

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Niveles de estiércol de ovino y formas de siembra en el
rendimiento de espinaca (*Spinacia oleracea* L.).**

Arizona- 3200 msnm, Ayacucho

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

PRESENTADO POR:

Melitón Janampa Huamaní

Ayacucho - Perú

2018

Gracias le doy a Jesús mi Dios porque entre tanta dificultad y habiendo perdido tanto tiempo no perdí mi amor a mi vocación...

Con todo mi cariño a mis padres y hermanos, que hicieron todo lo posible para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano de manera incondicional cuando sentía que el camino se terminaba, a mi esposa por motivarme, a mis hijas Brenda Nahoki y Katy Yamile´ quienes me inspiran a seguir desarrollándome como persona, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

Toda mi gratitud, y reconocimiento y el deseo de felicidad a todos los seres que más quiero y a mis maestros por despertar en mí la sabiduría.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga mi alma mater, a la Escuela Profesional de Agronomía por acogerme en sus aulas y permitirme adquirir conocimientos integrales, y a mis profesores por su apoyo y paciencia.

Así mismo expreso mi gratitud y agradecimiento a los ingenieros, y de manera especial a mi asesor Ing. Walter Augusto Mateu Mateo por su contribución y hacer realidad el presente trabajo de investigación.

A la comunidad campesina de Arizona, por permitirme realizar el presente trabajo de investigación en contribución a nuestra comunidad.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
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 MARCO TEÓRICO

1.1 Origen de la espinaca	5
1.2 Clasificación taxonómica	6
1.3 Características botánicas	6
1.4 Variedades del cultivo de espinaca	9
1.5 Biología de la planta de espinaca	10
1.6 Factores productivos de la espinaca	11
1.7 Requerimientos nutricionales del cultivo.....	14
1.8 Proceso productivo del cultivo de espinaca	16
1.9 Valor nutritivo de la espinaca.....	20
1.10 Fertilización.....	22
1.11 Materia orgánica.....	22
1.12 El Estiércol	24
1.13 Formas de siembra	31

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1 Ubicación geográfica.....	33
2.2 Características del suelo	33
2.3 Condiciones climáticas.....	35
2.4 Diseño experimental.....	39
2.5 Factores a estudiar	39

2.6	Tratamientos	39
2.7	Modelo aditivo lineal	40
2.8	Instalación y conducción del experimento	42
2.9	Variables evaluadas	43

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1	Variables de precocidad	45
3.2	Variables de rendimiento	47
3.3	Merito económico	62

	Conclusiones	64
	Recomendaciones.....	65
	Referencia bibliográfica	66
	Anexo	70

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1 Relación entre la temperatura, el porcentaje de germinación y días a la emergencia en el cultivo de espinaca.....	12
Tabla 1.2 Valor nutritivo de la espinaca (sobre la base de 100 gr de la parte comestible de espinaca).....	21
Tabla 1.3 Contenido de NPK por tonelada de estiércoles de animales.....	26
Tabla 1.4 Caracterización agroquímica de un estiércol de oveja o cabra.....	28
Tabla 2.1 Análisis de fertilidad del suelo del terreno experimental (Irapampa-Arizona, 3200 msnm).....	34
Tabla 2.2 Análisis de físico químico del estiércol de ovino.....	34
Tabla 2.3 Temperatura Máxima, Media, Mínima, Precipitación y Balance Hídrico correspondiente a la campaña Agrícola 2015. Estación Meteorológica Chiara – Ayacucho.....	37
Tabla 2.4 Descripción de los tratamientos y los niveles de cada factor.....	40
Tabla 3.1 Número de días después de la siembra (dds) a los diferentes estadios fenológicos del cultivo de espinaca. Arizona, 3200 msnm...	42
Tabla 3.2 Análisis de variancia de la altura de planta de espinaca a la cosecha. Arizona.....	45
Tabla 3.3 Análisis de variancia del número de plantas de espinaca por hectárea. Arizona.....	47
Tabla 3.4 Análisis de variancia número promedio de hojas por planta de espinaca a la madurez de cosecha.....	49
Tabla 3.5 Análisis de variancia del rendimiento de materia seca por hectárea de espinaca. Vinchos 3200 msnm.....	53
Tabla 3.6 Análisis de variancia del rendimiento por hectárea de espinaca en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$	56
Tabla 3.7 Costo de Producción, valor de la cosecha y análisis de rentabilidad del rendimiento de espinaca en los diferentes tratamientos.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 2.1	Diagrama ombrotérmico, temperatura, precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2015. Estación Meteorológica de Chiara – Ayacucho, 3300 msnm.....	38
Figura 2.2	Croquis de campo experimental y distribución de los tratamientos..	41
Figura 3.1	Tendencia de los efectos simples de los niveles de estiércol de ovino en cada forma de siembra en la altura de planta de espinaca..	48
Figura 3.2	Efecto principal de formas de siembra en promedio de los niveles del abonamiento orgánico para el número de plantas de espinaca. Arizona 3200 msnm.....	50
Figura 3.3	Tendencia del efecto principal niveles de guano de ovino del número de plantas de espinaca por hectárea. Arizona 3200 msnm...	51
Figura 3.4	Tendencia de los efectos simples de los niveles de estiércol de ovino en cada forma de siembra en el número de hojas por planta de espinaca.....	54
Figura 3.5	Tendencia de los efectos simples de los niveles de estiércol de ovino en cada forma de siembra para el rendimiento de materia seca en espinaca.....	57
Figura 3.6	Tendencia de los efectos simples de los niveles de estiércol de ovino en cada forma de siembra en el rendimiento de espinaca fresca.....	59

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1 Costo de producción de una hectárea de espinaca sin estiércol.....	71
Anexo 2 Costo de producción de una hectárea de espinaca con 2 tn de estiércol.....	72
Anexo 3 Costo de producción de una hectárea de espinaca con 4 tn de estiércol.....	73
Anexo 4 Costo de producción de una hectárea de espinaca con 6 tn de estiércol.....	74
Anexo 5 Resumen de datos de campo del experimento.....	76
Anexo 6 Resultados de Análisis de fertilidad de suelos.....	77
Anexo 7 Resultados de análisis físico químico del estiércol de ovino.....	78
Anexo 8 Panel fotográfico del experimento.....	79

RESUMEN

Para evaluar la influencia de cuatro niveles de estiércol de ovino (0,2, 4, 6 t.ha⁻¹) y dos formas de siembra (melgas y surco) en el rendimiento de espinaca, se planteó el presente proyecto conducido en el diseño de parcelas divididas con arreglo factorial de 4 E x 2 F, con tres repeticiones y 08 unidades experimentales. El experimento se instaló en la comunidad de Arizona-Distrito de Vinchos, provincia Huamanga. La unidad experimental tuvo una dimensión de 2.8 x 3 m. El estiércol de ovino descompuesto se aplicó al terreno a surco corrido y al voleo de acuerdo a la forma de siembra un mes antes del proceso de siembra. La densidad de siembra fue de 15 kg ha⁻¹. Las labores de manejo del cultivo fueron ejecutadas en forma oportuna y adecuada. Las conclusiones de la investigación fueron: La longitud de planta, obedece a una tendencia cuadrática del efecto de los niveles de estiércol de ovino en cada forma de siembra. La siembra en melgas con el nivel de 4 t.ha⁻¹ de estiércol de ovino tuvo una longitud de planta de 23.62 cm, mientras que la siembra en surcos que presentó 18.75 cm. Existe tendencia cuadrática en el número de hojas, el nivel de 4 t.ha⁻¹ de estiércol en ambas formas de siembra que presentó 12.hojas. El rendimiento de espinaca obedece a una tendencia cuadrática. El mayor rendimiento de espinaca se obtuvo con 4 t.ha⁻¹ y siembra en melgas con 20 896 kg.ha⁻¹, mientras que con la siembra en surcos se obtuvo 15 100 kg.ha⁻¹. Para un rendimiento óptimo de espinaca de 21 413.50 kg.ha⁻¹ se requiere de 5.40 t.ha⁻¹ de estiércol de ovino en siembra en melgas, mientras que para un rendimiento óptimo de 17 635.49 kg.ha⁻¹ en la siembra en surcos se requiere de 6.0 t.ha⁻¹ de estiércol de ovino. Los tratamientos con 4, 2 y 6 t.ha⁻¹ en la siembra en melgas arrojaron la mayor rentabilidad con 172 %, 157 % y 125 %, respectivamente.

INTRODUCCIÓN

La espinaca (*Spinacia oleracea* L.) es originaria de Europa, es una especie hortícola que pertenece a la familia de las Quenopodiáceas, cultivada como verdura por sus hojas comestibles y de color verde muy oscuro. Es una excelente fuente de vitamina K, vitamina A, magnesio, ácido fólico, manganeso, hierro, calcio, vitamina C, vitamina B₂, potasio y vitamina B₆. También, es una muy buena fuente de proteínas, fósforo, vitamina E, zinc, fibra dietética, y cobre. Su cultivo se realiza durante todo el año y se puede consumir fresca o cocida. (Gorini, 1970)

Desde hace algunos años en el Perú, los cultivos orgánicos han cobrado gran importancia como alternativa al uso de agroquímicos, debido a la tendencia actual de proteger el medio ambiente.

La fertilización representa la práctica agronómica más importante del proceso agrícola, para obtener mejores y mayores producciones, sin embargo, el mal manejo de fertilizantes no sólo afecta a la economía, sino el empobrecimiento, la degradación de los suelos, contaminación ambiental y aparición de nuevas plagas y enfermedades.

La agricultura orgánica es una forma de producir sosteniblemente, disminuyendo el uso de fertilizantes y plaguicidas. Los abonos orgánicos constituyen un elemento crucial para la regulación de muchos procesos relacionados con la productividad agrícola; son conocidas sus principales funciones, como cobertura o mulch, mantenimiento de los niveles de materia orgánica del suelo y complemento o reemplazo de los fertilizantes químicos; este último aspecto reviste gran importancia, debido al auge de su implementación en sistemas de producción limpia y ecológica.

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

Otro factor importante en la obtención de los rendimientos constituye el arreglo de las plantas en el terreno o modalidades de siembra, que influyen en el desarrollo de las plantas y facilidad de las labores de mantenimiento.

En el Perú para el año 2013 (INEI, 2014), se produjo 29,714 toneladas métricas a nivel nacional con un rendimiento promedio de 10 t.ha^{-1} , cultivándose principalmente en la Costa. Al igual que en otras hortalizas, existe una serie de factores para su bajo rendimiento y los de mayor significación son las malezas por sus acciones de competencia e interferencia, densidad inadecuada, etc.

Para mejorar el rendimiento, la aplicación de estiércol suficiente, así como una densidad de plantas conveniente, la constituyen dos razones que requieren ser conocidos, lo que ha generado la presente investigación con los siguientes objetivos:

1. Evaluar la influencia de niveles de estiércol de ovino y las formas de siembra en la calidad de espinacas.
2. Evaluar la influencia de niveles de estiércol de ovino y las formas de siembra en el rendimiento de espinaca.
3. Determinar el mérito económico de los tratamientos evaluados.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 ORIGEN DE LA ESPINACA

Maroto (1986) señala que la espinaca es originaria de Asia Central, específicamente de Persia, en el Sur Oeste Asiático. Fue introducido en España por los árabes en el siglo XI y posteriormente a Europa, siendo citadas sus semillas en el siglo XIII por San Alberto Magno. De Candolle (1863) citado por el Instituto Nacional de Vulgarización Francés (2000) supone que la espinaca cultivada de la especie *Espinacea oleracea* podría tratarse de una forma mejorada de la *Spinacea tetrandra*, desarrollada espontáneamente al sur de Cáucaso, Persia, Afganistán, así como en el Turkestan.

Para Maroto (1986) la espinaca fue considerada por el escritor árabe-español Ibn-Al-Awan (1894) como la mejor de las hortalizas siendo muy apreciada por su elevado valor nutritivo, su riqueza vitamínica y su contenido de hierro, hace que esta planta posea un elevado poder antianémico. Tradicionalmente ha sido consumida en fresco, hervida o frita principalmente y hoy en día es una de las hortalizas más utilizadas industrialmente en congelación y deshidratación.

Vavilov (1951), citado por Valadez (1994) expone que la Espinaca se empezó a aprovechar en China en el siglo VII, en Europa su cultivo se remonta al año 1351, la Espinaca era conocida por los Griegos y los Romanos siendo cultivada por primera vez por los Árabes. De Candolle (1863), citado por el Instituto Nacional de Vulgarización Francés (2000) y Thompson y Kelly (1974) menciona que la espinaca fue cultivada en Rusia hace 2000 años y que en 1806 fue introducida a Estados Unidos, y de allí al resto de América.

1.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Mostacero et al (1993) señalan que la espinaca está considerada dentro de las siguientes categorías taxonómicas:

Reino	: Vegetal (Plantae)
Sub Reino	: Fanerógama o Antofita
División	: Angiospermas
Clase	: Dicotyledoneae
Sub Clase	: Archichlamydeae
Orden	: Centrospermae
Familia	: Chenopodiáceae
Género	: Spinacia
Especie	: <i>Spinacia oleracea</i> L.
Nombre común	: Espinaca.

Numero cromosómico: 2n, 12 cromosomas.

1.3 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

a) Características generales de la planta

Casseres (1980) expone que se trata de una planta anual, antes de que tenga lugar el desarrollo del escapo floral, la planta llega a alcanzar una altura de 15 a 25 cm formando las hojas una roseta al nivel del cuello. Las hojas pecioladas se ofrecen marcadamente sagitadas y aguadas en el tipo original. El escapo floral puede alcanzar hasta 80 cm de altura, estando rodeado de hojas alternas. En su extremo aparecen pequeñas flores verdosas agrupadas en glomérulos axilares. Los frutos pertenecen al tipo Aquenio. En una primera fase forma una roseta de hojas de duración variable según condiciones climáticas y posteriormente emite el tallo. De las axilas de las hojas o directamente del cuello surgen tallitos laterales que dan lugar a ramificaciones secundarias, en las que pueden desarrollarse flores. Existen plantas masculinas, femeninas e incluso hermafroditas, que se diferencian fácilmente, ya que las femeninas poseen mayor número de hojas basales, tardan más en desarrollar la semilla y por ello son más productivas.

Semilla de Espinaca. Gorini (1970) refiere que las semillas son de forma lenticular, son restos de las flores, de aspecto coriáceo, membranosas inermes o espinosas, de

color gris verdoso lo que generalmente se vende como semilla es en realidad el fruto (aquenio). Estos revestimientos, aunque favorecen la gran vitalidad de la semilla, inciden desfavorablemente sobre la velocidad y regularidad de germinación, al impedir la penetración de la humedad necesaria a los procesos germinativos. Generalmente, las semillas de dos años presentan con gran frecuencia una germinación más rápida y regular que las de sólo un año; 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. Cabe señalar que cuando las semillas están maduras, tienden a desprenderse fácilmente.

b) Sistema radicular

Maroto (1986) explica que la espinaca es una planta de raíz pivotante, poco ramificada y de desarrollo radicular superficial, aunque puede alcanzar hasta 1 m de profundidad en el perfil del suelo, y de unas pocas raíces secundarias de gran tamaño.

Según Weaver y Bruner (1927) citado por Valadez (1994), señala que el sistema de raíces de esta hortaliza es menos profundo y vigoroso que los de betabel y la acelga, la raíz principal puede medir hasta 1.8 m y 30 cm de ancho, es muy superficial.

c) El tallo

Por lo que respecta al 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.

Tiscornia (1989) da a conocer que antes de desarrollar el tallo floral lo cual ocurre en la primavera siguiente a la siembra, es una mata de grandes hojas en forma de punta de flecha, lampiña, pero solo se eleva sobre el terreno unos cuantos centímetros. Dice que la planta típica de la espinaca tiene tallo recto, hueco, ramoso de unos 50 cm de alto.

d) Las Hojas

Maroto (1986) señala que el órgano de consumo de esta hortaliza lo constituyen, al igual que en el caso de Acelga, sus hojas. Estas son enteras, con lámina y pecíolo fuertemente desarrollados. La lámina es glabra, de superficie lisa, ondulada (semi-Savoy) o crespa (Savoy), de borde entero, de color variable entre verde claro y verde oscuro, y de variadas formas, aunque normalmente es triangular-aovada. El pecíolo es largo (entre uno a dos tercios del largo total de la hoja), delgado (menor de 1 cm), con ahuecamiento progresivo al avanzar el desarrollo, y de color verdoso hacia la lámina, en contraste con la coloración rosada que presenta en el punto de inserción con el tallo, menciona que un limbo que puede ser más o menos sagitado triangular – ovalado o triangular acuminado, de márgenes enteros o sinuosos y de aspecto blando, rizado, liso o abollado, en esta fase de roseta de hojas, la planta puede alcanzar entre 15 y 25 cm de altura. Ocasionalmente se venden las plantas enteras, cortadas a nivel del cuello, por lo que se incluye el tallo y primordios foliares.

Valadez (1994) manifiesta que las hojas que son la parte comestible, son lisas acorazonadas y de color verde y crecen en forma de roseta o ramillete.

e) Las Flores

Maroto (1986) manifiesta que la planta desarrolla un escapo floral que puede alcanzar un porte superior a los 80 cm, siendo las flores de color verdosas y es importante reseñar que se trata de una especie dioica, es decir que existen plantas de *Espinaca* con flores masculinas y plantas con flores femeninas.

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 tetradentado, con ovarios uní ovulares, estilo único y estigma dividido en 3-5 segmentos.

