

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Niveles de guano de isla y dosis de microorganismos eficaces
en el rendimiento de espinaca (*Spinacia oleracea* L.)**

Canaán, 2750 msnm - Ayacucho

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

PRESENTADO POR:

Juan Carlos Jayo Huamán

Ayacucho - Perú

2018

A mi adorable madre Esperanza Victoria por ser la amiga y guía que me ha ayudado a crecer, por estar siempre conmigo en todo momento. Gracias por la paciencia que has tenido para enseñarme, por el amor que me das, por tus cuidados en el tiempo que hemos vivido juntos, por los regaños que me merecía y que no entendía. Gracias Mamá por estar al pendiente durante toda esta etapa.

A mi hermana Sheyla Margaret, que con su amor me ha enseñado a salir adelante. Gracias por tu paciencia, gracias por preocuparte por tu hermano mayor, pero sobre todo, gracias por estar en este momento tan importante en mi vida.

AGRADECIMIENTO

A mi Alma Mater, la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, forjador de grandes hombres que contribuyen con el desarrollo de Ayacucho y el Perú.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, en especial a la Escuela Profesional de Agronomía por cobijarme en sus aulas y me forjaron como Agrónomo.

A la Plana de docentes de la Escuela Profesional de Agronomía, quienes con sus sabias enseñanzas contribuyeron en mi formación como persona y profesional.

Al Ing. Walter A. Mateu Mateo quien con su apoyo incondicional contribuyó desde el inicio hasta la finalización del presente trabajo de investigación.

Al Personal administrativo y trabajadores del Centro Experimental de Canaán de la Facultad de Ciencias Agrarias quienes me apoyaron en la conducción de mi trabajo.

A mis compañeros de estudio con quienes compartimos las aulas y experiencias en la UNSCH.

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Índice general	iii
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Índice de anexos.....	vii
Resumen.....	1
Introducción	3

CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Generalidades del cultivo de espinaca.....	5
1.2 Factores productivos de la espinaca	11
1.3 Requerimientos nutricionales del cultivo	14
1.4 Proceso productivo del cultivo de espinaca.....	16
1.5 De la materia orgánica y el guano de isla.....	20
1.6 Los microorganismos eficaces (EM)	24

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1 Del campo experimental	29
2.2 Análisis físico químico del suelo.....	29
2.3 Análisis químico del guano de isla	30
2.4 Características climáticas.....	31
2.5 Metodología experimental	34
2.6 Instalación y conducción del experimento	36
2.7 Variables evaluadas	38

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Precocidad del cultivo.....	40
3.2 Variables de rendimiento	42
3.3 Análisis de rentabilidad	56

Conclusiones	58
Recomendaciones.....	59
Referencia bibliográfica	60
Anexos	64

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.1	Composición nutritiva de las espinacas por 100 g de producto comestible.....	11
Tabla 1.2	Relación entre la temperatura, el porcentaje de germinación y días a la emergencia en el cultivo de espinaca.....	12
Tabla 2.1	Resultados del análisis de suelos del terreno experimental. Canaán. 2017.....	30
Tabla 2.2	Resultados del análisis del Guano de Islas.....	30
Tabla 2.3	Temperatura Máxima, Mínima, Media, precipitación y Balance Hídrico correspondiente a la Campaña Agrícola 2016 - 2017 de la Estación Meteorológica INIA (SENAMHI) - Ayacucho.....	32
Tabla 3.1	Rango de días a Emergencia de plántulas y Madurez de cosecha comercial de espinaca con niveles de guano de isla y dosis de EM. Canaán 2750 msnm.....	40
Tabla 3.2	Análisis de variancia de longitud de planta de espinaca con niveles de guano de isla y dosis de EM. Canaán 2730 msnm.....	42
Tabla 3.3	Análisis de variancia de ancho de limbo de hoja de espinaca con niveles de guano de isla y dosis de EM. Canaán 2750 msnm.....	44
Tabla 3.4	Análisis de variancia de longitud de limbo de hoja de espinaca con niveles de guano de isla y dosis de EM. Canaán 2750 msnm.....	46
Tabla 3.5	Análisis de variancia del número hojas de espinaca con niveles de guano de isla y dosis de EM. Canaán 2750 msnm.....	49
Tabla 3.6	Análisis de variancia del rendimiento de espinaca con niveles de guano de isla y dosis de EM. Canaán 2750 msnm.....	51
Tabla 3.7	Análisis de variancia de rendimiento de materia seca de espinaca con niveles de guano de isla y dosis de EM. Canaán 2750 msnm...	55
Tabla 3.8	Costo de Producción, valor de la cosecha y rentabilidad del cultivo de espinaca con GI y EM. Canaán, 2759 msnm.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 2.1	Temperatura Máxima, Mínima, Media y Balance Hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2016-2017 de la Estación Meteorológica de INIA (SENAMHI) - Ayacucho.....	33
Figura 2.2	Croquis y randomización del campo experimental.....	36
Figura 3.1	Prueba de Tukey (0.05) del efecto principal de dosis de EM (%) de longitud de planta de espinaca. Canaán 2750 msnm.....	43
Figura 3.2	Prueba de Tukey (0.05) del efecto principal de dosis de EM de ancho de limbo de hoja de espinaca. Canaán 2750 msnm.....	45
Figura 3.3	Prueba de Tukey (0.05) del efecto principal de dosis de EM de longitud de limbo de hoja en espinaca. Canaán, 2750 msnm.....	47
Figura 3.4	Prueba de Tukey (0.05) del efecto principal de dosis de EM de número de hojas en espinaca. Canaán, 2750 msnm.....	50
Figura 3.5	Prueba de Tukey (0.05) del efecto principal de niveles de GI de rendimiento de espinaca. Canaán 2750 msnm.....	53
Figura 3.6	Prueba de Tukey (0.05) del efecto principal de dosis de EM de rendimiento de espinaca. Canaán 2750 msnm.....	54
Figura 3.7	Prueba de Tukey (0.05) del efecto principal de Niveles de GI en el rendimiento de materia seca de espinaca. Canaán 2750 msnm..	56

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1 Datos de campo de las variables observadas en el experimento.....	65
Anexo 2 Costos de producción	66
Anexo 3 Panel fotográfico.....	76

RESUMEN

El experimento se condujo entre los meses de mayo a junio de 2017, en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, a 2750 msnm de altitud. Se planteó como objetivos específicos: Determinar el nivel de guano de isla y dosis de microorganismos eficaces - EM que mejoren el rendimiento de espinaca y determinar la rentabilidad económica de la aplicación de niveles de guano de isla y dosis de microorganismos eficaces - EM en el cultivo de espinaca para recomendar su uso. Los factores en estudio fueron: Niveles de guano de isla ($g_1 = 1.0 \text{ t.ha}^{-1}$; $g_2 = 2.0 \text{ t.ha}^{-1}$) y Dosis de EM ($d_1 = 00 \%$ de EM; $d_2 = 2 \%$ de EM; $d_3 = 4 \%$ de EM; $d_4 = 6 \%$ de EM; y $d_5 = 8 \%$ de EM). De la combinación de dichos factores resultaron 10 tratamientos que se condujo dentro de un Diseño Bloque Completo Randomizado, con arreglo factorial de $2G * 5 \text{ EM}$; con 3 repeticiones y 30 unidades experimentales, cuyas dimensiones son: ancho 2.1 m; largo 5.0 m y área de 10.50 m^2 . Se utilizó semilla garantizada de espinaca de la variedad Viroflay. Se arribó a las siguientes conclusiones: Los días de madurez comercial de espinaca se incrementa con 2.0 t.ha^{-1} de guano de isla. Con las dosis 8 y 6 % de EM aplicado al cultivo se alcanzó 16.72 cm de longitud de planta, 7.02 cm de ancho de limbo, 8.27 cm de longitud de limbo y 9-11 hojas por planta. Los niveles de guano de isla no tuvieron influencia en estas variables. Con la dosis 8 y 6 % de EM aplicados se alcanzaron los mayores rendimientos, con 8.11 y 8 t.ha^{-1} . Con el nivel de 2.0 t.ha^{-1} de guano de isla se alcanzó 7.58 t.ha^{-1} . El mayor contenido de materia seca se obtuvo con 2 t.ha^{-1} de guano de isla con 52.11 kg.ha^{-1} . La mayor rentabilidad del cultivo se logró con los tratamientos, 1.0 t.ha^{-1} de guano de isla y 8.0 % de EM, 2.0 t.ha^{-1} de guano de isla con 4 % de EM y 1.0 t.ha^{-1} de guano de isla con 6 % de EM, con índices de rentabilidad de 1.39, 1.18 y 1.12, respectivamente.

INTRODUCCIÓN

La espinaca (*Spinacia oleracea* L.) es una hortaliza originaria de Europa, procedente de regiones asiáticas, probablemente de Persia. No hay evidencias cuando fue el año exacto en la que fue introducida la espinaca al Perú.

Su periodo de crecimiento relativamente corto, siendo herbácea de tamaño pequeño que llega a desarrollar un tallo compacto a partir del cual emergen peciolos (parte de la hoja que une el tallo a la lámina foliar) de tamaño variable, según el tipo de cultivar sembrado, que terminan en hojas de forma de triangular o de saeta (flecha) de color verde oscuro; la planta puede alcanzar una altura de 20 – 40 cm. según el tipo de cultivar sembrado. Esta hortaliza se desarrolla y crece adecuadamente tanto en la costa como en la sierra del territorio peruano. La producción anual en el Perú es de 8,948 toneladas; los departamentos productores están distribuidos en 7 departamentos que reportan las mayores cantidades para el mercado nacional. Actualmente la mayor producción de espinaca en el Perú se da en el departamento de Junín con 4,606 toneladas del total; Lima aporta con 3,876 toneladas, luego Arequipa, Ancash, La Libertad, Ica y Huancavelica, con 17, 113, 98, 64, 20 toneladas, respectivamente, en una extensión aproximada de 666 ha a precios en chacra que oscilan entre S/. 0.34 a S/. 1.09 nuevos soles y con un rendimiento promedio anual de 13,440 kg.ha⁻¹ (Ministerio de Agricultura, 2014).

En el departamento de Ayacucho la producción de esta hortaliza es mínima no existiendo estadísticas en el Ministerio de Agricultura. La extensión aproximada del cultivo es de 1.5 has con un rendimiento de 5 a 6 t.ha⁻¹, menor que el promedio nacional y mucho menor que lo obtenido en Huancayo (21 t.ha⁻¹); este bajo rendimiento es debido principalmente a la poca costumbre de los consumidores de tenerla dentro de su dieta diaria y de su canasta familiar (Molina, 2017).

La espinaca ha sido poco estudiada en nuestro medio, por lo cual se desconocen aspectos productivos de su cultivo para nuestra zona, entre ellos las más importantes, densidad de siembra, niveles de abonamiento, uso eficiente del agua y de nuevas variedades.

La fertilización representa la práctica agronómica más importante del proceso agrícola, para obtener mejores y mayores producciones. El mal manejo de fertilizantes no sólo afecta a la economía, sino el empobrecimiento y la degradación de los suelos, contaminación ambiental, aparición de nuevas plagas y enfermedades. Generalmente las dosis de fertilización de nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O) recomendadas para obtener 25-30 t.ha⁻¹ de espinaca son 140-160 | 40-50 | 180-220 kg.ha⁻¹, dependiendo de la calidad del suelo y la presencia de materia orgánica (<http://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/espinaca/513-espinacas-dosis-de-nutrientes-para-abonado-cultivo>).

El uso masivo de los fertilizantes químicos genera diversos problemas; por ejemplo, la contaminación de los suelos, de los mantos acuíferos y cuerpos de agua. Ante esta situación es conveniente realizar trabajos de investigación de abonamientos orgánico como es el guano de isla combinado con los microorganismos eficaces para conocer los efectos sobre la producción y rendimientos en esta especie con la finalidad de encontrar una tecnología que esté al alcance de los agricultores y con ello mejoren sus rendimientos y sus ingresos familiares.

La fertilización representa una práctica agronómica importante del proceso agrícola y el empleo de abonos orgánicos como los Microorganismos Eficaces (EM) es una buena alternativa sana y limpia para los agricultores. Razón por la cual, se ha planteado realizar el presente ensayo, con la finalidad de alcanzar los siguientes objetivos:

1. Determinar el nivel de guano de isla y dosis de microorganismos eficaces - EM que mejoren el rendimiento de espinaca.
2. Determinar la rentabilidad económica de la aplicación de niveles de guano de isla y dosis de Microorganismos eficaces - EM en el cultivo de espinaca para recomendar su uso.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE ESPINACA

1.1.1 Origen e historia

Marhuenda y García (2018) menciona que la espinaca según el botánico ruso Vavilov (1926) está ubicada en el Centro de Dispersión del Cáucaso, Irán y Afganistán: añade que el francés Pyramus de Candolle sostiene que esta planta procede de Oriente Medio, pues su nombre parece derivar del persa aspanach o del árabe isfinag y finaliza mencionado que el inglés Boswell (1949), autor de Nuestros Vegetales Viajeros, sostiene que es oriunda del sudeste asiático. De allí habría sido traída por el conquistador macedonio Alejandro Magno a Grecia, adaptándose al lugar. Los griegos y los romanos la consumían como medicina y fue también muy apreciada por los árabes, por sus propiedades saludables. Los mismos autores describen que la espinaca que hoy conocemos se cultivaba ya en el siglo XI con profusión en Sevilla (España). También se plantaba en Francia en el siglo XIII. Reporta que el escritor español José Acosta (1590) en su libro Historia Natural y Moral de las Indias, que los conquistadores españoles llevaron el cultivo de la espinaca a América. Se sabe que los misioneros españoles introdujeron el cultivo de la espinaca a los EEUU en el siglo XVII, adaptándose bien en Texas y California. Igualmente afirma que el botánico sueco Carlos Linneo (1753) la denominó *Spinacea oleracea* en su libro Species Plantarum. Actualmente se consume en fresco o cocinada y se puede encontrar en múltiples formas (en fresco, congelada, deshidratada). Pero el crecimiento de su consumo viene de la mano de la industria de procesado de ensaladas, formando parte de mezclas con otras plantas como rúcula, canónigos, lechugas, etc., y también sola, troceada o como brotes de espinaca. Es una de las hortalizas consideradas como más saludables, entra dentro de la gama de alimentos funcionales, aspecto que valora cada vez más el consumidor.

1.1.2 Ubicación taxonómica

Maroto (1992) señala que la espinaca se clasifica dentro de la siguiente categoría taxonómica:

Reino	:	Vegetal
Sub Reino	:	Fanerógama o Antofita
División	:	Angiospermas
Clase	:	Dicotyledoneae
Sub Clase	:	Archichlamydeae
Orden	:	Centrospermae
Familia	:	Chenopodiáceae
Género	:	Spinácea
Especie	:	<i>Spinacea oleracea</i> L
Nombre común	:	Espinaca

1.1.3 Características botánicas

La espinaca es una planta herbácea que puede ser anual y algunas variedades, perennes, cuyas características botánicas se detallan a continuación:

a) Sistema radicular

Maroto (1992) 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. El sistema de raíces de esta hortaliza es menos profundo y vigoroso que los de betabel y la acelga, la raíz principal puede medir entre 18cm y 30 cm de ancho, es muy superficial.

b) El tallo

El sistema aéreo de la planta se sostiene por el tallo, este es muy corto y rudimentario, llegando a medir de 0.5 a 1.0 cm sin embargo, Guenko (1983), citado por Valadez (1994) menciona que el tallo floral es cilíndrico y llega a medir de 60 a 80 cm de altura.

Según Infoagro.Com (2000) expone en la monografía publicada que el tallo erecto mide de 0.30 a 1 m de longitud en el que se sitúan las flores.

c) Las Hojas

Maroto (1992) manifiesta que el órgano comestible forma en primer lugar una roseta de hojas pecioladas con un limbo que puede ser más o menos sagitado, triangular - ovalado o triangular acuminado. En esta fase de roseta la planta puede alcanzar una altura de 15 a 25 cm de altura. 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.

Infoagro.Com (2018) resalta que las hojas caulíferas son 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.

d) Las Flores

Tiscornia (1989) indica que el tallo floral es ramificado y alcanza hasta un metro de altura, la especie es dioica, es decir que las flores masculinas están en un pie y las femeninas en otro, los pies machos se reconocen porque la inflorescencia es en racimo y las femeninas en glomérulos sentados

Las flores masculinas aparecen en espigas terminales o axilares en grupos de 6 – 12, las flores femeninas se agrupan en glomérulos axilares. 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 agrupan en glomérulos axilares y están formadas por un periantio bi o tetra dentado, con ovarios uní ovulares, estilo único y estigma dividido en 3-5 segmentos.

Valadez (1994) menciona que las flores se dan en racimo en un número promedio de 6 a 20 existiendo tres clases de flores: estaminadas, pistiladas y hermafroditas, a esta últimas muy rara vez se les encuentra, las flores masculinas tienen 5 sépalos y de 4 a 5 estambres y por lo regular se encuentran en panículas o espigas, las femeninas casi siempre son axilares.

e) El fruto

Los frutos o semillas son de color gris verdoso, de tamaño más bien grande, a veces redondeadas y otras puntiagudas; tienen de 2 a 3 mm de diámetro. Las semillas en el tallo floral que se desarrollan en primavera, entran 90 en un gramo si son espinadas, y 110 si son lisas, como lo menciona Tiscornia (1989).

