca.....	6
2.5. Requerimientos edafoclimáticos.....	7
2.5.1. Clima.....	7
2.5.2. Suelo.....	7
2.6. Preparación del terreno.....	8
2.7. Abonamiento.....	8
2.8. Nutrición y fertilización nitrogenada.....	10
2.8.1. El consumo de fertilizantes en el Perú.....	10
2.8.2. El nitrógeno.....	11
2.8.3. Fertilización orgánica.....	14
2.9. Siembra.....	14
2.9.1. Cantidad de semilla.....	15

2.9.2. Manejo fitosanitario .....	15
2.9.3. Riego.....	15
2.9.4. Cosecha .....	16
2.10. Producción.....	17
2.11. Biol.....	18
2.11.1. Definición .....	18
2.11.2. Generalidades .....	18
2.11.3. Propiedades y usos.....	19
2.11.4. El biol en el Perú.....	20
2.11.5. Descomposición anaerobia del biol.....	20
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
3.1. Ubicación del experimento .....	21
3.2. Descripción general.....	21
3.3. Materiales.....	21
3.4. Análisis físico-químico del suelo experimental .....	22
3.5. Datos meteorológicos.....	23
3.6. Contenido nutricional del biol.....	24
3.7. Metodología.....	24
3.7.1. Diseño experimental.....	24
3.7.2. Características generales del experimento .....	25
3.7.3. Tratamientos estudiados .....	26
3.7.4. Distribución experimental .....	27
3.8. Establecimiento y conducción del experimento .....	27
3.8.1. Prueba de germinación .....	27
3.8.2. Preparación del terreno.....	28
3.8.3. Trazado del campo experimental .....	29
3.8.4. Siembra.....	31
3.8.5. Desahijé .....	32
3.8.6. Abonamiento .....	32

3.8.7. Riegos .....	33
3.8.8. Control de malezas .....	33
3.8.9. Control fitosanitario .....	34
3.8.10. Cosecha.....	35
3.9. Parámetros de evaluación .....	35
3.9.1. Altura de planta .....	35
3.9.2. Número de hojas por planta .....	36
3.9.3. Longitud de hoja.....	36
3.9.4. Ancho de hojas.....	37
3.9.5. Producción .....	37
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>39</b>
4.1 Número de hojas .....	39
4.1.1 Número de hojas a los 15 días después de la germinación ..	39
4.1.2 Número de hojas a los 25 días después de la germinación ..	41
4.1.3 Número de hojas a los 35 días después de la germinación ..	43
4.2 Altura de planta .....	45
4.2.1 Altura de planta a los 15 días después de la germinación ....	45
4.2.2. Altura de planta a los 25 días después de la germinación ...	47
4.2.3. Altura de planta 35 días después de la germinación.....	49
4.3. Ancho de hojas.....	51
4.3.1 Ancho de hojas a los 15 días después de la germinación.....	51
4.3.2. Ancho de hojas a los 25 días después de la germinación....	53
4.3.3 Ancho de hojas a los 35 días después de la germinación.....	55
4.4. Longitud de hojas .....	57
4.4.1 Longitud de hojas a los 15 días después de la germinación .	57
4.4.2. Longitud de hojas a los 25 días después de la germinación	59
4.4.3. Longitud de hojas a los 35 días después de la germinación	61
4.5. Producción (t/ha) .....	63

<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>65</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>66</b>
<b>VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>.67</b>
<b>VIII. ANEXOS.....</b>	<b>72</b>

**ÍNDICE DE CUADROS**

	<b>Página</b>
Cuadro 1. Composición nutritiva de la espinaca por cada 100g de producto comestible.....	5
Cuadro 2. Producción de espinaca al año 2017.....	17
Cuadro 3. Análisis físico-químico del suelo experimental.....	23
Cuadro 4. Datos meteorológicos durante el periodo vegetativo del cultivo de espinaca. ....	23
Cuadro 5. Contenido nutricional del biol.....	24
Cuadro 6. Tratamientos estudiados.....	26
Cuadro 7. Distribución aleatoria de los tratamientos experimentales .....	27
Cuadro 8. Prueba de Duncan para el número de hojas a los 15 días después de la germinación .....	39
Cuadro 9. Prueba de Duncan para el número de hojas a los 25 días después de la germinación.....	41
Cuadro 10. Prueba de Duncan para el número de hojas a los 35 días	

después de la germinación.....	43
Cuadro 11. Prueba de Duncan para altura de planta a los 15 días	
después de la germinación.....	45
Cuadro 12. Prueba Duncan para Altura de planta a los 25 días	
después de la germinación.....	47
Cuadro 13. Prueba Duncan para Altura de planta a los 35 días	
después de la germinación.....	49
Cuadro 14. Prueba Duncan para ancho de hojas a los 15 días	
después de la germinación.....	51
Cuadro 15. Prueba Duncan para ancho de hojas a los 25 días	
después de la germinación.....	53
Cuadro 16. Prueba Duncan para ancho de hojas a los 35 días	
después de la germinación.....	55
Cuadro 17. Prueba Duncan para longitud de hoja a los 15 días	
después de la germinación.....	57
Cuadro 18. Prueba Duncan para longitud de hoja a los 25 días	
después de la germinación.....	59

Cuadro 19. Prueba Duncan para longitud de hoja a los 35 días después de la germinación.....	61
Cuadro 20. Prueba de Duncan para la producción de espinaca a los 35 días después de la germinación.....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1. Prueba de germinación de semilla de espinaca. ....	28
Figura 2. Terreno preparado para sembrar espinaca. ....	29
Figura 3. Campo dividido en 16 parcelas experimentales. ....	30
Figura 4. Campo sembrado de espinaca y dividido en 16 parcelas experimentales.....	30
Figura 5. Siembra de la semilla de espinaca. ....	31
Figura 6. Plantas de espinaca después de la aplicación del biol. ....	32
Figura 7. Riego inmediatamente después de la siembra.....	33
Figura 8. Campo de espinaca después de desmalezar de manera manual. ....	34
Figura 9. Determinando la altura de planta de espinaca en el laboratorio de suelos y plantas. ....	36
Figura 10. Determinando la longitud de hojas de espinaca en el laboratorio de suelos y plantas. ....	37

Figura 11. Evaluación de la producción de espinaca en el laboratorio de suelos y plantas. ....	38
Figura 12. Número de hojas, 15 días después de la germinación.....	40
Figura 13. Número de hojas, 25 días después de la germinación.....	42
Figura 14. Número de hojas, 35 días después de la germinación.....	44
Figura 15. Altura de planta, 15 días después de la germinación. ....	46
Figura 16. Altura de planta, 25 días después de la germinación. ....	48
Figura 17. Altura de planta, 35 días después de la germinación. ....	50
Figura 18. Ancho de hoja, 15 días después de la germinación. ....	52
Figura 19. Ancho de hojas, 25 días después de la germinación. ....	54
Figura 20. Ancho de hojas, 35 días después de la germinación. ....	56
Figura 21. Longitud de hoja, 15 días después de la germinación.....	58
Figura 22. Longitud de hojas, 25 días después de la germinación.....	60
Figura 23. Longitud de hojas, 35 días después de la germinación.....	62
Figura 24. Producción en t/ha a los 35 días después de la germinación.....	64

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Página</b>
Anexo 1. Análisis de varianza para número de hojas, a los 15 días después de la germinación.....	72
Anexo 2. Análisis de varianza para número de hojas, a los 25 días después de la germinación.....	72
Anexo 3. Análisis de varianza para número de hojas, a los 25 días después de la germinación.....	73
Anexo 4. Análisis de varianza para altura de planta, a los 15 días después de la germinación.....	73
Anexo 5. Análisis de varianza para altura de planta, a los 25 días después de la germinación.....	74
Anexo 6. Análisis de varianza para altura de planta, a los 35 días después de la germinación.....	74
Anexo 7. Análisis de varianza para ancho de hojas por planta, a los 15 días después de la germinación.....	75

Anexo 8. Análisis de varianza para ancho de hojas por planta, a los 25 días después de la germinación.....	75
Anexo 9. Análisis de varianza para ancho de hojas por planta, a los 35 días después de la germinación.....	76
Anexo 10. Análisis de varianza para longitud de hojas por planta, a los 15 días después de la germinación.....	76
Anexo 11. Análisis de varianza para longitud de hojas por planta, a los 25 días después de la germinación.....	77
Anexo 12. Análisis de varianza para longitud de hojas por planta, a los 35 días después de la germinación.....	77
Anexo 13. Análisis de varianza para la producción en t/ha a los 35 días...	78

## RESUMEN

Esta investigación se realizó en las instalaciones del Campus UPAO II, ubicado en la prolongación de la avenida Villareal S/N – Nuevo Barraza, distrito de Laredo, provincia de Trujillo, región La Libertad, de febrero a marzo de 2018. El objetivo fue determinar la influencia de tres dosis de biol (400, 800 y 1200 L biol/ha), en el desarrollo, crecimiento y producción del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.). Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Se efectuó un análisis de varianza, para determinar las diferencias significativas y la prueba de significación de Duncan al 0.05% de probabilidad, para evaluar el mejor tratamiento. La siembra se realizó a un distanciamiento de 60 cm entre surcos y 15 cm entre plantas; el área utilizada para el experimento fue de 240 m<sup>2</sup>. La aplicación de biol se realizó a los 20 días después de la siembra. Las dosis de biol fueron de 400, 800 y 1200 L/ha; al testigo no se le aplicó ninguna dosis de biol. La mayor altura de planta y el mayor número de hojas por planta, a los 35 días después de la germinación, se obtuvieron con el tratamiento T3 (1200 L biol/ha), con 33.36 cm y 25.38 unidades, respectivamente; el tratamiento T4 (0 L biol/ha), obtuvo la menor altura de planta con 18.05 cm y el menor número de hojas con 9.5 unidades. Los mejores resultados de ancho y longitud de hojas a los 35 días después de la germinación, se obtuvieron con el tratamiento T3 (1200 L biol/ha) con 10.63 cm y 30.31 cm, respectivamente; los más bajos resultados se obtuvieron en el tratamiento T4 (0 L biol/ha), con 5.13 cm y 16.60 cm, respectivamente. El mayor peso (t/ha) a los 35 días después de la germinación (22.4 t/ha) se obtuvo con el tratamiento T3 (1200 L biol/ha); el tratamiento T4 (0 L/biol/ha) produjo la menor producción, con 7.80 t/ha.

## ABSTRACT

This research was carried out in the farm of UPAO II Campus, located on the extension of Villarreal Avenue S/N - Nuevo Barraza, district of Laredo, province of Trujillo, region La Libertad, from february to march 2018. The aim was to determine the influence of three doses of biol (400, 800 and 1200 L biol/ha) on the development, growth and production of the spinach crop (*Spinacia oleracea* L.). The completely randomized block design was used with four treatments and four repetitions. An analysis of variance was carried out to determine the significant differences; and the test of Duncan at 0.05% of probability, to evaluate the best treatment. The sowing was carried out at a distance of 60 cm between rows and 15 cm between plants; the area used for the experiment was 240 m<sup>2</sup>. The application of biol was carried out 20 days after sowing. The doses of biol were 400, 800, and 1 200 L/ha; no dose of biol was applied to the control. The highest plant height and the highest number of leaves per plant, at 35 days after germination were obtained with the T3 treatment (1 200 L biol/ha), with 33.36 cm and 25.38 units, respectively; Treatment T3 (0 L biol/ha), obtained the lowest plant height with 18.05 cm and the lowest number of leaves with 9.5 units. The best leaf width and length results at 35 days after germination were obtained with the T3 treatment (1 200 L biol/ha) with 10.63 cm and 30.31 cm, respectively; the lowest results were obtained with the treatment T4 (0 L biol/ha), with 5.13 cm and 16.60 cm, respectively. The highest weight (t/ha) at 35 days after germination (22.4 t/ha) was obtained with the T3 treatment (1 200 L biol/ha); Treatment T4 (0 L biol/ha) produced the lowest production, with 7.80 t / ha.

## I. INTRODUCCION

La espinaca (*Spinacia oleracea* L.), está compuesta mayormente por agua, la cantidad de grasas e hidratos de carbono soy muy bajas, pero es uno de los vegetales que más proteínas contiene. Es rica es fibras especialmente en los tallos, resultando muy beneficiosa para la salud. Es una excelente fuente natural de vitaminas y minerales. Dentro de los minerales se destacan el calcio, hierro, potasio, magnesio, manganeso y fosforo (Suquilanda, 2003).

En cuanto al contenido de vitaminas, la espinaca es rica en A, C, E, K; como así también, en el complejo de vitaminas del grupo B (B6, B2, B1) y ácido fólico (vitamina B9). Así mismo, contiene sustancias antioxidantes como los flavonoides y carotenoides (la luteína y la zeaxantina, neoxantina). También es una buena fuente de ácidos grasos, omega3 (Licata, 2003).