Valadez (1994) expone 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.

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.

f) El fruto

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.

Maroto (1986) da a conocer que la espinaca fructifica en aquenios, que son considerados como semillas de forma apuntada lisos o espinosos según el cultivar y la variedad.

1.4 VARIEDADES DEL CULTIVO DE ESPINACA

Maroto (1960) explica que desde el punto de vista agrícola se distinguen dos tipos de Espinacas:

- a) *Spinacia oleracea* Variedad espinosa Moench, se trata de una variedad que se aproxima al tipo original por la presencia de hojas grandes aflechadas, sagitadas y agudas de un color verde intenso y algo rodeado en la base, estando sus semillas provistas de 2 a 4 pequeñas espinas rígidas. Se trata de la espinaca de semillas espinosas o cornudas, cuya variedad cultivada, está representada por la espinaca de Inglaterra.
- b) *Spinacia oleracea* Variedad glabra Miller, variedad Inermis Moench, Se diferencia claramente de la precedente por sus hojas más amplias de contorno redondeado y con parénquima más carnosa. La semilla redondeada se encuentra provista de pequeñas tubérculos salientes. Se trata de la espinaca de semillas redondas que tienen por forma ancestral a la espinaca de Holanda.

Maroto (1986) manifiesta que en general la mayor parte de las variedades cultivadas pertenecen a esta segunda subespecie, en los últimos años se constata una cierta tendencia a la obtención de variedades híbridas muy productivas y con diversos genes de resistencia a enfermedades los criterios de clasificación varietal pueden basarse en los siguientes caracteres:

- Porte de la planta, existiendo cultivares erectos, semiprostrados o prostrados carácter importante para la utilización de recolección mecanizada
- Tipo de hojas, lizas, rizadas, globosas, de color verde claro o verde oscuro de hojas más o menos grandes.
- Aptitud de utilización en fresco, “appertizadas”, congeladas.
- Épocas en que pueden cultivarse, existen variedades adaptadas al cultivo otoñal, invernal resistentes al frío y variedades adaptadas al cultivo primaveral estival resistentes a la subida a flor prematura.

En general las variedades de Espinacas se clasifican comercialmente en función principalmente de su adaptación a los distintos ciclos de cultivo.

1.5 BIOLOGÍA DE LA PLANTA DE ESPINACA

Después de la polinización anemófila y posterior fecundación, fructifica en aquenio a partir del ovario súpero uniovulado, el que queda incluido en el perianto inerme o espiniscente, formando el utrículo. Su cultivo se realiza todo el año y se puede consumir fresca cocida o frita, en la actualidad es una de las verduras que más habitualmente se encuentra congelada. La semilla es orbicular, erguida y rodeada del pericarpio membranoso que puede ser liso o espinoso, característica de la cual deriva el nombre genérico *Spinacia* (spina = espina).

Según Thompson y Kelly (1959), citado por Valadez (1994) mencionan que la espinaca es una planta anual por lo que para florecer no necesita vernalización como otras especies, casi siempre son plantas dioicas y monoicas, de acuerdo con el sexo se presentan cuatro tipos de plantas:

- Plantas Masculinas que producen solamente flores masculinas y por lo general tienen poco follaje.

- Plantas Masculinas vegetativas tienen las mismas características que la anterior pero con más follaje.
- Plantas Monoicas, presentan flores masculinas y femeninas, este tipo de planta muestra buen desarrollo de follaje.
- Plantas Femeninas estas producen solamente flores femeninas su follaje es muy frondoso y mejor que el de los otros tres tipos.

Teniendo en consideración los distintos tipos de plantas de espinaca y desde el punto de vista de la producción y manejo se prefieren las plantas monoicas, evitándose las masculinas, porque la planta se reproduce sexualmente.

1.6 FACTORES PRODUCTIVOS DE LA ESPINACA

Exigencias climatológicas

Maroto (1986) manifiesta que en conjunto la espinaca es una especie cuyo fase vegetativo se cifra en 5 °C., lo que corrobora el hecho de que se trata de una planta 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.

Valadez (1994) menciona que la espinaca es 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 el cuadro siguiente:

Tabla 1.1 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 temperatura adecuada para el desarrollo de esta hortaliza es de 16 a 18 °C. Se afirma que en condiciones de fotoperiodo largo (>12 hr.) y altas temperaturas (>26 °C.) emite el vástago floral y que con fotoperiodo corto se mantiene vegetativamente.

Tiscornia (1989) señala que las espinacas se pueden cultivar en cualquier clima templado y frío, pues resiste hasta 5 °C bajo cero, pero es exigente en cuanto a la fertilidad del terreno y su buena preparación. Resiste más los fuertes calores, pasando mejor los fríos intensos, para obtener cosecha en verano se debe regar intensamente y protegerla de los fuertes rayos solares. Soporta temperaturas por debajo de 0 °C, que si persisten bastante, además de originar lesiones foliares, determinan 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. La adaptabilidad a las temperaturas bajas es de gran importancia práctica, dado que la mayor demanda de esta verdura coincide con el período otoñal-primaveral. 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 fotoperiodo, dado que las plantas permanecen en la fase de roseta muy poco tiempo, con lo que no se alcanza un crecimiento adecuado.

Las espinacas que se han desarrollado a temperaturas muy bajas (5-15 °C de media mensual), en días muy cortos, típicos de los meses invernales, florecen más rápidamente y en un porcentaje mayor que las desarrolladas también en fotoperiodos cortos, pero con temperaturas más elevadas (15-26 °C). También las lluvias irregulares son perjudiciales para la buena producción de espinacas y la sequía provoca una rápida elevación, especialmente si se acompaña de temperaturas elevadas y de días largos.

El Instituto Nacional de Vulgarización Francés (2000) refiere que la espinaca es una planta de clima templado, poco exigente para el calor. La germinación se inicia a partir de 0°C, y la plántula se desarrolla normalmente a 5°C; sin embargo, la rapidez de su desenvolvimiento precisa por lo menos 10°C y los 25 °C aumenta la velocidad de germinación pero disminuye sensiblemente el % de plántulas normales, después de un desarrollo vegetativo normal, la espinaca puede soportar temperaturas bajas, pudiendo resistir -7°C para las variedades de invierno. Por el contrario las temperaturas elevadas, especialmente durante las temporadas secas, resultan menos favorables para el crecimiento de las plantas, a consecuencia de la intensa evapotranspiración. En efecto, Las hojas de las espinacas contienen un 92% de agua, es decir toda la importancia de este elemento para un buen desarrollo de la planta.

a) 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 mmhos, 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.

1.7 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) 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 esquilmante, 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.

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 (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.

1.8 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 rastillados 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. El cultivo de la espinaca prefiere los suelos ricos y húmedos.

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 esta deben tener restricciones en la época de verano (foto periodo 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. 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. La siembra en surco es a 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 siembra y forma de recolección. La siembra en semillero también es favorable cuando queremos seleccionar las mejores plántulas y colocarlas en camas de cultivo y asociada con otras hortalizas.

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

Se recomienda que la escarda y el aporque 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 la mancha de la hoja (*Cercospora beticola* Sacc.), para las que se recomienda aplicaciones calendarizadas de fungicidas preventivos.

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 aficidas.

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 afieltrado gris violáceo. Se produce con altas humedades relativas. Control: rotaciones de cultivos, desinfección de las simientes, uso preventivo de funguicidas, empleo de variedades resistentes.
- **La fusariosis** produce lesiones radiculares con destrucción de vasos, también hay clorosis parciales y la planta termina por secarse, para controlar esta enfermedad hay que 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.
- **Virosis y microplasmias** Virus 1 del pepino, virus del mosaico de la remolacha.
- **Fisiopatías** Subida a flor prematura, polución ambiental es debido a que estas plantas son muy sensibles a los productos tóxicos que suelen contaminar el aire.

h) Recolección y Cosecha

Valadez (1994) explica que esta actividad se realiza manualmente cortando toda la planta que se comercializa en el mercado por 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. 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. Es importante

señalar que la recolección nunca se realiza después de un riego, ya que las hojas se ponen turgentes y son propensos a romperse, si la espinaca es destinado a la industria la recolección debe ser mecanizada.

i) Recolección manual

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 uña, 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.

1.9 VALOR NUTRITIVO DE LA ESPINACA

Tiscornia (1989) señala que 100 gr de espinacas cocidas proporciona 53 calorías, al ser hervida pierde su contenido en vitaminas A, B y B₂, pero no totalmente el de la vitamina C o ácido ascórbico. Medicinalmente, es algo emoliente y laxante, y su alto aporte de hierro la caracteriza como un alimento de elevado poder antianémico, en contraposición, la espinaca también presenta un elevado contenido de ácido oxálico, el que se combina con calcio, formando cristales de oxalato de calcio, lo que puede generar cálculos y, además, reduce la disponibilidad dietaria de magnesio y hierro. También ha sido asociada con la enfermedad metohemoglobinemia, por acumulación de nitratos.

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

Tabla 1.2 Valor nutritivo de la espinaca (sobre la base de 100 gr de la parte comestible de espinaca)

Componente	Espinaca cruda	Espinaca cocida
	Contenido	Contenido
Agua	92,00%	91,00%
Carbohidratos	3,64 g	3,89 g
Proteínas	3,64 g	2,78 g
Lípidos	Trazas	Trazas
Calcio	98,18mg	136,11mg
Fósforo	49,09mg	56,11mg
Fierro	2,73mg	3,56mg
Sodio	78,18mg	70,00mg
Vitamina A (valor)	6.709,09UI	8.188,89UI
Tiamina	0,07mg	0,09mg
Riboflavina	0,18mg	0,23mg
Niacina	0,73mg	0,50mg
Ácido ascórbico	27,27mg	10,00mg
Valor energético	18,18cal	22,22cal

Adaptado de Gebhardt y- Matthews (1988), citado por Infoagro (2000).

Consumida cruda o cocida aporta a la alimentación fibras vegetales y Beta-Carotenos, estos últimos, compuestos precursores de la Vitamina A y con importante actividad como antioxidantes en el organismo humano. Aun cuando contiene más hierro y calcio que otros vegetales, por la forma en que estos se encuentran, unidos a otras sustancias naturales del vegetal, no se puede considerar fundamental su aporte en la alimentación mixta habitual.

Para que no se alteren sus principios nutritivos, es importante que la espinaca se consuma fresca, y si se cocina, que sea en la mínima cantidad necesaria de agua sin agregado de otras sustancias.

Desde el punto de vista terapéutico constituye un alimento adecuado para que el intestino se recupere en los casos de estreñimiento crónico, debido probablemente a su alto contenido en oxalato de calcio, en algunas zonas se da un segundo corte unos 10 a 15 días más tarde, dando lugar a la segunda cosecha.

Según la neurología, el folato reduce la aparición de la enfermedad de Alzheimer, por lo que la espinaca es una buena opción para las personas que están en alto riesgo de deterioro neuronal o cognitivo, además la espinaca es una fuente rica de beta caroteno, luteína y xanteno, por lo tanto es muy beneficiosa para la vista.

1.10 FERTILIZACIÓN

Según Knott (1962) citado por Holle y Montes (1982) la espinaca se fertiliza con 66, 18 y 76 de N, P₂O₅ y K₂O, para un rendimiento de 12 t.ha⁻¹.

La espinaca es muy exigente en nitrógeno y potasio, teniendo un pico de necesidades aproximadamente tres semanas antes de la cosecha después del primer deshierbo aplicar nitrógeno (Delgado et al., 1982)

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

1.11 MATERIA ORGÁNICA

La materia orgánica, si bien su aplicación en agricultura es milenaria, sufrió a mediados de este siglo un olvido, a causa probablemente de la introducción de los abonos químicos que producían mayores cosechas con un menor costo. La materia orgánica procede de los seres vivos (plantas o animales superiores o inferiores) y su complejidad es tan extensa como la composición de los mismos seres vivos.

La materia orgánica incorporada en forma adecuada al suelo representa una estrategia básica para darle vida al suelo, ya que sirve de alimento a todos los

organismos que viven en él, particularmente a la micro flora responsable de realizar una serie de procesos de gran importancia en la dinámica del suelo, en beneficio de las plantas (Guerrero, 1993).

Bohn (1993) señala que la materia orgánica del suelo consiste en organismos vivos, plantas secas y residuos de origen animal. En una unidad de masa, esta porción orgánica es la fracción químicamente más activa del suelo. Dicha porción almacena varios elementos esenciales, estimula la estructura adecuada del suelo, es una fuente con capacidad de intercambio de cationes y regula los cambios de pH, propicia también las relaciones convenientes entre el aire y el agua en los suelos y es un enorme depósito geoquímica de carbono.

1.11.1 Función de la materia orgánica

Los numerosos investigadores han reconocido efectos beneficiosos en la aplicación de la materia orgánica en el suelo, en cuanto a las mejoras observadas con respecto a las características químicas, físicas y biológicas del mismo. La materia orgánica forma parte del ciclo del nitrógeno, del azufre y del fósforo, contribuye a la asimilación de nutrientes, mejora la estructura, contribuye al crecimiento vegetal mediante sus efectos en las propiedades, la aireación y la retención de agua del suelo y da soporte a todo un mundo de microorganismos cuya actividad resulta beneficiosa para el cultivo.

El uso de materia orgánica es primordial, porque tiene efectos tan directos como indirectos en la disponibilidad de nutrientes para el crecimiento de las plantas. En la agricultura sin laboreo, el cultivo en sustratos y la agricultura orgánica o biológica, la incorporación de materia orgánica se debe realizar previas al cultivo anterior, la materia orgánica influye en la provisión de nutrientes desde otras fuentes, (fuente de energía para bacterias fijadoras de nitrógeno).

1.11.2 Importancia

[Http:// www. Monografías.com](http://www.Monografías.com), 2002. Menciona que la aplicación de abonos orgánicos ofrece beneficios favorables para las plantas tales como:

- a) Sirven como medio de almacenamiento de los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas como es el caso de nitratos, fosfatos, sulfatos, etc.
- b) Aumenta la capacidad de cationes en proporciones de 5 a 10 veces más que las arcillas.
- c) Amortiguan los cambios rápidos de acidez, alcalinidad, salinidad del suelo y contra la acción de pesticidas y metales tóxicos pesados.
- d) Contrarrestan los procesos erosivos causados por el agua y por el viento.
- e) Proporcionan alimento a los organismos benéficos como la lombriz de tierra y las bacterias fijadoras de nitrógeno.
- f) Atenúan los cambios bruscos de temperatura en la superficie del suelo.
- g) 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.
- h) Reducen la densidad aparente del suelo aumentando la infiltración y el poder de retención de agua en el suelo.
- i) Mejoran las condiciones físicas del suelo mediante la formación de agregados.

1.12 EL ESTIERCOL

Laske citado por Bonilla (1987) con respecto al uso de estiércol como abono orgánico señala que el estiércol solo aminora la calidad y el poder de conservación, más es deseable como abono adicional. Frente a una sola aplicación de estiércol de establo el abono completo adicional elevó el rendimiento y la calidad. Especialmente después de un abonamiento con estiércol más fertilizante completo se observó un producto para una fermentación impecable.

Bonilla (1987) cita a Domínguez (1984) quien afirma que la mayoría de los productos orgánicos tienen contenidos muy pequeños de elementos nutritivos que no obstante deben tenerse en cuenta, dado que la aplicación de estos productos al suelo se hace en cantidades bastante considerables, ya que su objetivo principal es mantener el contenido de materia orgánica del suelo.

1.12.1. Uso del Estiércol

Camasca (1994) refiere que el estiércol puede usarse en varias formas como estiércol fresco y descompuesto. El estiércol descompuesto, siempre que se pueda, debe aplicarse. Este estiércol ha estado varias semanas o meses en un corral de animales o en un estercolero especialmente construido desde luego ya está seco y ya no va a fermentar. El estiércol descompuesto es más uniforme y fácil de manipular, no causa quemaduras en las plantas tiernas, las semillas de malas hierbas son destruidas durante la fermentación, no causa pérdidas de nitrógeno por baja actividad microbiana.

El estiércol fresco provoca una menor pérdida de nutrientes por percolación, solubiliza muchos compuestos insolubles del suelo, incrementa la flora microbiana del suelo y mejora la estructura de los suelos arcillosos. Este tipo de estiércol tiene las siguientes desventajas, puede quemar a las plantas tiernas porque se produce una fermentación con súbito incremento de la temperatura, el estiércol fresco trae consigo mucho nitrógeno amoniacal que va a ser utilizado por los microorganismos del suelo, esto puede ocasionar un déficit de nitrógeno, interfiere con la movilidad del agua, puesto que es un elemento grosero. La cantidad de estiércol que debe usarse varía con el terreno. Puede variar entre 1 t.ha⁻¹ para terrenos ricos en materia orgánica y de 30 a 40 t.ha⁻¹ en terrenos pobres en materia orgánica. Es un hecho científico conocido que la materia orgánica es un factor limitante en la fertilidad de los suelos. Mejora considerablemente sus propiedades físicas (estabilidad estructural, porosidad y control de la temperatura).

Juscáfresa, (1984) menciona que la época ideal para la aplicación del abono cae entre dos semanas antes de la siembra a pocos días anterior a ella. Si es aplicado mucho antes, parte del nitrógeno se puede perder por lixiviación. Para evitar la quemadura de las semillas y las plantas semilleros, el abono fresco se debe aplicar por lo menos dos semanas antes de la siembra; el abono descompuesto raramente causa este problema.