Valadez (1994) 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.

f) Las Semillas

Maroto (1992) sostiene que las semillas espinaca son de forma lenticular, lisa en algunas variedades y espinosa en otras. Como término medio tiene una capacidad germinativa de 4 años, son tan pequeñas que 115 semillas pesan 1 gr aproximadamente.

Las semillas tienen 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 rápida y regular que las de sólo un año; H°R de la semilla de 11%, H°R del ambiente de 55 % y temperatura de conservación de 21 °C, H°R de la semilla de 13%, H°R 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 (Gorini, 1970).

1.1.4 Variedades de espinaca

Generalmente las variedades de espinacas se clasifican en función de su adaptación a los distintos ciclos de cultivo. Así, según Maroto (1992) encontramos dos grandes grupos: variedades de otoño-invierno y variedades de primavera-verano.

a) Variedades de otoño-invierno

- "Viking": De hojas redondeadas, resistentes al frío.
- "Gigante de invierno": De hojas anchas y alto rendimiento productivo.
- "Monstruosa de Viroflay": De porte semi erecto y hojas lanceoladas.
- "Early Hibrid": De hojas de color verde oscuro y forma oval.
- "Andros F1": Muy precoz, hojas anchas de color verde intenso, resistente al virus del mildiu y tolerante al virus del mosaico del pepino.
- "Samos F1": Muy productiva, resistente al mildiu y tolerante al virus del mosaico del pepino.
- "Granstand híbrida": Muy adaptada a la congelación.
- "Roga F1": De hojas erectas, muy resistente al frío.
- "Marathon híbrida": De hoja abollada, apta para la recolección mecánica.
- "Seven-R-híbrida": Semi erecta, apta para la recolección mecánica, resistente al virus del mildiu.
- "Vidimun": De color atractivo verde oscuro y muy productivo.
- "Híbrido Palona": Hojas lisas de peciolo cortos, anchas y color verde no muy pronunciado.
- "Virkade": Hojas anchas de color oscuro, muy resistentes al frío y resistentes al virus del mosaico del pepino.
- "Polka F1": Hojas semi-erectas de color verde oscuro, resistente al mildiu.
- "Parys F1": Hojas anchas, resistentes al virus del mildiu.

b) Variedades de primavera-verano

- "Pavana F1": Follaje erecto, de color verde oscuro, resistente al virus del mildiu.
- "Bloomsdale": De ciclo precoz y muy productivo.
- "Maravilla del mercado": Hojas de color verde oscuro.
- "Capella F1": De hojas verde oscura y redondeadas.

- "Symphonie F1": De porte erecto, posee buena resistencia al virus del mildiu y tolerante al del mosaico del pepino.
- "Estivato": Muy resistente a la subida a flor, de hojas redondas y ovales.
- "High Pak híbrida": Muy resistente a la subida a flor, de porte semi postrado con hojas de color verde oscuro.
- "Hybrid Summic": De hojas lisas, gruesa, erectas y de color verde oscuro.
- "Rhapsody F1": De porte erecto, productivo y vigoroso.
- "Hybrid Indian Summer": Erecta, de color verde oscuro, resistente a la subida a flor.
- "Lagos F1": Muy apropiada para la industria, tolerante al virus del mildiu y al mosaico del pepino.
- "Spark F1": Hojas redondas, lisas y oscuras. Resistentes al virus del mildiu y a floración prematura.
- "Wobli": Resistente al virus del mildiu y tolerante al del mosaico del pepino. Apta para la conserva.

Existen algunas variedades comerciales que se pueden englobar en otoño-primavera. Entre ellas destacan:

- "Rico F1 y Carpo F1": De hojas abullonadas de color verde oscuro y resistente al virus del mildiu.
- "Sardana F1": De hojas erectas y resistentes al virus del mildiu.
- "Sputnik F1": Resistente al virus del mildiu y a floración prematura. Hojas oscuras y peciolo cortos.
- "Marisca F1": Hojas verdes oscuras, resistentes al virus del mildiu, etc.

1.1.5 Valor nutritivo

Fersini (1976) sostiene que la espinaca es una hortaliza con un elevado valor nutricional y carácter regulador, debido a su elevado contenido en agua y riqueza en vitaminas y minerales, las cuales se presentan en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1 Composición nutritiva de las espinacas por 100 g de producto comestible.

Contenido	Cantidad
Prótidos (g)	3.2-3.77
Lípidos (g)	0.3-0.65
Glúcidos (g)	3.59-4.3
Vitamina A (U.I.)	8.100-9.420
Vitamina B1 (mg)	110
Vitamina B2 (mg)	200
Vitamina C (mg)	59
Calcio (mg)	81-93
Fósforo (mg)	51-55
Hierro (mg)	3.0-3.1
Valor energético (cal)	26

1.1.6 Usos

Es un alimento útil por su riqueza en sales, vitaminas y es por excelencia re mineralizadora del organismo. Las hojas son altamente antioxidantes, es recomendable para personas anémicas, linfáticas y tiene propiedades diuréticas. Crudas curan el estreñimiento, fortalecen los órganos digestivos, tonifican y estimulan el sistema nervioso y el cerebro, purifican la sangre y eliminan las enfermedades de la piel (Wanamey, 2003).

1.2 FACTORES PRODUCTIVOS DE LA ESPINACA

1.2.1 Clima

a) Temperatura

La planta soporta temperaturas bajo 0 °C, aunque si persisten, además de originar lesiones foliares, producen una detención total del crecimiento, por lo que el cultivo no rinde lo suficiente. La temperatura mínima mensual de crecimiento es de aproximadamente 5 °C. Las espinacas que se desarrollan 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) (INFOAGRO.COM, 2005).

Valadez (1994) hace referencia a una hortaliza de clima templado, pudiendo tolerar heladas, el rango de temperatura para su germinación es de 10° a 15° C y puede llegar a emerger a los 8 – 12 días; Sin embargo estudios realizados sobre diferentes rangos de temperatura relacionados con el porcentaje de germinación y días de emergencia se muestran en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2 Relación entre la temperatura, el porcentaje de germinación y días a la emergencia en el cultivo de espinaca.

Temperatura °C	% de Germinación	Días de Emergencia
0	83	63
5	96	23
10	91	12
15	82	7
20	52	6
25	30	5
30	30	6
35	0	0

Fuente: Harrinton y Minges (1954) citado por Valadez (1994)

La espinaca es una especie propia de climas frescos que no soporta el calor en exceso y que en términos generales resiste al frío existiendo algunas variedades especialmente resistentes hasta -7 °C, Los óptimos términos para el desarrollo de esta especie cabe cifrarlos entre los 15 y 18 °C. 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 la temperatura los 15 °C, las plantas pasan de la fase vegetativa (roseta) a la de “elevación” y producción (emisión de tallo y flores). La producción se reduce mucho si el calor es excesivo y largo el foto periodo, 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, así como la sequía o falta de riego, especialmente si se acompaña de temperaturas elevadas y de días largos debido a la intensa evapotranspiración que se dan en las hojas de las Espinacas que contienen un 92% de agua (Tiscornia,1989).

b) Exigencias edáficas

Gorini (1970) refiere que los suelos hortícolas son, por lo general, suelos ligeros, de poca capacidad de cambio, por lo que conviene evitar las aplicaciones de grandes dosis de abonos nitrogenados y potásicos a la vez, con el fin de evitar concentraciones excesivas de iones en las soluciones del suelo. Es una especie bastante exigente en cuanto a suelo y prefiere terrenos fértiles, de buena estructura física y de reacción química equilibrada. Por tanto, el terreno debe ser fértil, profundo, bien drenado, de consistencia media, ligeramente suelto, rico en materia orgánica y nitrógeno, del 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 pecíolo y a pH muy elevado es muy susceptible a la clorosis. La espinaca puede tolerar pH ligeramente ácidos, aunque soporta mucho más los pH alcalinos y suelos salinos alcanzando en estos últimos valores de 6,400 a 7,680 ppm entre 10 y 12 mmho, se reporta que en pH ácidos se retarda el desarrollo de la planta, pudiendo presentarse clorosis debido a toxicidad por aluminio, esta hortaliza tiene un rango de pH = 6.0 a 8.0 siendo él óptimo 7.0. En lo que se refiere a textura de suelos, prefiere los arcillo arenosos, aunque se puede explotar en cualquier tipo de suelo.

Según el Instituto Nacional de Vulgarización Francés (2000), el suelo que conviene para el cultivo de las Espinacas es que sea fresco permeable y se encuentre bien drenado, es decir que fuera de los suelos de textura y estructura extrema, demasiado arcillosa o demasiado arenosa, la espinaca se desenvuelve en terrenos variados. La espinaca tolera un pH de 6 a 6.8. La espinaca exige un aporte regular y suficiente de agua; Sufre ante una humedad persistente y teme a la sequía, el riego permite remediar la escasez de las precipitaciones. El exceso de agua provoca un

amarillamiento de las hojas que puede traer consigo una grave debilitación de la planta.

1.3 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CULTIVO

Gros (1971) indica que una planta bien provista de nitrógeno brota pronto, adquiere un gran desarrollo de hojas y tallos y toma un bonito color verde oscuro, debido a la abundancia de clorofila. Como los fenómenos de síntesis tienen lugar en las partes verdes que contienen la clorofila, se puede decir que en las hojas es donde se produce el rendimiento, Una buena vegetación hace prever una intensa actividad asimiladora, es decir, un crecimiento activo y una cosecha grande, por ello el Nitrógeno es el factor que determina los rendimientos y es la base del abonado, los cultivos hortícolas son muy exigentes, pues la sucesión rápida de varios cultivos al año sobre el mismo terreno lleva consigo unas exportaciones considerables de elementos fertilizantes.

Según Anstett (1958) señala que la espinaca necesita de los tres elementos N-P-K, extraen del suelo en la proporción 2,5 N, 1 P₂O₅, 3,8 K₂O, para una producción satisfactoria; por lo tanto, el abonado de los cultivos hortícolas deberá tener una dominante nitrogenada y potásica, las necesidades de las hortalizas son grandes y muy diferentes de una especie a otra, sus extracciones de elementos minerales alcanzan niveles elevadísimos, que son función de la intensidad del cultivo, es decir de los rendimientos obtenidos, de la riqueza del suelo, de la variedad cultivada, etc.

Tiscornia (1989) señala que la espinaca es un cultivo esquilante, salvo que se practiquen fuertes abonaduras, no debe repetirse sino cada dos o tres años en el mismo terreno, el mejor abono es el estiércol, por su especial riqueza en nitrógeno ya que se trata de una hortaliza de hoja.

En cuanto a la fertilización de las zonas productoras de espinaca en el ámbito nacional no existe mucha información pero se ha determinado en base a algunos rendimientos promedios de hojas y pecíolos el requerimiento de NPK, determinándose que la espinaca realmente no es una hortaliza de altos requerimientos de dichos macro elementos por lo que los productores en base a recomendaciones principalmente del INIA, están aplicando aparentemente lo necesario en relación con

la media de rendimiento que se reporta a nivel nacional. Algunos agricultores no fraccionan el nitrógeno y otros si los hace lo cual depende de la época y el cultivar utilizado.

Maroto (1986) menciona que los niveles de extracciones varían en función de las fuentes consultadas en razón a la variedad, rendimiento y otros.

Araiza et al (1997) exponen que las formas de aplicación del abono cuando se trata de un cultivo en huerto resulta fraccionar los aportes; 1/3 antes de la siembra, 2/3 un mes después de la siembra, En caso de un cultivo hortícola en pleno campo, se debe incorporar la totalidad del abono antes de efectuar la siembra. Se debe estudiar el abono considerando, el medio y duración del cultivo. Cuanto más rico es el medio, más intenso será el cultivo y los rendimientos por corte serán mucho más importantes, la duración de un cultivo de espinaca tiene un mínimo de 1.5 a 2 meses y un máximo de 6 a 8 meses, el cultivo de la espinaca exige suelos bien provistos en materia orgánica, Sin embargo el aporte de estiércol tiene que ser llevada a cabo preferentemente mucho antes debido a la sensibilidad de la espinaca a la podredumbre de las raíces que lleva consigo un amarillamiento de la planta.

Infoagro.com (2000) menciona que las espinacas toleran mal los estercolados recientes por lo cual los abonados deben incorporarse con anterioridad. La administración de estiércol no debe realizarse directamente, sino en el cultivo que precede al de Espinaca, ya que el ciclo de desarrollo de la espinaca es muy rápido y no le da tiempo a beneficiarse de éste, las raíces son muy delicadas y se hacen más susceptibles al ataque de hongos (especialmente con estiércol fresco) y con dicho estiércol se diseminan semillas de malas hierbas. La fertilización deberá realizarse de acuerdo a la siguiente proporción: 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. El potasio reduce la concentración de ácido oxálico, contribuye a dar carnosidad a las hojas y a mantenerlas túrgidas durante un largo período. El fósforo actúa reduciendo también la concentración de ácido oxálico, pero favorece la rapidez de la elevación. El nitrógeno aumenta la concentración de la vitamina C. El fósforo y el potasio se distribuyen durante la preparación del terreno, mientras que el nitrógeno

se adiciona antes de la siembra en una proporción del 30%. En cobertura el nitrógeno se aportará con una frecuencia de 15-20 días. También es conveniente emplear el potasio en abonado de cobertera.

1.4 PROCESO PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE ESPINACA

a) Preparación del suelo

Maroto (1986) manifiesta que la espinaca no prospera en un suelo suelto, conviene efectuar una labor poco profunda, seguido de un desmenuzado, con objeto de que la cama destinada a la simiente se encuentre finamente preparada, lo que favorece un buen contacto con la semilla después de la siembra, efectuar un tableado. En cultivo a pleno campo, se recomienda efectuar los rastrillados superficiales en diagonal con relación a la labor del arado, esto con el objeto de evitar en el momento de la recolección mecánica algunos accidentes.

b) Época de siembra

Valadez (1994) señala que en América del Sur puede explotarse la espinaca durante todo el año, principalmente en la sierra del Perú, pero esto deben tener restricciones en la época de verano (fotoperiodo largo y calor), para evitar la emisión del vástago floral, aunque cabe mencionar que ya existen cultivares que toleran las altas temperaturas. En espinaca solamente se utiliza siembra directa y esta puede ser manual o mecánica usando sembradoras de precisión. Se recomienda realizar el aclareo para obtener óptimo desarrollo de las hojas y buena coloración verde, se puede obtener poblaciones de espinaca de 180,000 a 310,000 plantas por hectárea, sembrando por lo general a doble hilera.

c) Siembra

Tiscornia (1989) señala que se emplea de 2 a 5 gramos de semilla por metro cuadrado, según variedades, la germinación se produce a los 8 o 10 días de la siembra, que se hará a plena tierra, al voleo. Si no se tiene buena mano para distribuir las semillas, que deberán quedar cada 20 cm en todo sentido o a lo menos a 10 cm, en cuanto nacen las plantas debe hacerse un raleo, para eliminar el exceso, se puede aprovechar también el raleo dejándolo un poco más para hacer una primera recolección de la planta entera, mientras que han quedado las plantas a una buena

distancia, se puede y conviene hacer cortes de las hojas solamente de manera que se repetirá esta operación dos o tres veces, especialmente en los meses de clima templado; 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 hileras distarán entre sí 20-35 cm y se emplearán sembradoras de precisión. Estas distancias son variables, dependiendo de las exigencias de la variedad, maquinaria utilizada, modalidades de recolección, etc. las siembras más densas permiten un mejor control de las malas hierbas, la semilla se deposita a 1-2 cm de profundidad y luego se pasa una rastra para que las semillas se adhieran al terreno. Conviene tratar las semillas con productos funguicidas (captan, tiram, sulfato de plata, permanganato potásico). La densidad de siembra depende de la fertilidad del terreno. Siembra en surco, con distanciamiento de 10 a 15 cm de distancia entre plantas. La densidad de la siembra puede variar según las siguientes circunstancias: Tipo de semilla, características varietales, tipo de cultivo realizado, época de cultivo, forma de sembrar y forma de recolección.

d) Aclareo o desahíje

Se lleva a cabo en cultivos densos, distanciando sucesivamente las plantas, para facilitar un crecimiento adecuado y evitar el desarrollo de patógenos.