La espinaca es una planta anual, cultivada como verdura por sus hojas comestibles, grandes y de ciclo verde muy oscuro. Su cultivo se realiza durante todo el año y se puede consumir fresca, cocida o frita. La espinaca es una hortaliza sembrada y producida principalmente en Lima y Junín. Con una superficie cosechada a nivel nacional de 615 ha, con un rendimiento promedio nacional de 11,589Kg/ha (INFOAGRO, 2010).

En el Perú suelen sembrarse los cultivares “VIROFLAY”, “REISTOFLAY”, “DASH” e “IMPERIAL SPRING”.

En el presente trabajo de investigación, se pretende determinar el efecto de la aplicación de diferentes dosis de la enmienda orgánica biol en el desarrollo y producción de espinaca, en condiciones del valle Santa Catalina.

## II. REVISION DE BIBLIOGRAFIA

### 2.1. Origen y distribución geográfica

Según el diccionario etimológico, la palabra espinaca tiene que ver con el vocablo latino *spina* (espina, astilla). La planta no posee espinas y su nombre tuvo origen en Persia, uno de sus lugares de origen, donde se le nombraba como *aspanash* y luego paso al árabe con el nombre *isfinaj*, que fue adoptado por el latín vulgar como *Spinacia* (Moroto, 2002).

La espinaca fue introducida a Europa alrededor del año 1000 D.C. procedente de regiones asiáticas, probablemente de Persia, pero únicamente desde el ciclo XVIII, comenzó a difundirse por Europa y se establecieron cultivos para su explotación, principalmente en Holanda, Inglaterra y Francia; se cultivó después en otros países.

Posteriormente, se introdujo en el continente americano de la mano de los Europeos, pero sería a partir de los años 20 al 30 del ciclo XX, cuando se convertiría en un alimento muy popular al descubrirse sus excelentes propiedades nutritivas (Feder, 2010).

Actualmente, el cultivo de esta planta se encuentra extendido por todo el mundo, siendo los principales países productores China, Japón y Estados Unidos. España se destaca entre las naciones importantes por su consumo con cosechas superiores a las 60.000 toneladas anuales, aunque muy lejos de las más de 300.000 toneladas métricas norteamericanas y los 7 millones de toneladas de los chinos (Feder, 2010).

## 2.2. Clasificación taxonómica

Según la clasificación taxonómica propuesta por Lineo, la posición sistemática de la espinaca (*Spinacia oleracea* L.), es la siguiente:

Reino:            plantae  
Sub reino:       tracheobionta  
División:        magnoliophyta  
Clase:            magnoliosida  
Subclase:        caryophyllidae  
Orden:            caryophyllales  
Familia:          amarantaceae  
Subfamilia:     chenopodioideae  
Género:          spinacia  
Especie:         *Sspinacia oleracea* L.

*S. oleracea* L. es una hortaliza que posee una raíz pivotante y poco ramificada; sus hojas están dispuestas en forma de roseta, de forma triangular o aflechada con un ápice en punta y margen entera y sinuosa. Emite un tallo floral de unos 80cm sobre el que aparecen flores verdosas.

### 2.3. Valor nutricional de la espinaca

Diversos análisis revelan, que la espinaca es una hortaliza altamente nutritiva, capaz de cumplir funciones reguladoras por su alto contenido de agua (84%), vitaminas y minerales (Tamaro, 1981).

El SIEA (Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias), menciona, que la espinaca es una hortaliza sabrosa y muy nutritiva, rica en vitamina A, C y E. además presenta elevadas cantidades de vitaminas del complejo B. También contiene calcio, magnesio, hierro, potasio, sodio, fósforo y yodo, por tanto, es recomendable como suplemento a los tratamientos de anemia. La espinaca tiene alto contenido de fibra y es una hortaliza muy nutritiva.

Mientras que la USDA (2015), menciona la composición nutritiva de 100g de producto comestible de espinaca, con bajos niveles de lípidos y alto contenido de minerales (calcio, fósforo y hierro) y vitaminas, que son necesarias en la vida humana, constituyéndose como una hortaliza de alto contenido energético (Cuadro 1).

Cuadro 1. Composición nutritiva de la espinaca por cada 100g de producto comestible.

<b>factor / nutriente</b>	<b>contenido</b>	<b>unidades</b>
Agua	70.64	g
Energía	112.00	Kcal
Proteína	1.50	g
Lípidos	0.20	g
carbohidratos	26.46	g
Fibra	4.10	g
Azucares	0.40	g
Calcio	43	mg
Hierro	0.55	mg
Magnesio	33	mg
Fosforo	84	mg
Potasio	591	mg
Sodio	11	mg
Zinc	0.23	mg
Vitamina C	4.5	mg
Tiamina	0.095	mg
Riboflavina	0.025	mg
Niacina	0.60	mg

Fuente: USDA (2015)

## 2.4. Características botánicas de la espinaca

### 2.4.1. Morfología

La espinaca (*Spinacea oleracea* L.), es una planta anual en el Perú. Su raíz es pivotante, poco ramificada y de desarrollo superficial. Las hojas se forman en principio en forma de roseta. Son pecioladas de limbo triangular u ovalado, de márgenes enteros y sinuosos y con un aspecto blando rizado, lizo o abollado. Los cultivares en el empleo de la genética por el hombre tiene un mejor sabor, mantienen su color después de la cocción. La planta desarrolla un tallo floral en la segunda fase de su ciclo se trata de un tallo que puede alcanzar los 80cm. posee flores verdosas, y al ser una planta dioica se encuentran flores masculinas y femeninas (Aldabe, 2000).

En la actualidad se han conseguido líneas masculinas y femeninas que pueden dar origen a nuevas variedades por hibridación. Debido a esta diferencia sexual, las plantas tienen aspectos morfológicos y fenológicos distintos.

Las plantas femeninas son las que poseen una roseta más desarrollada y además son más tardías en la emisión del tallo floral, por lo que resulta n más interesantes desde el punto de vista hortelano (Sarli, 1958).

Las mejoras genéticas persiguen el objetivo de mantener por mayor tiempo el estado de roseta, incrementar el rendimiento, conseguir plantas de porte recto y compacto, obtener resistencia a bajas temperaturas y enfermedades, así como adecuar el tiempo de hojas al consumo (Tecniagro, 2013).

## 2.5. Requerimientos edafoclimáticos

### 2.5.1. Clima

En el Perú la espinaca requiere un clima templado, con temperaturas optimas que promedian de 13 a 18°C., también soportan temperaturas por debajo de los 0°C, mientras no persistan por mucho tiempo ya que además de originar lesiones foliares, produce una detención total del crecimiento, afectando el rendimiento. La temperatura mínima mensual de crecimiento es de aproximadamente 5°C. La adaptabilidad a las temperaturas bajas es de gran importancia práctica, para la mayor demanda de esta verdura coincide con el periodo otoño-primavera (Infoagro, 2006).

### 2.5.2. Suelo

Es una especie bastante exigente en cuanto al suelo y prefiere terrenos fértiles de buena textura y estructura de reacción química equilibrada por tanto el terreno debe ser fértil, profundo, bien drenado, de textura media, ligeramente suelto, rico en materia orgánica y nitrógeno; elemento al que la espinaca es muy exigente. No debe secarse fácilmente, ni permitir el estancamiento de agua. En suelos ácidos con pH inferior a 6.5 se desarrolla mal, a pH ligeramente alcalino se produce el enrojecimiento del peciolo y a pH muy elevado es muy susceptible a la clorosis, por lo tanto requiere de un pH promedio cerca de la neutralidad (Gómez, 2005).

## 2.6. Preparación del terreno

En el cultivo de las hortalizas un factor y elemento muy importante es la conveniente y eficiente preparación del terreno. La preparación del terreno en las hortalizas difiere si se trata de siembra directa o si se va a trasplantar de un invernadero o de un almacigo (Cerna, 2011).

### 2.6.1. Preparación para la siembra directa

En la preparación del terreno para la siembra directa, ya sea empleando sembradoras jaladas por tractor o empleando personal para la siembra, hay que tener en cuenta tres factores muy importantes:

- A. El desmonte, despedrado, eliminación de troncos.
- B. La nivelación, evita que cualquier montículo que tenga el terreno impida el paso del agua con facilidad. La nivelación que necesitan las hortalizas son muy parecidas a la que se refiere al cultivo de arroz, es decir lo más perfecta posible.
- C. El factor que hay que tener siempre presente es el mullimiento o sea que el terreno debe quedar absolutamente libre de terrones y los parejo posible (Cerna, 2011).

## 2.7. Abonamiento

Al considerar los criterios de abonamiento o fertilización para hortalizas se prioriza en primera instancia el uso del estiércol, del compost y de los abonos verdes, o sea la adición al suelo de una fuente de materia orgánica, indispensable para el cultivo de las hortalizas que además de abastecer con nutrientes, permiten un sustrato muy apropiado. Desde tiempo inmemorial se viene usando

el estiércol en el cultivo de las hortalizas a pesar del gran adelanto que en los últimos años ha tenido el uso de fertilizantes químicos, todavía se considera que el estiércol es insustituible para los cultivos hortícolas. Sin embargo; el estiércol puede usarse en varias formas como estiércol fresco o estiércol descompuesto (Cerna, 2011).

El cultivo de espinaca es altamente tolerante a la salinidad resistiendo bien a los cloruros y a los sulfatos. El pH del suelo adecuado para un mejor desarrollo, se encuentra entre 6.0 y 6.5, pero no tolera suelos muy ácidos (Irañeta, 2002).

Según INTA (2000), la administración del estiércol no debe realizarse directamente sino debe aplicarse el estiércol descompuesto ya que el ciclo de desarrollo de la espinaca es muy rápido y no le da tiempo a beneficiarse de estos, las raíces son muy delicadas y se hacen más susceptibles al ataque de hongos (especialmente con estiércol fresco) y con dicho estiércol se disemina semillas de malas hierbas. La fertilización deberá realizarse a la siguiente proposición NPK 3-1-3. El suministro de fertilizantes debe ser muy rico y abundante, aunque abra que tener en cuenta la fertilidad del suelo. El nitrógeno aumenta la concentración de la vitamina C. en cobertura el nitrógeno se aportara con una frecuencia de 15 – 20 días.

Para una producción óptima de 10 t/ha, una fertilización óptima seria la siguiente:

- 70- 100 kg N/ha
- 40 – 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha
- 1000 – 150 kgK<sub>2</sub>O/ha

## 2.8. Nutrición y fertilización nitrogenada

### 2.8.1. El consumo de fertilizantes en el Perú

El consumo de fertilizantes ha aumentado notoriamente en los últimos tiempos, con el fin de aumentar la producción de alimentos y reducir el costo unitario de la producción agrícola.

Tomando en cuenta la agricultura tecnificada de la costa con fines comerciales y la pobreza de los suelos costeros, es explicable que alrededor del 75% del consumo total nacional de fertilizantes se concentre en esta región. Además los niveles de fósforo (medio) y potasio (medio) en esta región no son tan deficientes en el suelo, por lo que la proporción de uso de fertilizantes nitrogenados se acentúa aún más.

En la sierra se consume el 22% de total de fertilizantes, debido a que el 70% de esta región produce solo para autoconsumo y solo el 30% es trabajado con fines comerciales; aun cuando esta región presenta un contenido medio de potasio y bajo de fósforo, la demanda de fertilizantes nitrogenados ya escasa, es mayor que la de fertilizantes potásicos y fosforados.

En la selva, la situación es aún más marcada solo el 10% de agricultores produce con fines de mercado y el 90% restante es para autoconsumo, por lo que, el consumo total de fertilizantes no se concentra más del 3% en esta región.

Con el fin de producir una agricultura moderna con fines comerciales (mayor productividad y rentabilidad de los cultivos) es imprescindible difundir e incrementar el uso de fertilizantes, e insertar en las regiones de la selva, donde se pueden aumentar las zonas de producción comercial en contra de las zonas de autoconsumo (Ramírez, 2002).

### 2.8.2. El nitrógeno

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 y escasa biomasa 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 el nitrógeno, pues es un elemento ausente en el suelo y muy rico en la atmosfera, que al aplicarlo debemos incorporarlo al suelo y regarlo cuidadosamente y principalmente porque se pueden presentar desbalances ocasionados por altos contenidos de calcio (Ca) y potasio (k) (Hessayon, 1988).

#### 2.8.2.1. El nitrógeno en el suelo de la Costa

En el Perú los suelos de la Costa, son en general muy pobres en nitrógeno, mientras sus contenidos de fosforo y potasio, no son tan deficientes. Es por eso, que se explica el consumo de más del 80% de fertilizantes nitrogenados en esta región.

### 2.8.2.2. El nitrógeno en los fertilizantes

El nitrógeno del aire, es el mismo que el de los fertilizantes, solo que es fijado por las azoto bacterias y bacterias de las leguminosas en cantidades que resultan insuficientes para cubrir las necesidades.