El abono que tiene grandes cantidades de paja puede causar deficiencia temporal de N si no se añade abono de N. El estiércol se debe arar dentro del suelo muy pronto después de la aplicación. Una demora de un solo día puede causar una pérdida de 25 por ciento de N en forma de gas amoníaco

Tabla 1.3 Contenido de NPK por tonelada de estiércoles de animales.

Clase de estiércol	N (kg)	P ₂ O ₅ (kg)	K ₂ O (kg)
Equino	5.99	2.31	5.49
Vacuno	5.17	1.40	4.49
Porcino	4.49	3.04	4.22
Ovino	7.17	3.04	8.16
Gallina	9.80	7.44	4.63
Patos	5.17	1.30	4.44

Fuente: Camasca, 2004.

1.12.2. Estiércol de ovino

Tortosa, et al. (2012) manifiestan que los estiércoles son uno de los mejores residuos agrícolas para compostar ya que son muy ricos en nitrógeno (sobre todo inorgánico) y sirven como inoculantes microbianos. Normalmente los estiércoles suelen llevar un componente importante de paja (u otro componente lignocelulósico) que sirve como cama para recoger las deyecciones de este tipo de ganado, aunque la composición agroquímica puede variar en función de la alimentación.

Ignatieff (1966) señala que el estiércol es una fuente excelente de materia orgánica, pero es relativamente bajo en nutrientes. El valor del abono depende del tipo de animal, la calidad de la dieta, la clase y cantidad de cobertura usada, y la manera en que el abono es almacenado, y aplicado. El abono de las aves y de las ovejas normalmente tiene más valor nutritivo que el abono de los caballos, del cochino, o de las vacas. El sol y la lluvia constante reducen drásticamente el valor de estos estiércoles animales.

Castillo y Chiliusa (2011) afirman que el contenido promedio del abono orgánico es 5.0 kg N, 2.5 kg P₂O₅, y 5.0 kg K₂O por tonelada métrica (1000 kg), y cantidades

variadas de los otros nutrimentos. Esto resulta en una fórmula de abonos de 0.5-0.25-0.5 pero, sólo el 50 por ciento del N, el 20 por ciento del P, y el 50 por ciento de la K son fácilmente disponibles a las plantas durante los primeros dos meses, porque la mayoría de los nutrimentos están en forma orgánica que primero tiene que ser convertida a la forma disponible inorgánica por los microbios del suelo. Esto, sin embargo sí indica que el abono orgánico tiene buen valor residuo. El estiércol es bajo en fósforo; tiende a tener poco P disponible en relación a los N y K asequibles. Si se usa como el único abono, algunos expertos recomiendan reforzarlo con 25-30 kg de un sólo superfosfato (0-20-0) por cada 1000 kg de abono. Esto también ayuda a reducir la pérdida de N en la forma del amoníaco. A pesar de esto, es más conveniente y más efectivo aplicar el abono químico directamente al suelo en vez de tratar de mezclarlo con el abono orgánico.

Rocha (2014) al experimentar con dos variedades y fuentes de abono orgánico que en la variable rendimiento de materia verde, que con la variedad Quinto se obtuvo mayor rendimiento que la variedad Viroflay con la aplicación de los diferentes abonos orgánicos ($T_1 = 11.444 \text{ kg.ha}^{-1}$, $T_3 = 11.222 \text{ kg.ha}^{-1}$, $T_5 = 7.333 \text{ kg.ha}^{-1}$), comparando con la variedad Viroflay obtuvo menores rendimientos ($T_2 = 11.000 \text{ kg.ha}^{-1}$, $T_4 = 10.111 \text{ kg.ha}^{-1}$, $T_6 = 7.444 \text{ kg.ha}^{-1}$), por lo tanto se concluye que el cultivo de la espinaca asimiló favorablemente los abonos orgánicos sólidos y líquidos, para un óptimo rendimiento. Con respecto a la variable número de hojas, ambas variedades Viroflay y Quinto tuvieron un comportamiento similar al aplicar los diferentes abonos orgánicos (estiércol de ovino = 7,35, te de estiércol de bovino = 7,1 y sin abono = 6,86 unidades respectivamente), existiendo similitudes genéticas y morfológicas en cuanto al número de hojas. En cuanto al largo de hoja la variedad Viroflay mostró mayor resultado gracias a la asimilación de los abonos orgánicos líquidos y sólidos proporcionados, también se debe a las características genéticas y morfológicas de esta variedad, así también mostro mayor altura total de la planta, ya que esta variedad tiende a crecer y desarrollar de forma erguida. Al respecto del largo de peciolo, se concluye que la variedad Viroflay obtuvo peciolos más largos, tras cada cosecha realizada, esto se debe sus características genéticas, mientras que la variedad Quinto, mantuvo constante el largo de peciolo. En cuanto al índice de área foliar la variedad Quinto con la aplicación de té de estiércol de bovino, mostró

mejores resultados para la primera cosecha, y para las posteriores cosechas ambas variedades obtuvieron resultados mayores con la aplicación de estiércol de ovino, lo cual demuestra que los nutrientes del té de estiércol de bovino fueron asimilados rápida y oportunamente por el cultivo en la primera cosecha. El análisis económico que se realizó en la producción del cultivo de espinaca muestra que los beneficios se obtienen de acuerdo al tipo de abono aplicado, aplicando estiércol de ovino con la variedad Quinto es el que mejor beneficio costo aporta llegando a tener una ganancia de 1,02 Bs, aplicando estiércol de ovino con la variedad Viroflay se obtiene una ganancia de 0,9 Bs.

Tabla 1.4 Caracterización agroquímica de un estiércol de oveja o cabra.

Estiércol de ovino o cabra	Composición
Materia seca (%)	25
Conductividad eléctrica (dS m ⁻¹)	2.81
pH	7.8
Materia orgánica (%)	64.1
Na (%)	0.62
N (%)	2.54
P ₂ O ₅ (%)	1.19
K ₂ O (%)	2.83
CaO (%)	7.76
Relación carbono nitrógeno C/N	11.57
MgO (%)	1.51
Mn (mg/kg)	306

Fuente Maria Teresa Doñate (adaptado de Serra, 1988; Vázquez y Oromi, 1989)

Pachacute (2016) en su trabajo con estiércol de ovino y distanciamiento entre plantas, concluye que existe diferencia significativa del estiércol de ovino, sobre la producción de hojas de espinaca por corte y por hojas, cada siete días, para las variables de respuesta: Cosecha por corte, primera y segunda, lográndose 208.95 y 122.84 g/10 plantas; y por hojas de la tercera a la doceava, se encontró diferencia altamente significativa, con 970.61 siendo la mejor y 773.91 g/10 plantas con y sin estiércol respectivamente para ambas. Para el número de hojas y altura de planta se

encontró diferencia significativa con 7.27 y 6.78 hojas/planta y 6.18 y 24.80 cm con y sin estiércol respectivamente. Los distanciamientos entre plantas, para la producción de hojas de espinaca cosechadas por corte y por hojas con estiércol, es de 12.01 y 12.44 cm entre plantas obteniéndose una producción de 254.55 y 1078.78 g/10 plantas respectivamente. Y para las cosechas sin estiércol es de 11.51 y 12.71 cm con una producción de 166.92 y 1002.97 g/10 plantas respectivamente. Para número de hojas y altura de planta con estiércol, el distanciamiento es de 12.77 y 15.36 cm entre plantas obteniéndose 8.28 hojas/planta y 27.67 cm de altura respectivamente. Sin estiércol, el distanciamiento es a 13.82 y 12.70 cm entre plantas con 7.25 hojas/planta; 28.02 cm de altura respectivamente. 3. No se encontró interacción entre los factores en estudio. En el cultivo de espinaca cultivar híbrido Viroflay, se ha determinado seis fases fenológicas: fase vegetativa F₁ con 74 días, formación de roseta de hojas F₂ con 57 días, elongación del tallo F₃ con 13 días, brotes laterales F₄ con 14 días, inicio de floración F₅ con 29 días y formación de semillas F₆ con 29 días; siendo el periodo vegetativo de la espinaca de 216 días.

Doñate (2013) menciona que los estiércoles se han usado desde hace mucho tiempo para aumentar la fertilidad de los suelos y modificar sus características en beneficio del desarrollo de las plantas. El estiércol como tal, es la mezcla de la cama de los animales y sus deyecciones, sólidas y líquidas, que han sufrido fermentaciones. Estos se caracterizan por aportar elementos esenciales que requieren los cultivos, tener un efecto residual mayor que los fertilizantes químicos ya que liberan nutrientes en forma gradual favoreciendo su disponibilidad para el desarrollo del cultivo. Además, mejoran la estructura, porosidad, aireación y capacidad para la retención de agua del suelo y forman complejos con los nutrientes, manteniendo a éstos disponibles para las plantas. Asimismo, elevan la capacidad de intercambio catiónico del suelo evitando que los minerales se pierdan por lixiviación; liberan dióxido de carbono durante su descomposición formando ácido carbónico, el cual solubiliza nutrientes de otras fuentes. También aportan el carbono orgánico que se utiliza como fuente de energía para organismos heterótrofos presentes en el suelo y aumentan la infiltración de agua, reduciendo el escurrimiento superficial, lo que evita la erosión de los suelos. Por último, favorecen una mayor resistencia de los agregados del suelo a ser dispersados por el impacto de las gotas de lluvia y permiten que el suelo sea más

productivo, conserve su fertilidad y tenga un uso sostenido a través del tiempo. El contenido de nutrientes en los estiércoles es muy variable y depende de la especie que lo produce, edad del animal, su eficiencia digestiva, tipo de alimentación que recibe y el manejo al que ha sido sometido el estiércol desde su recolección, maduración y almacenamiento. El rendimiento de espinaca producida respondió a la dosis y el tipo de enmienda orgánica aplicada como fertilizante. En consecuencia, se podrían superar los rendimientos medios obtenidos por los productores de la región con producción convencional. Todas las enmiendas aplicadas se diferenciaron del tratamiento testigo; no se encontraron diferencias estadísticas entre estiércol, doble estiércol y Bioorganutsa.

Martínez y Rodríguez (2010) considera que el estiércol de ovino o Sirle es un buen proveedor de N y K_2O del de todos los demás animales y su efecto sobre la estructura del suelo es mediano. La persistencia es de tres años, mineralizándose aproximadamente el 50% el primer año, 35% el segundo año y el 15% el tercer año.

Labrador (1992) menciona que el estiércol es una mezcla de las camas de los animales con sus deyecciones, que han sufrido fermentaciones más o menos avanzadas primero en el establo y luego en el estercolero. Su composición varía entre límites muy amplios, dependiendo de la especie animal, la naturaleza de la cama, la alimentación recibida, etc. Como término medio, un estiércol con un 20-25 % de materia seca contiene 4 kg.t^{-1} de nitrógeno, $2,5 \text{ kg.t}^{-1}$ de anhídrido fosfórico y $5,5 \text{ kg.t}^{-1}$ de óxido de potasio. En lo que se refiere a otros elementos, contiene por t. 0,5 kg de azufre, 2 kg de magnesio, 5 kg de calcio, 30-50 g de manganeso, 4 g de boro y 2 g de cobre. El estiércol de caballo es más rico que el de oveja, el de cerdo y el de vaca. El de aves de corral o gallinaza es con mucho el más concentrado y rico en elementos nutritivos, principalmente nitrógeno y fósforo. Se suele admitir que un animal en estabulación permanente produce anualmente alrededor de 20 veces su peso en estiércol. El procedente de granjas intensivas se reconoce fácilmente por su desagradable olor a putrefacción, lo que provoca la formación de sustancias tóxicas para el suelo. Ello es debido a que contiene más nitrógeno proteico y a sus altas tasas de antibióticos y otros fármacos (restos de estimulantes de apetito, tranquilizantes, productos hormonales, etc.). El estiércol fresco puede ser utilizado en compostaje de

superficie directamente. Se usa sobre todo en cultivos exigentes en abonado que toleran bien la materia orgánica fresca, como es el caso de patata, remolacha, tomate, etc., así como en los cultivos plurianuales como frutales y viñas, sobre los abonos verdes y las praderas permanentes para los aportes de otoño y comienzo de invierno. Se utiliza en dosis importantes; un estercolado medio supone 30 t.ha^{-1} , pero a menudo se utilizan dosis mayores, $40\text{-}50 \text{ t.ha}^{-1}$ cuando se busca mejorar el suelo. De acuerdo con las cifras medias de su composición antes indicadas, un estercolado de 30 tm supone un aporte por ha de 120 kg de nitrógeno, 75 kg de anhídrido fosfórico y 165 kg de óxido de potasio. Por tanto, puede decirse que el estiércol es a la vez una enmienda y un abono, aunque no debemos perder de vista que la mayor parte de estos elementos fertilizantes no estarán disponibles para las plantas hasta que no se mineralice la materia orgánica.

1.13 FORMAS DE SIEMBRA

Lozano (2010) menciona que la siembra se puede realizar de dos formas: por medio de trasplante de plántulas, o directa (surco) o al voleo (melgas). Los productores que utilizan plántulas, lo hacen principalmente para producir espinacas tipo “baby” debido a que se pueden realizar varios cortes de hojas. La siembra directa consiste en la distribución al azar (voleo) de la semilla directamente sobre las camas previamente preparadas, de forma manual o con máquinas sembradoras centrífugas; posteriormente es necesario cubrir la semilla con suelo (tapado). Para el éxito de este método es necesaria una previa calibración del equipo, o si se realiza de manera manual, se debe calibrar la cantidad de semilla en la mano, la dispersión de la semilla y el ritmo del paso del operario. Este método es el más utilizado por parte de los productores en las diferentes zonas productoras que la siembra por trasplante, cama en surcos con cubierta plástica y huecos que permiten el crecimiento de las plántulas. La mayoría de productores realizan la siembra al voleo y gastan en promedio 5 kg de semilla/ha. Después realizan el raleo para dejar plantas a 10 cm por 10 cm, en total aproximadamente 36 plantas/m^2 . Otros siembran en hileras distanciadas 20 cm y plantas a 10 cm.

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El presente trabajo fue conducido en la Comunidad de Arizona del distrito de Vinchos, provincia de Huamanga, y departamento de Ayacucho, a una distancia de 40 km aproximadamente de la ciudad de Ayacucho, carretera vía Los Libertadores cuyas características geográficas son: Longitud Oeste 74° 12', Latitud Sur 13° 8, Región natural Sierra, zona de vida, montano bajo, altitud media 3 200 msnm.

2.2 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Para determinar las características físicas y químicas del suelo, se realizó el análisis de una muestra de suelo tomada del terreno donde se realizó el experimento. Este análisis se llevó a cabo en el Laboratorio de Suelos “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH.

En la tabla 2.1 la interpretación del análisis de fertilidad y caracterización textural del suelo del lugar del experimento es el siguiente: el grado de acidez (pH) ligeramente ácido, contenido de materia orgánica, bajo; nitrógeno total, bajo; fósforo disponible, alto; potasio disponible, bajo, son adecuados para el cultivo de espinaca.

Maroto (1989), Gonzales (1997), y Krarup y Moreira (1998) señalan que el pH óptimo para el cultivo de espinaca se encuentra entre 6.0 a 7.0.

En la tabla 2.2 se puede deducir que todo el estiércol procedente de los animales contiene macro elementos y micro elementos en concentraciones variables según el tipo de producto que estos consumen, la calidad de estiércol depende a la madurez al grado de descomposición.

Tabla 2.1 Análisis de fertilidad del suelo del terreno experimental (Irapampa-Arizona, 3200 msnm)

Características		Interpretación
Arena (%)	63.1	
Limo (%)	18.7	Textura
Arcilla (%)	18.2	Franco Arenoso
pH (H ₂ O)	6.62	Ligeramente ácido
C.E. (dS/m.)	0.239	Ligeramente salino
CaCO ₃ (%)	0.0	
Materia orgánica (%)	0.89	Bajo
Nitrógeno Total (%)	0.04	Bajo
Fósforo disponible (ppm)	21.3	Alto
Potasio disponible (ppm)	88.6	Bajo

Fuente: Laboratorio de Análisis de suelos "Nicolás Roulet" del PIPG-UNSCH.

Tabla 2.2 Análisis de físico químico del estiércol de ovino

Características	Contenido
% de humedad	9.29
pH	9.52
% Materia orgánica total	67.3
% de nitrógeno total	2.26
% P ₂ O ₅	1.58
% K ₂ O	3.06
% CaO	5.82
% MgO	3.20
% SO ₄	0.74
CE mS/cm	41.2

Fuente: Fuente: Laboratorio de Análisis de suelos "Nicolás Roulet" del PIPG-UNSCH.

De manera general, se podría considerar al estiércol de ovino como medianamente rico, pues sus niveles de NPK son adecuados, sin embargo como se conoce la descomposición del estiércol ocurre en tres campañas agrícolas.

2.3 CONDICIONES CLIMÁTICAS

Para tener referencias de las características climáticas del lugar se tomaron datos climáticos (temperatura y precipitación) de la Estación Meteorológica de Chiara, ubicado a 3300 msnm, que es la estación más cercana al lugar del experimento.

La Comunidad de Arizona se encuentra en el límite de la zona Quecha y Suni, con una precipitación en la campaña agrícola de 669.05 mm; siendo los meses de Abril hasta Octubre de escasa precipitación y correspondiendo a los meses de Noviembre a Marzo los más lluviosos. La temperatura promedio anual de Chiara es de 11.29 °C; presentándose valores extremos de 0.3 °C bajo 0. En la Comunidad de Arizona estas temperaturas son similares debido a que se encuentran a la misma altitud.