Maroto (1986) manifiesta que suelen efectuarse cuando las plantas tienen 4 a 5 hojas, en cultivos intensivos suelen hacerse 2 aclareos, el 1° separando las plantas de 5 a 7 cm. y el 2° unos 10 días más tarde dejando entre plantas una distancia de 12 a 15 cm.

e) Escardas

Escarda y aporque, se recomienda que estas prácticas sean ligeras, sobre todo el aporque ya que se podría tapar las hojas al arrimar mucha tierra y estas perderían calidad en cuanto a color, por lo general estas labores se realizan una sola vez ya que su ciclo agrícola es muy corto. La eliminación de malas hierbas puede realizarse manualmente, con los aperos apropiados o mediante escarda química.

f) Riegos

Maroto (1986) expone que la espinaca se beneficia mucho de la frescura del terreno, especialmente cuando se inicia el calor. Regando el cultivo con frecuencia se pueden obtener buenos rendimientos y plantas ricas en hojas carnosas y es especialmente importante en los cultivos que se recolectan tardíamente en primavera. Los períodos de sequía e irrigación alternantes favorecen la eclosión del tallo. El riego por aspersión es el más conveniente. A la espinaca se le pueden aplicar en general de 4 a 6 riegos dependiendo de la textura del suelo, época de año y cultivar, habiendo en cada riego un intervalo promedio de 17 días.

g) Control de plagas y enfermedades

Maroto (1986) manifiesta que la espinaca presenta problemas marcados de insectos plaga, principalmente en estado de plántula primeros 15 días después de la emergencia sobre todo la pulga saltona (*Chaetocnema confinis* Crotch) y la diabrotica (*Diabrotica spp*) en menor importancia figuran los pulgones y el minador de la hoja (*Brevicoryne spp* y *Pegomya hyoscyami* Panzer) respectivamente. En enfermedades; los problemas prioritarios son la cenicilla vellosa (*Peronospora Effusa* Grev. Ex Desm.) y mancha de la hoja (*Cercospora beticola* Sacc.) para las que se recomienda aplicaciones calendarizadas de fungicidas preventivos. Existen otras como:

- Nematodo de la remolacha (*Heterodera schachtii* Smith), se observan nudosidades que llevan consigo el marchitamiento de las plantas. Control: desinfección del suelo.
- Pegomia o mosca de la remolacha (*Pegomya betae* Curtis). Se observan manchas apergaminadas translúcidas que indican la existencia de galerías, en las que albergan las formas larvarias. Control: control químico mediante pulverización.
- Gusanos grises, lepidópteros del genero *Agrotis* suelen atacar en otoño y primavera devorando el cuello de la raíz de las plantas provocando su marchitamiento.
- Pulgones (*Aphis fabae* Scop y *Myzodes persicae* Sulz). En el envés de las hojas se desarrollan colonias, provocando un crispamiento del follaje. Control: pulverización de áfidas.

Enfermedades que atacan a las hojas

- Cercosporiosis (*Cercospora beticola* Sacc). Provoca la aparición en las hojas de manchas redondeadas, rodeadas de un halo rojizo.
- *Botrytis cinerea* Pers, produce una podredumbre algodonosa en hojas.
- *Pythium debaryanum* Hesse, produce colapsamiento de la roseta de hojas y la raíz principal se necrosa casi en su totalidad.
- Mildiu de la espinaca (*Peronospora spinaceae* Laub, *P. farinosa* y *P. efusa* (Gw) Tul). 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 afeiltrado gris violáceo. Se produce con altas humedades relativas. Control: rotaciones de cultivos, desinfección de las simientes, uso preventivo de funguicidas, empleo de variedades resistentes.
- El *Heterosporium* variable, provoca la enfermedad de las espinacas, este hongo hace que las hojas se marchiten y muestren manchas amarillentas cubiertas de un moho negruzco.
- La *fusariopsis* produce lesiones radicales con destrucción de vasos, también hay clorosis parciales y la planta termina por secarse, control destruir con fuego las plantas atacadas, rotaciones no menores de 3 años, tratamiento con carbamatos.
- *Pythium ultimum* Las hojas se tornan más pequeñas, se engrosan y se vuelven quebradizas.
- *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.

h) Recolección y Cosecha

Valadez (1994) expone que esta actividad se realiza manualmente cortando toda la planta que se comercializa en el mercado manojos frescos, para el mercado de la industria algunos productores realizan tres cortes. El indicador de cosecha más común es el tiempo que por lo general es de 45 a 50 días después de la siembra.

Guenko (1983) citado por Valadez (1994) menciona que la cosecha debe efectuarse una vez que la planta haya formado de 8 a 120 hojas en su máximo crecimiento que coincide en los 45 días posteriores a la siembra.

Maroto (1986) sostiene que la cosecha se inicia en las variedades precoces a los 40 o 50 días tras la siembra puede efectuarse de dos formas principalmente:

- **Recolección manual**, que consiste en ir cortando poco a poco las hojas más desarrolladas de la espinaca, en conjunto suelen darse 5 o 6 pasadas a un cultivo, el corte puede hacerse con la ña, partiendo el pecíolo lo más bajo posible. A veces si se quiere comercializar plantas enteras se corta cada planta por debajo de la roseta de hojas, 1 cm bajo tierra, en este último caso tan solo se dará una pasada. Cuando la recolección es manual y paulatina es necesaria una absorción grande de mano de obra que para completar su ciclo supone 2,733 horas ha⁻¹ lo que viene a ser tres veces la absorción horaria por este mismo concepto de otros cultivos como lechugas y coliflores. Una recolección manual en una pasada de 12 t.ha⁻¹ puede suponer 400 horas ha⁻¹ mientras que con una cosechadora puede realizarse en 1 a 1.5 horas ha⁻¹.
- **Recolección mecanizada**, principalmente introducida en el cultivo de espinacas puede ser de 10 a 15 t.ha⁻¹ en cultivos intensivos en que se cosechen las plantas enteras y de hasta más de 50 t.ha⁻¹ en cultivos intensivos recolectados en varias pasadas. Una vez que las hojas de espinacas han sido cosechadas en algunas ocasiones se proceden a lavarlas para eliminar los restos de tierra que llevan adheridas, esta práctica cada vez va siendo más desechada a causa de los problemas que pueden deducirse de ella si las espinacas no van a ser consumidas inmediatamente.

1.5 DE LA MATERIA ORGÁNICA Y EL GUANO DE ISLA

1.5.1 Importancia de la materia orgánica

La aplicación de abonos orgánicos ofrece beneficios favorables para las plantas tales como:

- 1) Sirven como medio de almacenamiento de los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas como es el caso de nitratos, fosfatos, sulfatos, etc.
- 2) Aumenta la capacidad de cationes en proporciones de 5 a 10 veces más que las arcillas.

- 3) Amortiguan los cambios rápidos de acidez, alcalinidad, salinidad del suelo y contra la acción de pesticidas y metales tóxicos pesados.
- 4) Contrarrestan los procesos erosivos causados por el agua y por el viento.
- 5) Proporcionan alimento a los organismos benéficos como la lombriz de tierra y las bacterias fijadoras de nitrógeno.
- 6) Atenúan los cambios bruscos de temperatura en la superficie del suelo.
- 7) A medida que se descomponen los residuos orgánicos, suministran a los cultivos en crecimiento cantidades pequeñas de elementos metabólicos a tiempo y en armonía con las necesidades de la planta.
- 8) Reducen la densidad aparente del suelo aumentando la infiltración y el poder de retención de agua en el suelo.
- 9) Mejoran las condiciones físicas del suelo mediante la formación de agregados (<http://www.monografias.com>,2002)

1.5.2 El guano de isla

Según Rodríguez citado por Moreno (2000) el guano de islas es el mejor fertilizante natural y el más barato del mundo. Su calidad es reconocida en el país y en el extranjero, donde a raíz del cese de su exportación se le recuerda todavía como “Guano del Perú”, procede de las islas, islotes y puntas del litoral peruano, también se encuentra en la costa chilena, pero en poca cantidad. El guano de islas es la acumulación de deyecciones (estiércoles) de las aves marinas: guanay, piquero y alcatraz (pelicano). El principal alimento de estas aves marinas es por lo general la anchoveta, pejerrey, lorna, jurel, liza, machete, sardina, etc. El color del guano es muy variado y abarca toda una gama del color naranja en sus múltiples tonalidades y su olor es amoniacal bastante pronunciado.

Pesca Perú (2001) reporta biológicamente el guano de islas juega un rol esencial en el metabolismo básico del desarrollo de las raíces, tallos y hojas de las plantas, encerrando todos los elementos fertilizantes y asegurando la nutrición de las plantas. Tiene un buen contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, además de muchos otros elementos como el azufre, cloro, sodio, magnesio, silicio, hierro, manganeso, flúor y otros elementos, que los convierten el abono más completo del mundo.

El nitrógeno interviene en la formación de las proteínas que las plantas necesitan para producir buenos frutos. En suelos con buena cantidad de nitrógeno, las plantas crecen sanas, las hojas son de color verde oscuro y la producción de frutos es abundante. Cuando los suelos son pobres en nitrógeno, las plantas crecen débiles, disminuye la producción y las hojas son de color verde pálido.

En cuanto al fósforo, ayuda a la formación de abundantes raíces, a la fecundación y formación de frutos, granos y semillas, así como al rápido crecimiento de la planta. La carencia de fósforo en los suelos retarda la floración, las plantas son de color pálido, las hojas de color rojizo y los frutos demoran en madurar.

El potasio hace que las plantas sean de mejor calidad, que los tallos sean más fuertes y que presenten mayor resistencia al ataque de enfermedades. Además, permite aprovechar mejor la humedad, especialmente en época de sequía.

1.5.2.1 Tipos de Guano de isla

De acuerdo a Villagarcía (1986) existen tres tipos de guano de islas:

a. Guano de islas Rico: tiene la composición media siguiente:

- Nitrógeno: varía de 9 – 15 %. Existe bajo las tres formas posibles en proporciones variables: orgánica: 9 – 10 % (especialmente ácido úrico), amoniacal: 4 – 4.5 % (cloruro y bicarbonato de amonio) y nítrica.
- Ácido fosfórico: 8 % (del cual el 90 % es rápidamente asimilable) dependiendo de las condiciones del medio (suelo y clima).
- Potasa: 7 a 8 % K_2O (soluble en su totalidad).
- CaO : 7 a 8 %.
- MgO : 0.4 a 0.5 %
- Azufre: 1.5 a 1.6 %
- Humedad: 20 %
- Mayoría de oligoelementos
- pH: 6.2 a 7.0

b. Guano de islas Pobre: de formación antigua, llamado también fosfatados y de explotación limitada. Su contenido de elementos es el siguiente:

- Nitrógeno: 1 a 2 %
- Ácido fosfórico: 16 a 20 % de P_2O_5
- Potasa: 1 a 2 % de K_2O
- CaO: 16 a 19 %
- Existen dos clases de guano pobre: guano pobre tipo A (molido) y guano pobre tipo B (bruto).

c. Guano de islas balanceado: viene a ser el guano de islas pobre completado con Urea o Sulfato de Amonio, su contenido de elementos:

- Nitrógeno: 12 % de nitrógeno
- Ácido fosfórico: 9 a 10 % de P_2O_5
- Potasa: 2 % de K_2O

Tineo (1994) menciona que el guano de isla es un abono orgánico producido por las aves guaneras (guanay, piquero, alcatraz o pelicano) en algunas islas de la costa peruana. El guano de isla es una mezcla de excrementos de aves, plumas, restos de aves muertas, huevos, etc., los cuales experimentan un proceso de fermentación sumamente lento lo cual permite mantener sus componentes al estado de sales, así mismo es uno de los abonos naturales de buena calidad en el mundo, por su alto contenido de nutrientes.

En la calidad de guano de isla incluyen los siguientes factores:

- Clase de ave: el guanay es la que da mayor porcentaje de nitrógeno a diferencia del piquero y del alcatraz.
- El tiempo que ha transcurrido desde el momento en que el ave ha defecado hasta que es recogido.
- El clima que predomina en la isla, cuanto más humedad esta es más pobre.
- El sistema de explotación; así de acuerdo a la profundidad de donde se extrae, se ha observado que la parte superficial es más pobre debido a la acción de las lloviznas continuas que lavan y disuelven los nutrientes que se infiltran a capas más profundas.

1.6 LOS MICROORGANISMOS EFICACES (EM)

Higa y Párr. (1991) en la página web de Fundación de Asesorías para el Sector Rural (FUNDASES) menciona que los EM, es una abreviación de Effective Microorganismos (Microorganismos Eficaces), cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles unos con otros. Cuando el EM es inoculado en el medio natural, el efecto individual de cada microorganismo es ampliamente magnificado en una manera sinergista por su acción en comunidad. El EM, como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementa la producción de los cultivos y su protección, además conserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible.

1.6.1 Tipo de Microorganismos

Higa y Párr (1991) en la página web de Fundación de Asesorías para el Sector Rural (FUNDASES) menciona que los principales grupos de microorganismos presentes en el EM son: Bacterias Fototrópicas, Bacterias Ácido lácticas, Levaduras.

Bacterias Fototrópicas

Son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía.

Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Los metabolitos son absorbidos directamente por ellas, y actúan como sustrato para incrementar la población de otros Microorganismos Eficaces.

Bacterias Ácido Lácticas

Estas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototrópicas y levaduras.

El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de materia orgánica.

Las bacterias ácido lácticas aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa, transformando esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso.

Levaduras

Estos microorganismos sintetizan sustancias antimicrobiales y útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias fototrópicas, materia orgánica y raíces de las plantas.

Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, producidas por las levaduras, promueven la división celular activa. Sus secreciones son sustratos útiles para Microorganismos Eficaces como Bacterias ácido lácticas y Actinomicetos.

Suquilanda (1996) indica que los microorganismos del EM son: Bacterias ácido lácticas, Levaduras, Bacterias Fotosintéticas, Actinomicetos.

Bacterias Ácido Lácticas: producen ácido láctico a partir de azúcares que son sintetizados por las bacterias fotosintéticas y levaduras. El ácido láctico puede suprimir microorganismos nocivos como el *Fusarium* sp. Ayuda a solubilizar la cal y el fosfato de roca.

Levaduras: Degradan proteínas complejas y carbohidratos. Producen sustancias bioactivas (vitaminas, hormonas, enzimas) que pueden estimular el crecimiento y actividad de otras especies de EM, así como de plantas superiores.

Bacterias Fotosintéticas: Pueden fijar el Nitrógeno atmosférico y el bióxido de Carbono en moléculas orgánicas tales como aminoácidos y carbohidratos, también sintetizan sustancias bioactivas. Llevan a cabo una fotosíntesis incompleta, lo cual hace que la planta genere nutrimentos, carbohidratos, aminoácidos, sin necesidad de

la luz solar, eso permite que la planta potencialice sus procesos completos las 24 horas del día.

Actinomicetos: Funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas debido a que producen antibióticos (efectos biostáticos y biocidas). Benefician el crecimiento y actividad del azotobacter y de las micorrizas.

1.6.2 Modo de Acción de los Microorganismos

Higa y Parr (1991) en la página web de Fundación de Asesorías para el Sector Rural (FUNDASES) indican que:

Los diferentes tipos de microorganismos en el EM, toman sustancias generadas por otros organismos basando en ello su funcionamiento y desarrollo.

Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por los Microorganismos Eficaces para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas.

Cuando los Microorganismos Eficaces incrementan su población, como una comunidad en el medio en que se encuentran, se incrementa la actividad de los microorganismos naturales, enriqueciendo la microflora, balanceando los ecosistemas microbiales, suprimiendo microorganismos patógenos.

1.6.3 Aplicaciones del ME

Higa y Párr (1991) en la página web de Fundación de Asesorías para el Sector Rural (FUNDASES) indica las siguientes aplicaciones del ME en la Agricultura:

El EM, como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementa la producción de los cultivos y su protección, además conserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible.

Entre los efectos sobre el desarrollo de los cultivos se pueden encontrar:

En semilleros

Aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico.

Aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizo bacterias promotoras del crecimiento vegetal. Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas.

En las plantas

Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades.

Consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades.

Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos. Promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas e incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

En los suelos

Los efectos de los microorganismos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades. Así pues, entre sus efectos se pueden mencionar:

- Efectos en las condiciones físicas del suelo: acondicionador, mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. De esta manera se disminuye la frecuencia de riego, tornando los suelos capaces de absorber 24 veces más las aguas lluvias, evitando la erosión, por el arrastre de las partículas.

- Efectos en las condiciones químicas del suelo: mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.
- Efectos en la microbiología del suelo: suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo, por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen.

1.6.4 Los ME y su acción solubilizante

Higa y Párr (1991) en la página web de Fundación de Asesorías para el Sector Rural (FUNDASES) indican que los ME tienen efectos en las condiciones químicas del suelo: Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 DEL CAMPO EXPERIMENTAL

2.1.1 Ubicación geográfica

El presente trabajo experimental se realizó en el Centro Experimental de Canaán, propiedad de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; ubicado geográficamente a 13° 08` Latitud Sur y 74° 32` Longitud Oeste, a una altitud de 2750 msnm, del distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho.

2.1.2 Antecedentes del campo experimental

El terreno que se utilizó para la instalación del presente trabajo de investigación, estuvo ocupado por el cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.), con un nivel de fertilización NPK bajo.

2.2 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL SUELO

Previo a la instalación del cultivo, se hizo un análisis de suelos en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas “Nicolás Roulet” de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. El muestreo de suelo consistió en extraer muestra de suelo del terreno de una profundidad de 20 cm de profundidad que previamente homogenizada e identificada fue enviada al laboratorio para los análisis correspondientes.

Tabla 2.1 Resultados del análisis de suelos del terreno experimental. Canaán. 2017

COMPOSICIÓN	CONTENIDO	INTERPRETACIÓN
pH (H ₂ O)	6.60	Ligeramente ácido
Materia orgánica (%)	1.03	Pobre
Nitrógeno total (%)	0.05	Muy pobre
Fósforo disponible (ppm)	18.60	Medio
Potasio disponible (ppm)	381.00	Alto
Clase Textura	-----	Franco arcilloso

De acuerdo a los resultados del análisis de suelo y su correspondiente interpretación, se trata de un suelo ligeramente ácido con un contenido pobre en materia orgánica, muy pobre en nitrógeno total, medio en fósforo disponible y alto en potasio. La clase textural del suelo resulto franco arcilloso. Estos resultados demuestran que el campo de cultivo donde se condujo el experimento presentó fertilidad baja, por lo que se justifica el empleo de distintas formulaciones de abonamiento, para encontrar resultados satisfactorios en el cultivo de la espinaca.