Entre los elementos que proceden de la mineralización de las reservas orgánicas del suelo y aquellos que se suministran por medio de los abonos, no existen diferencias en la naturaleza. Es imposible distinguir entre los iones que proceden de los abonos o de las reservas orgánicas del suelo cuando se hallan ionizadas en las soluciones del suelo y en la planta.

Después de su absorción, los iones participan en las reacciones complejas y llegan a formar parte de la materia viva (Gros, 1986).

### 2.8.2.3. Efecto del nitrógeno en el crecimiento de los cultivos

Una planta bien provista de nitrógeno brota pronto, adquiere un desarrollo de hojas y tallos, además toma un bonito color verde oscuro, debido a la abundancia de clorofila (Gros, 1986).

El nitrógeno es indispensable para el desarrollo de las plantas, desempeña un papel principal en el desarrollo y funciones del protoplasma por ser un constituyente de las proteínas. El rol del nitrógeno en la planta es de constituir esencialmente toda la materia viva (ácidos nucleicos, coenzimas), formar las proteínas, integrar la molécula de clorofila, influir en el desarrollo vegetativo y en la utilización de carbohidratos (Davelouis, 1991).

El nitrógeno se halla presente mayormente en los primeros 50cm del suelo, variando su contenido entre 0.2% y 0.7%, pudiendo llegar hasta 4% en suelos muy ricos en materia orgánica; y se encuentra de 1 a 4 % en la materia seca de las plantas.

El nitrógeno es el elemento que tiene mayor probabilidad de limitar el crecimiento de los cultivos, debido a que interviene en la formación de aminoácidos y proteínas, los que a su vez intervienen en el crecimiento de los diversos órganos de las plantas, aumentando la superficie foliar y la masa protoplasmática. El nitrógeno además controla el crecimiento y fructificación de las plantas, teniendo marcada influencia en la calidad y valor de las partes de la planta, y ocasiona que las células sean más grandes y las paredes sean más delgadas (Black, 1975).

#### 2.8.2.4. El nitrógeno en el cultivo de espinaca

Cuando se hacen aplicaciones de estiércol no se deben efectuar inmediatamente antes de la siembra, sino previamente al cultivo procede, pues la gran rapidez de su ciclo no permitirá aprovechar los beneficios de tal práctica; además las raíces delicadas de la espinaca penetran poco.

Esta planta responde al agregado de fertilizantes químicos, principalmente nitrógeno. Los más usados son el sulfato de amonio y la urea, las dosis son muy variables, oscilan entre 100 y 200 kg N/ha. Puede colocarse 100 kg en la siembra y 100 kg un mes antes de cosechar (Vigliola, 2014).

### 2.8.3. Fertilización orgánica

El biol tiene un alto contenido de materia orgánica, en el caso de biol de bovino podemos encontrar hasta 40.48%, y en el de porcino 22.87%. El biol agregado al suelo provee materia orgánica que resulta fundamental en la génesis y evolución de los suelos, constituye una reserva de nitrógeno y ayuda a su estructuración, particularmente de textura fina, la cantidad y calidad de esta materia orgánica influirá en procesos físicos, químicos y biológicos del sistema convirtiéndose en un factor importantísimo de la fertilidad de estos. Debido a su contenido de fito reguladores promueve actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas, favorece su enraizamiento, alarga la fase de crecimiento de hojas (las que serán las encargadas de la fotosíntesis), mejora la floración, activa el vigor y poder germinativo de las semillas. Todos estos factores resultan en mayor productividad de los cultivos y generación de material vegetal. El biol protege de insectos y recupera los cultivos afectados por heladas (Biobolsa, 2003).

### 2.9. Siembra

Según Berbel (2000), la siembra realizada al terminar el verano permite llevar a cabo la recolección a principios de invierno. En localidades de clima riguroso la recolección no tendrá lugar hasta la primavera. A fines de invierno puede sembrarse nuevamente, con el fin de obtener una producción escalonada. Se aconseja realizar siembras periódicas cada 20 días. La siembra debe realizarse en terrenos ligeramente húmedos.

Las semillas se depositan a 1 – 2 cm de profundidad. Conviene tratar las semillas con productos fungicidas (tiram, sulfato de plata, permanganato potásico).

#### 2.9.1. Cantidad de semilla

La cantidad de semilla por sembrar y el distanciamiento más apropiado entre plantas, dependen de los siguientes factores:

- Cantidad de poder germinativo de la semilla.
- Costos de semilla y eventual conveniencia de ralear.
- Exigencia según las distintas especies y cultivares.
- Factores de clima y suelo que influyen en la germinación.
- Distancia de trasplante en el campo definitivo.
- Método de siembra, época de siembra y tipo de semillero (Berbel, 2000).

#### 2.9.2. Manejo fitosanitario

El cultivo de las hortalizas se realiza de manera intensiva, requiriendo de muchos cuidados por su corto periodo vegetativo. Uno de los factores limitantes es el fitosanitario, dentro del cual las enfermedades causadas por hongos, bacterias, virus y nematodos; ocasionan disminución en la cantidad y calidad del producto cosechable, causando pérdidas económicas al agricultor (Montero y Parina, 1991).

#### 2.9.3. Riego

Según Bravo (1986), sostiene que a la espinaca se le puede aplicar en general de 4 a 6 riegos, dependiendo de la textura del suelo,

época del año y cultivares habiendo en cada riego un intervalo de 10 días.

La espinaca se beneficia mucho de la frescura del terreno, especialmente cuando se inicia el calor. Regando el cultivo con frecuencia se puede obtener buenos rendimientos y plantas con hojas suculentas y carnosas, lo que es especialmente importante, en los cultivos que se recolectan tardíamente en primavera. La espinaca se adapta bien al riego por aspersión (López, 1987).

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 otro biofertilizante. Las sequías y el aumento de la temperatura inducen la rápida formación de tallos florales (García; Rodríguez, 2003).

#### 2.9.4. Cosecha

La recolección se inicia en los cultivares precoces a los 40 – 50 días tras la siembra y los 60 días después de la siembra con raíz incluida; oscilando las producciones óptimas entre 15 y 20 t/ha. La cosecha nunca se realizara después de un riego, ya que las hojas se ponen turgentes y son susceptibles de romperse. Puede efectuarse de dos formas principalmente: manual o mecanizada (Gómez, 2005).

Valadez (1997), menciona que esta actividad se realiza manualmente cortando las plantas a nivel de cuello, cuando las hojas han alcanzado su máximo desarrollo y estar turgentes con un color verde oscuro.

## 2.10. Producción

En el Cuadro 3, se observa la producción anual cosechada de espinaca, según regiones del Perú al año 2017.

Cuadro 2. Producción de espinaca anual en el 2017.

Región	Total	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
<b>Nacional</b>	<b>24,493</b>	<b>2,019</b>	<b>1,945</b>	<b>1,418</b>	<b>1,685</b>	<b>1,804</b>	<b>1,975</b>	<b>1,915</b>	<b>1,727</b>	<b>1,867</b>	<b>2,105</b>	<b>2,909</b>	<b>3,124</b>
Amazonas	78	8	4	4	19	8	4	12	4	4	0	8	4
Áncash	260	12	32	25	17	23	16	24	25	25	23	24	16
Apurímac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arequipa	1,198	68	79	26	115	13	57	126	138	154	139	142	142
Ayacucho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cajamarca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Callao	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cusco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Huancavelica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Huánuco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ica	141	18	17	13	13	13	13	13	10	11	10	5	5
Junín	14,418	974	1,303	693	745	1,052	1,195	1,047	971	1,006	1,062	2,021	2,349
La Libertad	375	46	46	0	34	23	23	23	46	0	68	66	0
Lambayeque	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lima	913	127	54	162	130	86	121	77	29	57	49	14	7
Lima	6,671	729	411	471	582	576	519	539	479	582	682	552	549
<b>Metropolitana</b>													
Loreto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Madre de Dios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moquegua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pasco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Piura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
San Martín	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tacna	439	38	0	25	31	10	27	54	24	28	71	78	53
Tumbes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ucayali	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: SIEA (2017)

## 2.11. Biol

### 2.11.1. Definición

El biol, es un abono líquido, resultando de la descomposición de los residuos animales y vegetales (guano, rastrojo, etc.), en ausencia de oxígeno. Contiene nutrientes que son fácilmente absorbidos por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes.

El biol, es considerado también como una fuente orgánica de Fito reguladores que en pequeñas cantidades estimulan el desarrollo de las plantas como el enraizamiento, incremento de la biomasa radicular y foliar, mejorando la floración y activando el vigor y poder germinativo de las semillas, traducándose todo esto en un aumento significativo de las cosechas (Gomero y Velásquez, 1999).

Biol es el nombre popular de un fertilizante orgánico líquido, el cual es obtenido de un biodigestor (fermentación anaeróbica de excretas, restos de cultivos de plantas en recipientes cerrados), diferentes microorganismos son los encargados de transformar la materia orgánica en sustancias húmicas y en una clase de aminoácidos, vitaminas, gibelinas y minerales complejos de fracciones no húmicas de la materia orgánica (Siura y Dávila, 2006).

### 2.11.2. Generalidades

En la actualidad la elaboración del biol se realiza de forma artesanal y su riqueza en cuanto al contenido nutricional, depende del material con el que se ha elaborado. Así la asociación especializada para el desarrollo sostenible a través de la difusión del manual de elaboración

de abono foliar biol menciona los diferentes tipos de biol, ellos son biol y biosida, utilizado para el control de plagas y enfermedades, repeliendo o matando las plagas y nutriéndola la planta, contando con un mayor número de macro y micronutrientes que la planta requiere para producir, acelerando el crecimiento de las plantas y mejora e incrementa los rendimientos (AEDES, 2006).

La cosecha de biol dependerá del clima y del envase utilizado como de la cantidad, en el caso del uso de mangas la cosecha será después de tres meses de haberse instalado el sistema de digestión anaerobio, por otra parte se reporta que un indicador del termino del proceso de elaboración del biol, es cuando ha parado de salir gas, cuando el olor no es tan notorio, dándose un producto final liquido de color marrón verdoso oscuro (AEDES, 2006).

### 2.11.3. Propiedades y usos

El biol está siendo cada vez más utilizado en labores agrícolas como aplicaciones a la semilla, al suelo y al forraje, sin embargo una de las mayores dificultades es la concentración y forma de aplicación: esto difiere de acuerdo al cultivo, de los materiales usados en la elaboración de biol y del tiempo de fermentación (Barrios, 2001).

El biol se ha hecho muy popular en América Latina, especialmente entre los pequeños productores por su producción fácil, de bajos costos y mejores resultados; así mismo, es usado en muchos cultivos mediante aplicaciones vía suelo o de manera foliar y en concentraciones variables (Siura y Dávila, 2006).

El biol influye sobre diversas actividades agronómicas como el enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), acción 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 (Barrios, 2006).

#### 2.11.4. El biol en el Perú

En el Perú hay dos formas de preparar biol, ya sea en mangas de plástico o en cilindros y bidones donde los insumos de biol permanecerán por un periodo de dos a tres meses, tiempo promedio que dura la fermentación, en climas fríos ocurre en 75 a 90 días, mientras que en climas cálidos entre 30 a 45 días (INIA, 2008).

#### 2.11.5. Descomposición anaerobia del biol

El proceso de descomposición anaerobia de la materia orgánica, se realiza por microorganismos que provienen del estiércol, pajas, cenizas, malezas, etc., estos son transformados en vitaminas, ácidos y minerales los cuales al ser absorbidos y utilizados por las plantas, además de ser también una fuente de energía.

Los procesos bioquímicos de la digestión anaerobia de la materia orgánica se desarrollan en tres etapas, utilizando cada una un grupo específico de microorganismos (Barrios, 2006).

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Ubicación del experimento

El experimento se realizó en las instalaciones del Campus UPAO II, que se encuentra ubicado en el valle Santa Catalina, en el distrito de Laredo, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad, a 20 m.s.n.m.

#### 3.2. Descripción general del cultivo

- Cultivo: espinaca (*Spinacia oleracea* L.)
- Cultivar: Chimú F1.

#### 3.3. Materiales

##### 3.3.1. Materia prima necesaria

- Semillas de espinaca (cultivar Chimú F1).
- Biofertilizante biol (producción del biodigestor Campus UPAO II).

##### 3.3.2. Materiales de campo

- estacas
- palana
- rastrillo
- pico
- carteles
- cinta métrica
- paja rafia

### 3.3.3. Materiales de escritorio

- Laptop
- Hojas A-4
- Lapiceros

### 3.3.4. Herramientas y equipos

- mochila de fumigar
- cámara fotográfica
- balanza
- calculadora
- pie de rey
- wincha

### 3.3.5. Servicios

- Alquiler de tractor

### 3.3.6. Insumos

- Agua para riego
- Plaguicida

## 3.4. Análisis físico-químico del suelo experimental

Los resultados del análisis físico químico del suelo experimental, se detallan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis físico-químico del suelo experimental.