En la tabla 2.3, se muestra las temperaturas promedio de máxima, mínima y media anuales, que fueron de 21.46, 1.13 y 11.29 °C respectivamente. La precipitación promedio total anual para la campaña agrícola fue de 669.05 mm.

Según la tabla 1.1 la temperatura fue favorable para las diferentes fases fisiológicas del cultivo, cuyo rango óptimo oscila entre 12 y 24 °C de temperatura para climas fríos y templados, los cuales son considerados como moderados para el funcionamiento del sistema fisiológico de la planta. En el balance hídrico se tuvo exceso de agua en los meses de noviembre 2014 a marzo del 2015. El trabajo experimental se condujo en el mes de enero del 2015 hasta abril de 2015, aprovechando la precipitación pluvial.

Uno de los indicadores muy importantes para la agricultura de secano es la humedad del suelo. El balance hídrico propuesta por la ONERN (1984), relaciona la precipitación con evapotranspiración (evaporación de agua del suelo y la transpiración del cultivo), que a su vez están estrechamente relacionadas con la temperatura máxima, mínima y media registradas durante el día. El conjunto de datos determinan las características climáticas de Chiara y específicamente de la comunidad de Arizona que se encuentran casi a la misma altitud, Arizona a 3200 msnm, y Chiara a 3300 msnm, motivo por el cual se tomó los datos meteorológicos

para el presente trabajo de investigación, debido a que no se cuenta con una estación meteorológica cercana al campo experimental.

Tabla 2.3 Temperatura Máxima, Media, Mínima, Precipitación y Balance Hídrico correspondiente a la campaña Agrícola 2015. Estación Meteorológica Chiara - Ayacucho.

Estación : Chiara
 Distrito : Chiara Altitud : 3300 msnm
 Provincia : Huamanga Latitud : 13° 16' 00" S
 Departamento : Ayacucho Longitud : 74° 12' 27" W

AÑO	2015												TOTAL	PROM
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
T° Máxima (°C)	22.20	20.50	20.20	19.60	19.50	20.50	20.20	21.40	22.70	24.10	23.40	23.20		21.46
T° Mínima (°C)	1.90	2.50	2.50	1.86	1.10	-1.30	-0.30	0.50	0.70	1.30	1.50	1.30		1.13
T° Media (°C)	12.05	11.50	11.35	10.73	10.30	9.60	9.95	10.95	11.70	12.70	12.45	12.25		11.29
Factor	4.96	4.48	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96		
ETP(mm)	59.77	51.52	56.30	51.50	51.09	46.08	49.35	54.31	56.16	62.99	59.76	60.76	659.59	1.02
Precipitación (mm)	127.50	113.20	122.00	42.90	12.80	5.70	11.10	4.85	26.50	46.10	61.50	95.40	669.55	
ETP Ajust. (mm)	59.77	51.52	56.30	51.50	51.09	46.08	49.35	54.31	56.16	62.99	59.76	60.76		
H del suelo (mm)	67.73	61.68	65.70	-8.60	-38.29	-40.38	-38.25	-49.46	-29.66	-16.89	1.74	34.64		
Déficit (mm)				-8.60	-38.29	-40.38	-38.25	-49.46	-29.66	-16.89				
Exceso (mm)	67.73	61.68	65.70								1.74	34.64		

Fuente: Proyecto Especial Río Cachi. Sub Gerencia de Operación y Mantenimiento

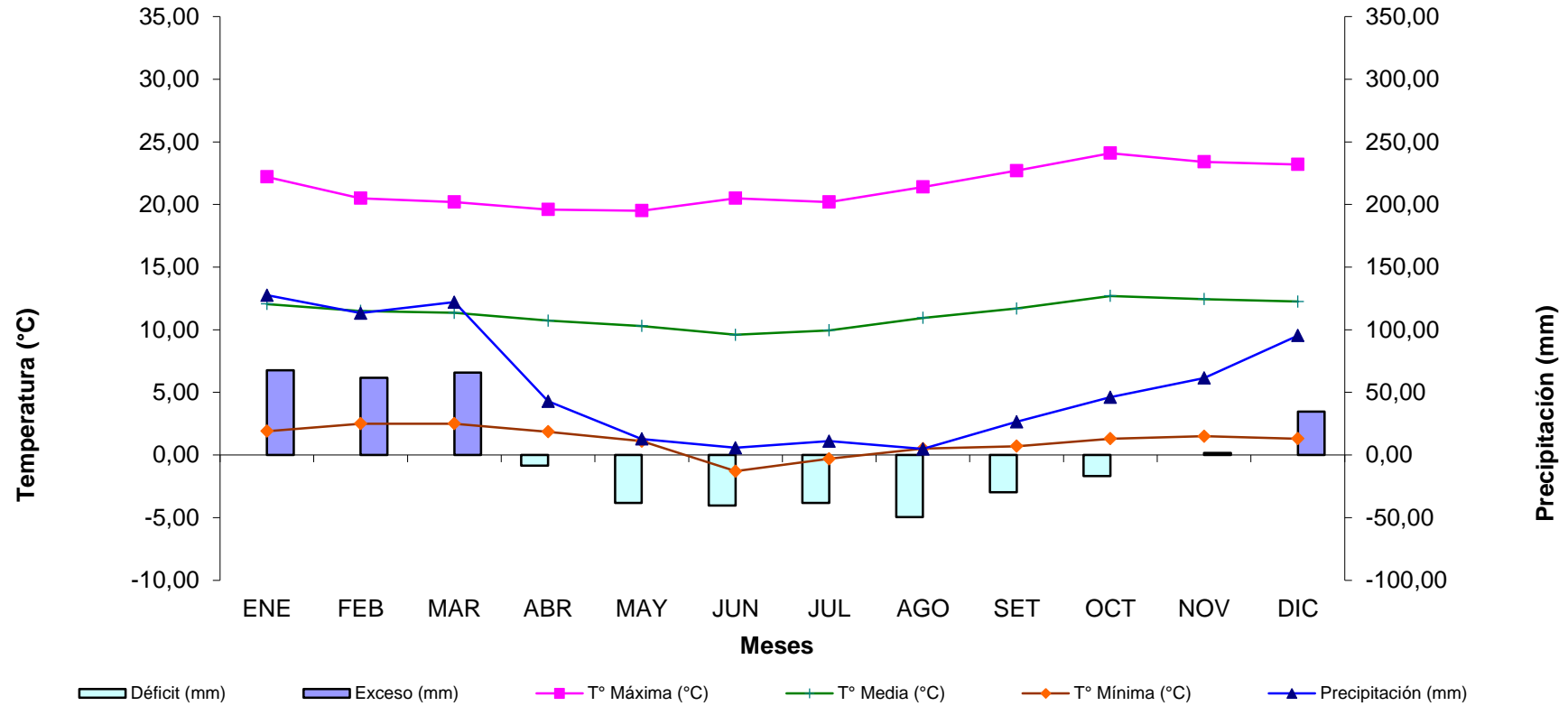


Figura 2.1 Diagrama Ombrotérmico de Temperatura, Precipitación y Balance hídrico correspondiente a la campaña Agrícola 2015. Estación Meteorológica de Chiara – Ayacucho, 3300 msnm.

2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento se condujo en el Diseño Parcelas Divididas con arreglo factorial de 4 niveles de estiércol de ovino (E) en sub parcelas y 2 formas de siembra (F) en parcelas, la combinación de los niveles de los dos factores forman 08 tratamientos, se utilizó 3 repeticiones. La prueba de comparación de promedios se utilizó el análisis funcional de la variancia, de este modo conocer la tendencia del estiércol de ovino con las variables en estudio.

2.5 FACTORES A ESTUDIAR

A. Formas de siembra de espinaca (F) (Parcelas)

- f_1 : en melgas
- f_2 : en líneas y/o surcos

B. Niveles de estiércol de ovino (E) (Sub parcelas)

- e_1 : 0.0 t.ha^{-1} (00-00-00 NPK)- testigo absoluto.
- e_2 : 2.0 t.ha^{-1} (45.2-31.6-61.2 NPK)
- e_3 : 4.0 t.ha^{-1} (90.4-63.2-122.4 NPK)
- e_4 : 6.0 t.ha^{-1} (135.6-94.8-183.6 NPK)

La dosis de estiércol de ovino se calculó en base a la extracción del cultivo y análisis del suelo.

2.6 TRATAMIENTOS

Resulta de la combinación de cada uno de los niveles de estiércol de ovino con las dos formas de siembra.

Tabla 2.4 Descripción de los tratamientos y los niveles de cada factor.

Tratamientos	Combinaciones	Descripción
T ₁	f ₁ e ₁	Melgas, 0 t ha ⁻¹
T ₂	f ₁ e ₂	Melgas, 2 t ha ⁻¹
T ₃	f ₁ e ₃	Melgas, 4 t ha ⁻¹
T ₄	f ₁ e ₄	Melgas, 6 t ha ⁻¹
T ₅	f ₂ e ₁	Surco, 0 t ha ⁻¹
T ₆	f ₂ e ₂	Surco, 2 t ha ⁻¹
T ₇	f ₂ e ₃	Surco, 4 t ha ⁻¹
T ₈	f ₂ e ₄	Surco, 6 t ha ⁻¹

2.7 MODELO ADITIVO LINEAL

A El modelo aditivo lineal del diseño es el siguiente

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \delta_{(\alpha)} + \beta_j + \alpha\beta_{(ij)} + \delta_{(\beta)}$$

$$i = 1, 2, \dots, a \quad j = 1, 2, \dots, b \quad k = 1, 2, \dots, r$$

Donde:

Y_{ijk} = Valor en el k bloque en la parcela i y la sub parcela j .

μ = Valor constante es la media de la población.

α_i = Efecto del i -ésimo nivel del factor Formas de siembra.

$\delta_{(\alpha)}$ = Error experimental de parcelas.

β_j = Efecto del j - ésimo nivel del factor Niveles de estiércol.

$\alpha\beta_{(ij)}$ = Efecto de la interacción del i - ésimo nivel del factor forma de siembra. Con e j -ésimo nivel del factor niveles de estiércol.

$\delta_{(\beta)}$ = Error experimental de sub parcelas.

B Croquis del campo experimental y distribución de los tratamientos en las unidades experimentales.

Melgas				Surco				
11.2 m				2.8 m				
2	0	6	4	6	4	2	0	3.0 m
Surco				Melgas				
4	6	0	2	2	6	0	4	
Melgas				Surco				
2	4	6	0	4	0	2	6	

Figura 2.2 Croquis del campo experimental y distribución de los tratamientos

CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO

Parcela

- Largo : 3.0 m
- Ancho : 2.8 m
- Área : 8.4 m²

Bloque

- Largo : 23.4 m
- Ancho : 3.0 m
- Área : 70.2 m²

Experimento

- Ancho : 11 m
- Largo : 23.4 m

Ancho calle : 1 m

Área Efectiva : 201.6 m²

Área total : 257.4 m²

2.8 INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

a. Preparación de terreno

Se realizó el 30 de diciembre del 2014, la remoción del suelo con arado de disco apoyado con tractor agrícola a una profundidad de 30 cm, posteriormente se realizó el mullido de terrones y nivelación manualmente con empleo de lampas y rastrillos.

b. Trazado del campo experimental

Se realizó el 31 de diciembre del 2014, una vez nivelado el terreno, se procedió a marcar el terreno tomando en cuenta el croquis de la parcela, delimitando espacios, bloques, unidades experimentales y luego se hizo el marcado manualmente con la ayuda de wincha, cordel y estacas.

c. Preparación de melgas y surcos

Se realizó el mismo día de trazado de campo experimental, la apertura de surcos en forma manual con la ayuda de un zapapico a un distanciamiento de 0.35 m entre surcos a una profundidad aproximada de 10 cm.

d. Fertilización

Se utilizó como abono de fondo una mezcla de fertilizantes con el nivel 10-10-10 NPK, que se aplicó junto al estiércol de ovino.

Incorporación del estiércol de ovino se realizó con un mes de anticipación (31 de diciembre del 2014) debido a que la mineralización de la materia orgánica es lenta. Los niveles de estiércol de ovino aplicado fueron de 0 t.ha^{-1} , 2 t.ha^{-1} , 4 t.ha^{-1} , 6 t.ha^{-1} .

e. Siembra

Se realizó el 30 de enero del 2015. La cantidad de semilla utilizada en la siembra fue de 15 kg por hectárea; en surcos a chorro continuo se depositaron las semillas en el fondo del surco, mientras que en la siembra en melgas al voleo, se esparcieron las semillas sobre la cama y luego se taparon con una capa de suelo agrícola.

f. Riego

Se realizó durante el cultivo, siete riegos: el primer riego se realizó el día 31 de enero con la finalidad de uniformizar la germinación. El segundo a los 07 días después de la siembra. El tercer riego a los 15 días después de la siembra. El cuarto riego a los 21 días después de la siembra. El quinto riego a los 35 días después de la siembra. El sexto riego a los a los 42 días. Y el séptimo riego para a los 50 días después de la siembra. En realidad los riegos debieron ser con más frecuencia pero como la precipitación fue casi constante, se realizó la dotación del agua mediante riego por aspersión.

g. Control de malezas

Se realizó dos deshierbos, el primero a los 20 días (el 19 de febrero) después de la siembra. El segundo a los 35 días después de la siembra (el 06 de marzo), cabe mencionar que el deshierbo de las calles y cabeceras de las parcelas se realizó constantemente.

h. Cosecha

Existen varias formas de cosechar las espinacas, una de ellas la más común es cosechar la planta entera cuando adquiere un tamaño óptimo para cosechar. La cosecha se realizó el 08 de abril del 2015 a los 65 días después de la siembra cuando el cultivo alcanzo la madurez comercial, evidenciándose con el aspecto de color verde oscuro con coloración y aspectos normales, cabe recalcar que se realizó dos cosechas. En realidad las hojas se pueden cosechar después de siete semanas en adelante.

2.9 VARIABLES EVALUADAS

Las variables evaluadas en cada unidad experimental son las siguientes:

2.9.1 Fenología del cultivo comercial de espinaca (dds)

Se registró los días transcurridos desde la siembra hasta los estadios de emergencia, tercera hoja, formación de roseta, inicio de cosecha y madurez comercial, cuando más del 50 % de plantas de espinaca alcanzan dicho estadio.

2.9.2 Longitud de planta (cm)

Se evaluó la longitud de 10 plantas por tratamiento, se tomó las medidas a partir del cuello de la planta hasta la hoja más larga con la ayuda de una regla milimetrada.

Esta variable se evaluó antes de la cosecha de las plantas.

2.9.3 Número de hojas por planta

Estos datos se obtuvieron contando la cantidad de hojas por planta en 10 plantas, desde el más pequeño hasta la más grande. Se tomaron los datos al momento de la cosecha.

2.9.4 Número de plantas a la cosecha

Se registró el total de plantas cosechadas en cada tratamiento en el momento de la cosecha, para lo cual se realizó el contaje de plantas en un metro cuadrado de la parcela.

2.9.5 Rendimiento de materia seca (%)

Se extrajo una muestra por tratamiento, luego se realizó el pesado y picado de la planta para luego llevar a la estufa a 60 °C hasta que alcance peso constante durante 48 horas y por una regla de tres simple se obtuvieron el contenido de materia seca por hectárea.

2.9.6 Rendimiento de espinaca (atados)

En cada parcela experimental se cosechó todas las plantas de espinaca en madurez comercial, cortando con un cuchillo a nivel del cuello, luego se formaron atados de aproximadamente un kilo y pesaron los atados en una balanza, luego se infirió el rendimiento de cada tratamiento en kilogramos por hectárea.

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 VARIABLES DE PRECOCIDAD

La cosecha de la espinaca se da en estado vegetativo aprovechando que las hojas estén turgentes. La fenología del cultivo se muestra a continuación:

Tabla 3.1 Número de días después de la siembra (dds) a los diferentes estadios fenológicos del cultivo de espinaca. Arizona, 3200 msnm.

Código	Combinación		Emergencia (Días)	Tercera Hoja (Días)	Formación de Roseta (Días)	Inicio de Cosecha (Días)	Madurez Comercial (Días)
	Forma siembra	Estiér col ovino (t.ha ⁻¹)					
T ₁	Melgas	0	15-17	20-27	30-43	54-62	63
T ₂	Melgas	2	15-17	22-30	30-45	55-62	66
T ₃	Melgas	4	15- 17	22-30	30-45	55-62	66
T ₄	Melgas	6	15 -17	22-30	30-45	55-62	66
T ₆	Surco	0	15- 17	20-27	30-43	54-62	63
T ₇	Surco	2	15-17	22-27	30-45	55-62	66
T ₈	Surco	4	15-17	22-27	30-45	55-62	66
T ₉	Surco	6	15-17	22-27	30-45	55-62	66

La tabla 3.1 muestra los días de los diferentes estadios de la fenología del cultivo de espinaca bajo las condiciones de Vinchos, donde la emergencia ocurrió de 15 a 17 días, la formación de roseta sucedió entre los 30 a 43 días, el inicio de las hojas cosechables se dio entre 54 a 62 días y la madurez de cosecha de hojas se efectuó entre los 63 a 66 días. Por otro lado, ocurre que los tratamientos que han recibido

mayor cantidad de estiércol de ovino registran un periodo vegetativo más largo, esto se explica por la influencia de los nutrientes que tiene el estiércol de ovino. Este efecto también influye fuertemente en el rendimiento de la espinaca.