2.3 ANALISIS QUÍMICO DEL GUANO DE ISLA

Del mismo modo, para conocer la riqueza del guano de isla se efectuó el análisis químico de una muestra que se remitió al Laboratorio de Suelos, Plantas y Agua “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación de Pastos y Ganadería de La Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Tabla 2.2 Resultados del análisis del guano de isla

COMPOSICIÓN	CONTENIDO
pH (H ₂ O)	9.10
Materia Orgánica (%)	63.2
Nitrógeno Total (%)	10.36
Fósforo Disponible (ppm)	7.95
Potasio Disponible (ppm)	2.82

Fuente: Laboratorio de Suelos, Plantas y Agua del PIPG

2.4 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Para conocer las condiciones climáticas imperantes durante el ciclo del cultivo de espinaca se elaboró el balance hídrico en base a los datos registrados de la Estación Meteorológica del INIA – Canaán, Ayacucho.

En la Tabla 2.3. reporta el comportamiento climático registrado durante la campaña agrícola 2017, observándose las siguientes características:

- La temperatura máxima media mensual durante el periodo 2017 los fluctuó entre 22.80 °C y 28.0 °C correspondiente a los meses de marzo y noviembre, respectivamente. Con relación a la temperatura mínima media mensual osciló entre 6.50 °C registrados durante el mes de julio y 11.50 °C el mes de marzo. La temperatura media anual fue de 17.28 °C.
- La precipitación pluvial total del 2017 fue de 541.30 mm.
- Con relación al Balance Hídrico, mostrado en el Figura 2.1, de 2017; así mismo, entre los meses de setiembre a noviembre 2016 y entre mayo a agosto de 2017, fueron meses de déficit en la humedad de suelo. Entre los meses de diciembre 2016 y enero a abril de 2017 son los meses de exceso de humedad en el suelo
- La cantidad de agua que se registró durante el periodo vegetativo del cultivo de espinaca fue apenas de 15.80 mm de precipitación; siendo insuficiente para cubrir las necesidades hídricas del cultivo; porque tanto, fue necesario realizar riegos por goteo durante el periodo vegetativo del cultivo. Es necesario señalar que el cultivo de espinaca cuyo periodo vegetativo es corto (52 días), necesita un promedio de 2000 m³/ha, para cubrir sus necesidades hídricas.
- Con relación a la temperatura, durante el periodo vegetativo del cultivo se registró una temperatura máxima media mensual de 23.90 y 24.50 °C y una mínima media mensual de 9.50 °C y 8.30 °C. La temperatura media mensual osciló entre 16.70 °C y 16.40 °C, siendo muy benignas para la espinaca.

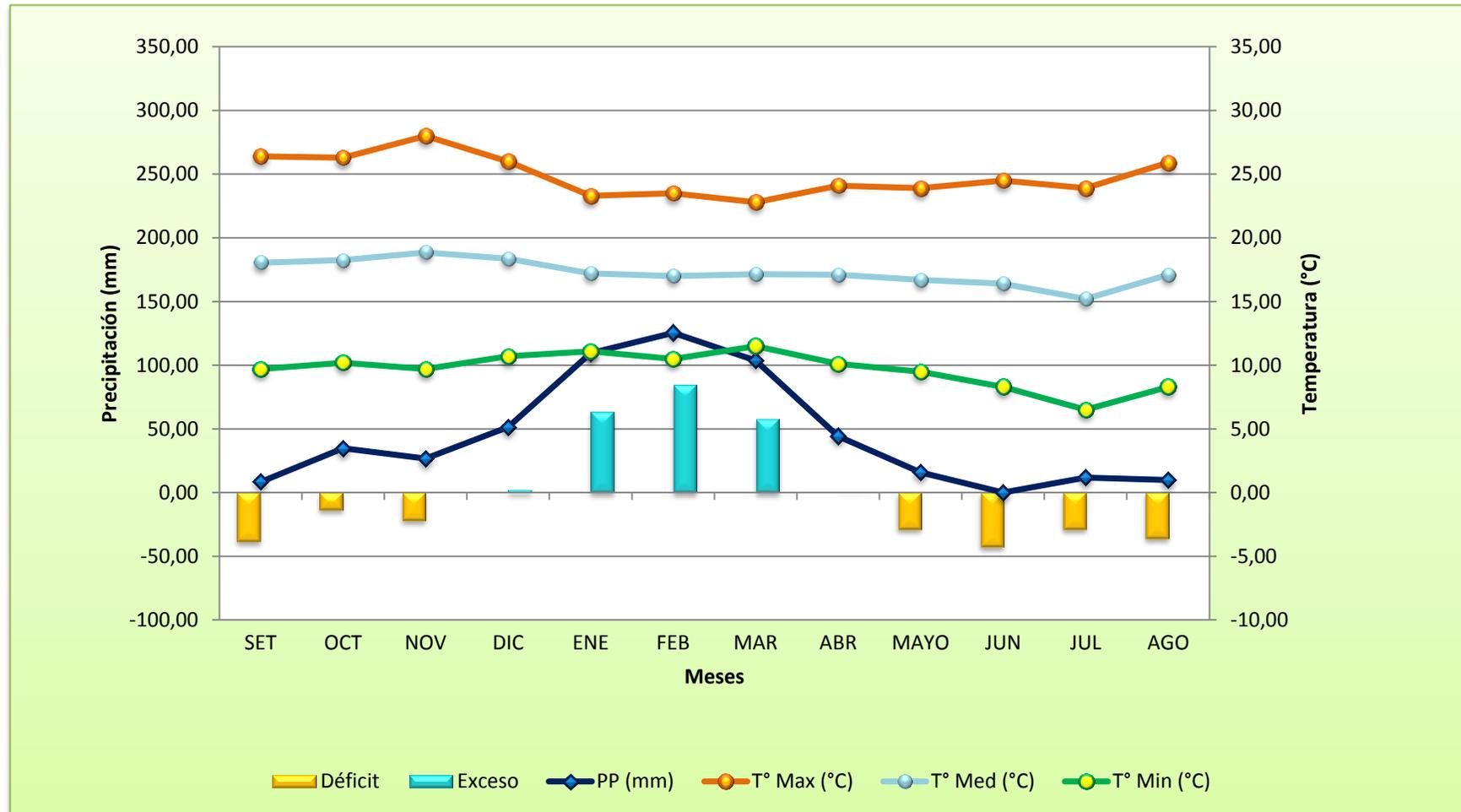


Figura 2.1 Temperatura Máxima, Mínima, Media y Balance Hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2016-2017 de la Estación Meteorológica de INIA (SENAMHI) - Ayacucho

2.5 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

2.5.1 Diseño Experimental

Se condujo dentro de un Diseño Bloque Completo Randomizado – DBCR, con arreglo factorial de cinco dosis de EM y dos niveles de guano de Isla, 10 tratamientos y 3 repeticiones, resultando 30 unidades experimentales.

El Modelo Aditivo Lineal del diseño es:

$$y_{ijk} : \mu + \beta_k + \tau_i + \alpha_j + \tau\alpha_{(ij)} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

- y_{ijk} : Observación de la i -ésimo dosis de EM con el j -ésimo nivel de guano de isla y en el k -ésimo bloque.
- μ : Media general.
- β_k : Efecto del k -ésimo bloque.
- τ_i : Efecto principal de la i -ésima dosis de EM.
- α_j : Efecto principal de la j -ésimo nivel de guano de isla.
- $\tau\alpha_{ij}$: Efecto de la interacción de la i -ésima dosis de EM por el j -ésimo nivel de guano de isla.
- ε_{ijk} : Error o efecto aleatorio de las observaciones.

2.5.2 Factores en estudio

b.1 Niveles de Guano de Isla (G):

g_1 : 1.0 t.ha⁻¹ de Guano de Isla

g_2 : 2.0 t.ha⁻¹ de Guano de Isla

b.2 Dosis de EM (D):

d_1 : 0 % de EM activado ha⁻¹

d_2 : 2 % de EM activado ha⁻¹

d_3 : 4 % de EM activado ha⁻¹

d_4 : 6 % de EM activado ha⁻¹

d_5 : 8 % de EM activado ha⁻¹

La dosis de EM se preparó diluyendo la cantidad en litros de EM en 100 litros de agua en aplicaciones quincenales desde la siembra hasta la cosecha.

2.5.3 Tratamientos

<u>Tratamiento</u>	<u>Combinación</u>	<u>Código</u>
T ₁	1.0 t.ha ⁻¹ de Guano de isla y 0 % de EM activado ha ⁻¹	g ₁ x d ₁
T ₂	1.0 t.ha ⁻¹ de Guano de isla y 2 % de EM activado ha ⁻¹	g ₁ x d ₂
T ₃	1.0 t.ha ⁻¹ de Guano de isla y 4 % de EM activado ha ⁻¹	g ₁ x d ₃
T ₄	1.0 t.ha ⁻¹ de Guano de isla y 6 % de EM activado ha ⁻¹	g ₁ x d ₄
T ₅	1.0 t.ha ⁻¹ de Guano de isla y 8 % de EM activado ha ⁻¹	g ₁ x d ₅
T ₆	2.0 t.ha ⁻¹ de Guano de isla y 0 % de EM activado ha ⁻¹	g ₂ x d ₁
T ₇	2.0 t.ha ⁻¹ de Guano de isla y 2 % de EM activado ha ⁻¹	g ₂ x d ₂
T ₈	2.0 t.ha ⁻¹ de Guano de isla y 4 % de EM activado ha ⁻¹	g ₂ x d ₃
T ₉	2.0 t.ha ⁻¹ de Guano de isla y 6 % de EM activado ha ⁻¹	g ₂ x d ₄
T ₁₀	2.0 t.ha ⁻¹ de Guano de isla y 8 % de EM activado ha ⁻¹	g ₂ x d ₅

2.5.4 Descripción del campo experimental

Bloques

- Número de bloques : 3
- Ancho de bloques : 5.00 m
- Largo de bloques : 21.00 m
- Área total del bloque : 105.00 m²
- Área total de bloques : 315.00 m²

Parcelas

- Número de parcelas por bloque : 10
- Número total de parcelas : 30
- Longitud de las parcelas : 5.00 m
- Ancho de las parcelas : 2.10 m
- Distanciamiento entre surcos : 0.70 m
- Número de surcos por parcelas : 3
- Número de plantas por surco : 125

procedió a trazar el área del experimento, con 10 tratamientos y 3 repeticiones de acuerdo al diseño experimental determinado, luego utilizando rastrillos se construyó los camellones donde se realizó la siembra.

B. Siembra

Esta labor se realizó el 06 de mayo de 2017, sobre los camellones construidos se apertura dos surquitos mellizos donde se realizó la siembra a chorro continuo con semilla de espinaca de la variedad Viroflay utilizando una picotilla y rastrillo para enterrar las semillas a una profundidad de 2 cm, aproximadamente. La densidad de siembra fue de 10 kg.ha⁻¹. Se realizó el raleo de plantas a los 15 dds.

C. Abonamiento

El abonamiento se realizó el día 03 de mayo de 2017. El guano de isla se aplicó en un surco abierto en el centro del camellón según los tratamientos, luego se enterró a una profundidad de 5-10 cm. En todos los surcos se aplicó fertilizante con una formulación de 10-10-10 NPK como abono de fondo.

D. Riego

El primer riego por goteo se aplicó el día 05 de mayo de 2017; el segundo riego se aplicó inmediatamente concluido la siembra para facilitar la germinación, y de esa manera mantener el suelo con suficiente humedad para este cultivo, los riegos posteriores se dieron según las necesidades del cultivo.

E. Control de Malezas

Se efectuó a los 15 y 25 días después de la siembra en forma manual, con la ayuda de una lampita, teniendo cuidado con la raíz de las plantas para que no sean dañadas. Posteriormente se realizó un deshierbe antes de la cosecha comercial del cultivo.

F. Control Fitosanitario

Para el control de plagas como la Diabrotica se usaron extracto de Cube que se aplicó al follaje y en forma localizada en las hileras de plantas. Para el control de la “Chupadera” ocasionado por *Rizoctonia sp* se realizaron riegos controlados.

G. Cosecha

La cosecha se realizó entre los días 22 de junio y 26 de junio de 2017 (48-52 dds). El momento de la cosecha se determinó cuando las hojas alcanzan su máximo desarrollo. La cosecha fue manual extrayendo toda la planta con su raíz, tomando al azar 10 plantas por tratamiento para su respectiva evaluación. En esta fase se tomó el peso (kg) de todas las plantas de la parcela para evaluar el rendimiento del cultivo e inferir a una hectárea.

2.7 VARIABLES EVALUADAS

Las variables evaluadas en cada unidad experimental son las siguientes:

A. Días a Emergencia (dds)

Se registró en cada uno de los tratamientos, evaluando el número de días cuando el surco alcanza una cobertura de 90 % de la superficie con plántulas de espinaca.

B. Días a Madurez Comercial (dds)

Se registró en cada una de los tratamientos la madurez comercial de las plantas, evaluando las plantas a partir de los 48-52 días, cuando el 50 % de las plantas se encuentran en estado de madurez comercial (aptos para la cosecha). Estos datos se tomaron antes de la cosecha cuando las hojas inferiores empezaron a amarillarse.

C. Longitud de la Planta (cm)

Se evaluó la longitud de 10 plantas por tratamiento para lo cual se tomaron las medidas desde del cuello de la planta hasta el ápice de la hoja más larga con la ayuda de una regla milimetrada. Estos datos se tomaron en el momento de la cosecha.

D. Ancho de limbo de hoja (cm)

Se evaluó el ancho de limbo de hoja en la parte más ancha de 5 hojas más grandes de 5 plantas por tratamiento, para tomar la medida se utilizó una regla milimetrada. Este dato se tomó antes de la cosecha.

E. Longitud de limbo de hoja (cm)

Se evaluó la longitud de limbo de 5 hojas más grandes de 5 plantas por tratamiento, se tomó las medidas a partir de la base del limbo de la hoja hasta el ápice con la ayuda de una regla milimetrada. Este dato se tomó antes de la cosecha.

F. Número de Hojas

Se evaluó contabilizando el número de hojas extendidas de 5 plantas por tratamiento, luego se obtuvo el promedio. Estos datos se tomaron antes de la cosecha.

G. Rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$)

Se obtuvo pesando todas las plantas comerciales cosechadas en una parcela e inferidas a una hectárea expresada en $t \cdot ha^{-1}$.

H. Rendimiento de Materia Seca ($kg \cdot ha^{-1}$)

Una muestra fresca de la cosecha de 100 gramos por parcela se llevó a la estufa a 60 °C hasta alcanzar peso contante y luego se relacionó dicho peso con la productividad por ha de espinaca e infirió a una ha.

I. Rentabilidad Económica

Para el análisis económico se utilizó la relación Beneficio–Costo (B/C) en base a los costos de producción para cada tratamiento en estudio y el valor bruto de la producción.

El índice de rentabilidad de los tratamientos se calculó con la siguiente relación:

$$I.R = (\text{Utilidad neta} / \text{Costo total})$$

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 PRECOCIDAD DEL CULTIVO

Tabla 3.1 Rango de días a Emergencia de plántulas y Madurez de cosecha comercial de espinaca con niveles de guano de isla y dosis de EM. Canaán 2750 msnm.

Tratamiento	Emergencia días	Madurez Comercial días
1 t ha ⁻¹ GI * 0 % de EM	6	49-50
1 t ha ⁻¹ GI * 2 % de EM	5	49-50
1 t ha ⁻¹ GI * 4 % de EM	6	49
1 t ha ⁻¹ GI * 6 % de EM	6	48-49
1 t ha ⁻¹ GI * 8 % de EM	5	50-51
2 t ha ⁻¹ GI * 0 % de EM	6	49-50
2 t ha ⁻¹ GI * 2 % de EM	5	51-52
2 t ha ⁻¹ GI * 4 % de EM	5	51-52
2 t ha ⁻¹ GI * 6 % de EM	6	51-52
2 t ha ⁻¹ GI * 8 % de EM	6	52

La Tabla 3.1. Muestra el rango de los días a emergencia de plántulas de espinaca en los diferentes niveles de guano de isla y dosis de EM, cuyo rango es de 5 a 6 días sin influencia significativa de los factores estudiados, o sea que el efecto de los niveles de guano de isla y las dosis de EM es imperceptible.

Podemos afirmar que a germinación se atribuye a la calidad fisiológica de las semillas que incide directamente en la emergencia y el establecimiento del cultivo en

condiciones adecuadas de temperatura, necesidades de luz y cantidades adecuadas de agua.

Poehlman (1981) afirma que los factores ambientales que pueden influir en la precocidad son como respuesta del factor hereditario, al fotoperiodo, a la temperatura, a la altitud, al tipo de suelo y a la distribución de la humedad durante el ciclo de vida del cultivo.

Gorini (1970) señala que el tiempo necesario para la germinación de la semilla de espinaca varía considerablemente con la temperatura, desde un mínimo de 8 días para las temperaturas medias de 15 – 25 °C hasta más de 20 días si la temperatura es baja (media de 5 – 10 °C).