Muestra	M.O (%)	P (ppm)	K (ppm)	pH (1:1)	Porcentaje de saturación	CE <sub>ES</sub> ms/cm (estimado)	CaCO <sub>3</sub> (%)
1	1.88	56.12	626.9	6.92	39	2.28	3.5

Fuente: Valladares (2011).

Según los resultados del análisis, se define que existe un vinel de materia orgánica (M.O) normal. Contenido de P y K disponibles son muy altos. El pH prácticamente neutro, la conductividad eléctrica demuestra un ligero problema de sales. El contenido de Ca CO<sub>3</sub> en la muestra es medio.

### 3.5. Datos meteorológicos

En el Cuadro 4, se detallan los datos meteorológicos, comprendidos entre los meses de febrero y marzo del 2018. Durante este periodo, que coincidió con el periodo vegetativo del cultivo de espinaca, se tomaron datos de temperatura máxima, mínima y media; velocidad del viento y precipitación pluvial.

Cuadro 4. Datos meteorológicos durante el periodo vegetativo.

Mes	temperatura		Velocidad del viento km/ha	Evaporación (mm)
	Máxima (°C)	Mínima (°C)		
febrero	25.19	22.20	20.41	4.10
marzo	24.67	21.45	20.54	3.45

Fuente: datos proporcionados por la estación meteorológica del fundo Green Perú. Trujillo (2018).

### 3.6. Contenido nutricional del biol

El contenido nutricional del biofertilizante (biol), utilizado en el presente trabajo se reporta en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Contenido nutricional del biol

Tiempo retención hidráulica (días)	Nitrógeno (%)	Fosforo (%)	Potasio (%)
15	0.7	0.25	0.57
20	0.91	0.87	0.75
25	1.52	1.12	0.85
30	1.63	1.95	1.12
35	1.81	2.21	1.24

Fuente: INIA (2010).

### 3.7. Metodología

#### 3.7.1. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar (BCA), con 4 tratamientos y 4 repeticiones, los cuales fueron distribuidos de manera aleatoria a cada unidad experimental dentro de cada bloque con un total de 16 parcelas experimentales.

Se efectuó la prueba de significación Duncan al 0.05 de confiabilidad, para determinar las diferencias estadísticas de las variables en estudio. Las parcelas estuvieron constituidas por un surco central, en cada tratamiento, que fue utilizado para realizar las evaluaciones.

### 3.7.2. Características generales del experimento

Numero de tratamientos : 4

Numero de repeticiones : 4

#### BLOQUES

N° de bloques : 4

Largo de bloque : 5 m

Ancho de bloque : 10 m

Superficie : 50 m<sup>2</sup>

N° de parcelas / bloque : 4

#### PARCELAS

Largo de parcela : 5 m

Ancho de parcela : 2.5 m

Superficie : 12.5 m<sup>2</sup>

N° de surcos : 4

Distancia entre surco : 0.6 m

Distancia entre plantas : 0.20 m

## CAMPO EXPERIMENTAL

Largo	:	24 m
Ancho	:	10 m
Área neta	:	200 m <sup>2</sup>
Área total	:	240 m <sup>2</sup>

## 3.7.3. Tratamientos estudiados

Los tratamientos estudiados en el trabajo de investigación se detallan en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Tratamientos estudiados.

Tratamiento	Código	Característica del tratamiento
Tratamiento 1	T1	(400 L biol/ha)
Tratamiento 2	T2	(800 L biol/ha)
Tratamiento3	T3	(1200 L biol/ha)
Tratamiento 4	T4	Testigo (sin biol)

### 3.7.4. Distribución experimental

En el Cuadro 7, se muestra la forma como se han aleatorizado los tratamientos y bloques en la unidad experimental.

Cuadro 7. Distribución aleatorizada de los tratamientos experimentales.

Bloques	Tratamientos			
I	T4	T2	T1	T3
II	T3	T1	T4	T2
III	T2	T4	T3	T1
IV	T1	T3	T2	T4

### 3.8. Establecimiento y conducción del experimento.

#### 3.8.1. Prueba de germinación

La prueba de germinación de semilla de espinaca se realizó 15 días antes de la siembra, para asegurar una adecuada y uniforme germinación en campo definitivo.

Para esta prueba se utilizó como muestra a 100 semillas de espinaca, en algodón húmedo, de la cual obtuvimos un 90% de germinación (Figura 1).



Figura 1. Prueba de germinación de semilla de espinaca.

### 3.8.2. Preparación del terreno.

Para la preparación del terreno, lo primero que se realizó, fue limpiar el terreno, pues contaba con gran cantidad de malezas grandes en la parcela asignada.

Seguidamente, se procedió a utilizar maquinaria agrícola con ayuda de una rastra, pasándola en un sentido y luego en sentido contrario para lograr mullir el terreno, a una profundidad de 35 cm aproximadamente. Luego, con la ayuda de un tractor y una surcadora, se hicieron los surcos a un distanciamiento de 60 cm, tomando en cuenta el sentido del viento y el nivel del terreno (Figura 2).



Figura 2. Terreno preparado para sembrar espinaca

### 3.8.3. Trazado del campo experimental

Para realizar el trazado del campo experimental, se requirió tener estacas, paja rafia y colocar los letreros para identificar cada uno de los tratamientos y repeticiones (Figuras 3 y 4).



Figura 3. Campo dividido en 16 parcelas experimentales.



Figura 4. Campo sembrado de espinaca y dividido en 16 parcelas experimentales.

#### 3.8.4. Siembra

Después de realizar un riego de enseño y estando el terreno a capacidad de campo, se realizó la siembra, cuya modalidad fue colocar 3 semillas por golpe a un distanciamiento de 20 cm entre golpe (Figura 5). Las semillas fueron desinfectadas previamente. La siembra se realizó el 13 de febrero e inmediatamente después de esta labor (el mismo día), se realizó su primer riego.



Figura 5. Siembra de la semilla de espinaca.

### 3.8.5. Desahije

El desahije se realizó 18 días después de la siembra, dejando solo 2 plantas por cada golpe.

### 3.8.6. Abonamiento

Después de 20 días, después de la germinación, se realizó la fertilización, solamente usando como fertilizante el biol. Esta aplicación se realizó respetando los tratamientos estudiados (400,800 y 1200 L biol/ha). Según la cantidad que le correspondía a cada tratamiento, el biol fue mezclado en 20 L de agua y aplicado a cada uno de los tratamientos correspondientes. Para este trabajo de investigación no se realizó la aplicación de fertilizante químico (cuadro 6).



Figura 6. Plantas de espinaca después de la aplicación del biol

### 3.8.7. Riego

El primer riego que se le aplicó a la espinaca, fue inmediatamente después de la siembra (Figura 7). Los riegos siguientes fueron realizados con intervalos de 8 días, teniendo en cuenta la humedad del suelo y las condiciones climáticas.



Figura 7. Riego inmediatamente después de la siembra.

### 3.8.8. Control de malezas

El control de malezas se realizó de manera cultural, evitando así el uso de productos químicos (herbicidas), que pudiesen dañar el área foliar de la espinaca. Con ayuda de rasqueta se realizaron los deshierbos, 1 vez por semana, evitando así la competencia con el cultivo y para que no sirvan como hospedero de posibles plagas (Figura 9).



Figura 8. Campo de espinaca después de desmalezar manualmente.

#### 3.8.9. Control fitosanitario

Durante la etapa fenológica inicial del cultivo, se presentó la presencia de mosca blanca, dañando ligeramente el área foliar de la espinaca. Pero al aplicar el biofertilizante biol, la plaga desapareció, conjuntamente con los daños. Fue el único momento de presencia de la mencionada plaga.

#### 3.8.10. Cosecha

La cosecha se realizó a los 35 días después de la germinación; de manera manual, con mucho cuidado, teniendo en cuenta de no dañar las hojas suculentas, las plantas seleccionadas fueron llevadas al laboratorio para ser evaluadas y obtener los pesos correspondientes.

### 3.9. Parámetros de evaluación

#### 3.9.1. Altura de planta

La altura de planta se determinó en centímetros, mediante tres evaluaciones (15, 25 y 35 días después de la germinación.), tomando como referencia a 5 plantas escogidas al azar, de los surcos centrales de cada tratamiento para cada una de las tres evaluaciones. En la figura 10 se observa la forma como se evaluó esta característica.



Figura 9. Determinando la altura de planta de espinaca en el laboratorio de suelos y plantas UPAO (LSP).

### 3.9.2. Numero de hojas por planta

El número de hojas por planta se determinó mediante tres evaluaciones (15, 25 y 35 días después de la germinación), evaluando las mismas plantas en las cuales se determinó la altura de planta.

### 3.9.3. Longitud de hojas

La longitud de hojas por planta (Figura 11), se determinó tomando las mismas plantas donde se evaluaron las dos primeras características (15, 25 y 35 días después de la germinación).



Figura 10. Determinando la longitud de hoja de espinaca en el laboratorio LSP.

#### 3.9.4. Ancho de hoja

Para esta característica de evaluación, ancho de hoja, se usaron las mismas plantas de las determinaciones antes descritas (15,25 y 35 días después de la germinación).

#### 3.9.5. Producción

La producción se determinó tomando como muestra a 1 metro lineal, para cada tratamiento en la última evaluación a los 35 días después de la germinación



Figura 11. Evaluación de la producción de espinaca en el laboratorio LSP.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Número de hojas

#### 4.1.1. Número de hojas a los 15 días después de la germinación (DDG)

El análisis de varianza (Anexo 1) demuestra, que para este parámetro (número de hojas), antes de aplicación del biofertilizante biol; se observa que hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos y entre los bloques.

El coeficiente de variabilidad fue de 3.16%, lo que nos indica que los datos obtenidos son ampliamente confiables (Cuadro 8 y Figura 12).

Cuadro 8. Prueba de Duncan para el número de hojas a los 15 días DDG.

Tratamientos	Identificación	Unidades	Duncan 0.05
T <sub>3</sub>	1200 L biol/ha	7.69	a
T <sub>2</sub>	800 L biol/ha	6.88	b
T <sub>1</sub>	400 L biol/ha	6.20	c
T <sub>4</sub>	Testigo	5.13	d

Cv = 3.16%

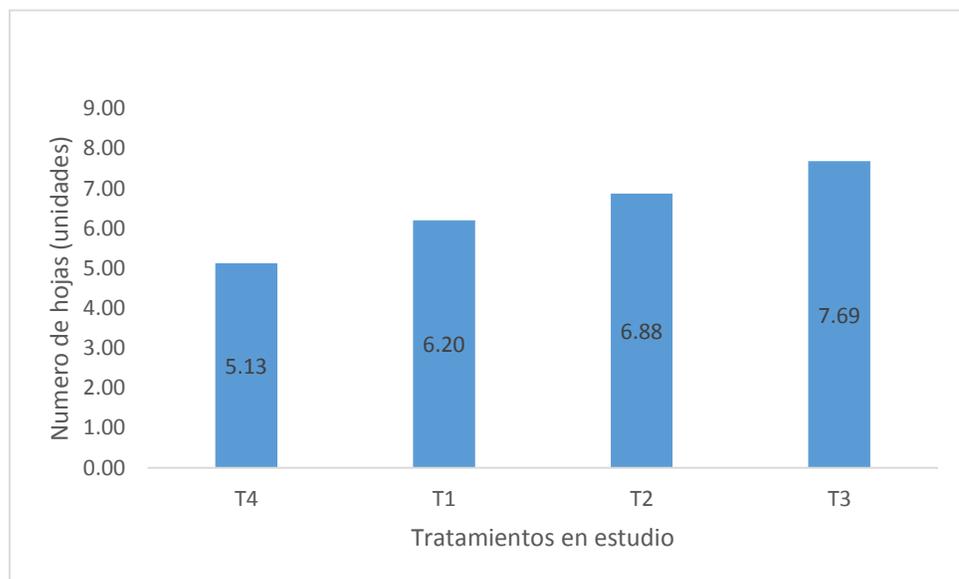


Figura 12. Número de hojas, 15 días después de la germinación

En la prueba de significación Duncan al 0.05% de probabilidad, para el parámetro de número de hojas por planta antes de la aplicación del abono orgánico biol, se observa que el tratamiento T<sub>3</sub> fue el que logro 7.69 unidades, en tanto que el tratamiento T<sub>4</sub> alcanzó 5.13 unidades, es decir, 2.56 unidades menos, asumiendo que posiblemente se consumieron los nutrientes existentes en el suelo.

#### 4.1.2. Número de hojas a los 25 días después de la germinación.

Como se observa en el Cuadro 9 y Figura 13, al evaluar el parámetro de número de hojas a los 5 días después de la aplicación del fertilizante orgánico biol, se observa que hay diferencias estadísticas entre los tratamientos y bloques estudiados. El coeficiente de variabilidad fue de 7.61%, lo que nos indica que los datos obtenidos son confiables.