Molina (2017) reporta a la planta de espinaca, presentan dos hojas verdaderas entre 16 a 14 días después de la siembra, sin diferencias estadísticas entre los valores señalados. En resumen observa que no existe una influencia marcada de los niveles de fertilización nitrogenada en la formación del primer par de hojas verdaderas. La germinación se puede atribuir 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) Los resultados obtenidos son parecidos a los reportados en el presente experimento.

Tisdale y Nelson (1960) sostienen 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 precoces y de un rendimiento deficiente; mientras que cantidades adecuadas de nitrógeno propician un normal crecimiento y desarrollo del cultivo, tendiendo a tardar la precocidad.

Molina (2017) menciona que en Lagunilla a 2450 msnm, la espinaca alcanza la madurez de cosecha a los 50 días después de la siembra en el tratamiento que produce precocidad en el cultivo. De igual modo al aplicar 160 y 80 kg/ha de nitrógeno las plantas de espinaca alcanzan la madurez de cosecha a los 54 y 60 días

después de la siembra. Así mismo, las plantas que no fueron fertilizados con nitrógeno ($00 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) presentaron menor número de días a la madurez de cosecha. Los resultados comparado con la presente investigación muestran diferencia en aproximadamente una semana. Esta se debe principalmente a que la temperatura acelera la precocidad, Lagunilla presenta mayor temperatura que la localidad de Arizona donde se muestran como ligeramente tardías.

3.2 VARIABLES DE RENDIMIENTO

A Altura de planta

Tabla 3.2 Análisis de variancia de la altura de planta de espinaca a la cosecha. Arizona, 3200 msnm.

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	P>F
Bloque	2	6.947	3.473	1.50	0.399 ns
Forma S (F)	1	82.510	82.510	35.67	0.0269 *
Error (a)	2	4.6258	2.3129		
E ovino (G)	3	412.274	137.4248	197.51	< .0001 **
Inter F x G	3	18.591	6.197	7.872	0.0026 **
Lineal en f_1	1	99.846	99.846	138.25	< .0001 **
Cuadrático en f_1	1	28.830	28.830	39.92	< .0001 **
Cubico en f_1	1	0.240	0.240	0.33	0.5744 ns
Lineal en f_2	1	221.568	221.568	306.79	< .0001 **
Cuadrático en f_2	1	77.521	77.521	107.34	< .0001 **
Cubico en f_2	1	2.860	2.860	3.96	0.0699 ns
Error (b)	12	8.6666	0.722		
Total	23	533.616			

C.V. = 4.71 %

La tabla 3.2, análisis de variancia de la altura promedio de planta de espinaca a la cosecha muestra alta significación para los efectos de los factores principales también para la interacción métodos de siembra por los niveles de estiércol de ovino. Los resultados mostrados permiten el análisis de la tendencia en cada método de siembra de la espinaca y de esta manera buscar el mejor tratamiento para determinar

el efecto sobre la altura de planta. El coeficiente de variación indica buena precisión del experimento.

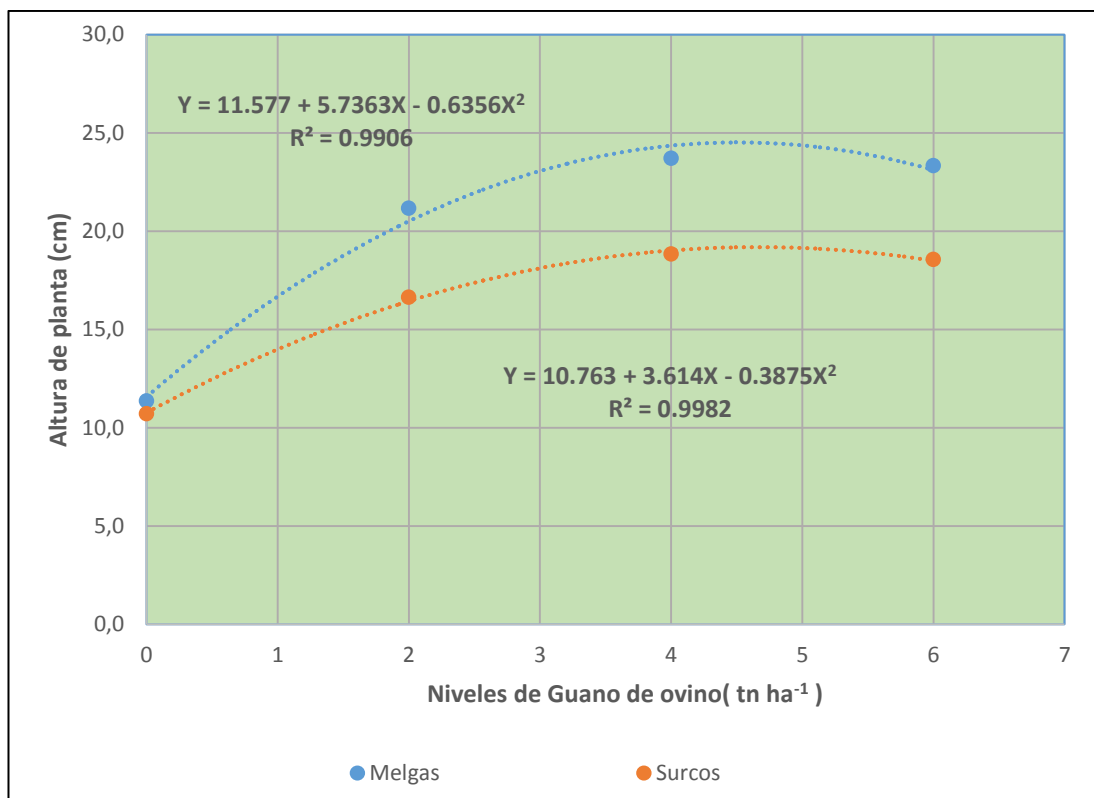


Figura 3.1 Tendencia de los efectos simples de los niveles de estiércol de ovino en cada forma de siembra en la altura de planta de espinaca. Arizona, 3200 msnm.

La altura de planta en la espinaca representa la variable de mayor importancia en el rendimiento en vista que la mayor altura representa un incremento en productividad de mayor biomasa fresca. La tendencia Cuadrática del efecto de los niveles de estiércol de ovino en cada forma de siembra se observa en el Figura 3.1, donde la siembra en melgas muestra superioridad, siendo mayor la respuesta en el nivel 4 tn ha⁻¹ de estiércol de ovino con altura de planta de 23.62 cm. Mientras que para la siembra en surcos con 4 tn ha⁻¹ se alcanzó una altura de planta de 18.75 cm. Sin embargo, la tendencia es una curva cuadrática cuya fórmula polinómica es: $Y = 11.577 + 5.7363X - 0.6356X^2$, para altura de planta en melgas, y para surcos es: $Y = 10.763 + 3.614X - 0.3875X^2$. Al realizar el cálculo matemático, se encontró que el óptimo nivel de guano de ovino es 4.51 t.ha⁻¹ para la siembra en melgas,

alcanzando una altura de planta de 24.52 cm, para la siembra en surcos el nivel óptimo es de 4.66 t.ha⁻¹ de estiércol de ovino con lo cual se alcanza 19.19 cm de altura de planta.

Molina (2017) en la localidad de lagunilla a 2450 msnm utilizando 10 kg.ha⁻¹ de semilla a la siembra y sin aplicación de fertilizante nitrogenado obtuvo una altura de planta de 18 a 19 cm, y cuando se utiliza de 20 y 10 kg.ha⁻¹ de semilla produjeron 30 a 32 cm de altura de planta, pero aplicando fertilización nitrogenada en los niveles de 160 a 240 kg.ha⁻¹, estos resultados están basados en altos niveles de abonamiento nitrogenado utilizado, mientras que en el experimento conducido en la localidad de Arizona el cultivo fue conducido con un abonamiento orgánico.

Saray (2006) reporta los resultados de la altura de planta de espinaca bajo una producción orgánica y siembra en melgas, en variedades de polinización libre e híbridos alcanza valores de 10 a 25 cm, resultados obtenidos en El Huerto de la Universidad Agraria La Molina. Estos valores están dentro de obtenidos en el presente experimento aun cuando están en diferentes localidades.

B. Número de plantas de espinaca por hectárea

Tabla 3.3 Análisis de variancia del número de plantas de espinaca por hectárea. Arizona, 3200 msnm.

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	P>F
Bloque	2	316433029	158216515	0.27	0.785 ns
Formas (F)	1	26132502117	26132502117	45.16	0.021 *
Error (a)	2	1157293972.3	578646986		
E. ovino (G)	3	24954993155	8318331052	41.62	0.0000 **
Lineal	1	23296728400.4	23296728400.4	116.56	0.0000 **
Cuadrático	1	1608598134.4	1608598134.4	8.1	0.0147 *
Cubico	1	49666620.0	49666620.0	0.25	0.626 ns
Inter F x G	3	382030462	127343487	0.64	0.604
Error (b)	12	2398451067	199870922		
Total	23	55341703803			

C.V. = 4.65 %

La tabla 3.3, del análisis de variancia del número de plantas por parcelas de espinaca a la cosecha muestra alta significación para los efectos principales de los factores estudiados. Los resultados mostrados permiten el análisis de la tendencia en cada forma de siembra de espinaca en los niveles de estiércol de ovino y de esta manera buscar el mejor tratamiento para determinar el efecto sobre el número de plantas por parcela. El coeficiente de variación (4.65 %) indica buena precisión del experimento otorgándonos buena confianza en los resultados. La función lineal es altamente significativa. Sin embargo el efecto cuadrático es casi significativo por lo que es más interesante este modelo para interpretar el número de plantas por hectárea

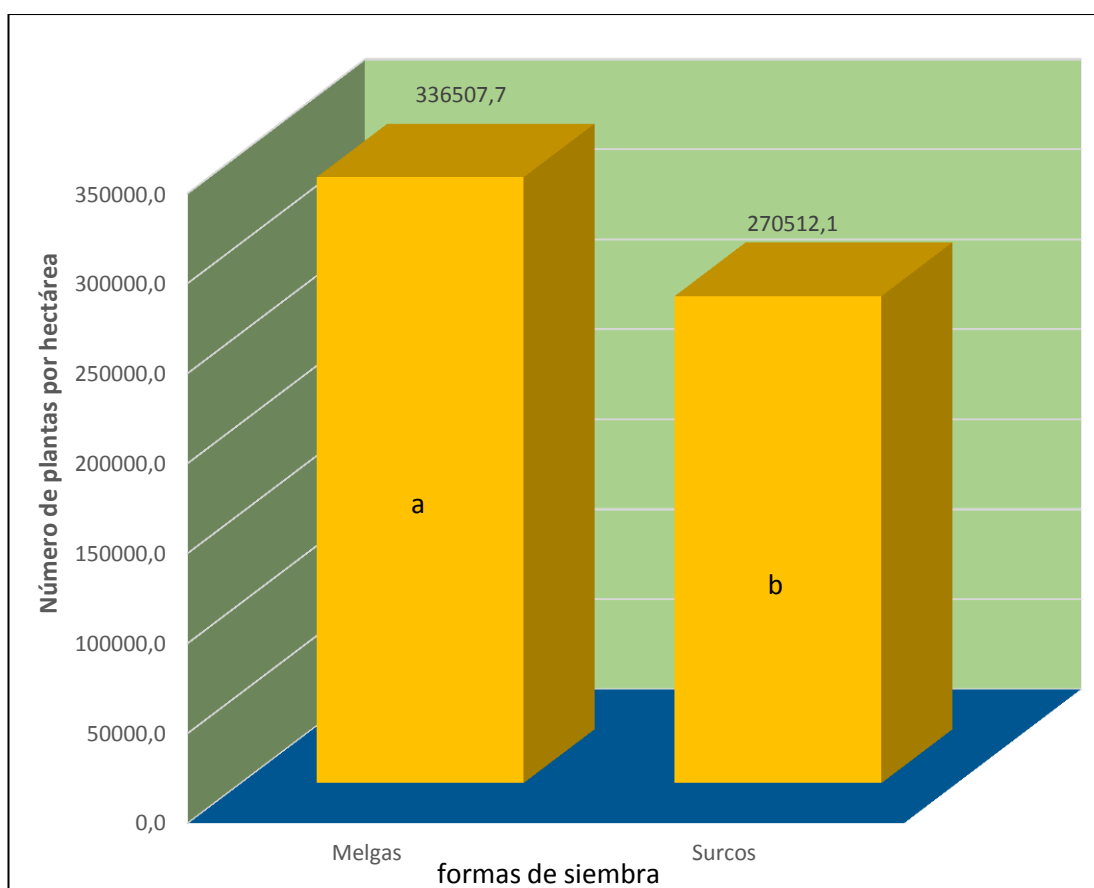


Figura 3.2 Efecto principal de formas de siembra en promedio de los niveles del abonamiento orgánico para el número de plantas de espinaca. Arizona 3200 msnm.

La figura 3.2, muestra el efecto principal para el número de plantas por hectárea de las formas de siembra (F) en promedio de los niveles del abonamiento orgánico,

existe una respuesta con alta significación estadística para siembra en melgas con un valor de 336 507 plantas por hectárea.

La siembra de espinaca al voleo es ventajosa esta práctica cuando el suelo a utilizar son arcillosos, debido a que si en estos suelos se utiliza la práctica de siembra por trasplante, se genera estrés en las plantas al deformarse el sistema radicular por falta de espacio poroso, causando disminución en la comercialización por su aspecto morfológico, además por su bajo requerimiento en mano de obra. Las desventajas radican en la pérdida de semilla que cae fuera de la cama de siembra, las que no germinan y la presencia de aves que puedan dañar o consumir las semillas. La mayoría de productores realizan la siembra al voleo y gastan en promedio 15 kg de semilla ha^{-1} . Después realizan el raleo para dejar plantas a 10 cm por 10 cm, en total aproximadamente 36 plantas/ m^2 . Otros productores siembran en hileras distanciadas 20 cm y plantas a 10 cm (Ugaz et al., 2000). La densidad de plantas explicada es similar a los obtenidos en el presente experimento, tratándose directamente a la siembra en melgas.

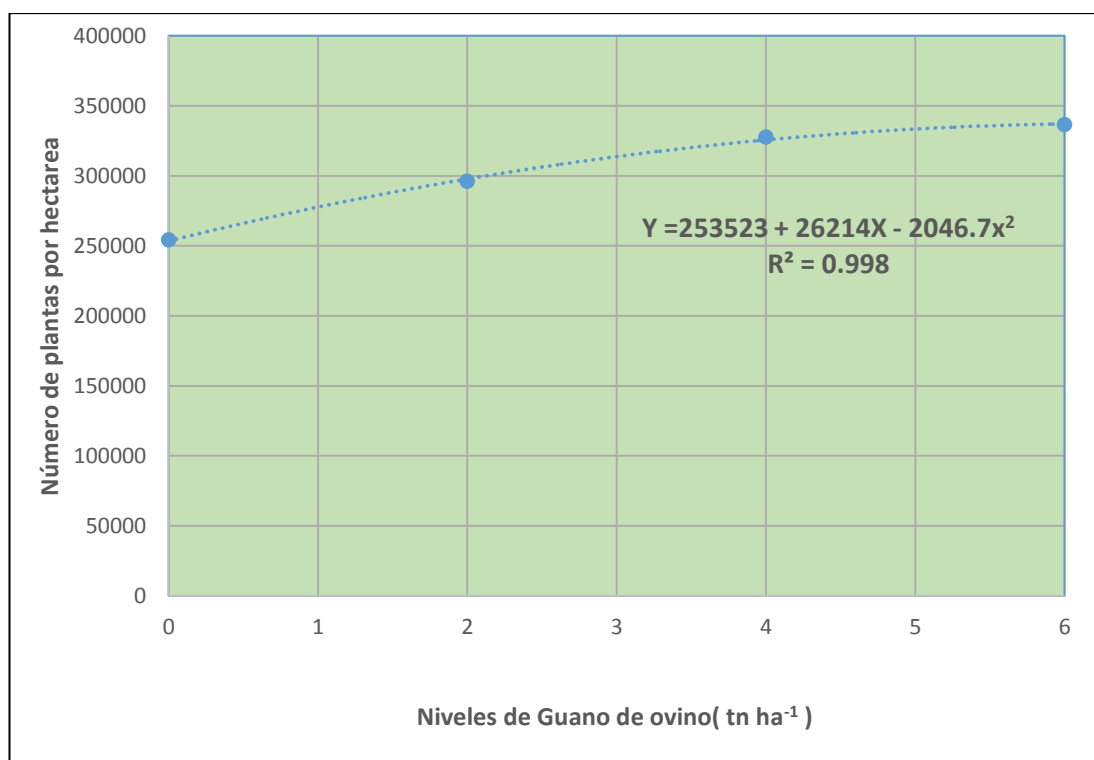


Figura 3.3 Tendencia del efecto principal niveles de guano de ovino del número de plantas de espinaca por hectárea. Arizona 3200 msnm.

La figura 3.3, muestra de la regresión del efecto principal de los niveles de guano de ovino, en el número de plantas de espinaca tiene una tendencia cuadrática en forma significativa positiva. Esta tendencia significa que a un mayor incremento del abonamiento orgánico se espera una mayor respuesta en la variable mencionada, siendo el nivel de 6 t ha^{-1} proporcionará un máximo valor de plantas.

Al graficar la línea de tendencia, se encontró mayor aproximación a una curva cuadrática cuya fórmula polinómica es $Y = 253523 + 26214X - 2046.7X^2$, para el cultivo en melgas. Al realizar cálculo matemático, se encontró el nivel óptimo de guano de ovino 6.40 t.ha^{-1} , con lo cual se alcanza $337\,460 \text{ plantas.ha}^{-1}$.