También se observa el rango de los días a madurez comercial o días a cosecha de espinaca, la cual varía entre 48 y 52 días después de la siembra, con una tendencia positiva de incrementarse los días de cosecha a medida que se incrementa el nivel de guano de isla. La influencia de las dosis de EM es ligera, con 1.0 t ha⁻¹ de guano de isla al incrementar la dosis de EM esta varía de 48 a 51 días en promedio; mientras que con 2.0 t ha⁻¹ de guano de isla varía de 49 a 52 días. El mayor número de días a la cosecha con el mayor nivel de guano de isla puede atribuirse a que 2.0 t ha⁻¹ de guano de isla contiene mayor cantidad de nitrógeno y otros nutrientes que ayudaron a un mejor desarrollo de la planta de espinaca, así como las mayores dosis que también posibilitaron el mejor desarrollo de las plantas y por consiguiente un alargue del periodo de cosecha.

Al respecto, Tisdale y Nelson (1960) afirman que un adecuado suministro de nitrógeno, está asociado con vigorosos crecimientos vegetativos, prolongar el período de crecimiento y retrasar la madurez. Esto ocurre más frecuentemente cuando no se suministran cantidades adecuadas de los otros elementos nutritivos. Estas razones justifican que la deficiencia de nitrógeno en el suelo hace que las plantas sean más tardías y de un rendimiento deficiente; mientras que cantidades adecuadas de nitrógeno propician un normal crecimiento y desarrollo del cultivo, tendiendo a la precocidad.

3.2 VARIABLES DE RENDIMIENTO

3.2.1 Longitud de planta

El ANVA mostrado en la Tabla 3.2 denota que existe alta significación para Dosis de EM, sin embargo no existe significación entre niveles de Guano de Isla y en la interacción entre niveles de guano de isla y dosis de EM. Esto quiere decir que las dosis de EM tuvieron influencia en longitud de planta de espinaca, no así las dosis de Guano de Isla. Por consiguiente, se realizó la Prueba de Tukey de las dosis de EM.

Tabla 3.2 Análisis de variancia de longitud de planta de espinaca con niveles de guano de isla y dosis de EM. Canaán 2750 msnm.

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr >F
Bloque	2	3.28	1.64	0.91	0.421 ns
Niveles de GI (A)	1	1.54	1.54	0.85	0.368 ns
Dosis de EM (E)	4	46.09	11.52	6.37	0.002 **
Inter (A x E)	4	1.73	0.43	0.24	0.913 ns
Error	18	32.56	1.81		
Total	29	85.19			

C.V. = 8.87 %

En la prueba de Tukey de longitud de planta (Figura 3.1.), la dosis de EM 8 %, 6 % y 4 % de EM superan al testigo, 6 %, 4 % y 2 % de EM son similares; 4 %, 2 % y el testigo son similares entre sí.

Como se observa existe un incremento de longitud de planta a medida que se incrementa las dosis de EM, siendo menor altura con el testigo y mayor con 8 % de EM.

La longitud de planta varía entre 16.72 cm y 13.32 cm. Respecto a la longitud de planta que alcanzaron, tiene menor longitud de planta que las encontradas por Molina (2017) que fue de 33.6 cm; esta diferencia podría deberse a la época de siembra, pues en Canaán se cultivó en la época de frío que limitó el crecimiento de las plantas.

Al respecto, Rocha (2016) al evaluar dos variedades de espinaca con dos abonos orgánicos en La Paz (Bolivia) encontró que esta varía entre 15.64 y 18.62 cm. Los datos encontrados en nuestro trabajo son similares a estos datos y demuestra que la temperatura influye en la longitud de la planta.

Otros factores que influyen en la longitud de planta son la exposición al sol, la fertilización nitrogenada, la variedad, la densidad de siembra, la temperatura y humedad del suelo.

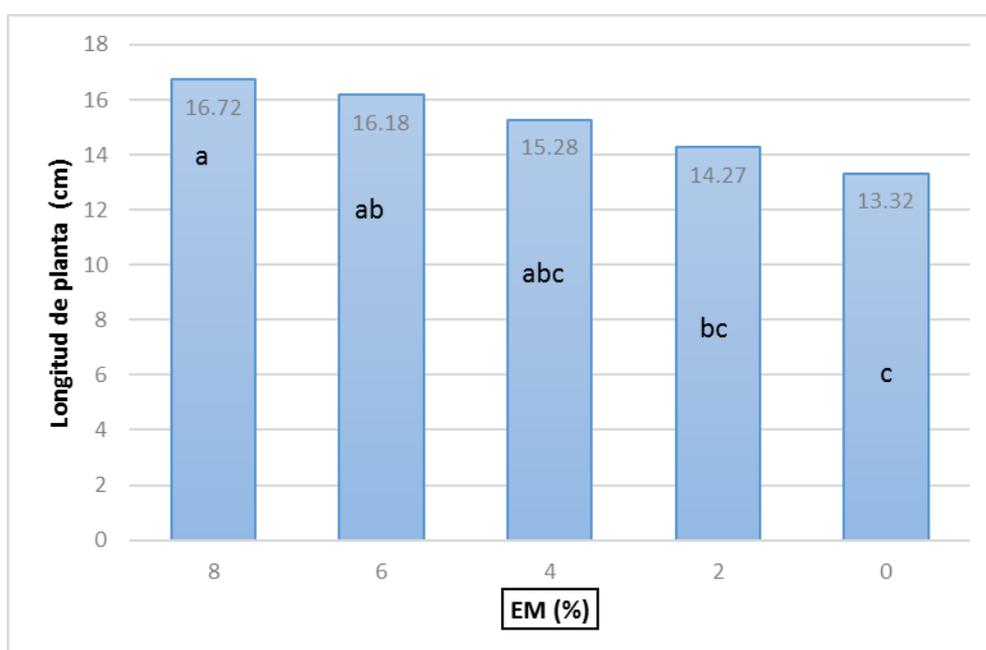


Figura 3.1 Prueba de Tukey (0.05) del efecto principal de dosis de EM (%) de longitud de planta de espinaca. Canaán 2750 msnm.

3.2.2 Ancho de limbo de la Hoja

En el análisis de variancia de ancho de limbo de hoja de espinaca (Tabla 3.3), se observa que existe alta significación en la fuente de dosis de EM, mientras que en las otras fuentes de variación como niveles de Guano de isla y en la interacción no se alcanzó ninguna significación; quiere decir que solo las dosis de EM influyen en la medida del ancho de limbo de hoja de espinaca.

El C.V. se encuentra dentro del rango permisible, lo que quiere decir que la conducción del experimento ha sido adecuada.

Al realizar la prueba de Tukey del ancho de limbo de hoja (Figura 3.2.) se encontró que las dosis 2 %, 4%, 6 % y 8 % de EM tienen similar ancho de limbo de hoja, así mismo, el testigo, 2 % y 4 % de EM son similares entre sí. El rango de ancho de limbo de hoja varía entre 5.48 cm a 7.02 cm.

Tabla 3.3 Análisis de variancia de ancho de limbo de hoja de espinaca con niveles de guano de isla y dosis de EM. Canaán 2750 msnm.

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr >F
Bloque	2	0.52	0.26	1.04	0.37 ns
Niveles de GI (A)	1	0.30	0.30	1.22	0.2844 ns
Dosis de EM (E)	4	7.61	1.90	7.73	0.0008 **
Inter (A x E)	4	0.04	0.01	0.04	0.9966
Error	18	4.44	0.25		
Total	29	12.91			

C.V. = 7.85%

Este resultado se puede explicar debido a que las mayores dosis de EM aportan mayor cantidad de microorganismos, los mismos que contribuyen a mejorar el rendimiento. Investigaciones han arrojado que la inoculación de cultivos con EM al ecosistema suelo/planta pueden mejorar la calidad, salud del suelo, y el crecimiento, producción y calidad de los cultivos. Los EM no es un sustituto de otras prácticas de manejo de suelo y cultivos. Es una herramienta adicional para optimizarlas, como: rotación de cultivos, uso de enmiendas orgánicas, labranza de conservación, reciclaje de residuos de cosechas y biocontrol de plagas. Si son usadas apropiadamente, los EM pueden incrementar significativamente los efectos benéficos de estas prácticas (Higa y Wididana, 1991).

Los EM contiene especies seleccionadas de microorganismos incluyendo poblaciones predominantes de bacterias ácido lácticas, levaduras y un número más

pequeño de bacterias fotosintéticas, todos estos compatibles mutuamente unos con otros y capaces de coexistir en un cultivo líquido.

Las bacterias fototrópicas son un grupo de microorganismos independientes y autosuficientes. Estas bacterias sintetizan sustancias útiles de secreciones de raíces, materia orgánica y/o gases dañinos como el ácido sulfhídrico (H_2S) con el uso de luz solar y calor del suelo como fuentes de energía. Estas sustancias útiles son aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, los cuales promueven el crecimiento y desarrollo de la planta.

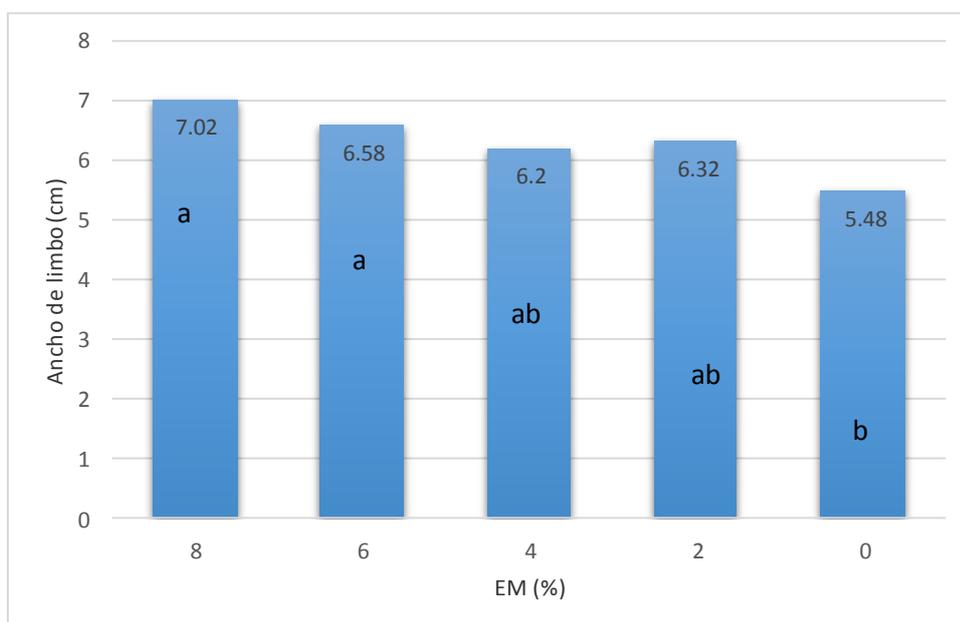


Figura 3.2 Prueba de Tukey (0.05) del efecto principal de dosis de EM de ancho de limbo de hoja de espinaca. Canaán 2750 msnm.

Los resultados demuestran que al existir mayor disponibilidad de N por acción de los EM, los cuales intervienen en la formación de amino ácidos y proteínas, y estos a su vez interviene en el crecimiento de los diversos órganos de la planta, aumentando de esta manera la superficie foliar y la masa protoplasmática, por esta razón su eficiencia se manifiesta en las partes activas del crecimiento de la planta (Loayza, 1968).

3.2.3 Longitud de limbo de hoja

En el ANVA de longitud de limbo de la hoja (Tabla 3.4.) se logró alta significación en la fuente dosis de EM, y no se logró significación en las otras fuentes de variación, lo cual quiere decir como en el caso del ancho de limbo de hoja que los microorganismos aplicados al cultivo tienen influencia en el desarrollo de la hoja. El coeficiente de variabilidad de 5.87 % nos indica buena precisión del experimento.

Tabla 3.4 Análisis de variancia de longitud de limbo de hoja de espinaca con niveles de guano de isla y dosis de EM. Canaán 2750 msnm.

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr >F
Bloque	2	0.15	0.07	0.34	0.7009 ns
Niveles de GI (A)	1	0.15	0.15	0.72	0.4083 ns
Dosis de EM (E)	4	7.22	1.81	8.81	0.0004 **
Inter (A x E)	4	0.03	0.01	0.04	0.9970
Error	18	3.69	0.21		
Total	29	11.24			

C.V. = 5.87 %

En la prueba de Tukey (Figura 3.3.) se muestra claramente el efecto positivo y directo de las dosis de EM, o sea que al incrementar las dosis de EM se incrementa la longitud de limbo de hoja, las dosis 4 %, 6 % y 8 % de EM tienen similar comportamiento, pero superan al testigo. También 2 %, 4 % y 6 % alcanzan similar longitud de limbo de hoja; y entre el testigo y 2 % de EM tampoco hay diferencias en longitud de limbo de hojas.

Podríamos afirmar que las bacterias fototrópicas contenidas en el EM son un grupo de microorganismos independientes y autosuficientes. Estas bacterias sintetizan sustancias útiles de secreciones de raíces, materia orgánica y/o gases dañinos como el ácido sulfhídrico (H₂S) con el uso de luz solar y calor del suelo como fuentes de energía. Estas sustancias útiles son aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, los cuales promueven el crecimiento y desarrollo de la planta.

Por otro lado también, los EM al caer sobre el suelo, actúan sobre la materia o abono orgánico descomponiéndolo más rápido y liberando nutrientes como el N y de esta manera favorecen el crecimiento de las hojas y la planta.

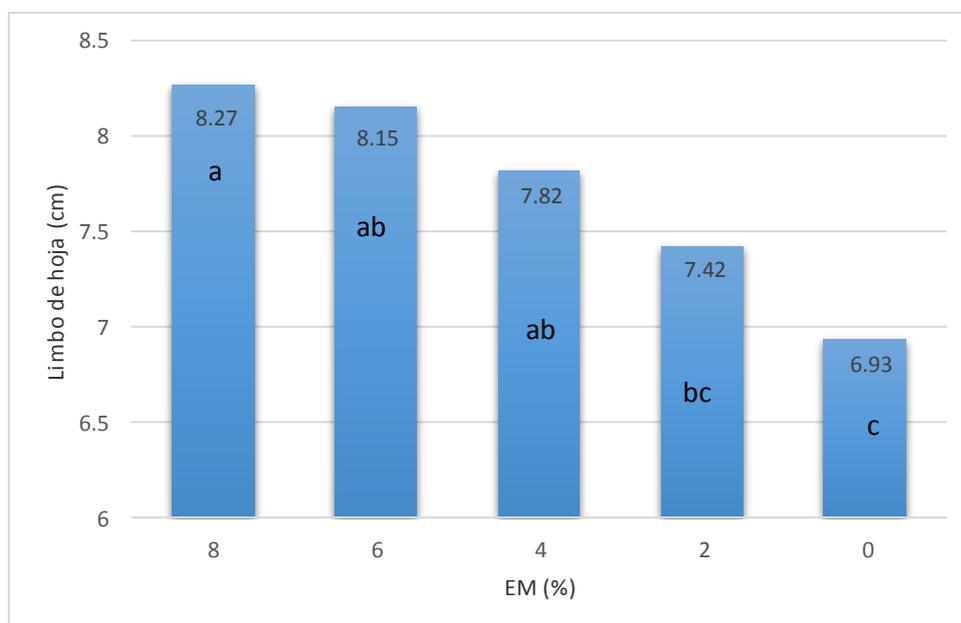


Figura 3.3 Prueba de Tukey (0.05) del efecto principal de dosis de EM de longitud de limbo de hoja en espinaca. Canaán, 2750 msnm.

Al respecto, Montoro (2007) encontró que una dosis de 3 % de EM produjo la mayor área foliar, superior al testigo y a 1 %, y ligeramente superior a 5 % de EM.

Huerta (2016) encontró los mejores resultados de área foliar al aplicar la mayor dosis de EM, en este caso 20 lt.ha⁻¹.

Molina (2017) encontró respuesta en la longitud de hojas cuando se incrementa los niveles de nitrógeno al cultivo.

Los resultados de nuestro trabajo coinciden con los dos trabajos citados, pues se logra mejores resultados con las dosis mayores de EM aplicados al cultivo de espinaca.

SENAMER Lima citado por Baldeón (1986) señala que las espinacas que se encuentran en comercio, las longitudes de sus hojas tienen un margen aproximado de 10 – 15 cm., considerándose de este modo un producto de primera calidad, sin considerar los pecíolos.

Tamaro (1986) manifiesta que el nitrógeno es el elemento que contribuye al mayor desarrollo de las raíces de la planta, en el primer periodo de su crecimiento y luego es la base de su vigor, contribuye al crecimiento de los tallos y en particular al de las hojas.

Devlin (1982) sostiene que el papel más importante del nitrógeno en las plantas es su participación en la estructura de la molécula proteica, además, el nitrógeno se encuentra en moléculas tan importantes como la purina, pirimidinas, porfirinas y coenzimas, las purinas y pirimidinas se encuentran en los ácidos nucleicos ARN y ADN esenciales para la síntesis de proteínas. El anillo de porfirina se encuentra en compuestos tan importantes desde el punto de vista metabólico, como las clorofilas y las enzimas del grupo de citocromos, esenciales para las enzimas y la respiración., por otro lado si se suministra a la planta concentraciones elevadas de nitrógeno se observa una tendencia al aumento del número y tamaño de las células de las hojas, con un aumento general en la producción de hojas.

3.2.4. Numero de hojas

En el ANVA se logró significación en la fuente dosis de EM, y no hubo significación en las otras fuentes de variación, lo cual quiere decir que los microorganismos aplicados al cultivo tienen influencia en el número de hojas promedio por planta o sea el número de hojas varía con las dosis de EM. El coeficiente de variabilidad de 7.62 % nos indica buena confiabilidad de los datos del experimento realizado.