Cuadro 9. Prueba de Duncan para el número de hojas a los 25 días DDG.

Tratamientos	Identificación	Unidades	Duncan 0.05
T <sub>3</sub>	1200 L biol/ha	23.38	a
T <sub>2</sub>	800 L biol/ha	19.38	b
T <sub>1</sub>	400 L biol/ha	16.00	c
T <sub>4</sub>	testigo	11.56	d

Cv = 7.61%

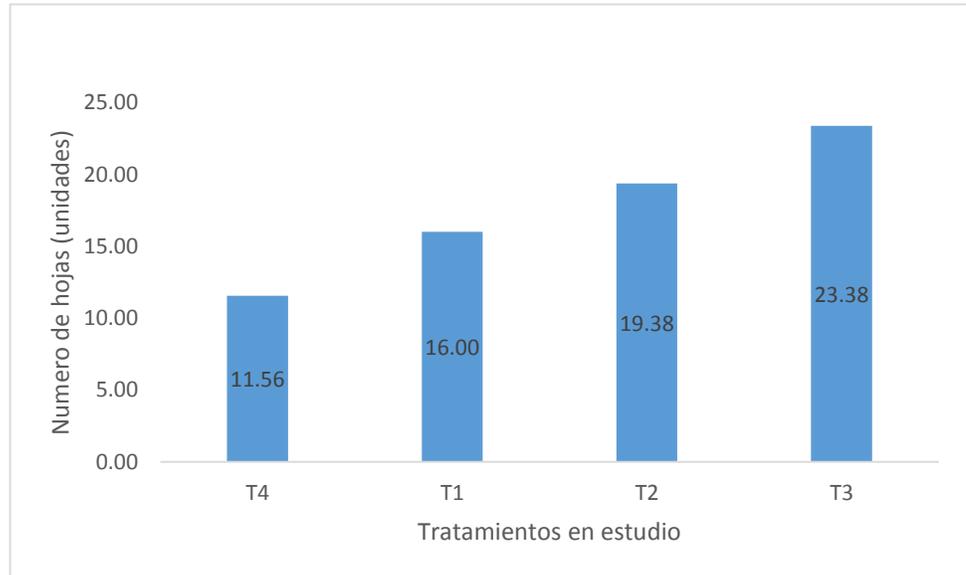


Figura 13. Numero de hojas, 25 días después de la germinación.

En la prueba desgasificación Duncan al 0.05 % de probabilidad, para el parámetro de número de hojas a los 5 días después de la aplicación del fertilizante orgánico biol, se observa, que el tratamiento T<sub>3</sub> logro, 23.38 unidades, mientras que el tratamiento T<sub>4</sub>, alcanzo 11.56 unidades, es decir, 11.82 unidades menos. Se puede asumir, que el efecto del biol a los 5 días después de su aplicación, permite una mayor actividad fisiológica, es decir un mejor aprovechamiento de los elementos nutricionales favorecidos por la dosis de mil doscientos litros por hectárea, lo que permite un mayor número de hojas por planta. Similar resultado obtuvo Tejada C. (2010) en su tesis “influencia de dosis crecientes de nitrógeno y dos densidades de siembra en el crecimiento y producción de espinaca (*Spinacia oleracea* L. Var. Dash)”

#### 4.1.3. Número de hojas por planta a los 35 días después de la germinación.

Como se observa en el parámetro evaluado, número de hojas por planta a los quince días después de la aplicación del fertilizante orgánico biol, se observa que sigue habiendo diferencias estadísticas entre los tratamientos y bloques estudiados. El coeficiente de variabilidad fue de 9.35%, lo que nos indica que los datos obtenidos son confiables (Cuadro 10 y Figura 14).

Cuadro 10. Prueba Duncan para el número de hojas a los 35 días DDG.

Tratamientos	Identificación	Unidades	Duncan 0.05
T <sub>3</sub>	1200 L biol/ha	25.38	a
T <sub>2</sub>	800 L biol/ha	15.25	b
T <sub>1</sub>	400 L biol/ha	11.25	c
T <sub>4</sub>	testigo	9.50	cd

Cv = 9.35%

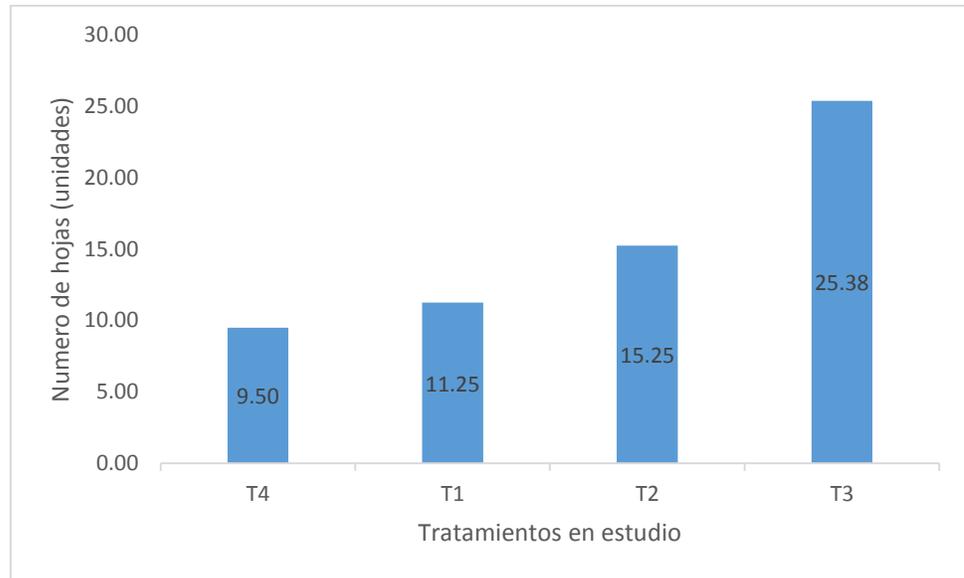


Figura 14. Número de hojas, 35 días después de la germinación.

En la prueba de significación Duncan al 0.05% de probabilidad, para el parámetro de número de hojas a los quince días después de la aplicación del fertilizante orgánico biol se observa, que el tratamiento T<sub>3</sub>, obtuvo el mayor número de hojas por planta con 25.38 unidades, superando al tratamiento T<sub>4</sub> (testigo). Por ello, se puede asumir, que el efecto del biol, es positivo en la determinación de este parámetro evaluado. Esta característica evaluada, también lo obtuvo Tejada C. (2010), en su tesis “influencia de dosis crecientes de nitrógeno y dos densidades de siembra en el crecimiento y producción de espinaca (*Spinacia oleracea* L. Var. Dash)”.

## 4.2. Altura de planta

### 4.2.1. Altura de planta a los 15 días después de la germinación.

Como se observa, en el parámetro evaluado, altura de planta antes de la aplicación del fertilizante orgánico biol, se observa que sigue habiendo diferencias estadísticas entre los tratamientos y bloques estudiados. El coeficiente de variabilidad fue de 3.66%, lo que se sigue demostrando, que los datos obtenidos son confiables (Cuadro 11, Figura 15).

Cuadro 11. Prueba de Duncan para altura de planta a los 15 días DDG.

Tratamientos	Identificación	cm	Duncan 0.05
T <sub>3</sub>	1200 L biol/ha	15.55	a
T <sub>2</sub>	800 L biol/ha	14.25	b
T <sub>1</sub>	400 L biol/ha	13.19	c
T <sub>4</sub>	testigo	11.28	d

CV = 3.66%

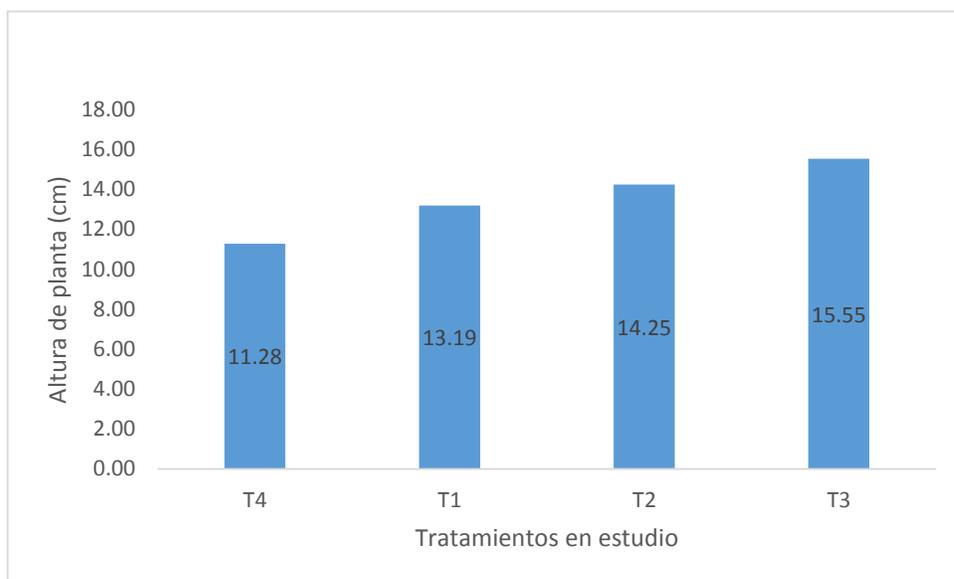


Figura 15. Altura de planta, 15 días después de la germinación.

En la prueba de significación Duncan al 0.05% de probabilidad, para la característica de altura sin aplicación del fertilizante orgánico biol, se observa, que el tratamiento T<sub>3</sub> sigue obteniendo el mayor resultado con 15.55cm, en tanto el tratamiento T<sub>4</sub> solo logro 11.28cm, es decir, 4.27 cm menos.

#### 4.2.2. Altura de planta a los 25 días después de la germinación.

Como se observa, en el Cuadro 12 y Figura 16, la evaluación de altura de planta a los cinco días después de la aplicación del fertilizante orgánico biol, se observa que se mantiene la misma tendencia, de que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos y bloques estudiados. El coeficiente de variabilidad fue de 6.01%, lo que nos indica que los resultados son confiables

Cuadro 12. Prueba de Duncan para la altura de planta a los 25 días DDG.

Tratamientos	Identificación	cm	Duncan 0.05
T <sub>3</sub>	1200 L biol/ha	28.31	a
T <sub>2</sub>	800 L biol/ha	26.19	ab
T <sub>1</sub>	400 L biol/ha	23.81	c
T <sub>4</sub>	testigo	18.63	d

Cv = 6.01%

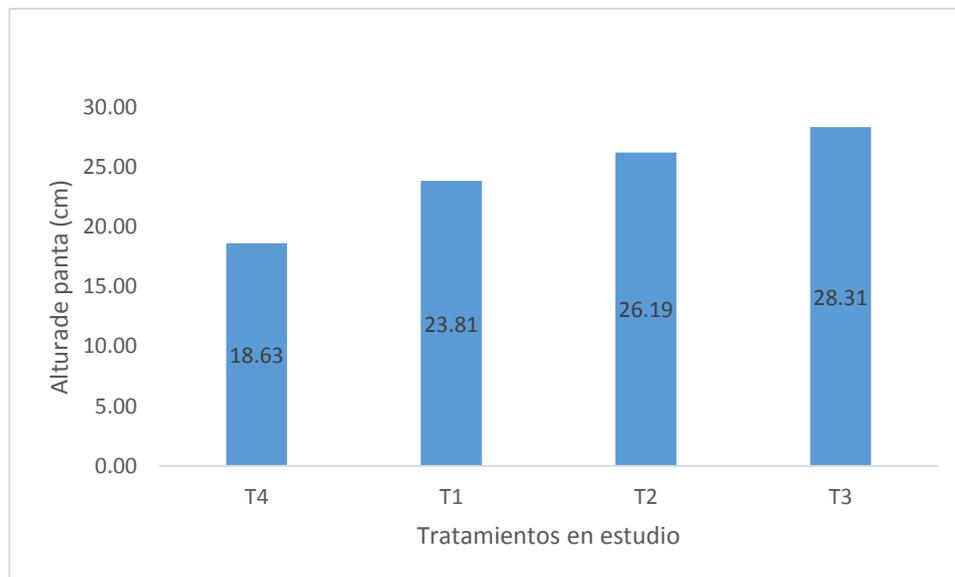


Figura 16. Altura de planta, 25 días después de la germinación.

En la de prueba de significación Duncan al 0.05 % de probabilidad, en la característica evaluada de altura de planta a los cinco días después de la aplicación del fertilizante orgánico biol se encontró, que el tratamiento T<sub>3</sub> fue el que logró la mayor altura con 28.31 cm, mientras que el tratamiento T<sub>4</sub> solamente alcanzo 18.63 cm. Estos resultados, nos siguen demostrando el efecto positivo del biol, en el desarrollo y crecimiento de la espinaca.