El mayor número de plantas obtenido con la forma de siembra en melgas frente a la siembra en surcos podría atribuirse al efecto de la menor competencia interespecífica lo cual genera mejor desarrollo de las plantas de espinaca, al existir una mejor distribución de las plantas ya que se aprovechan todo el espacio de terreno, mientras que cuando se siembra en surcos se aprovechan solo el espacio de las hileras y parte del espacio entre surcos y las plantas desarrollan un tanto apretujadas. En la siembra en melgas, sin embargo, se presenta cierta dificultad en algunas labores como deshierbo, abonamiento y controles fitosanitarios, en comparación con la siembra en surcos.

Al respecto Pachacute (2016) encontró que las mejores distancias entre plantas para el cultivo de espinaca varían de 12 a 13 cm entre plantas, lo cual avala lo encontrado, no solo por el rendimiento sino también una mejor distribución.

C. Número promedio de hojas por planta

La tabla 3.4, del análisis de variancia del número promedio de hojas por planta de espinaca a la cosecha muestra alta significación para los efectos principales de los niveles de estiércol de ovino, también se observa significación estadística para la interacción de métodos de siembra con los niveles de estiércol de ovino. Los resultados mostrados permiten el análisis de la tendencia en cada método de siembra de la espinaca y de esta manera buscar el mejor tratamiento para determinar el efecto

sobre el número de plantas por parcela. El coeficiente de variación (1.77 %) indica buena precisión del experimento otorgándonos buena confianza en los resultados.

Tabla 3.4 Análisis de variancia número promedio de hojas por planta de espinaca a la madurez de cosecha, Arizona, 3200 msnm.

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	P>F
Bloque	2	1.0225	0.5112	2.46	0.289 ns
Forma S (F)	1	1.0004	1.0004	4.81	0.159 ns
Error (a)	2	0.4158	0.2079		
E. Ovino (G)	3	60.1579	20.0526	499.58	< .0001 **
Inter F x G	3	0.7627	0.2393	5.96	0.0099 **
Lineal en f ₁	1	29.260	29.260	728.97	<.0001 **
Cuadrático en f ₁	1	6.900	6.900	171.92	<.0001 **
Cubico en f ₁	1	0.308	0.308	7.68	0.016 *
Lineal en f ₂	1	21.122	21.122	526.24	<.0001 **
Cuadrático en f ₂	1	3.203	3.203	79.81	<.0001 **
Cubico en f ₂	1	0.0806	0.0806	2.01	0.181 ns
Error (b)	12	0.4816	0.0401		
Total	23	63.7962			

C. V. = 1.77 %.

La figura 3.4, muestra la tendencia de los efectos simples de los niveles de estiércol de ovino en cada forma de siembra en el efecto del número de hojas, donde observamos que existe una ligera superioridad en la forma de siembra en melgas, pero sin diferencia estadística; se observa en el caso del efecto de los niveles del estiércol de ovino se tiene una tendencia cuadrática siendo el nivel de 4 tn ha⁻¹ el que muestra el mayor número de hojas con valor de 12.40 hojas en ambas formas de siembra. Los tratamientos sin el estiércol de ovino tienen el menor número de hojas por planta en ambas formas de siembra.

La tendencia de mejor aproximación es una curva cuadrática cuya fórmula polinómica es $Y = 9.1675 + 1.3687X - 0.1294X^2$, para el cultivo en melgas, y

para el cultivo en surcos $Y = 8.1985 + 1.8193X - 0.1856X^2$. Al realizar el cálculo matemático, se encontró que el nivel óptimo de guano de ovino es de 5.29 t.ha^{-1} , con lo cual se alcanza 12.79 hojas por planta en promedio para el cultivo en melgas, para el cultivo en surcos 4.90 t.ha^{-1} de estiércol de ovino para alcanzar 12.65 hojas en promedio.

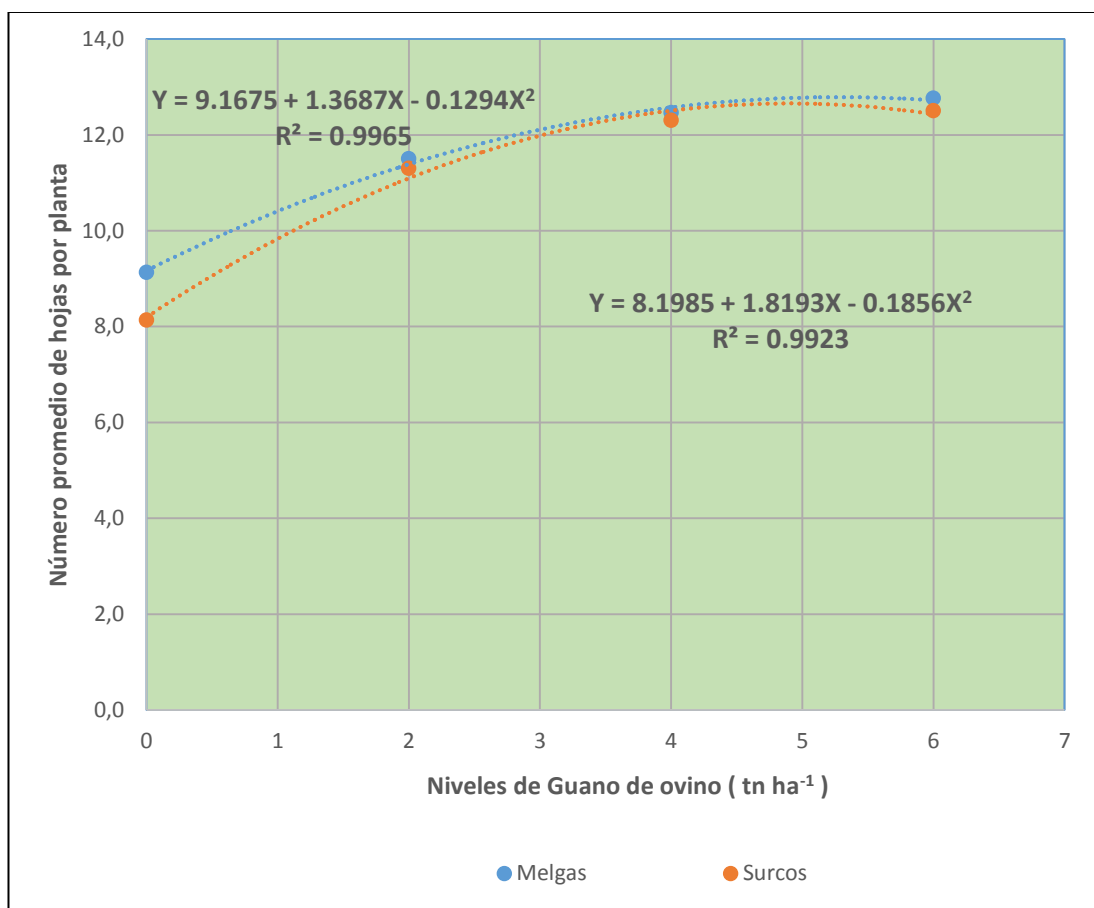


Figura 3.4 Tendencia de los efectos simples de los niveles de estiércol de ovino en cada forma de siembra en el número de hojas por planta de espinaca. Arizona, 3200 msnm.

Saray (2006) reporta resultados del número de hojas de espinaca en un experimento conducido en el huerto de la Universidad Nacional Agraria La Molina donde evaluó 5 variedades de espinaca. Los valores varían desde 7.50 a 16.40 hojas, las variedades híbridas son las de mayor número. Los resultados en el número de hojas se encuentran dentro de los valores indicados, esta característica está fijado por el ambiente y el componente varietal.

Molina (2017) menciona que aplicando niveles de abonamiento de 240, 160 y 80 kg/ha de nitrógeno, produjo 9.79, 8.88 y 8.83 hojas por planta, respectivamente, sin presentar diferencias estadísticas. Sin la aplicación de abonamiento nitrogenado (00 kg/ha) presentó 8.56 hojas por planta, denotando diferencia estadística de los valores señalados. Esta gran diferencia en el número de hojas en el presente experimento se debe básicamente a la temperatura de la zona de Arizona que se encuentra entre un promedio 12 °C.

Vásquez (2006) reporta en su trabajo de tesis de 11 variedades de espinaca, conducido en la localidad de Valdivia (Chile) que el número promedio de hojas de espinaca fue de 15 a 20 hojas en cosecha de atados. Nuestros resultados se encuentran por debajo de estos valores, las diferencias encontradas se deben al manejo del sistema de producción orgánica y a las características genéticas de las variedades.

Morris (2008) hace referencia que el guano de isla es una sustancia que están constituidas por desechos de origen animal marino, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Dentro de los abonos orgánicos podemos mencionar que los estiércoles como el guano de isla son los excrementos de las aves entre otros animales que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen. Generalmente entre el 60 y 80 % de lo que consume las aves u otros animales lo elimina como estiércol. Además indica que los estiércoles son los excrementos sólidos y líquidos de los animales, mezclados con los residuos vegetales que se han utilizado como cama. Su incorporación al suelo aporta nutrientes, incrementa la retención de la humedad y mejora la actividad biológica y por lo tanto la fertilidad y la productividad del suelo.

D Rendimiento de materia seca

La tabla 3.5, del análisis de variancia del rendimiento de materia seca de espinaca a la cosecha muestra alta significación para los efectos principales de los factores en estudio, también se observa significación estadística para la interacción de formas de siembra con los niveles de estiércol de ovino. Los resultados mostrados permiten el

análisis de la tendencia en cada forma de siembra de la espinaca y de esta manera buscar el mejor tratamiento para determinar el efecto sobre el rendimiento de materia seca. Existe una alta significación estadística para el efecto cuadrático de los niveles de estiércol de ovino, el coeficiente de variación (7.53 %) indica buena precisión del experimento otorgándonos buena confianza en los resultados.

Tabla 3.5 Análisis de variancia del rendimiento de materia seca por hectárea de espinaca. Arizona, 3200 msnm.

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	P>F
Bloque	2	7575.411	3787.705	0.55	0.645 ns
Forma S (F)	1	1117757.682	1117757.682	162.40	0.0061 **
Error (b)	2	13765.506	6882.753		
E. Ovino (G)	3	3096351.685	1032117.228	142.14	< .0001 **
Inter F x G	3	166434.405	55478.135	7.64	0.0041 **
Lineal en f ₁	1	1143799.494	1143799.494	157.52	<.0001 **
Cuadrático en f ₁	1	50440.33	50440.33	6.95	0.0218 *
Cubico en f ₁	1	33163.206	33163.206	4.57	0.0539 ns
Lineal en f ₂	1	1544844.696	1544844.696	212.75	<.0001 **
Cuadrático en f ₂	1	478800.750	478800.750	65.94	<.0001 **
Cubico en f ₂	1	11737.611	11737.611	1.62	0.227
Error	12	87137.15	7261.429		
Total	23	4489021.838			

C.V. = 7.53 %

La figura 3.5, muestra la tendencia cuadrática del rendimiento superior de la materia seca por efecto de los niveles del estiércol de ovino en la siembra por melgas. El mayor rendimiento se obtiene al incorporar 4 t.ha⁻¹ de estiércol con un valor de 1707 kg ha⁻¹. En la siembra en surcos el rendimiento de la materia seca es menor con igual tendencia cuadrática, pero el mayor rendimiento se obtiene cuando se incorpora 6 tn ha⁻¹ estiércol de ovino obteniendo un valor de 1265 kg ha⁻¹. Al graficar las líneas de tendencia, se encontró mayor aproximación a una curva cuadrática cuya fórmula polinómica es $Y = 436.79 + 235.28X - 16.202X^2$ para el cultivo en melgas y para el cultivo en surcos $Y = 666.3 + 460.07X - 49.936X^2$. Al realizar el cálculo

matemático, se encontró que el nivel óptimo de guano de ovino es 4.61 t.ha^{-1} , con lo cual se alcanza un rendimiento de $1725.97 \text{ kg.ha}^{-1}$ de materia seca para la siembra en melgas, y para la siembra en surcos el nivel óptimo es de 6 a más t.ha^{-1} de estiércol de ovino con lo cual se alcanza $1290.95 \text{ kg.ha}^{-1}$ de materia seca.

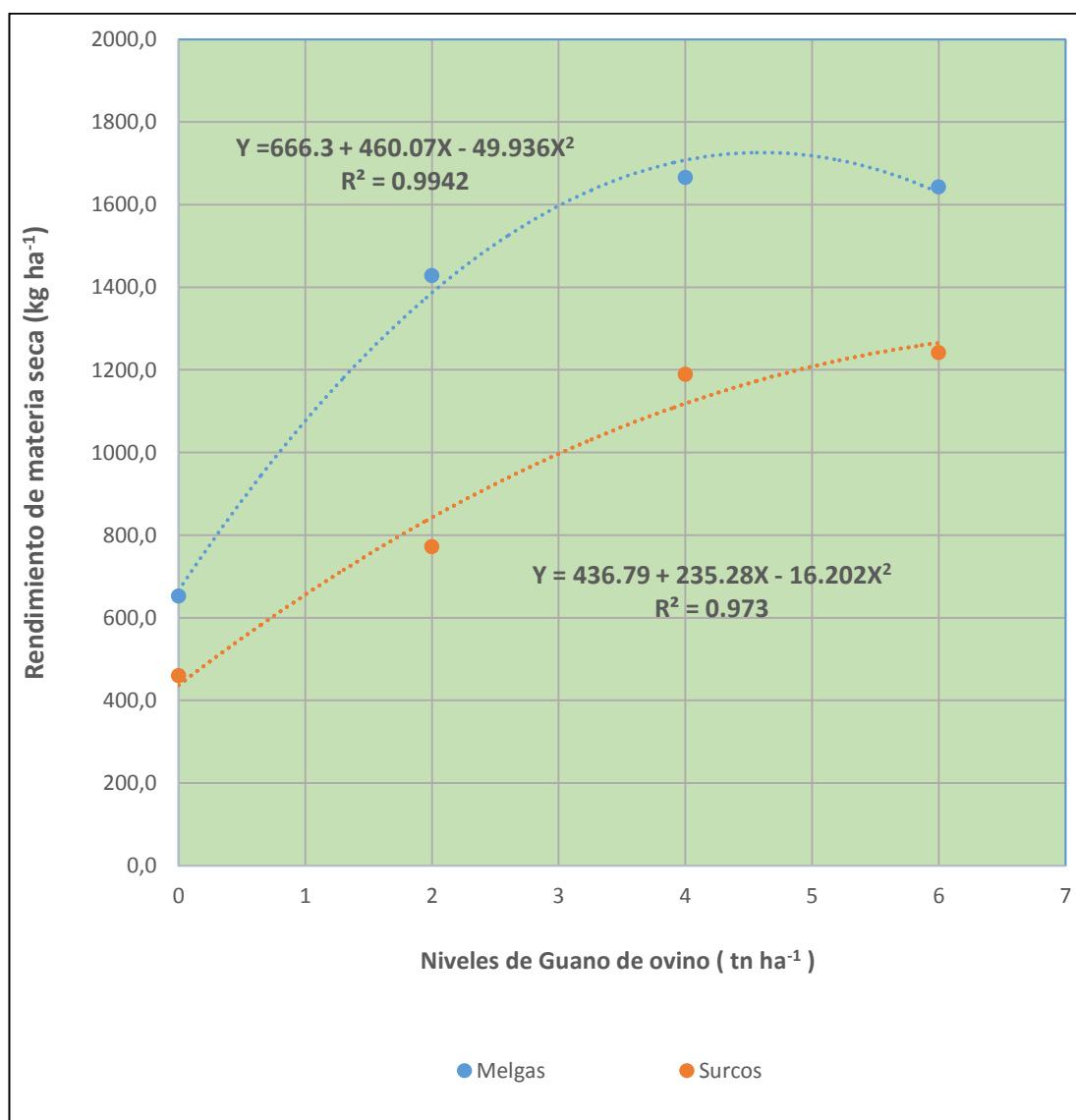


Figura 3.5 Tendencia de los efectos simples de los niveles de estiércol de ovino en cada forma de siembra para el rendimiento de materia seca en espinaca. Arizona, 3200 msnm.

Huerta (2015) menciona que las hojas de espinaca tiene un alto contenido de humedad y que la materia seca solamente tiene entre 8 a 10 %, estos valores de materia seca son semejantes a los obtenidos en la localidad de Arizona. Los

resultados obtenidos por el mencionado autor fueron con el uso de Guano de Isla con EMa.

Saray (2006) reporta los rendimientos en materia seca de cinco cultivares con valores de 1.2, 2.1, 2.3, 2.6, 3.1 t.ha⁻¹, para las variedades Viroflay (polinización libre), Viroflay (hibrido), Falcón (hibrido), Bolero (hibrido) y Quinto (hibrido), respectivamente. El experimento fue conducido bajo sistema de manejo orgánico, utilizándose en todos los tratamientos el guano de isla con una dosis de 2.5 t.ha⁻¹.

E. Rendimiento de espinaca (kg.ha⁻¹)

Tabla 3.6 Análisis de variancia del rendimiento por hectárea de espinaca en kg.ha⁻¹ Arizona, 3200 msnm.