Tabla 3.5 Análisis de variancia del número hojas de espinaca con niveles de guano de isla y dosis de EM. Canaán 2750 msnm.

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr >F
Bloque	2	10.00	5.00	9.43	0.0016 ns
Niveles de GI (A)	1	0.23	0.23	0.42	0.5239 ns
Dosis de EM (E)	4	9.44	2.36	4.42	0.0115 *
Inter (A x E)	4	0.11	0.03	0.05	0.9944 ns
Error	18	9.60	0.53		
Total	29	29.37			

C.V. = 7.62 %

En la prueba de Tukey (Figura 3.4.) se muestra claramente el efecto positivo y directo de las dosis de EM, o sea que al incrementar las dosis de EM se incrementa el número de hojas, las dosis 4 %, 6 % y 8 % de EM tienen similar comportamiento, pero superan al testigo. También el testigo, 2 %, 4 % y 6 % alcanzan similar número de hojas.

Como ya se explicó las dosis mayores de EM contienen mayor población de microorganismos descomponedores de la materia orgánica como los lacto bacilos o bacterias ácido lácticas y fototrópicas (BID, 2009), que van a influir en el número de hojas del cultivo de espinaca y por tanto del rendimiento, así el nitrógeno es un factor esencial del crecimiento y de los rendimientos, porque ejerce una acción benéfica sobre el desarrollo vegetativo; una planta bien provista de nitrógeno brota pronto, adquiere un gran desarrollo de hojas, mayor número de hojas y de tallos.

El número de hojas varía entre 8.97 y 10.53 hojas en promedio por planta, lo que coincide con los datos obtenidos por Molina (2007).

Por su parte Montoro (2007) no encontró diferencias en el número de hojas promedio por efecto de los EM, sin embargo el número de hojas fue mayor, siendo de 16 a 19 el rango.

Molina (2017) afirma que el abonamiento nitrogenado influye en el número de hojas de la planta de espinaca.

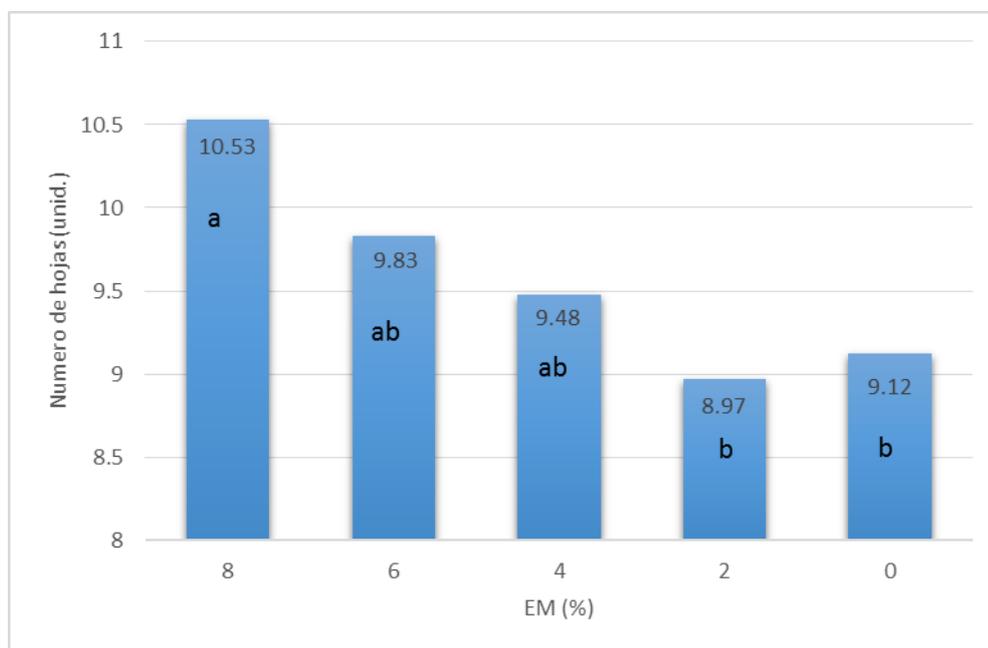


Figura 3.4 Prueba de Tukey (0.05) del efecto principal de dosis de EM de número de hojas en espinaca. Canaán, 2750 msnm.

Los resultados del trabajo de investigación demuestran que el nitrógeno es un factor esencial del crecimiento y de los rendimientos, porque ejerce una acción benéfica sobre el desarrollo vegetativo; una planta bien provista de nitrógeno brota pronto, adquiere un gran desarrollo de hojas, mayor número de hojas y de tallos; se puede decir que en las hojas es donde se produce el rendimiento. Una buena vegetación hace prever una intensa actividad asimiladora, es decir, un crecimiento activo y una cosecha grande, por ello el nitrógeno es el factor que determina los rendimientos y es la base del abonado (Gros, 1971).

3.2.5 Rendimiento de espinaca ($t \cdot ha^{-1}$)

En el ANVA de rendimiento de espinaca (Tabla 3.6.) se logró alta significación en los efectos principales de niveles de Guano de Isla y dosis de EM, y no hubo significación en las otras fuentes de variación, lo cual quiere decir que los niveles de guano de isla y los microorganismos aplicados al cultivo de espinaca, en forma individual, tienen influencia en el rendimiento promedio de espinaca o sea el

rendimiento de espinaca varía con los niveles de guano de isla y también varía con las dosis de EM aplicados a los tratamientos. El coeficiente de variabilidad de 12.81 % nos indica buena confiabilidad de los datos del experimento realizado.

Tabla 3.6 Análisis de variancia del rendimiento de espinaca con niveles de guano de isla y dosis de EM. Canaán 2750 msnm.

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr >F
Bloque	2	4.51	2.25	2.78	0.0885 ns
Niveles de GI (A)	1	9.32	9.32	11.51	0.0032 **
Dosis de EM (E)	4	25.92	6.48	8.00	0.0007 **
Inter (A x E)	4	1.29	0.32	0.40	0.8074 ns
Error	18	14.58	0.81		
Total	29	55.62			

C.V. = 12.81%

En la prueba de Tukey (Figura 3.5.) de los niveles de guano de isla se encontró que el nivel 2.0 t.ha⁻¹ de GI con 7.58 t.ha⁻¹ supera en rendimiento al nivel 1.0 t.ha⁻¹ de GI. Este resultado es bastante lógico, se explica debido a que el nivel 2.0 t.ha⁻¹ de GI luego de su descomposición libera mayor cantidad de nutrientes y otras sustancias que favorecen el crecimiento vegetativo y rendimiento de espinaca comparado con 1.0 t.ha⁻¹ de GI que libera en total solo la mitad. Además, la materia orgánica contenida en el GI, que en el nivel de 2 t.ha⁻¹ viene a ser el doble que el otro nivel de GI, también actúa mejorando las características físicas, químicas y biológicas del suelo, contribuyendo también con ello al rendimiento y producción de biomasa total del cultivo.

Los rendimientos obtenidos son similares a los obtenidos por Mancilla (2009) que obtuvo rendimientos de 7.32 t.ha⁻¹ a 5.32 t.ha⁻¹.

La mayor disponibilidad de nutrientes como el N, es importante en la productividad de la espinaca, tal como menciona Molina (2017) quien encontró el mayor rendimiento en atados de la espinaca con el nivel de abonamiento nitrogenado de 240

kg.ha⁻¹, 3,368.06 atados.ha⁻¹; mientras que utilizando una densidad de siembra de 15 kg.ha⁻¹ se produjo 2,604.17 atados.ha⁻¹ de primera calidad.

Este hallazgo también es respaldado por Domínguez (1990) quien manifiesta que el abonado o la fertilización constituyen una de las bases de la moderna explotación agrícola de la que en gran medida dependen su economía y producción.

La prueba de Tukey (Figura 3.6.) de las dosis de EM muestra claramente el efecto positivo y directo de las dosis de EM, o sea que al incrementar las dosis de EM se incrementa el rendimiento de espinaca, las dosis 2 %, 4 %, 6 % y 8 % de EM tienen similar comportamiento, pero superan al testigo. También el testigo y 2 % tienen similar rendimiento de espinaca.

Se puede afirmar que las bacterias fototrópicas contenidos en el EM son un grupo de microorganismos independientes y autosuficientes. Estas bacterias sintetizan sustancias útiles de secreciones de raíces, materia orgánica y/o gases dañinos como el ácido sulfhídrico (H₂S) con el uso de luz solar y calor del suelo como fuentes de energía. Estas sustancias útiles son aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, los cuales promueven el crecimiento y desarrollo de la planta.

Por otro lado también, los EM al caer sobre el suelo, actúan sobre la materia o abono orgánico descomponiéndolo más rápido y liberando nutrientes como el N y de esta manera favorecen el crecimiento de las hojas y la planta.

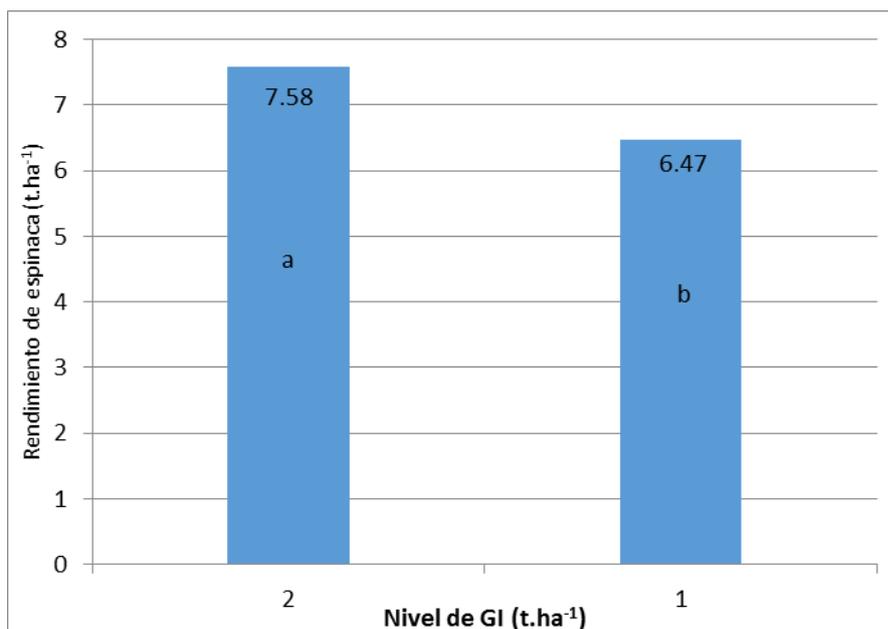


Figura 3.5 Prueba de Tukey (0.05) del efecto principal de niveles de GI de rendimiento de espinaca. Canaán 2750 msnm.

Otro investigador como Montoro (2007) encontró que una dosis de 3% de EM produjo la mayor área foliar, superior al testigo y a 1%, y ligeramente superior a 5% de EM.

El trabajo de Huerta (2016) también avala los resultados hallados, quien determinó el rendimiento del cultivo de espinaca, encontrando que el tratamiento T2 ha arrojado 21,728 kg.ha⁻¹. Este resultado guarda relación con el tratamiento de 20 lt.ha⁻¹ que también alcanza el mayor área foliar. Este registro es superior al resto de tratamientos. Los rendimientos varían entre 11,960 y 21,728 kg.ha⁻¹.

Los resultados de nuestro trabajo coinciden con los dos trabajos citados, pues se logra mejores resultados con las dosis mayores de EM aplicados al cultivo de espinaca.

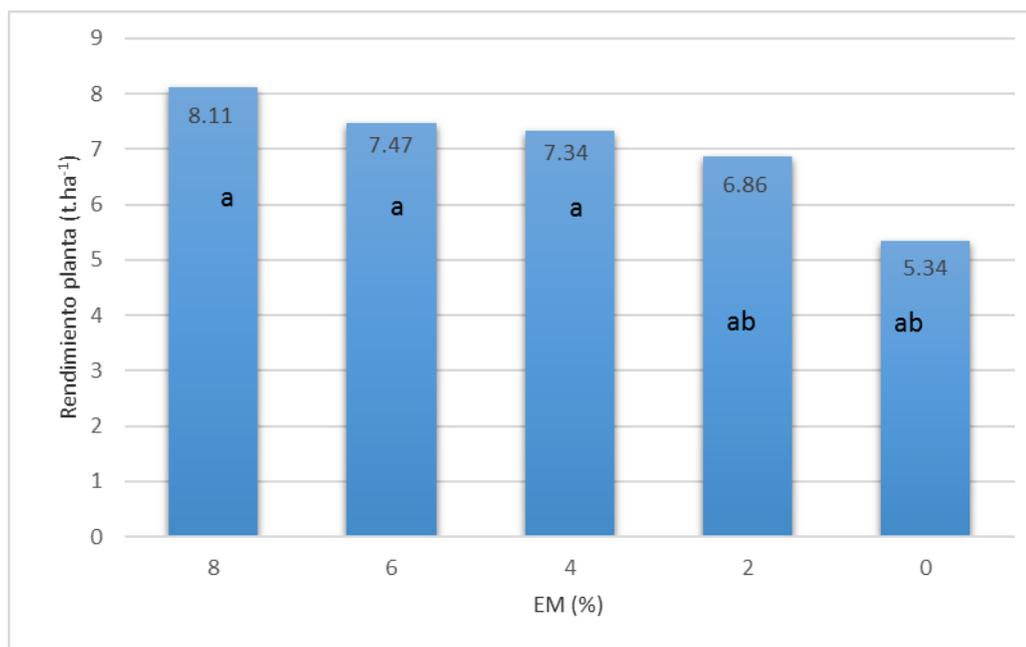


Figura 3.6 Prueba de Tukey (0.05) del efecto principal de dosis de EM de rendimiento de espinaca. Canaán 2750 msnm.

Los resultados señalan que las altas dosis de EM son responsables para que las plantas de espinaca tengan una buena cantidad de biomasa, debido a que los microorganismos contribuyen a liberar nutrientes, entre ellas de nitrógeno, pues se ha señalado que la espinaca es una planta que extrae altas dosis de nitrógeno (Loayza, 1968).

El mayor rendimiento debido a los EM se debería a los nutrientes liberados y al N, ratificado por Tisdale y Nelson (1960) que manifiestan que un adecuado suministro de nitrógeno está asociado con vigorosos crecimientos vegetativos y un intenso color verde; cantidades excesivas de nitrógeno, pueden bajo ciertas condiciones, prolongar el periodo de crecimiento y retrasar el de madurez. Esto ocurre más frecuentemente cuando no se suministran cantidades adecuadas de los otros elementos nutritivos. Los fertilizantes nitrogenados incrementan grandemente el rendimiento de las cosechas en consecuencia los beneficios de los agricultores serán también mayores.

Otro autor como Gros (1971) refiere que una planta bien provisto de nitrógeno brota pronto, adquiere un gran desarrollo de hojas y tallos y toma un bonito color verde oscuro, se puede decir que en las hojas es donde se produce el rendimiento. Una

buena vegetación hace prever una intensa actividad asimiladora, es decir, un crecimiento activo y una cosecha grande. Por ello el nitrógeno es el factor que determina los rendimientos y es la base del abonado.

3.2.6 Rendimiento de materia seca ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)

En el ANVA de rendimiento de materia seca (Tabla 3.7.) se logró alta significación estadística solo en la fuente niveles de guano de isla; no hubo significación en las otras fuentes de variación.

El coeficiente de variabilidad de 16.95 % nos indica buena confiabilidad de los datos del experimento realizado.

Tabla 3.7 Análisis de variancia de rendimiento de materia seca de espinaca con niveles de guano de isla y dosis de EM. Canaán 2750 msnm.

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr >F
Bloque	2	50.04	25.02	0.38	0.6875 ns
Niveles de GI (A)	1	580.80	580.80	8.88	0.0080 **
Dosis de EM (E)	4	407.98	102.00	1.56	0.2277 ns
Inter (A x E)	4	134.93	33.73	0.52	0.7250 ns
Error	18	1176.92	65.38		
Total	29	2350.67			

C.V. = 16.95 %

En la prueba de Tukey de los niveles de guano de isla (Figura 3.7), se encontró que el nivel $2.0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de GI con $52.11 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ supera a $1.0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Este resultado es congruente con el rendimiento o biomasa de espinaca producida donde se obtuvo también el mayor rendimiento con $2.0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de GI. Se explica por la mayor disponibilidad de nutrientes para el cultivo y consecuentemente mayor elaboración de materia seca del cultivo.