#### 4.2.3. Altura de planta a los 35 días después de la germinación.

En la evaluación, altura de planta a los quince días después de la aplicación del fertilizante orgánico biol, se observa que sigue habiendo diferencias estadísticas entre los tratamientos y bloques estudiados. El coeficiente de variabilidad fue de 6.39% (Cuadro 13 y Figura 17).

Cuadro 13. Prueba de Duncan para la altura de planta a los 35 días DDG.

Tratamientos	Identificación	cm	Duncan 0.05
T <sub>3</sub>	1200 L biol/ha	33.36	a
T <sub>2</sub>	800 L biol/ha	26.51	b
T <sub>1</sub>	400 L biol/ha	23.82	c
T <sub>4</sub>	testigo	18.05	d

Cv = 6.39%

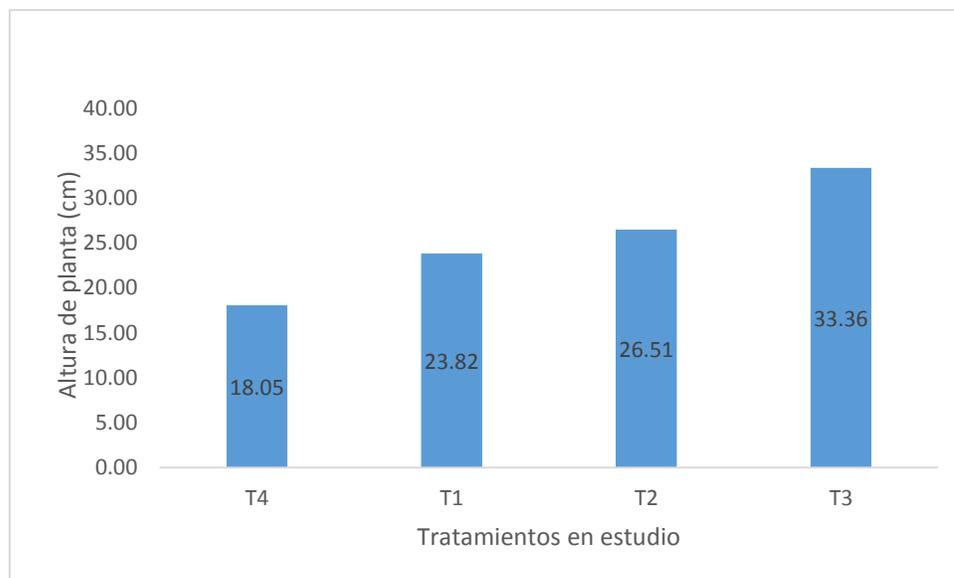


Figura 17. Altura de planta, 35 días después de la germinación.

En la prueba de significación Duncan al 0.05% de probabilidad, para altura de planta a los quince días después de la aplicación del fertilizante orgánico biol se observa, que el tratamiento T<sub>3</sub> sigue logrando la mayor altura con 33.36 cm, en comparación con el tratamiento T<sub>4</sub>, que alcanzo 18.05 cm, asumiendo, un mejor aprovechamiento de los elementos nutricionales favorecidos por la dosis de biol. Similar resultado obtuvo Estraver (2016) en su tesis, “efecto de diferentes dosis del mejorador de suelos humea en el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L. híbrido megatón), en condiciones del valle Santa Catalina”.

### 4.3. Ancho de hojas.

#### 4.3.1. Ancho de hojas a los 15 días después de la germinación.

Resultados de la evaluación de este parámetro, ancho de hojas, antes de la aplicación del fertilizante orgánico biol se observa, que también hay diferentes estadísticas entre los tratamientos y bloques estudiados. El coeficiente de variabilidad fue 5.76% (Cuadro 14, Figura 18).

Cuadro 14. Prueba de Duncan para ancho de hojas a los 15 días DDG.

Tratamientos	Identificación	cm	Duncan 0.05
T <sub>3</sub>	1200 L biol/ha	4.50	a
T <sub>2</sub>	800 L biol/ha	3.86	b
T <sub>1</sub>	400 L biol/ha	3.62	bc
T <sub>4</sub>	testigo	3.17	d

Cv = 5.76%

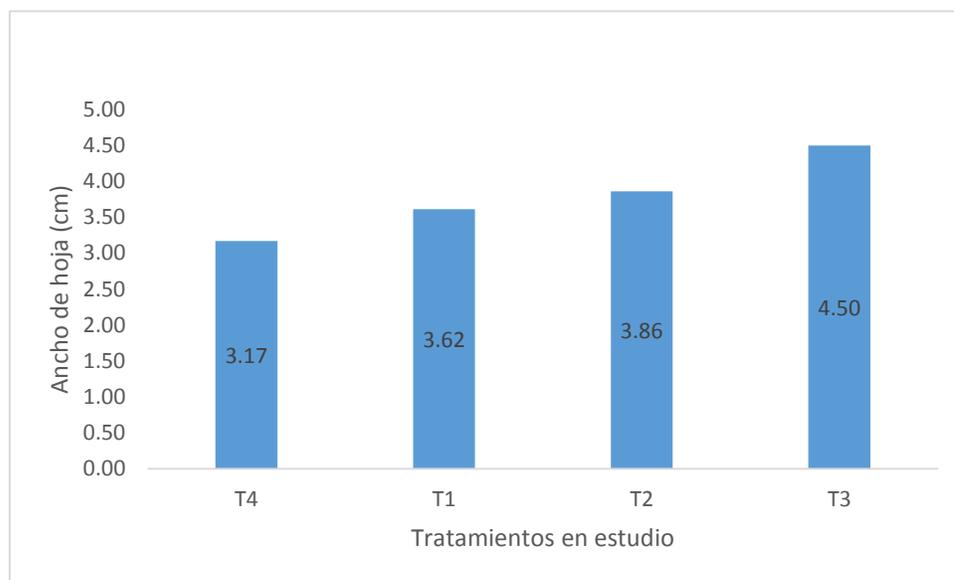


Figura 18. Ancho de hoja, 15 días después de la germinación.

En la prueba de significación Duncan al 0.05% de probabilidad en esta característica, antes de la aplicación del fertilizante orgánico biol se observa, que el tratamiento T<sub>3</sub> sigue logrando el mayor resultado con 4.50 cm, superando al tratamiento T<sub>4</sub>, el cual solo logro 3.17 cm.

#### 4.3.2. Ancho de hojas a los 25 días después de la germinación.

Al evaluar ancho de hojas a los cinco días después de la aplicación del biol, se encontró, que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos y bloques estudiados. El coeficiente de variabilidad fue de 3.45%, el cual demuestra, que los datos obtenidos son altamente confiables (Cuadro 15, Figura 19).

Cuadro 15. Prueba de Duncan para el ancho de hojas a los 25 días DDG.

Tratamientos	Identificación	cm	Duncan 0.05
T <sub>3</sub>	1200 L biol/ha	7.62	a
T <sub>2</sub>	800 L biol/ha	6.62	b
T <sub>1</sub>	400 L biol/ha	5.80	c
T <sub>4</sub>	testigo	4.67	d

$$Cv = 3.45\%$$

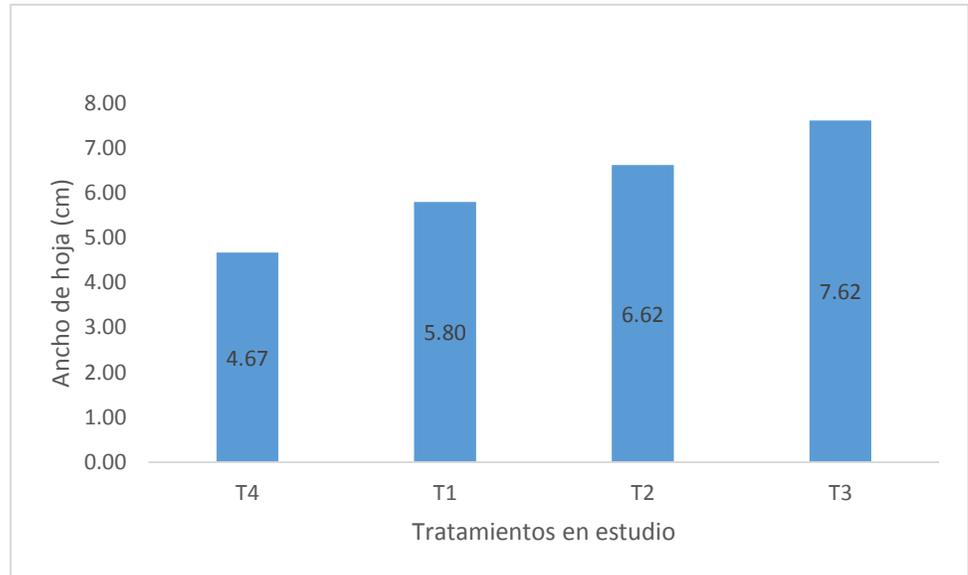


Figura 19. Ancho de hojas, 25 días después de la germinación.

En la prueba de significación Duncan al 0.05% de probabilidad, para el parámetro ancho de hojas a los cinco días después de la aplicación del abono orgánico biol se sigue demostrando, que el tratamiento T<sub>3</sub> sigue obteniendo los mejores resultados con 7.62 cm, superando nuevamente al tratamiento T<sub>4</sub>, el cual alcanza 4.67 cm, es decir, 2.95 cm menos. Estos resultados son similares a los obtenidos por Estraver (2016), en su tesis “efecto de diferentes dosis del mejorador de suelos humega en el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L. híbrido megatón), en condiciones del valle Santa Catalina”

#### 4.3.3. Ancho de hojas a los 35 días después de la germinación.

El parámetro evaluado, ancho de hojas a los quince días después de la aplicación del fertilizante orgánico biol, nos demuestra, que siguen habiendo diferencias estadísticas entre los tratamientos y bloques estudiados. El coeficiente de variabilidad fue de 6.84%, lo que los resultados son confiables

Cuadro 16. Prueba de Duncan para el ancho de hojas a los 35 días DDG.

Tratamientos	Identificación	cm	Duncan 0.05
T3	1200 L biol/ha	10.63	a
T2	800 L biol/ha	8.06	b
T1	400 L biol/ha	6.63	c
T4	testigo	5.13	d

Cv = 6.84%

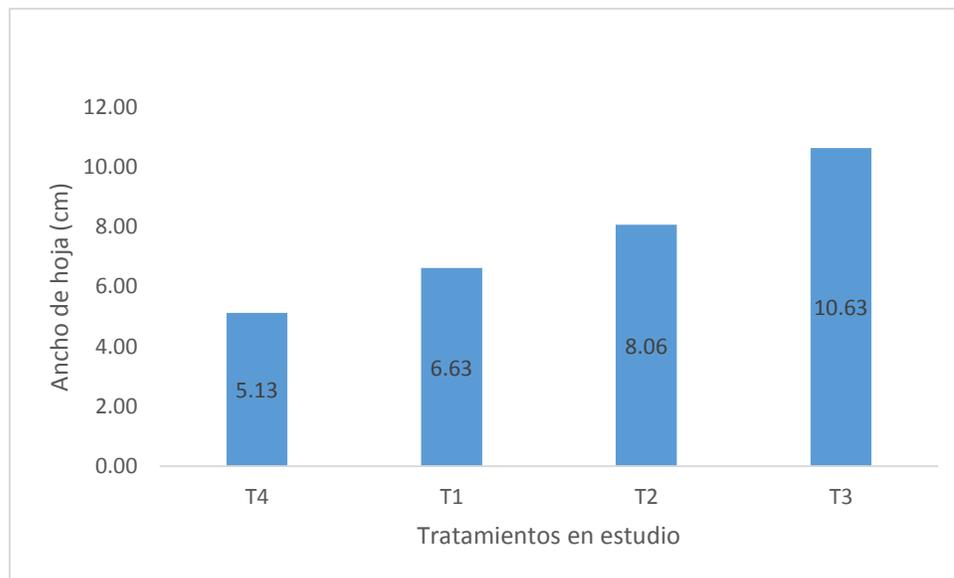


Figura 20. Ancho de hojas, 35 días después de la germinación.

En la prueba de sindicación Duncan al 0.05% de probabilidad, en la evaluación de ancho de hojas a los quince días después de aplicación del fertilizante orgánico biol se encontró, que el tratamiento T<sub>3</sub> sigue superando al tratamiento T<sub>4</sub>, los cuales lograron 10.63 y 5.13 cm, respectivamente.

#### 4.4. Longitud de hojas

##### 4.4.1. Longitud de hojas a los 15 días después de la germinación.

Como se observa en el parámetro evaluado, longitud de hojas a los quince días después de la germinación (antes de la aplicación del fertilizante orgánico biol), se observa que hay diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio y entre los bloques. El coeficiente de variabilidad fue 3.43% (Cuadro 17, Figura 21).

Cuadro 17. Prueba de Duncan para la longitud de hojas a los 15 días después de la germinación.