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	P>F
Bloque	2	145229.7	72614.9	0.24	0.8034 ns
Forma S (F)	1	112962827.7	112962827.7	380.74	< .0026 **
Error (a)	2	593389.3	296694.6		
E. Ovino (G)	3	574724112.3	191574704.1	591.95	< .0001 **
Inter F x G	3	14918800.8	4972933.6	15.37	0.0002 **
Lineal en f ₁	1	222550070.8	222550070.8	687.66	< .0001 **
Cuadrático en f ₁	1	7602118.5	7602118.5	23.49	0.0004 **
Cúbico en f ₁	1	6428564.8	6428564.8	19.86	0.0008 **
Lineal en f ₂	1	309837649.8	309837649.8	957.37	< .0001 **
Cuadrático en f ₂	1	43126037.6	43126037.6	133.25	< .0001 **
Cúbico en f ₂	1	98471.7	98471.7	0.30	0.5913 ns
Error	12	883629.1	323635.8		
Total	23	707227988.9			

C. V. = 4.02 %

La tabla 3.6, indica alta significación estadística para los efectos principales, existe además alta significación para la interacción de los niveles de estiércol de ovino con las formas de siembra, resultado que permite el análisis de la tendencia cuadrática de los niveles de estiércol de ovino en cada forma de siembra. El coeficiente de variación (4.02 %) muestra buena precisión del experimento. La cosecha de espinaca

en nuestra región se efectúa en forma manual que consiste en cortar la planta con las hojas desarrolladas de la espinaca. Si se pretende comercializar plantas enteras, se corta cada planta por debajo de la roseta de hojas a 1 cm bajo tierra, en este caso se dará solo una pasada y la venta es por atados.

La figura 3.6, muestra la tendencia de los efectos simples del rendimiento de espinaca fresca, en los diferentes niveles de estiércol de ovino en cada forma de siembra, donde existe una mayor respuesta en la siembra por melgas superando a la siembra por surcos. El rendimiento de espinaca fresca en ambos casos es de un valor de 20 896 y 15 100 kg ha⁻¹ valores que se obtienen con el nivel de 4 tn ha⁻¹ de estiércol de ovino, el incremento de un mayor valor de estiércol de ovino hace que el aumento del rendimiento de espinaca es poco significativa. Este resultado es explicado por la tendencia cuadrática del efecto de los niveles de estiércol de ovino sobre el rendimiento de la espinaca fresca.

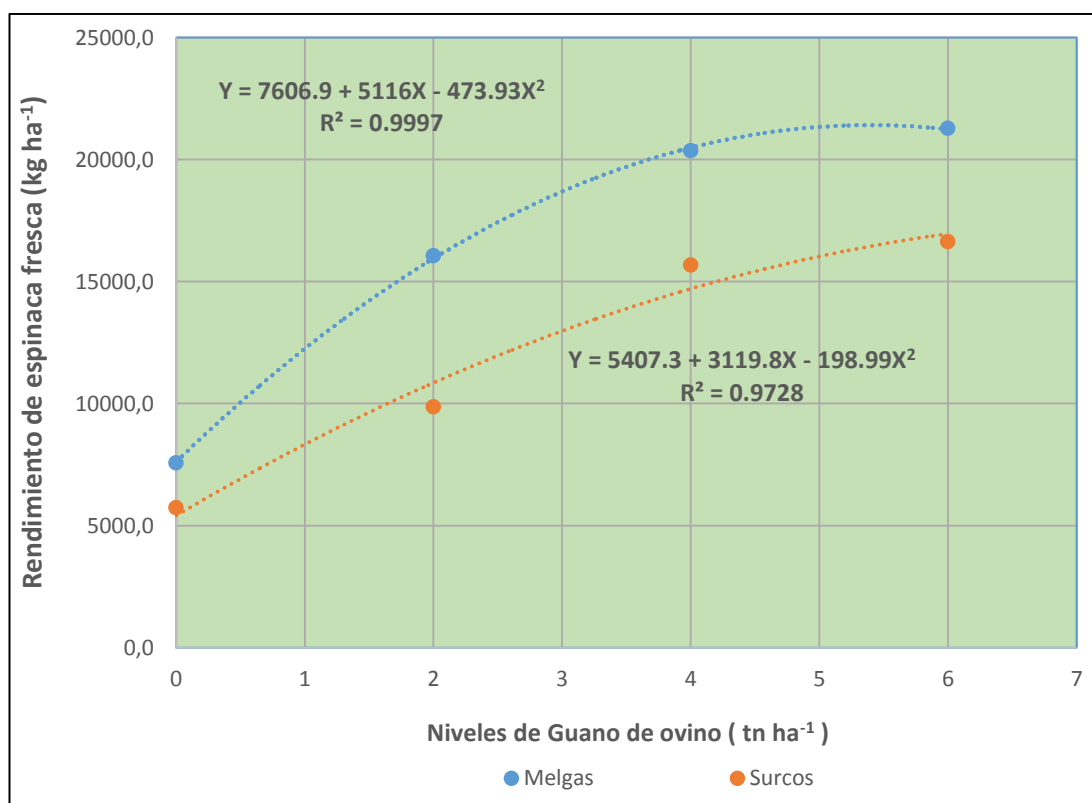


Figura 3.6 Tendencia de los efectos simples de los niveles de estiércol de ovino en cada forma de siembra del rendimiento atados de espinaca fresca. Arizona, 3200 msnm.

La tendencia muestra una curva cuadrática cuya fórmula polinómica es $Y = 7606.9 + 5116X - 473.93X^2$, para la siembra en melgas y para la siembra en surcos $Y = 5407.3 + 3119.8X - 198.99X^2$, respectivamente. Al realizar los cálculos matemáticos para ambas formas de siembra, se encontró el nivel óptimo de guano de ovino de 5.40 t.ha^{-1} , para la siembra en melgas, con lo cual se alcanza un rendimiento de $21\ 413.50 \text{ kg.ha}^{-1}$ de espinaca fresca, y el máximo rendimiento se produce con 6.0 t.ha^{-1} para la siembra en surcos, con lo cual se alcanza una producción de $17\ 635.49 \text{ kg.ha}^{-1}$ de espinaca fresca.

Huerta (2015) reporta un rendimiento de espinaca en atados un valor de $21\ 728 \text{ kg ha}^{-1}$ con un abonamiento de 2 t.ha^{-1} de guano de isla más 20 litros de EMa, en un segundo lugar ocupa el tratamiento de 1.0 t.ha^{-1} de guano de isla más 10 litros de EMa, con un rendimiento de $16\ 090 \text{ kg.ha}^{-1}$ de espinaca. El menor rendimiento lo ocupa el tratamiento testigo sin abono orgánico con $11\ 960 \text{ kg.ha}^{-1}$. La importancia de la materia orgánica en el suelo es un hecho indiscutible que ha sido comprobado a través de los años por varios investigadores en el mundo. Es decir que los óptimos resultados encontrados en el presente estudio del abonamiento de guano de ovino, se ha comprobado que es posible obtener rendimientos económicos adecuados y una estabilidad de producción a través del tiempo.

Según el mismo autor, el guano de isla mejora la labranza, fertilidad y productividad del suelo a través del efecto favorable que ejerce sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. La incorporación de diversas fuentes de materia orgánica en el suelo, y muy particularmente el guano de isla y el EMa produce varios efectos positivos, además menciona que la materia orgánica como el guano de isla está formada por residuos de aves marinas principalmente. Esta se encuentra en descomposición activa por el ataque de microorganismos del suelo. Es un componente bastante transitorio y debe ser restituido constantemente al suelo, también manifiesta que mejora las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo ya que aporta nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, activa biológicamente al suelo, alimenta a los microorganismos activos de la descomposición, aumenta el poder tampón, incrementa la capacidad de retención de humedad en el suelo, favorece el crecimiento de las plantas; también indica que el

guano de isla puede absorber líquidos y retenerlos hasta por 16 veces su propio peso, pues actúa como una esponja que absorbe y retiene agua y nutrientes, para ponerlos paulatinamente a disposición de las plantas. El guano de isla constituye un depósito de nutrimentos aun no liberados. Los atributos mencionados del abono orgánico son similares al estiércol de ovino proporcionado al experimento en mayores niveles que los del guano de isla.

Saray (2006) menciona el rendimiento de cinco variedades de espinaca conducidos en el Huerto de la UNA La Molina con valores de 15, 23, 25, 28 y 30 t.ha⁻¹ de biomasa fresca, las variedades evaluadas correspondiente son: Viroflay de polinización libre, Viroflay híbrido, Falcón, Bolero y Quinto. El experimento fue llevado a cabo bajo un cultivo netamente orgánico y sembrado en hileras doble entre surcos a 50 cm. Los resultados son similares a los obtenidos en el presente experimento y concuerda con el manejo orgánico del cultivo.

Los resultados señalan que las altas dosis de fertilización nitrogenada; así como una alta densidad de siembra son responsables para que las plantas de espinaca tengan una buena cantidad de biomasa, pues se ha señalado que la espinaca es una planta que extrae altas dosis de nitrógeno (Loayza, 1968).

Domínguez (1990) 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.

Fassbender (1987) expone que el nitrógeno es el elemento que actúa de forma más activa sobre el desarrollo del conjunto del aparato vegetativo. Al comienzo permite obtener una poderosa estructura en su parte aérea, condición previa para poder asegurar luego una producción abundante y continua, tanto la formación de hojas, la floración entre otros, resultan, claramente favorecidas por una buena nutrición nitrogenada.

3.3 MERITO ECONÓMICO

En la Tabla 3.7 se muestra la valorización de los costos de producción y la cosecha, los rendimientos obtenidos de la espinaca según comercialización y el análisis de rentabilidad para cada uno de los tratamientos estudiados en el presente trabajo de investigación. Es importante señalar que los precios de venta se dieron por kilos, que corresponde a un atado de espinaca. El precio de referencia promedio fue reportado de los mercados de la ciudad de Ayacucho que corresponden a los meses de mayo y junio, donde la espinaca es abastecido desde los valles hortícolas de la Provincia de Huamanga. Los tratamientos que presentaron la mayor rentabilidad económica fueron los tratamientos, siembra en melgas con 4, 2 y 6 toneladas de estiércol de ovino por hectárea los que arrojaron una rentabilidad de 172 %, 157 % y 125 % respectivamente. Molina (2017) muestra una rentabilidad para los tratamientos, T-6 (80 kg.ha⁻¹ de nitrógeno con 20 kg.ha⁻¹ de semilla), T-12 (240 kg.ha⁻¹ de nitrógeno con 20 kg.ha⁻¹ de semilla) y T-9 (140 kg.ha⁻¹ de nitrógeno con 20 kg.ha⁻¹ de semilla) que alcanzaron un índice de rentabilidad de 145 %, 139 % y 1.33%, respectivamente; mientras con los tratamientos T-3 (00 kg.ha⁻¹ de nitrógeno con 20 kg.ha⁻¹ de semilla) y T-1 (00 kg.ha⁻¹ de nitrógeno con 10 kg.ha⁻¹ de semilla) el índice de rentabilidad fue de -0,06 y -0.48, respectivamente. Estos resultados demuestran que el manejo adecuado de los niveles de estiércol con mayores rendimientos se asemeja a los obtenidos en el presente experimento bajo un manejo orgánico.

En el caso de la siembra por surcos, el tratamiento que tuvo la mejor rentabilidad fue con 4 toneladas de estiércol con 109% de rentabilidad.

Cabe mencionar que el costo de producción de los diferentes tratamientos varía entre 9,471.00 y 4,218.50 Soles, mientras que la utilidad varía entre 12,875.60 y 3,347.90 Soles.

Tabla 3.7 Costo de Producción, valor de la cosecha y análisis de rentabilidad del rendimiento de espinaca en los diferentes tratamientos.

Código	Tratamiento		Costo (S/)	Rendimiento	Precio en	Valor de	Utilidad	Rentabilidad
	Forma	Estiércol ovino	Producción	(kg.ha ⁻¹)	chacra	Venta (S/)	Bruta (S/)	(%)
	Siembra	(t ha ⁻¹)		fresco	S/ 1.00			
T ₃	Melgas	4.0	7491.00	20366.60	1.00	20366.60	12875.60	172
T ₂	Melgas	2.0	6253.50	16064.80	1.00	16064.80	9811.30	157
T ₄	Melgas	6.0	9471.00	21282.00	1.00	21282.00	11811.00	125
T ₇	Surcos	4.0	7491.00	15684.80	1.00	15684.80	8193.80	109
T ₁	Melgas	0.0	4218.50	7566.40	1.00	7566.40	3347.90	79
T ₈	Surcos	6.0	9471.00	16635.40	1.00	16635.40	7164.40	76
T ₆	Surcos	2.0	6253.50	9869.00	1.00	9869.00	3615.50	58
T ₅	Surcos	0.0	4218.50	5734.60	1.00	5735.60	1516.10	36

CONCLUSIONES

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

1. En longitud de planta, existe tendencia cuadrática del efecto de los niveles de estiércol de ovino en cada forma de siembra. La siembra en melgas con el nivel de 4 t.ha^{-1} de estiércol de ovino tuvo una longitud de planta de 23.62 cm mientras que la siembra en surcos presentó, 18.75 cm.
2. En número de hojas, existe influencia de los niveles del estiércol de ovino que presenta una tendencia cuadrática, siendo el nivel de 4 t.ha^{-1} el que muestra el mayor número de hojas en un valor de 12 hojas en ambas formas de siembra.
3. En número de plantas, existe una tendencia cuadrática de los niveles de estiércol. El nivel óptimo de guano de ovino es de 6.4 t.ha^{-1} , con lo cual se alcanza producir 337 460 plantas por hectárea.
4. El mayor rendimiento de materia seca se obtiene al incorporar 4 t.ha^{-1} de estiércol de ovino en la siembra en melgas con 1707 kg.ha^{-1} . En la siembra en surcos el mayor rendimiento de la materia seca se obtiene con 6 t.ha^{-1} estiércol de ovino con 1265 kg.ha^{-1} .
5. El rendimiento de atados de espinaca obedece a una tendencia cuadrática de los niveles de estiércol de ovino. El mayor rendimiento de espinaca se obtuvo con 4 t.ha^{-1} y siembra en melgas con $20\ 896 \text{ kg.ha}^{-1}$, mientras que con la siembra en surcos se obtuvo $15\ 100 \text{ kg.ha}^{-1}$. Para un rendimiento óptimo de espinaca de $21,413.50 \text{ kg.ha}^{-1}$ se requiere de 5.40 t.ha^{-1} en la siembra por melgas, mientras que para un rendimiento óptimo de $17\ 635.49 \text{ kg.ha}^{-1}$ en la siembra en surcos en se requiere de 6.0 t.ha^{-1} de estiércol de ovino.
6. Los tratamientos con 4, 2 y 6 t.ha^{-1} en la siembra en melgas arrojaron la mayor rentabilidad con 172 %, 157 % y 125 %, respectivamente.

RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones del presente trabajo de investigación, se recomienda:

1. Para lograr el mayor rendimiento y calidad de la espinaca emplear un nivel de 4 a 6 t.ha⁻¹ de estiércol de ovino, y siembra en melgas.
2. Repetir el ensayo en otras zonas similares para corroborar con los resultados del ensayo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGRO.ES. 2018.** Abonado de espinaca, extracciones y dosis de nutrientes para fertilización con NPK. Disponible en: <http://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/espinaca/513-espinacas-dosis-de-nutrientes-para-abonado-cultivo>. Revisado: 15 mayo 2018.
- ANSTETT, A. 1958.** Fertilidad y fecundación en cultivos de huerto Bull techn. D'Inf; 20 referencias bibliográficas. Bruselas. Bélgica.
- ARAIZA, J. 1997.** Horticultura doméstica. Editorial Trillas. México.
- BOHN, B. 1993.** Química del suelo. Editorial Limusa S.A., México.
- BONILLA, F. 1987.** Utilización de estiércol de vacuno en el cultivo de Col. Tesis Ingeniero Rural. FCA-UNSH. Ayacucho Perú.
- CAMASCA, A.1994.** Horticultura Práctica. CONCYTEC. Primera ed. Ayacucho, Perú.
- CASSERES, E. 1980.** Producción de Hortalizas; Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas – IICA. San José, Costa Rica.
- CASTILLO, M. y CHILUISA, M. 2011.** Evaluación de tres abonos orgánicos (estiércol de bovino, gallinaza y humus) con dos dosis de aplicación en la producción de pimiento (*Capsicum annum* l.) en el recinto San Pablo de Maldonado, cantón la Maná. Tesis ingeniería Agronómica. Cotopaxi, Ecuador.
- CIREN CORFO. 1989.** Requerimientos de clima y suelo. Publicación CIREN N° 85. Santiago, Chile.
- CULTIVO DE ESPINACA. 2017.** Hispavista Agricultura urbana. Disponible en <http://www.agriculturaurbana.galeon.com/productos1359679.html>. Revisado: 28 dic. 2017.
- 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.
- DOÑATE, T. 2013.** Efecto de diferentes enmiendas orgánicas sobre el rendimiento y la concentración de nitrato en un cultivo ecológico de espinaca

(*Spinacia oleracea L.*) en invernadero. Tesis Magister en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Sur. Ecuador.

FASSBENDER, H. 1987. Química de los suelos con énfasis en América Latina, Editorial IICA. San José, Costa Rica.

GORINI, F. 1970. El Cultivo de la Espinaca. Edit. Acribia, Zaragoza España.

GROS, A. 1981. Abonos – Guía Práctica de Fertilización. Edit. Mundi – Prensa. Madrid – España.

GUERRERO, J. 1993. Abonos orgánicos: tecnología para el manejo ecológico de suelos. Lima, s.e.250 p.