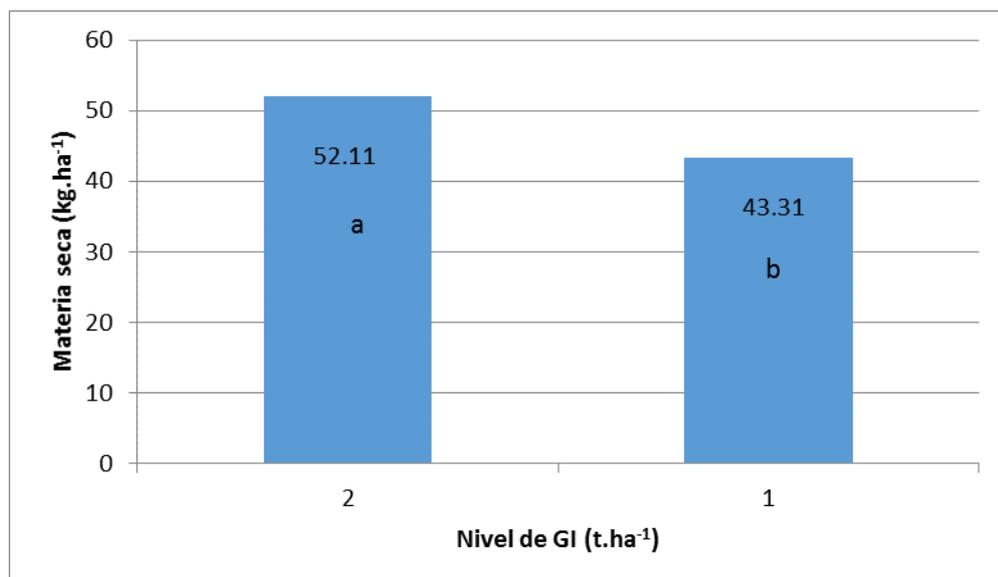


Figura 3.7 Prueba de Tukey (0.05) del efecto principal de Niveles de GI en el rendimiento de materia seca de espinaca. Canaán 2750 msnm.

3.3 ANÁLISIS DE RENTABILIDAD

En la tabla 3.8 se observa que los costos de producción varían desde S/. 4,839.60 a 6,409.20 Soles, siendo menor, diferencia que se debe más que nada al empleo de guano de isla. El rendimiento en atados de espinaca que es como se comercializa y que su peso es de aproximadamente 0.50 kg por atado varía entre 10,000 atados y 16,780 atados. El mayor número de atados también está relacionado con el uso de mayores cantidades de guano de isla en el cultivo. El precio promedio de atado en chacra es de S/. 0.80 Soles. Como producto de multiplicar el rendimiento por el precio de un atado se tiene el valor de la producción, que en el experimento oscila entre 8,000 y 13, 575.20 Soles. Al aplicar la relación para determinar la rentabilidad de cada uno de los tratamientos se obtuvieron que índice de rentabilidad varía entre 0.51 y 1,39; las mayores rentabilidades se obtuvieron cuando se utilizó 1.0 t.ha⁻¹ de guano de isla que ha repercutido en la utilidad a pesar que con 2.0 t.ha⁻¹ de guano de isla se obtiene mayores rendimientos.

Los mejores tratamientos desde el punto de vista económico son 1.0 t.ha⁻¹ de guano de isla con 8 % de EM, seguido de 2.0 t.ha⁻¹ de guano de isla con 4 % de EM y 1.0 t.ha⁻¹ de guano de isla con 6.0 % de EM.

Tabla 3.8 Costo de producción, valor de la cosecha y rentabilidad del cultivo de espinaca con GI y EM. Canaán, 2759 msnm

Código	Tratamiento		Costo	Rdto. Atados	Precio atado	Valor de	Utilidad	Índice
	Guano de isla (t.ha ⁻¹)	E.M. (%)	Producción (S/.)	Atado = 0.50 kg	Atado = 0.80 S/.	Venta (S/.)	Neta (S/.)	Rentabilidad
T ₅	1	8.0	5232.00	15660	0.80	12528	7296	1.39
T ₈	2	4.0	6234.80	16969	0.80	13575.2	7340.4	1.18
T ₄	1	6.0	5144.80	13640	0.80	10912	5767.2	1.12
T ₃	1	4.0	5057.60	13300	0.80	10640	5582.4	1.10
T ₁₀	2	8.0	6409.20	16780	0.80	13424	7014.8	1.09
T ₉	2	6.0	6322.00	16240	0.80	12992	6670	1.06
T ₇	2	2.0	6136.80	15360	0.80	12288	6151.2	1.00
T ₂	1	2.0	4959.60	12100	0.80	9680	4720.4	0.95
T ₁	1	0.0	4839.60	10000	0.80	8000	3160.4	0.65
T ₆	2	0.0	6016.80	11380	0.80	9104	3087.2	0.51

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se condujo el presente trabajo y en base a los resultados obtenidos y la discusión de ellos se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Los días de madurez comercial de espinaca se incrementa con 2.0 t.ha^{-1} de guano de isla.
2. Con las dosis 8 y 6 % de EM aplicado al cultivo se alcanzó 16.72 cm de longitud de planta, 7.02 cm de ancho de limbo, 8.27 cm de longitud de limbo y 9-11 hojas por planta. Los niveles de guano de isla no tuvieron influencia en estas variables.
3. Con la dosis 8 y 6 % de EM aplicados se alcanzaron los mayores rendimientos, con 8.11 y 8 t.ha^{-1} . Con el nivel de 2.0 t.ha^{-1} de guano de isla se alcanzó 7.58 t.ha^{-1} .
4. El mayor contenido de materia seca se obtuvo con 2 t.ha^{-1} de guano de isla con 52.11 kg.ha^{-1} . No hubo influencia de la dosis de EM.
5. La mayor rentabilidad del cultivo se logró con los tratamientos, 1.0 t.ha^{-1} de guano de isla y 8.0 % de EM, 2.0 t.ha^{-1} de guano de isla con 4 % de EM y 1.0 t.ha^{-1} de guano de isla con 6 % de EM, con índices de rentabilidad de 1.39, 1.18 y 1.12, respectivamente.

RECOMENDACIONES

En base a los resultados encontrados en el presente trabajo de investigación, se recomienda:

1. Para lograr el mayor rendimiento de espinaca emplear la dosis 8 % de EM y 1.0 t.ha⁻¹ de guano de Isla.
2. Repetir el ensayo en zonas similares y a nivel de valle interandino, para corroborar los resultados del ensayo, por ser la espinaca un cultivo que se adapta bien a estas condiciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANSTETT, A. 1958.** Fertilidad y fecundación en cultivos de huerto Bull techn. D'Inf; 20 Referencias bibliográficas. Bruselas, Bélgica.
- ARAIZA, C. J. Y SÁNCHEZ, L. A. 2009.** Horticultura doméstica. Editorial Trillas. México.
- BALDEON, J. 1986.** Respuesta a cuatro fórmulas de fertilización mineral y dos fuentes de abono orgánico en el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) variedad Viroflay en Wayllapampa a 2500 m.s.n.m. Ayacucho. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias agrarias. UNSCH. Ayacucho, Perú.
- BID. 2009.** Manual Práctico de Uso de EM. Banco Interamericano de Desarrollo. Convenio Fondo Especial de Japón. Uruguay.
- DEVLIN, R. 1982.** Fisiología vegetal. Editorial Omega. Madrid, España.
- DELGADO DE LA FLOR, F. 1987.** Datos básicos de cultivos hortícolas. UNA La Molina. Lima, Perú.
- DOMÍNGUEZ, A. 1990.** El abonado de los cultivos. Ediciones Mundi prensa, Madrid, España.
- FERSINI, A. 1976.** Horticultura Práctica. Editor Diana. México.
- GORINI, F. 1970.** El Cultivo de la Espinaca. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- GROS, A. 1981.** Abonos – Guía Práctica de Fertilización. Edit. Mundi prensa. Madrid, España.
- HUERTA, L. 2015.** Evaluación del efecto del guano de isla y EMa en el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en el distrito y provincia de Recuay- Ancash. Tesis Ingeniera Agrónoma. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Santiago Antúnez de Mayolo. Ancash, Perú.
- INSTITUTO NACIONAL DE VULGARIZACION FRANCES. 1989.** La Espinaca. Colección de Manuales de técnica agropecuaria, Octava edición. Paris, Francia.
- MAROTO, J. 1992.** Horticultura herbácea especial. Edit. Mundi prensa. Madrid, España.

- MOLINA, N. 2017.** Niveles de fertilización Nitrogenada y densidad de siembra en el rendimiento de Espinaca (*Spinacea oleracea* L.) bajo riego en Lagunilla a 2450 msnm-Ayacucho. Tesis ingeniera Agrónoma. FCA-UNSCH. Ayacucho, Perú.
- MONTORO, P. 2007.** Efecto de tres niveles de microorganismos eficaces en el rendimiento del cultivo de espinaca. Tesis para Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Ancash – Perú.
- MORENO, R. 2000.** Guano de islas: Recurso natural renovable. Tercera edición. RAAA Lima, Perú.
- POEHLMAN, J. 1986.** Mejoramiento Genético de las Cosechas. Edit. Limusa S. A. México.
- ROCHA, J. Y C. FERNANDEZ. 2016.** Evaluación agronómica de dos variedades de espinaca (*Spinacea oleracea* L.) con dos abonos orgánicos en carpa solar, en Chicani. *Apthapi* 2(2) : 47-61 Julio-diciembre 2016. Revista de la Carrera de Ingeniería Agronómica – UMSA. La Paz, Bolivia.
- SUQUILANDA, M. 1996.** Agricultura Orgánica. Fundación para el desarrollo agropecuario. Ecuador.
- TAMARO, D. 1971.** Manual de Horticultura. Editorial Gustavo Gill. México.
- TINEO, A. 1994.** Guía de Fertilidad de Suelos. Facultad de Ciencias Agrarias. UNSCH. Ayacucho, Perú.
- TISCORNIA, R. 1989.** Hortalizas de hojas. Editorial albatros. Buenos Aires, Argentina.
- TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, I.D. Y HAVLIN, J.L. 1993.** Soil Fertility and Fertilizers. 5th ed. MacMillan. EEUU.
- VALADEZ, A. 1994.** Producción de hortalizas. 3rd ed. Editorial Limusa S.A. D.F México, México.
- VILLAGARCIA, S. 1986.** Manual de Uso de fertilizantes. UNA La Molina, Lima, Perú.
- AGROES.ES. 2108.** Abonado de Espinaca, extracciones y Dosis de Nutrientes para fertilización con Nitrógeno, Fósforo y Potasa. Disponible en: <http://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/espinaca/513-espinacas-dosis-de-nutrientes-para-abonado-cultivo>. Revisado: 02 junio de 2018.

MINISTERIO DE AGRICULTURA – Perú. 2014. Compendio estadístico Perú

2014. Disponible en:

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1173/cap12/cap12.pdf. Revisado 03 de marzo 2018.

PESCA PERÚ. 2001. Guano de Isla en el Perú. Disponible en:

www.cepes.org.pe/pdf/guano_de_islas.pdf. Revisado 20 marzo 2017.

ANEXOS

Anexo 1

Datos de campo de las variables observadas en el experimento

Bloque	Guano Isla	Dosis EM	Long. Planta	Ancho limbo	Long. Limbo	N° de hojas	Rendimiento	Mat. Seca
1	1	0	13.1	5.2	7.2	7.8	4.830	46.3
1	1	2	12.9	6.6	7.7	7.0	5.200	47.5
1	1	4	15.4	7.4	7.4	8.0	5.920	43.5
1	1	6	15.8	6.2	7.9	9.6	6.880	36.3
1	1	8	15.5	6.9	8.1	10.6	6.580	39.2
1	2	0	13.4	5.4	6.9	9.3	6.356	56.3
1	2	2	13.9	6.5	7.5	7.2	6.910	49.8
1	2	4	17	6.5	7.8	8.6	7.360	53.0
1	2	6	17.1	6.8	8.3	9.2	8.564	53.1
1	2	8	17.6	7.2	8.2	10.6	8.976	67.5
2	1	0	13.5	5.2	7.3	10.0	5.356	35.3
2	1	2	15.1	6.3	7.5	10.4	6.970	41.4
2	1	4	15	5.5	7.6	10.2	6.970	39.9
2	1	6	15.5	6.8	8.7	9.8	6.365	46.7
2	1	8	13.8	7.0	8.3	10.6	7.120	43.5
2	2	0	13.1	5.9	7.3	9.4	5.480	43.7
2	2	2	15.2	6.8	7.3	10.0	7.564	51.8
2	2	4	13.8	6.5	8.2	10.2	8.172	52.1
2	2	6	16.3	6.9	8.3	10.4	6.456	54.8
2	2	8	16.1	6.5	7.6	10.4	6.980	51.7
3	1	0	12.3	5.8	6.1	9.2	4.800	41.4
3	1	2	13.3	5.9	6.8	9.2	5.980	38.8
3	1	4	16.1	5.3	8.1	10.3	7.056	40.9
3	1	6	16.5	6.3	7.8	9.6	7.200	39.6
3	1	8	20.1	6.9	8.2	10.2	9.780	69.4
3	2	0	14.5	5.4	6.8	9.0	5.235	30.4
3	2	2	15.2	5.8	7.7	10.0	8.564	53.1
3	2	4	14.4	6.0	7.8	9.6	8.567	54.0
3	2	6	15.9	6.5	7.9	10.4	9.345	58.9
3	2	8	17.2	7.6	9.2	10.8	9.200	51.5

Anexo 2

Costos de producción de Espinaca en Canaán-Ayacucho

$T_1 = 1 \text{ t.ha}^{-1}$ de guano de isla y 0 l.ha^{-1} de EM

Partida	Descripción	Medida		Precio Unitario S/.	Costo Parcial
		Unidad	Cantidad		
	I COSTOS DIRECTOS				
1	LABRANZA SECUNDARIA				240
1.1	Mullido-nivelación	jornal	6	40	240
1.2	SIEMBRA Y ABONAMIENTO				280
1.21	Distribución de semilla	Jornal	3	40	120
1.22	Distribución de GI	Jornal	2	40	80
1.23	Tapado de semilla	Jornal	2	40	80
1.3	LABORES CULTURALES				720
1.31	Control fitosanitario	Jornal	2	40	80
1.32	Riegos	Jornal	2	40	80
1.33	Escarda	Jornal	6	40	240
1.34	Control de malezas	Jornal	8	40	320
1.4	COSECHA				640
1.41	Corte de planta (tres cortes)	Jornal	4	40	160
1.42	Selección de plantas	Jornal	6	40	240
1.43	Preparación de atados	Jornal	6	40	240
1.5	LABRANZA PRIMARIA				540
1.51	Roturado aradura	H/M	5	60	300
1.52	Rastra cruzada	H/M	3	60	180
1.53	Const. Camellón-surcado	H/M	1	60	60
1.6	SEMILLA				900
1.61	Semilla espinaca Viroflay	kg	12	75	900
1.7	ABONO				1000
1.71	Guano de Isla	Saco 50 kg	20	50	1000
1.8	CONTROL FITOSANITARIO				120
1.81	Te de barbasco	Lt	1	60	60
1.82	Biol	Lt	1	60	60
2	BIOFERTILIZANTE				0
2.1	EM	Lt	0	40	0
	II COSTOS INDIRECTOS				399.6
1	Asistencia técnica (3%)				133.2
2	Gastos Administrativos (4%)				177.6
3	Imprevistos (2%)				88.8
	Costos Directos I				4440
	Costos Indirectos II				399.6
	Costo de Producción				4839.6

$T_2 = 1 \text{ t.ha}^{-1}$ de guano de isla y 2 l.ha^{-1} de EM

Partida	Descripción	Medida		Precio Unitario S/.	Costo Parcial
		Unidad	Cantidad		
	I COSTOS DIRECTOS				
1	LABRANZA SECUNDARIA	0	0	0	240
1.1	Mullido-nivelación	jornal	6	40	240
1.2	SIEMBRA Y ABONAMIENTO	0	0	0	280
1.21	Distribución de semilla	Jornal	3	40	120
1.22	Distribución de GI	Jornal	2	40	80
1.23	Tapado de semilla	Jornal	2	40	80
1.3	LABORES CULTURALES	0	0	0	760
1.31	Aplicación foliar	Jornal	3	40	120
1.32	Riegos	Jornal	2	40	80
1.33	Escarda	Jornal	6	40	240
1.34	Control de malezas	Jornal	8	40	320
1.4	COSECHA	0	0	0	640
1.41	Corte de planta (tres cortes)	Jornal	4	40	160
1.42	Selección de plantas	Jornal	6	40	240
1.43	Preparación de atados	Jornal	6	40	240
1.5	LABRANZA PRIMARIA	0	0	0	540
1.51	Roturado aradura	H/M	5	60	300
1.52	Rastra cruzada	H/M	3	60	180
1.53	Const. Camellón-surcado	H/M	1	60	60
1.6	SEMILLA	0	0	0	900
1.61	Semilla espinaca Viroflay	kg	12	75	900
1.7	ABONO	0	0	0	1000
1.71	Guano de Isla	Saco 50 kg	20	50	1000
1.8	CONTROL FITOSANITARIO	0	0	0	120
1.81	Te de barbasco	Lt	1	60	60
1.82	Biol	Lt	1	60	60
2	BIOFERTILIZANTE	0	0	0	80
2.1	EM	Lt	2	40	80
0	II COSTOS INDIRECTOS	0	0	0	399.6
1	Asistencia técnica (3%)	0	0	0	133.2
2	Gastos Administrativos (4%)	0	0	0	177.6
3	Imprevistos (2%)	0	0	0	88.8
	Costos Directos I	0	0	0	4560
	Costos Indirectos II	0	0	0	399.6
	Costo de Producción	0	0	0	4959.6