Tratamientos	Identificación	cm	Duncan 0.05
T <sub>3</sub>	1200 L biol/ha	17.83	a
T <sub>2</sub>	800 L biol/ha	15.55	b
T <sub>1</sub>	400 L biol/ha	12.39	c
T <sub>4</sub>	testigo	10.95	d

Cv = 3.43%

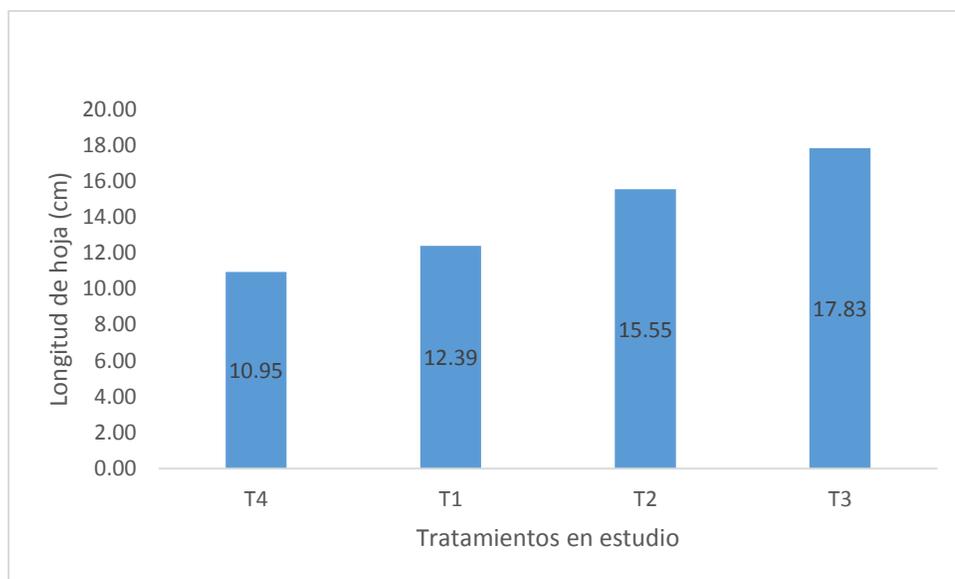


Figura 21. Longitud de hojas, 15 días después de la germinación.

En la prueba de significación Duncan al 0.05% de probabilidad, en la determinación de esta característica se determinó, que el tratamiento T<sub>3</sub> alcanzo el mayor resultado con 17.83 cm, en tanto que el tratamiento T<sub>4</sub> alcanzo 10.95 cm es decir 6.88 cm.

#### 4.4.2. Longitud de hojas a los 25 días después de la germinación.

Al realizar la evaluación, de longitud de hojas a los cinco días después de la aplicación del fertilizante orgánico biol, se encontró que hay diferencias estadísticas entre los tratamientos y bloques estudiados. El coeficiente de variabilidad fue 6.82%, el cual nos indica que los datos obtenidos son confiables (Cuadro 18, Figura 22).

Cuadro 18. Prueba de Duncan para la longitud de hojas a los 25 días DDG.

Tratamientos	Identificación	cm	Duncan 0.05
T3	1200 L biol/ha	31.07	a
T2	800 L biol/ha	26.92	b
T1	400 L biol/ha	20.63	c
T4	testigo	16.58	d

Cv = 6.82%

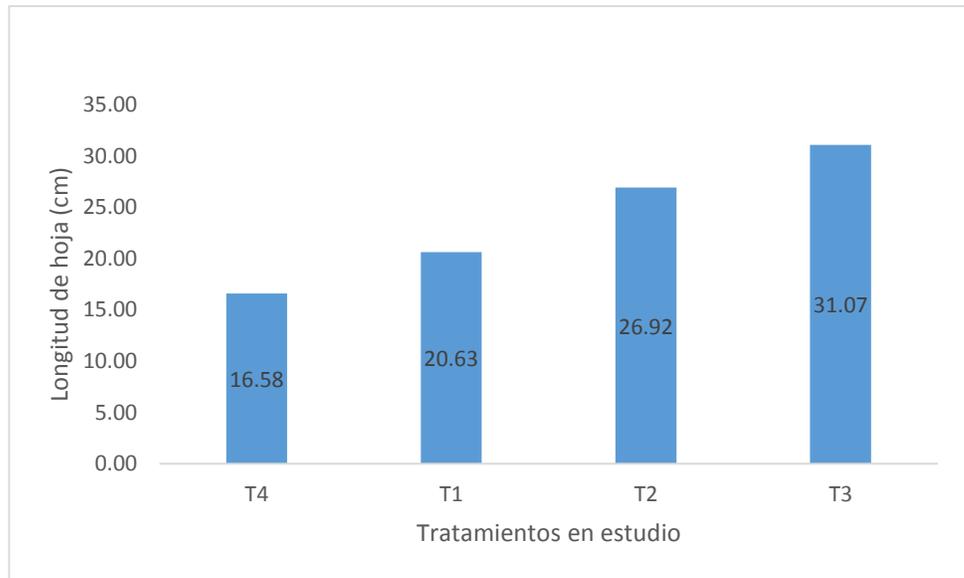


Figura 22. Longitud de hojas, 25 días después de la germinación.

En la prueba de significación Duncan al 0.05% de probabilidad, en la evaluación de esta característica, se encontró, que el tratamiento T3 obtuvo la mayor longitud con 31.07 cm, superando, nuevamente al tratamiento T4, que logró 16.58 cm. Similar resultado obtuvo Bocanegra (2014) en su tesis, “influencia de tres dosis crecientes de biofertilizante biol en la producción de lechuga (*lactuca sativa* L.) var. Great lakes 659, en condiciones del vale Santa Catalina – La Libertad”.

#### 4.4.3. Longitud de hojas a los 35 días después de la germinación.

La evaluación del parámetro, longitud de hojas a los quince días después de la aplicación del fertilizante orgánico biol, demuestra que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos es estudio, pero si entre los bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 9.19%, lo que nos indica que los resultados obtenidos son confiables (Cuadro 19, Figura 23).

Cuadro 19. Prueba de Duncan para longitud de hojas a los 35 días DDG.

Tratamientos	Identificación	cm	Duncan 0.05
T <sub>3</sub>	1200 L biol/ha	30.61	a
T <sub>2</sub>	800 L biol/ha	25.24	b
T <sub>1</sub>	400 L biol/ha	22.69	bc
T <sub>4</sub>	testigo	16.60	d

Cv = 9.19%

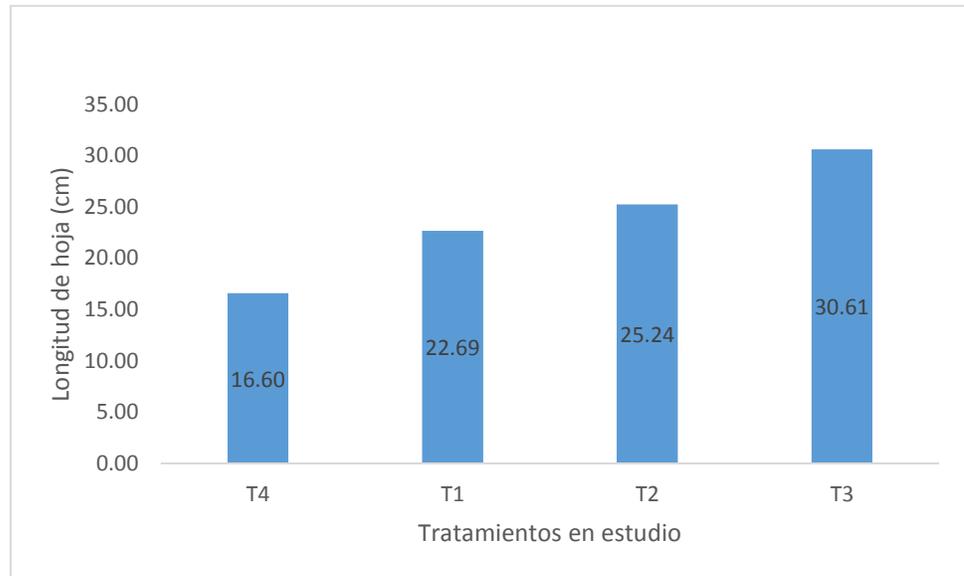


Figura 23. Longitud de hojas, a los 35 días después de la germinación.

En la prueba de significación Duncan al 0.05% de probabilidad, para el parámetro de longitud de hoja a los quince días después de la aplicación del biol se observa, que el tratamiento T3 obtuvo 30.61 cm, en tanto que el tratamiento T4, alcanzó 16.60 cm. se puede asumir que efecto del biol a los quince días después de su aplicación, influye positivamente en el desarrollo y actividad fisiológica de las plantas. Estos resultados fueron corroborados por Estraver (2016), en su tesis “efecto de diferentes dosis del mejorador de suelos humega en el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L. híbrido megatón) en condiciones del valle Santa Catalina”

#### 4.4.4. Producción (t/ha)

Como se observa en el parámetro de producción del cultivo de espinaca, a los quince días después de la aplicación del fertilizante orgánico biol, se observa que hay diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio y entre los bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 8.19%, lo que nos indica que los datos obtenidos son confiables (Cuadro 20, Figura 24).

Cuadro 20. Prueba de Duncan para la producción de espinaca a los 35 DDG.

Tratamientos	Identificación	t/ha	Duncan 0.05
T <sub>3</sub>	1200 L biol/ha	22.4	a
T <sub>2</sub>	800 L biol/ha	16.0	b
T <sub>1</sub>	400 L biol/ha	12.4	c
T <sub>4</sub>	testigo	7.8	d

Cv = 8.19%

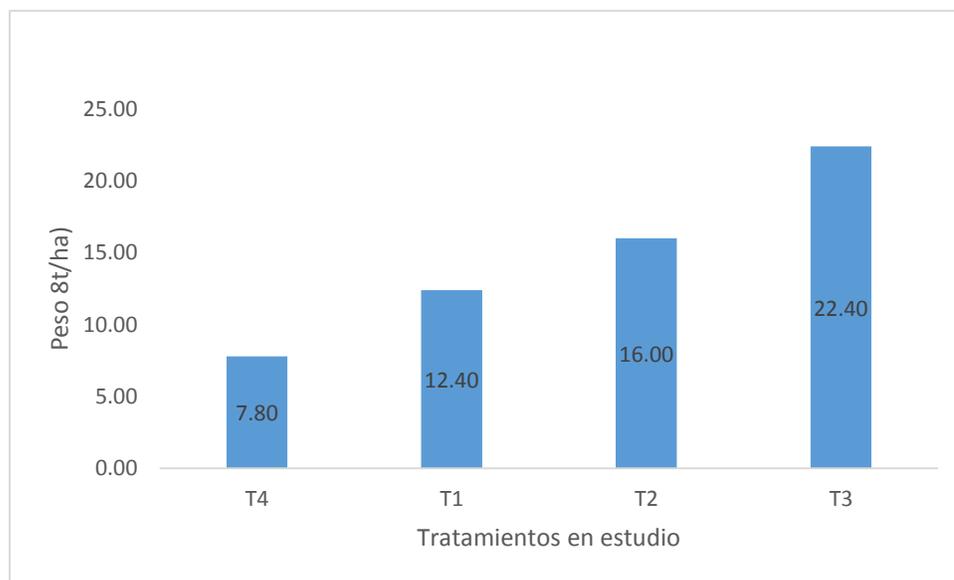


Figura 24. Producción en t/ha, 35 DDG.

En la prueba de significación Duncan al 0.05% de probabilidad, para el parámetro de producción se observa que el tratamiento T3 logró la mayor producción con 22.4 t/ha, superando a los demás tratamientos, en especial, al tratamiento T4, el que alcanzó 7.8 t/ha.

## V. CONCLUSIONES

La mejor producción de espinaca, se obtuvo con el tratamiento T3 (1200 L biol/ha), logrando 22.4 t/ha, superando al tratamiento T4 (testigo), el cual ocupó el último lugar con 7.8 t/ha.

En relación a las evaluaciones de número de hojas por planta, altura de planta, ancho de hojas y longitud de hojas; el tratamiento T3, con mayor dosis de biol (1200 L biol/ha), obtuvo los máximos valores, en comparación con los demás tratamientos, superando en especial al tratamiento T4 (testigo).

El cultivo de la espinaca se desarrolla y produce favorablemente en suelos aluviales, sin aplicación de fertilizantes químicos, lo que conlleva a la alternativa de una agricultura orgánica.

## VI. RECOMENDACIONES

Realizar nuevos ensayos con el cultivo de espinaca, utilizando dosis mayores de biol en otros híbridos.

Realizar ensayos del mismo cultivo con las mismas dosis en interacción con dosis mínimas de fertilización nitrogenada.

Realizar ensayos en otras hortalizas con dosis crecientes de biol, con y sin fertilización mineral.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

AEDES (Asociación especializada para el desarrollo sostenible). 2006. Manual de elaboración de abono foliar. Serie cultivos orgánicos. Año 9: n.11.