HOLLE, M. y A. MONTES. 1982. Manual enseñanza práctica de producción de hortalizas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Serie Libros y Materiales Educativos No.52. San José. 224 p.

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 Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias agrarias. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Huaraz, Perú.

IBAÑEZ, A. y AGUIRRE, G. 1983. Manual de Prácticas de Fertilidad de Suelos. Programa Académico de Agronomía. UNSCH, Ayacucho Perú.

IGNATIEFF, V y PAGE, J.. 1969. Uso Eficaz de los fertilizantes. FAO. Italia.

INEI. 2014. Compendio Estadístico del Perú 2014. Tema Agrario. INEI. Lima, Perú.

INFOAGRO.COM.2017. El cultivo de Espinaca Disponible en:

<http://www.infoagro.com/hortalizas/espinacas.asp> Revisado: 14 de abril de 2017.

INSTITUTO NATIONAL DE VULGARIZACION FRANCES INVUFEC 2000.

La espinaca. Economía, producción y comercialización. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.

JUSCAFRESA, I. 1984. Tomates, pimientos y berenjenas. Editorial Aedos. Barcelona, España.

LOZANO, T.J. 2010. El Cultivo de la Espinaca (*Spinacia oleracea L.*) y su Manejo Fitosanitario en Colombia. Universidad de Bogotá Impreso en Colombia.

- MAROTO, J. 1986.** Horticultura herbácea especial. Madrid, España. Mundi prensa. 343 p.
- MARTINEZ, B. y S. RODRIGUEZ, 2010.** Evaluación de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica en el cultivo de amaranto (*Amaranthus sp*) en dos localidades de Cotopaxi. Tesis Ingenieras agrónomas. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador.
- MOLINA, N. 2017.** Niveles de nitrógeno y densidades de siembra en la espinaca (*Spinacea oleracea* L.) bajo riego en Lagunilla a 2,450 msnm – Ayacucho. Tesis de Ingeniera Agrónoma. FCA-UNSCH, Ayacucho, Perú.
- MONOGRAFÍA. COM. 2002.** Abonos orgánicos. Disponible en: <https://www.monografias.com/trabajos-pdf5/abonos-organicos/abonos-organicos.shtml>. Revisado 20 de noviembre 2017.
- MORRIS, E. 2008.** Abonos Orgánicos. Estación Experimental Agropecuaria Bordenave.
- MOSTACERO, Y OTROS 1993.** Taxonomía de las fanerógamas peruanas, Primera Edición, Lima Perú.
- PACHACUTE. 2016.** Efecto del estiércol de ovino y distanciamientos entre plantas en la producción de espinaca (*Spinacia oleracea* L.). Tesis ingeniera Agrónoma. Facultad de Ciencias Agrias, Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- POEHLMAN. 1981.** Mejoramiento genético de las cosechas UTHEA Editores. México.
- ROCHA, J. 2014.** Evaluación de dos variedades de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) con dos abonos orgánicos en carpa solar, en Chicani – La Paz. Tesis grado Ing. Agrónomo. Universidad Mayor San Andrés. La Paz, Bolivia.
- SARAY, S. 2006.** Evaluación de tres cultivares de espinaca. UNA La Molina, Lima, Perú.
- TAMARO, D.1971.** Manual de Horticultura, Edit. Gustavo Gill, México.
- TISCORNIA, R. 1989.** Hortalizas de hojas. Edit. Albatros. Buenos Aires, Argentina.
- TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, I.D. Y HAVLIN, J.L. 1993.** Soil Fertility and Fertilizers. 5th ed. EEUU. MacMillan. 634 p.

- THOMPSON, M. 1974.** El suelo y su fertilidad. 3^{ra} Edición, Editores Reverte S.A. Barcelona, España.
- TORTOSA, G., ALBUQUERQUE, J., AIT-BADDI, G., CEGARRA, J. 2012.** Caracterización agroquímica de estiércol de cabra. Disponible en: www.compostandociencia.com/2013/03/caracterizacion-estiercol-oveja-y-cabra-html/. Revisado: 20 de mayo 2018
- UGAZ, R. S. SIURA, F. DELGADO DE LA FLOR, 2000.** Programa de Hortalizas, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- VALADEZ, A. 1994.** Producción de Hortalizas. México, D.F. Edit. Limusa, S.A. Grupo Noriega Editores. México.
- VÁSQUEZ, A. 2006.** Evaluación agronómica de once cultivares de *Spinacia oleracea* L. para cultivo industrial en la zona de Valdivia. Tesis para optar el grado de licenciado en Agronomía. Universidad Austral de Chile Valdivia – Chile

ANEXOS

Anexo 1. Costo de producción de una hectárea de espinaca, sin estiércol

Partida	Descripción	Medida		Precio	Costo
		Unidad	Cantidad	Unitario S/.	Parcial
I	COSTOS DIRECTOS				
1	MANO DE OBRA				90
1.1	Mullido del terreno	Jornal	3	30	90
1.2	SIEMBRA Y ABONAMIENTO				300
1.21	Distribución de semilla	Jornal	5	30	150
1.22	Distribución de estiércol	Jornal	5	0	0
1.23	Tapado de semilla	Jornal	5	30	150
1.3	LABORES CULTURALES				600
1.31	Primer control fitosanitario	Jornal	2	30	60
1.32	Cuatro riegos	Jornal	8	30	240
1.33	Escarda	Jornal	5	30	150
1.34	Control de malezas	Jornal	5	30	150
1.4	COSECHA				900
1.41	Corte de planta (dos cortes)	Jornal	10	30	300
1.42	Traslado a almacén	Jornal	10	30	300
1.43	Selección de plantas	Jornal	10	30	300
1.5	ALQUILER TRACTOR				600
1.51	Roturado aradura	hora	4	60	240
1.52	Rastra cruzada	hora	4	60	240
1.53	Surcado	hora	2	60	120
1.6	SEMILLA				1125
1.61	Semilla espinaca Viroflay	kg	15	75	1125
1.7	ABONO				0
1.71	Sin estiércol de ovino				0
1.8	PESTICIDAS				120
1.81	Insecticida Monitor	Lt	1	60	60
1.82	Fungicida	Kg	1	60	60
2	TRANSPORTE				100
2.1	Transporte de insumos	tn	1	100	100
II	COSTOS INDIRECTOS				383.5
3	Asistencia técnica (5%)				191.75
4	Gastos Administrativos (3%)				115.05
5	Imprevistos (2%)				76.7
	Costos Directos I				3835
	Costos Indirectos II				383.5
	Costo de Producción				4218.5

Anexo 2. Costo de producción de una hectárea de espinaca, con 2 Tn de estiércol

Partida	Descripción	Medida		Precio Unitario S/.	Costo Parcial
		Unidad	Cantidad		
I	COSTOS DIRECTOS				
1	MANO DE OBRA				90
1.1	Mullido del terreno	Jornal	3	30	90
1.2	SIEMBRA Y ABONAMIENTO				450
1.21	Distribución de semilla	Jornal	5	30	150
1.22	Distribución de estiércol	Jornal	5	30	150
1.23	Tapado de semilla	Jornal	5	30	150
1.3	LABORES CULTURALES				600
1.31	Primer control fitosanitario	Jornal	2	30	60
1.32	Cuatro riegos	Jornal	8	30	240
1.33	Escarda	Jornal	5	30	150
1.34	Control de malezas	Jornal	5	30	150
1.4	COSECHA				900
1.41	Corte de planta (dos cortes)	Jornal	10	30	300
1.42	Traslado a almacén	Jornal	10	30	300
1.43	Selección de plantas	Jornal	10	30	300
1.5	ALQUILER TRACTOR				600
1.51	Roturado aradura	hora	4	60	240
1.52	Rastra cruzada	hora	4	60	240
1.53	Surcado	hora	2	60	120
1.6	SEMILLA				1125
1.61	Semilla espinaca Viroflay	kg	15	75	1125
1.7	ABONO				1600
1.71	estiércol de ovino	kg	2000	0.8	1600
1.8	PESTICIDAS				120
1.81	Insecticida Monitor	Lt	1	60	60
1.82	Fungicida	Kg	1	60	60
2	TRANSPORTE				200
2.1	Transporte de insumos	tn	2	100	200
II	COSTOS INDIRECTOS				568.5
3	Asistencia técnica (5%)				284.25
4	Gastos Administrativos (3%)				170.55
5	Imprevistos (2%)				113.7
	Costos Directos I				5685
	Costos Indirectos II				568.5
	Costo de Producción				6253.5

Anexo 3. Costo de producción de una hectárea de espinaca, con 4 Tn de estiércol

Partida	Descripción	Medida		Precio Unitario S/.	Costo Parcial
		Unidad	Cantidad		
I	COSTOS DIRECTOS				
1	MANO DE OBRA				90
1.1	Mullido del terreno	Jornal	3	30	90
1.2	SIEMBRA Y ABONAMIENTO				450
1.21	Distribución de semilla	Jornal	5	30	150
1.22	Distribución de estiércol	Jornal	5	30	150
1.23	Tapado de semilla	Jornal	5	30	150
1.3	LABORES CULTURALES				600
1.31	Primer control fitosanitario	Jornal	2	30	60
1.32	Cuatro riegos	Jornal	8	30	240
1.33	Escarda	Jornal	5	30	150
1.34	Control de malezas	Jornal	5	30	150
1.4	COSECHA				900
1.41	Corte de planta (dos cortes)	Jornal	10	30	300
1.42	Traslado a almacén	Jornal	10	30	300
1.43	Selección de plantas	Jornal	10	30	300
1.5	ALQUILER TRACTOR				600
1.51	Roturado aradura	hora	4	60	240
1.52	Rastra cruzada	hora	4	60	240
1.53	Surcado	hora	2	60	120
1.6	SEMILLA				450
1.61	Semilla espinaca Viroflay	kg	15	30	450
1.7	ABONO				3200
1.71	estiércol de ovino	kg	4000	0.8	3200
1.8	PESTICIDAS				120
1.81	Insecticida Monitor	Lt	1	60	60
1.82	Fungicida	Kg	1	60	60
2	TRANSPORTE				400
2.1	Transporte de insumos	tn	4	100	400
II	COSTOS INDIRECTOS				681
3	Asistencia técnica (5%)				340.5
4	Gastos Administrativos (3%)				204.3
5	Imprevistos (2%)				136.2
	Costos Directos I				6810
	Costos Indirectos II				681
	Costo de Producción				7491

Anexo 4. Costo de producción de una hectárea de espinaca, con 6 Tn de estiércol

Partida	Descripción	Medida		Precio Unitario S/.	Costo Parcial
		Unidad	Cantidad		
I	COSTOS DIRECTOS				
1	MANO DE OBRA				90
1.1	Mullido del terreno	Jornal	3	30	90
1.2	SIEMBRA Y ABONAMIENTO				450
1.21	Distribución de semilla	Jornal	5	30	150
1.22	Distribución de estiércol	Jornal	5	30	150
1.23	Tapado de semilla	Jornal	5	30	150
1.3	LABORES CULTURALES				600
1.31	Primer control fitosanitario	Jornal	2	30	60
1.32	Cuatro riegos	Jornal	8	30	240
1.33	Escarda	Jornal	5	30	150
1.34	Control de malezas	Jornal	5	30	150
1.4	COSECHA				900
1.41	Corte de planta (dos cortes)	Jornal	10	30	300
1.42	Traslado a almacén	Jornal	10	30	300
1.43	Selección de plantas	Jornal	10	30	300
1.5	ALQUILER TRACTOR				600
1.51	Roturado aradura	hora	4	60	240
1.52	Rastra cruzada	hora	4	60	240
1.53	Surcado	hora	2	60	120
1.6	SEMILLA				450
1.61	Semilla espinaca Viroflay	kg	15	30	450
1.7	ABONO				4800
1.71	estiércol de ovino	kg	6000	0.8	4800
1.8	PESTICIDAS				120
1.81	Insecticida Monitor	Lt	1	60	60
1.82	Fungicida	Kg	1	60	60
2	TRANSPORTE				600
2.1	Transporte de insumos	tn	6	100	600
II	COSTOS INDIRECTOS				861
3	Asistencia técnica (5%)				430.5
4	Gastos Administrativos (3%)				258.3
5	Imprevistos (2%)				172.2
	Costos Directos I				8610
	Costos Indirectos II				861
	Costo de Producción				9471

RESUMEN:

Costo de producción sin estiércol de ovino: S/ 4218.50

Costo de producción con 2 toneladas de estiércol de ovino: S/ 6253.50


Costo de producción con 4 toneladas de estiércol de ovino: S/ 7491.00

Costo de producción con 6 toneladas de estiércol de ovino: S/ 9471.00

Anexo 5. Resumen de datos de campo del experimento

Bloque	Siembra	Guano ovino	Altura Planta	N° plantas/ha	N° hojas	Rdto	% M.S.	M.S. (kg/ha)
I	melga	0	11.2	253568	9.0	7607.0	8.7%	662.4
I	melga	2	22.7	338095	11.2	16654.4	9.1%	1512.2
I	melga	4	25.5	363095	12.1	19525.6	7.7%	1498.8
I	melga	6	24.6	380952	12.6	20485.7	7.6%	1564.7
I	Surco	0	10.4	220238	7.8	5645.3	8.3%	467.1
I	Surco	2	16.6	250000	10.9	9567.6	8.3%	792.6
I	Surco	4	18.8	304762	11.9	15588.0	7.7%	1195.9
I	Surco	6	19.0	300055	12.3	17262.9	7.7%	1324.4
II	melga	0	12.0	300000	9.4	7235.5	8.9%	644.4
II	melga	2	20.4	319048	11.6	15754.6	9.3%	1457.6
II	melga	4	22.9	345238	12.9	20617.1	8.6%	1780.1
II	melga	6	22.8	369048	12.9	21652.3	7.6%	1652.9
II	Surco	0	12.6	239286	7.9	6052.5	8.2%	495.1
II	Surco	2	16.3	291667	11.2	9630.0	7.5%	719.9
II	Surco	4	19.5	303456	12.5	16025.0	7.9%	1272.7
II	Surco	6	19.1	301256	12.5	16799.8	7.3%	1219.0
III	melga	0	10.9	291667	9.0	7856.8	8.3%	650.1
III	melga	2	20.4	333333	11.7	15785.5	8.3%	1316.2
III	melga	4	22.7	369048	12.4	20957.2	8.2%	1718.1
III	melga	6	22.6	375000	12.8	21708.2	7.9%	1711.5
III	Surco	0	9.1	220238	8.7	5507.9	7.6%	418.6
III	Surco	2	17.0	242857	11.9	10409.4	7.7%	803.6
III	Surco	4	18.2	279762	12.5	15441.4	7.1%	1099.1
III	Surco	6	17.6	292568	12.6	15843.7	7.5%	1181.6

Anexo 6. Resultados de Análisis de fertilidad de suelos.


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR
Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 RPM # 151505
Ayacucho – Perú

“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

Región : Ayacucho
 Provincia : Huamanga
 Distrito : Vinchos
 Localidad : Arizona
 Fundo : Irapampa
 Proyecto : “Tesis”
 Solicitante : Sr. Melitón Janampa Huamani

Altitud:

ANALISIS DE FERTILIDAD

Muestra	Análisis mecánico (%)		Clase	pH (H ₂ O)	C. E. (dS/m.)	CaCO ₃ (%)	M.O. (%)	Nt (%)	Elementos Disp. (ppm)				Cationes cambiables (C _{mol(+) / Kg})				C. I. C (C _{mol(+) / l})
	Arena	Limo							P	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	
01	63.1	18.7	Fr-Ao	6.62	0.239	0.0	0.89	0.04	21.3	88.6	--	0.-	--	--	--	--	

Ayacucho, 26 de Enero del 2015.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
 PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES
 HUAMANGA


Juan B. Chiron Molin
 C.I.P. INIZO

Ao: Arenoso; AoFr: Franco arenosos; Fr: Franco; FrL: Franco limoso; L: Limoso; FrArAo: Franco arcillo arenoso; FrAr: Franco arcilloso;
 FrAr: Franco arcillosos; FrArL: Franco arcillo limoso; ArAo: Arcillo arenoso; ArL: Arcillo limoso; Ar: Arcilloso

Anexo 7. Resultados de análisis físico químico del estiércol de ovino



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR
 Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 RPM # 151505
 Ayacucho – Perú

“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

Región : Ayacucho
 Provincia : Huamanga
 Distrito : Vinchos
 Localidad : Arizona
 Fundo : Irapampa
 Proyecto : “Tesis”
 Solicitante : Sr. Melitón Janampa Huamani
 Muestra : Estiércol de Ovino

Altitud:

ANALISIS FISICO - QUIMICO

Muestra	% Humedad	pH	%M.O. Total	%N-Total	% P ₂ O ₅	%K ₂ O	%CaO	%MgO	%SO ₄	C.E. mS/cm
01	9.29	9.52	67.3	2.26	1.58	3.06	5.82	3.20	0.74	41.2

Ayacucho, 26 de Enero del 2015.

LABORATORIO DE ANALISIS D. SUELOS
 PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES
 RESPONSABLE

Juan B. Girón Molin
 C.I.P. 77120

Anexo 8. Panel fotografías del Experimento



Foto 1. Diseño de las parcelas experimentales



Foto 2. Surcado de unidades experimentales



Foto 3. Siembra



Foto 4. Emergencia de la espinaca



Foto 5. Deshierbo de las plantas



Foto 6. Evaluación de la altura de la planta



Foto 7. Evaluación de peso de la muestra por tratamiento



Foto 8. Pesado de la muestra para llevarlo a la estufa