$T_3 = 1 \text{ t.ha}^{-1}$ de guano de isla y 4 l.ha^{-1} de EM

Partida	Descripción	Medida		Precio Unitario S/.	Costo Parcial
		Unidad	Cantidad		
	I COSTOS DIRECTOS				
1	LABRANZA SECUNDARIA	0	0	0	240
1.1	Mullido-nivelación	jornal	6	40	240
1.2	SIEMBRA Y ABONAMIENTO	0	0	0	280
1.21	Distribución de semilla	Jornal	3	40	120
1.22	Distribución de GI	Jornal	2	40	80
1.23	Tapado de semilla	Jornal	2	40	80
1.3	LABORES CULTURALES	0	0	0	760
1.31	Aplicación foliar	Jornal	3	40	120
1.32	Riegos	Jornal	2	40	80
1.33	Escarda	Jornal	6	40	240
1.34	Control de malezas	Jornal	8	40	320
1.4	COSECHA	0	0	0	640
1.41	Corte de planta (tres cortes)	Jornal	4	40	160
1.42	Selección de plantas	Jornal	6	40	240
1.43	Preparación de atados	Jornal	6	40	240
1.5	LABRANZA PRIMARIA	0	0	0	540
1.51	Roturado aradura	H/M	5	60	300
1.52	Rastra cruzada	H/M	3	60	180
1.53	Const. Camellón-surcado	H/M	1	60	60
1.6	SEMILLA	0	0	0	900
1.61	Semilla espinaca Viroflay	kg	12	75	900
1.7	ABONO	0	0	0	1000
1.71	Guano de Isla	Saco 50 kg	20	50	1000
1.8	CONTROL FITOSANITARIO	0	0	0	120
1.81	Te de barbasco	Lt	1	60	60
1.82	Biol	Lt	1	60	60
2	BIOFERTILIZANTE	0	0	0	160
2.1	EM	Lt	4	40	160
0	II COSTOS INDIRECTOS	0	0	0	417.6
1	Asistencia técnica (3%)	0	0	0	139.2
2	Gastos Administrativos (4%)	0	0	0	185.6
3	Imprevistos (2%)	0	0	0	92.8
	Costos Directos I	0	0	0	4640
	Costos Indirectos II	0	0	0	417.6
	Costo de Producción	0	0	0	5057.6

$T_4 = 1 \text{ t.ha}^{-1}$ de guano de isla y 6 l.ha^{-1} de EM

Partida	Descripción	Medida		Precio Unitario S/.	Costo Parcial
		Unidad	Cantidad		
	I COSTOS DIRECTOS				
1	LABRANZA SECUNDARIA	0	0	0	240
1.1	Mullido-nivelación	jornal	6	40	240
1.2	SIEMBRA Y ABONAMIENTO	0	0	0	280
1.21	Distribución de semilla	Jornal	3	40	120
1.22	Distribución de GI	Jornal	2	40	80
1.23	Tapado de semilla	Jornal	2	40	80
1.3	LABORES CULTURALES	0	0	0	760
1.31	Aplicación foliar	Jornal	3	40	120
1.32	Riegos	Jornal	2	40	80
1.33	Escarda	Jornal	6	40	240
1.34	Control de malezas	Jornal	8	40	320
1.4	COSECHA	0	0	0	640
1.41	Corte de planta (tres cortes)	Jornal	4	40	160
1.42	Selección de plantas	Jornal	6	40	240
1.43	Preparación de atados	Jornal	6	40	240
1.5	LABRANZA PRIMARIA	0	0	0	540
1.51	Roturado aradura	H/M	5	60	300
1.52	Rastra cruzada	H/M	3	60	180
1.53	Const. Camellón-surcado	H/M	1	60	60
1.6	SEMILLA	0	0	0	900
1.61	Semilla espinaca Viroflay	kg	12	75	900
1.7	ABONO	0	0	0	1000
1.71	Guano de Isla	Saco 50 kg	20	50	1000
1.8	CONTROL FITOSANITARIO	0	0	0	120
1.81	Te de barbasco	Lt	1	60	60
1.82	Biol	Lt	1	60	60
2	BIOFERTILIZANTE	0	0	0	240
2.1	EM	Lt	6	40	240
0	II COSTOS INDIRECTOS	0	0	0	424.8
1	Asistencia técnica (3%)	0	0	0	141.6
2	Gastos Administrativos (4%)	0	0	0	188.8
3	Imprevistos (2%)	0	0	0	94.4
	Costos Directos I	0	0	0	4720
	Costos Indirectos II	0	0	0	424.8
	Costo de Producción	0	0	0	5144.8

$T_5 = 1 \text{ t.ha}^{-1}$ de guano de isla y 8 l.ha^{-1} de EM

Partida	Descripción	Medida		Precio Unitario S/.	Costo Parcial
		Unidad	Cantidad		
	I COSTOS DIRECTOS				
1	LABRANZA SECUNDARIA	0	0	0	240
1.1	Mullido-nivelación	jornal	6	40	240
1.2	SIEMBRA Y ABONAMIENTO	0	0	0	280
1.21	Distribución de semilla	Jornal	3	40	120
1.22	Distribución de GI	Jornal	2	40	80
1.23	Tapado de semilla	Jornal	2	40	80
1.3	LABORES CULTURALES	0	0	0	760
1.31	Aplicación foliar	Jornal	3	40	120
1.32	Riegos	Jornal	2	40	80
1.33	Escarda	Jornal	6	40	240
1.34	Control de malezas	Jornal	8	40	320
1.4	COSECHA	0	0	0	640
1.41	Corte de planta (tres cortes)	Jornal	4	40	160
1.42	Selección de plantas	Jornal	6	40	240
1.43	Preparación de atados	Jornal	6	40	240
1.5	LABRANZA PRIMARIA	0	0	0	540
1.51	Roturado aradura	H/M	5	60	300
1.52	Rastra cruzada	H/M	3	60	180
1.53	Const. Camellón-surcado	H/M	1	60	60
1.6	SEMILLA	0	0	0	900
1.61	Semilla espinaca Viroflay	kg	12	75	900
1.7	ABONO	0	0	0	1000
1.71	Guano de Isla	Saco 50 kg	20	50	1000
1.8	CONTROL FITOSANITARIO	0	0	0	120
1.81	Te de barbasco	Lt	1	60	60
1.82	Biol	Lt	1	60	60
2	BIOFERTILIZANTE	0	0	0	320
2.1	EM	Lt	8	40	320
0	II COSTOS INDIRECTOS	0	0	0	432
1	Asistencia técnica (3%)	0	0	0	144
2	Gastos Administrativos (4%)	0	0	0	192
3	Imprevistos (2%)	0	0	0	96
	Costos Directos I	0	0	0	4800
	Costos Indirectos II	0	0	0	432
	Costo de Producción	0	0	0	5232

$T_6 = 2 \text{ t.ha}^{-1}$ de guano de isla y 0 l.ha^{-1} de EM

Partida	Descripción	Medida		Precio Unitario S/.	Costo Parcial
		Unidad	Cantidad		
	I COSTOS DIRECTOS				
1	LABRANZA SECUNDARIA				240
1.1	Mullido-nivelación	jornal	6	40	240
1.2	SIEMBRA Y ABONAMIENTO				360
1.21	Distribución de semilla	Jornal	3	40	120
1.22	Distribución de GI	Jornal	4	40	160
1.23	Tapado de semilla	Jornal	2	40	80
1.3	LABORES CULTURALES				720
1.31	Control fitosanitario	Jornal	2	40	80
1.32	Riegos	Jornal	2	40	80
1.33	Escarda	Jornal	6	40	240
1.34	Control de malezas	Jornal	8	40	320
1.4	COSECHA				640
1.41	Corte de planta (tres cortes)	Jornal	4	40	160
1.42	Selección de plantas	Jornal	6	40	240
1.43	Preparación de atados	Jornal	6	40	240
1.5	LABRANZA PRIMARIA				540
1.51	Roturado aradura	H/M	5	60	300
1.52	Rastra cruzada	H/M	3	60	180
1.53	Const. Camellón-surcado	H/M	1	60	60
1.6	SEMILLA				900
1.61	Semilla espinaca Viroflay	kg	12	75	900
1.7	ABONO				2000
1.71	Guano de Isla	Saco 50 kg	40	50	2000
1.8	CONTROL FITOSANITARIO				120
1.81	Te de barbasco	Lt	1	60	60
1.82	Biol	Lt	1	60	60
2	BIOFERTILIZANTE				0
2.1	EM	Lt	0	40	0
	II COSTOS INDIRECTOS				496.8
1	Asistencia técnica (3%)				165.6
2	Gastos Administrativos (4%)				220.8
3	Imprevistos (2%)				110.4
	Costos Directos I				5520
	Costos Indirectos II				496.8
	Costo de Producción				6016.8

$T_7 = 2 \text{ t.ha}^{-1}$ de guano de isla y 2 l.ha^{-1} de EM

Partida	Descripción	Medida		Precio Unitario S/.	Costo Parcial
		Unidad	Cantidad		
	I COSTOS DIRECTOS				
1	LABRANZA SECUNDARIA	0	0	0	240
1.1	Mullido-nivelación	jornal	6	40	240
1.2	SIEMBRA Y ABONAMIENTO	0	0	0	360
1.21	Distribución de semilla	Jornal	3	40	120
1.22	Distribución de GI	Jornal	4	40	160
1.23	Tapado de semilla	Jornal	2	40	80
1.3	LABORES CULTURALES	0	0	0	760
1.31	Aplicación foliar	Jornal	3	40	120
1.32	Riegos	Jornal	2	40	80
1.33	Escarda	Jornal	6	40	240
1.34	Control de malezas	Jornal	8	40	320
1.4	COSECHA	0	0	0	640
1.41	Corte de planta (tres cortes)	Jornal	4	40	160
1.42	Selección de plantas	Jornal	6	40	240
1.43	Preparación de atados	Jornal	6	40	240
1.5	LABRANZA PRIMARIA	0	0	0	540
1.51	Roturado aradura	H/M	5	60	300
1.52	Rastra cruzada	H/M	3	60	180
1.53	Const. Camellón-surcado	H/M	1	60	60
1.6	SEMILLA	0	0	0	900
1.61	Semilla espinaca Viroflay	kg	12	75	900
1.7	ABONO	0	0	0	2000
1.71	Guano de Isla	Saco 50 kg	40	50	2000
1.8	CONTROL FITOSANITARIO	0	0	0	120
1.81	Te de barbasco	Lt	1	60	60
1.82	Biol	Lt	1	60	60
2	BIOFERTILIZANTE	0	0	0	80
2.1	EM	Lt	2	40	80
0	II COSTOS INDIRECTOS	0	0	0	496.8
1	Asistencia técnica (3%)	0	0	0	165.6
2	Gastos Administrativos (4%)	0	0	0	220.8
3	Imprevistos (2%)	0	0	0	110.4
	Costos Directos I	0	0	0	5640
	Costos Indirectos II	0	0	0	496.8
	Costo de Producción	0	0	0	6136.8

$T_8 = 2 \text{ t.ha}^{-1}$ de guano de isla y 4 l.ha^{-1} de EM

Partida	Descripción	Medida		Precio Unitario S/.	Costo Parcial
		Unidad	Cantidad		
	I COSTOS DIRECTOS				
1	LABRANZA SECUNDARIA	0	0	0	240
1.1	Mullido-nivelación	jornal	6	40	240
1.2	SIEMBRA Y ABONAMIENTO	0	0	0	360
1.21	Distribución de semilla	Jornal	3	40	120
1.22	Distribución de GI	Jornal	4	40	160
1.23	Tapado de semilla	Jornal	2	40	80
1.3	LABORES CULTURALES	0	0	0	760
1.31	Aplicación foliar	Jornal	3	40	120
1.32	Riegos	Jornal	2	40	80
1.33	Escarda	Jornal	6	40	240
1.34	Control de malezas	Jornal	8	40	320
1.4	COSECHA	0	0	0	640
1.41	Corte de planta (tres cortes)	Jornal	4	40	160
1.42	Selección de plantas	Jornal	6	40	240
1.43	Preparación de atados	Jornal	6	40	240
1.5	LABRANZA PRIMARIA	0	0	0	540
1.51	Roturado aradura	H/M	5	60	300
1.52	Rastra cruzada	H/M	3	60	180
1.53	Const. Camellón-surcado	H/M	1	60	60
1.6	SEMILLA	0	0	0	900
1.61	Semilla espinaca Viroflay	kg	12	75	900
1.7	ABONO	0	0	0	2000
1.71	Guano de Isla	Saco 50 kg	40	50	2000
1.8	CONTROL FITOSANITARIO	0	0	0	120
1.81	Te de barbasco	Lt	1	60	60
1.82	Biol	Lt	1	60	60
2	BIOFERTILIZANTE	0	0	0	160
2.1	EM	Lt	4	40	160
0	II COSTOS INDIRECTOS	0	0	0	514.8
1	Asistencia técnica (3%)	0	0	0	171.6
2	Gastos Administrativos (4%)	0	0	0	228.8
3	Imprevistos (2%)	0	0	0	114.4
	Costos Directos I	0	0	0	5720
	Costos Indirectos II	0	0	0	514.8
	Costo de Producción	0	0	0	6234.8

$T_9 = 2 \text{ t.ha}^{-1}$ de guano de isla y 6 l.ha^{-1} de EM

Partida	Descripción	Medida		Precio Unitario S/.	Costo Parcial
		Unidad	Cantidad		
	I COSTOS DIRECTOS				
1	LABRANZA SECUNDARIA	0	0	0	240
1.1	Mullido-nivelación	jornal	6	40	240
1.2	SIEMBRA Y ABONAMIENTO	0	0	0	360
1.21	Distribución de semilla	Jornal	3	40	120
1.22	Distribución de GI	Jornal	4	40	160
1.23	Tapado de semilla	Jornal	2	40	80
1.3	LABORES CULTURALES	0	0	0	760
1.31	Aplicación foliar	Jornal	3	40	120
1.32	Riegos	Jornal	2	40	80
1.33	Escarda	Jornal	6	40	240
1.34	Control de malezas	Jornal	8	40	320
1.4	COSECHA	0	0	0	640
1.41	Corte de planta (tres cortes)	Jornal	4	40	160
1.42	Selección de plantas	Jornal	6	40	240
1.43	Preparación de atados	Jornal	6	40	240
1.5	LABRANZA PRIMARIA	0	0	0	540
1.51	Roturado aradura	H/M	5	60	300
1.52	Rastra cruzada	H/M	3	60	180
1.53	Const. Camellón-surcado	H/M	1	60	60
1.6	SEMILLA	0	0	0	900
1.61	Semilla espinaca Viroflay	kg	12	75	900
1.7	ABONO	0	0	0	2000
1.71	Guano de Isla	Saco 50 kg	40	50	2000
1.8	CONTROL FITOSANITARIO	0	0	0	120
1.81	Te de barbasco	Lt	1	60	60
1.82	Biol	Lt	1	60	60
2	BIOFERTILIZANTE	0	0	0	240
2.1	EM	Lt	6	40	240
0	II COSTOS INDIRECTOS	0	0	0	522
1	Asistencia técnica (3%)	0	0	0	174
2	Gastos Administrativos (4%)	0	0	0	232
3	Imprevistos (2%)	0	0	0	116
	Costos Directos I	0	0	0	5800
	Costos Indirectos II	0	0	0	522
	Costo de Producción	0	0	0	6322

$T_{10} = 2 \text{ t.ha}^{-1}$ de guano de isla y 8 l.ha^{-1} de EM

Partida	Descripción	Medida		Precio Unitario S/.	Costo Parcial
		Unidad	Cantidad		
	I COSTOS DIRECTOS				
1	LABRANZA SECUNDARIA	0	0	0	240
1.1	Mullido-nivelación	jornal	6	40	240
1.2	SIEMBRA Y ABONAMIENTO	0	0	0	360
1.21	Distribución de semilla	Jornal	3	40	120
1.22	Distribución de GI	Jornal	4	40	160
1.23	Tapado de semilla	Jornal	2	40	80
1.3	LABORES CULTURALES	0	0	0	760
1.31	Aplicación foliar	Jornal	3	40	120
1.32	Riegos	Jornal	2	40	80
1.33	Escarda	Jornal	6	40	240
1.34	Control de malezas	Jornal	8	40	320
1.4	COSECHA	0	0	0	640
1.41	Corte de planta (tres cortes)	Jornal	4	40	160
1.42	Selección de plantas	Jornal	6	40	240
1.43	Preparación de atados	Jornal	6	40	240
1.5	LABRANZA PRIMARIA	0	0	0	540
1.51	Roturado aradura	H/M	5	60	300
1.52	Rastra cruzada	H/M	3	60	180
1.53	Const. Camellón-surcado	H/M	1	60	60
1.6	SEMILLA	0	0	0	900
1.61	Semilla espinaca Viroflay	kg	12	75	900
1.7	ABONO	0	0	0	2000
1.71	Guano de Isla	Saco 50 kg	40	50	2000
1.8	CONTROL FITOSANITARIO	0	0	0	120
1.81	Te de barbasco	Lt	1	60	60
1.82	Biol	Lt	1	60	60
2	BIOFERTILIZANTE	0	0	0	320
2.1	EM	Lt	8	40	320
0	II COSTOS INDIRECTOS	0	0	0	529.2
1	Asistencia técnica (3%)	0	0	0	176.4
2	Gastos Administrativos (4%)	0	0	0	235.2
3	Imprevistos (2%)	0	0	0	117.6
	Costos Directos I	0	0	0	5880
	Costos Indirectos II	0	0	0	529.2
	Costo de Producción	0	0	0	6409.2

Anexo 3

Panel Fotográfico



Preparación del terreno con maquinaria agrícola



Humedecimiento del surco con riego por goteo



Siembra directa de espinaca



Deshierbe del experimento



Aplicación de EM a la planta



Plantas de espinaca en pleno desarrollo