Aldabe, D.L.2000. Producción de hortalizas en Uruguay. Ed. Epsilon. Montevideo. 269 p.

Barrios, F. 2001. Efectos de concentraciones de biol al suelo y foliarmente en el cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis para obtener el título de ingeniero agrónomo. Universidad Agraria la Molina Lima – Perú.

Black, C. 1975. Relaciones suelo planta. Tomo III. México: Hemisferio sur. 456p.

Berbel, M. 2000. Apuntes agrícolas. Argentina: bajo el asfalto esta la huerta

Biobolsa. 2003. Manual de biol. Leído el 16 de setiembre del 2018. Recuperado de: <http://sistemabiobolsa.com/pdf/manualDeBiol.pdf>.

Bravo, A.1986. Monografías hortícolas. Santiago de Chile, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile. 82p.

Cerna, L. 2011. Producción de hortalizas. En L.A. Cerna Bazán. Preparación del terreno. Trujillo. 102p.

Cerna, L. 2011. Manual de olericultura. Editorial UPAO Perú. 138 – 139 p.

Davelouis, J. 1991. La fertilidad del suelo. Lima – Perú. 134 p.

Feder, F. E. (viernes 17 de setiembre del 2017). Unión Europea. Recuperado el 5 de noviembre del 2018 de <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=URISERV:g24234>.

García, A.; Rodríguez, A. 2003. Producción orgánica: Aportes para el manejo de sistemas ecológicos en Uruguay.

Gómez, P.A. 2005. Cosecha ecológica en el campo y la ciudad 75 plantas para diseñar sistemas agroecológicos. CEUTA. Montevideo 307 p.

Gomero, O; Velásquez, A. 1999. Manejo ecológicos de suelo: concepto, Experiencias y Técnicas. Primera edición editada por la red de acción en alternativa de curso de agroquímicos Lima – Perú. 170 – 190 p.

Gros, A. 1986. Abonos: Guía práctica de la fertilización en los cultivos. España: ediciones Mundi – prensa. 136 p.

Hessayon, D.C. 1988. Manual de horticultura. Ed. Blume, S.A. Barcelona, 92 – 94 p.

INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria). 2008. Folleto Producción y uso del biol. Serie n.2. 1era Edición. Consultado el 2 de julio del 2018. Disponible en [http://www.inia.gob.pe/genética/in\\_situ/bBiol.pdf](http://www.inia.gob.pe/genética/in_situ/bBiol.pdf).

INIA 2010. El biol, un abono orgánico natural para mejorar la producción agrícola. Leído el 10 de julio del 2018. Disponible línea: <http://www.monografias.com/trabajos91/biol-abono-organico-natural-mejorar-produccion-agricola/biol-abono-organico-natural-mejorar-produccion-agricola.shtml>.

INFOAGRO.2010. Cultivo de espinaca. Leído el 11 de marzo del 2018. Disponible en línea: <http://www.infoagro.com/hortalizas/espinaca.htm>.

INFOAGRO 2006. Cultivo de espinaca. Recuperado el 2 de julio del 2018. Disponible en línea: <http://www.infoagro.com/htm>.

INTA Pro huerta. 200. La huerta orgánica familiar. Plan Nacional de Seguridad Alimentaria. Material de Capacitación. INTA – Ministerio de Desarrollo Social. Buenos Aires. 120 p.

IRAÑETA, I. 2002. “Herramientas de ayuda a la decisión para el manejo correcto de los fertilizantes nitrogenados en hortalizas de invierno”. Navarra Agraria n°133, 6 – 16p.

Licata, M. 2003. La espinaca: beneficios, propiedades y nutrientes. Mallorca – España: Ediciones Mundi – prensa. 111 p.

López, R. 1985. El diagnostico de suelos y plantas. 4° Edición. Madrid– España, España: ediciones Mundi – prensa 111 p.

Montero, A.; Parina, D. 1991. Plagas, enfermedades, nematodos, virus y malezas de las hortalizas (Vol. IV). Huaraz, Perú: instituto nacional de investigación agraria y agroindustrial 44p.

Moroto, J.V. 2002. Horticultura herbácea especial. 5ta Ed. Editorial Mundi – Prensa. España. 702 p.

Ramírez, F. 2002. Consumo de fertilizantes en el Perú. Mimeografiado. 759 p.

Sarli, A. E. 1958. Horticultura editorial Acmé. Buenos Aires 454 p.

SIEA. 2017. Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias. Recuperado el 22 de octubre del 2018, de producción hortofrutícola:

<http://siea.minag.gob.pe/siea/?q=producción-hortofrutícola>.

Siura, S.; S. 2006. Effect of Green manure rotation, biofertilizer and cultivar on the production of organic spinach (*Spinacia oleracea*). 16 IFOAM. Organic world congress. Modena, Italy. Pp4.

Suquilanda. 2003. Producción orgánica de hortalizas. S.f. Edición Publiasesores. PP., 147, 151 - 156, 238.

Tamaro, D. 1981. Manual de horticultura. México D.F.: Editorial Gustavo Gili. 510p.

USDA. 2015. Base de datos nacional de nutrientes para referencia estándar. Recuperado el 18 de noviembre del 2018. De USDA:

<http://ndb.nalusda.gov/ndb/foods/show/3214>.

Tecniagro. 2003. Tecniagro. Recuperado el 29 de octubre del 2018, de [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com).

Valadez, A. 1997. Producción de hortalizas. México: uteha. 135p.

Valladares, F. 2017. Efecto de tres niveles de fertilización nitrogenada en la producción y calidad del cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) para encurtidos Cv. Marketnore – 76. Tesis para obtener el Título de Ingeniero

Agrónomo. Universidad privada Antenor Orrego Facultad de Ciencias Agrarias. p 18.

Vigliola, A. 2014 manual de horticultura. México D.F.: Uteha. 135p.

## VIII. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para número de hojas a los 15 días después de la germinación.

Análisis de varianza

<i>F. de V.</i>	<i>S.C</i>	<i>G.L</i>	<i>C.M</i>	<i>Ft</i>	<i>Fc (0.05)</i>	<i>Fc (0.01)</i>	<i>significancia</i>
Filas	0.73	3.00	0.24	5.78	3.86	6.99	*
Columnas	14.11	3.00	4.70	112.48	3.86	6.99	**
Error	0.38	9.00	0.04				
Total	15.21	15.00					

Anexo 2. Análisis de varianza para número de hojas a los 25 días después de la germinación.

Análisis de varianza

<i>F. de V.</i>	<i>S.C</i>	<i>G.L</i>	<i>C.M</i>	<i>Ft</i>	<i>Fc (0.05)</i>	<i>Fc (0.01)</i>	<i>significancia</i>
Filas	122.95	3.00	40.98	22.91	3.86	6.99	**
Columnas	302.04	3.00	100.68	56.29	3.86	6.99	**
Error	16.10	9.00	1.79				
Total	441.09	15.00					

Anexo 3. Análisis de varianza para número de hojas a los 35 días después de la germinación.

Análisis de varianza

<i>F. de V.</i>	<i>S.C</i>	<i>G.L</i>	<i>C.M</i>	<i>Ft</i>	<i>Fc (0.05)</i>	<i>Fc (0.01)</i>	<i>significancia</i>
Filas	5.67	3.00	1.89	0.92	3.86	6.99	N.S
Columnas	606.17	3.00	202.06	98.22	3.86	6.99	**
Error	18.52	9.00	2.06				
Total	630.36	15.00					

Anexo 4. Análisis de varianza para altura de planta a los 15 días después de la germinación.

Análisis de varianza

<i>F. de V.</i>	<i>S.C</i>	<i>G.L</i>	<i>C.M</i>	<i>Ft</i>	<i>Fc (0.05)</i>	<i>Fc (0.01)</i>	<i>significancia</i>
Filas	4.93	3.00	1.64	6.69	3.86	6.99	*
Columnas	38.95	3.00	12.98	52.78	3.86	6.99	**
Error	2.21	9.00	0.25				
Total	46.09	15.00					

Anexo 5. Análisis de varianza para l altura de planta a los 25 días después de la germinación.

Análisis de varianza

<i>F. de V.</i>	<i>S.C</i>	<i>G.L</i>	<i>C.M</i>	<i>Ft</i>	<i>Fc (0.05)</i>	<i>Fc (0.01)</i>	<i>significancia</i>
Filas	15.23	3.00	5.08	2.39	3.86	6.99	N.S
Columnas	208.36	3.00	69.45	32.73	3.86	6.99	**
Error	19.10	9.00	2.12				
Total	242.68	15.00					

Anexo 6. Análisis de varianza para altura de planta a los 35 días después de la germinación.

Análisis de varianza

<i>F. de V.</i>	<i>S.C</i>	<i>G.L</i>	<i>C.M</i>	<i>Ft</i>	<i>Fc (0.05)</i>	<i>Fc (0.01)</i>	<i>significancia</i>
Filas	46.58	3.00	15.53	5.88	3.86	6.99	*
Columnas	484.24	3.00	161.41	61.14	3.86	6.99	**
Error	23.76	9.00	2.64				
total	554.58	15.00					

Anexo 7. Análisis de varianza para ancho de hojas a os 15 días después de la germinación.

Análisis de varianza.

<i>F. de V.</i>	<i>S.C</i>	<i>G.L</i>	<i>C.M</i>	<i>Ft</i>	<i>Fc (0.05)</i>	<i>Fc (0.01)</i>	<i>Significancia</i>
filas	1.34	3.00	0.45	9.41	3.86	6.99	**
Columnas	3.69	3.00	1.23	25.84	3.86	6.99	**
Error	0.43	9.00	0.05				
Total	5.45	15.00					

Anexo 8. Análisis de varianza para ancho de hojas a los 25 días después de la germinación.

Análisis de varianza

<i>F. de V.</i>	<i>S.C</i>	<i>G. L</i>	<i>C.M</i>	<i>Ft</i>	<i>Fc (0.05)</i>	<i>Fc (0.01)</i>	<i>significancia</i>
Filas	4.17	3.00	1.39	30.54	3.86	6.99	**
Columnas	18.63	3.00	6.21	136.49	3.86	6.99	**
Error	0.41	9.00	0.05				
Total	23.21	15.00					

Anexo 9. Análisis de varianza para ancho de hoja a los 35 días después de la germinación.

Análisis de varianza

<i>F. de V.</i>	<i>S.C</i>	<i>G.L</i>	<i>C.M</i>	<i>Ft</i>	<i>Fc (0.05)</i>	<i>Fc (0.01)</i>	<i>Significancia</i>
Filas	9.79	3.00	3.26	12.03	3.86	6.99	**
Columnas	65.76	3.00	21.92	80.81	3.86	6.99	**
Error	2.44	9.00	0.27				
Total	78.00	15.00					

Anexo 10. Análisis de varianza para longitud de hojas a los 15 días después de la germinación.

Análisis de varianza

<i>F. de V.</i>	<i>S.C</i>	<i>G.L</i>	<i>C.M</i>	<i>Ft</i>	<i>Fc (0.05)</i>	<i>Fc (0.01)</i>	<i>significancia</i>
Filas	9.06	3.00	3.02	12.75	3.86	6.99	**
Columnas	115.38	3.00	38.46	162.44	3.86	6.99	**
Error	2.13	9.00	0.24				
Total	126.57	15.00					

Anexo 11. Análisis de varianza para longitud de hojas a los 25 días después de la germinación.

#### Análisis de varianza

<i>F. de V.</i>	<i>S.C</i>	<i>G.L</i>	<i>C.M</i>	<i>Ft</i>	<i>Fc (0.05)</i>	<i>Fc (0.01)</i>	<i>significancia</i>
Filas	175.38	3.00	58.46	22.21	3.86	6.99	**
Columnas	498.62	3.00	166.21	63.15	3.86	6.99	**
Error	23.69	9.00	2.63				
Total	697.69	15.00					

Anexo 12. Análisis de varianza para longitud de hojas a los 35 días después de la germinación.

#### Análisis de varianza

<i>F. de V.</i>	<i>S.C</i>	<i>G.L</i>	<i>C.M</i>	<i>Ft</i>	<i>Fc (0.05)</i>	<i>Fc (0.01)</i>	<i>significancia</i>
Filas	18.76	3.00	6.25	1.31	3.86	6.99	N.S
Columnas	406.03	3.00	135.34	28.31	3.86	6.99	**
Error	43.03	9.00	4.78				
Total	467.82	15.00					

Anexo 13. Análisis de varianza para la producción de espinaca a los 35 días después de la germinación.

Análisis de varianza

<i>F. de V.</i>	<i>S.C</i>	<i>G.L</i>	<i>C.M</i>	<i>Ft</i>	<i>Fc (0.05)</i>	<i>Fc (0.01)</i>	<i>significancia</i>
Filas	0.02	3.00	0.01	1.49	3.86	6.99	N.S
Columnas	1.14	3.00	0.38	105.44	3.86	6.99	**
Error	0.03	9.00	0.00				
Total	1.19	15.00					