

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



EFFECTO DEL ABONAMIENTO Y FERTILIZACION EN EL CULTIVO DE ESPINACA (*Spinacia oleracea L.*) BAJO CONDICIONES DE FITOTOLDO EN K'AYRA- CUSCO.

Tesis presentada por la Bachiller en Ciencias Agrarias **LUZ MARINA MAQUERHUA VELASQUEZ**, para optar al Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO.**

Asesor:

Mgt. Domingo Guido Castelo Hermoza.

K'AYRA-CUSCO-PERÚ

2019

DEDICATORIA

A DIOS que siempre me guía en mi camino; permitiendo cumplir metas trazadas en mi vida.

Con mucha gratitud y cariño a mi madre María Velásquez Condori por su apoyo, comprensión, amor y ayuda en los momentos difíciles y por apoyarme en todo momento de mi vida. Mis padres me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mi hermana Linda Maquerhua Velásquez y hermanos Dante Maquerhua Velásquez y Luiz Miguel Maquerhua Velásquez por su inmenso apoyo durante mis estudios quienes aportaron en el cumplimiento de mi objetivo profesional, moral y espiritual.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a la UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, donde pasaron maestros de gran trayectoria.

A todos los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias, especialmente a los Docentes de la Escuela Profesional de Agronomía, por haberme brindado sus conocimientos y sabias enseñanzas, para realizarme como profesional, además de brindarme su inmensa amistad.

Mis profundos agradecimientos y gratitud al Mgt. Domingo Guido Castelo Hermoza, por sus orientaciones y valioso tiempo dedicado en el asesoramiento y culminación del presente trabajo de investigación

A todos mis compañeras y compañeros de la Escuela Profesional de Agronomía por compartir momentos gratos en las aulas universitarias.

RESUMEN

El trabajo de investigación titulado **“EFECTO DEL ABONAMIENTO Y FERTILIZACION EN EL CULTIVO DE ESPINACA (*Spinacia oleracea* L.) BAJO CONDICIONES DE FITOTOLDO EN K’AYRA- CUSCO”** se llevó a cabo en el periodo del 21 de septiembre del 2017 a 25 enero del 2018. Dentro de los objetivos determinar el efecto del abonamiento y fertilización en el cultivo de la espinaca (*Spinacia oleracea* L) bajo condiciones de fitotoldo en K’ayra-Cusco. para establecer el abono más óptimo que arroje el mayor rendimiento en el cultivo de Espinaca. Así mismo evaluar su comportamiento agronómico de dicho cultivo.

La metodología de trabajo usada es el Diseño Estadístico DBCA, Diseño de Bloques Completos al Azar en un área de 72 m² con seis tratamientos y cuatro repeticiones para la evaluación de las variables agronómicas.

A los 15 días se realizó el abonamiento, para ello se trabajó en base al análisis de suelo se tomó en cuenta el nivel de fertilización 160-120-80 la aplicación fue alrededor de cada planta.

Los resultados más resaltantes fueron:

- Con el tratamiento químico (160N-120P₂O₅-80K₂O) se obtuvo el mejor resultado con respecto a peso de hojas con 146.60 g, número de hojas 15.78 altura de la planta 47.15 cm, longitud de peciolo 16.85 cm, longitud de la lámina foliar 19.75 cm, longitud de raíz 7.30 cm.
- Con el tratamiento guano de isla (100%) peso de la hoja 140.13 número de hojas 13.43, altura de planta 42.78 cm, longitud de peciolo 15.33 cm, longitud de la lámina 17.60 cm y longitud de raíz 6.98 cm.
- Con el tratamiento estiércol de vacuno (100%), peso de hojas 133.53 g, número de hojas 12.60, altura de planta 41.40 cm, longitud de peciolo 14.58 cm, longitud de la lámina foliar 16.70 cm y longitud de raíz 6.63 cm
- Con el tratamiento compost (100%), para peso de hojas 129.60 g, número de hojas por planta 11.85, altura de planta 39.33 cm, longitud de peciolo 14.18 cm, longitud de la lámina foliar 16.03 cm, longitud de raíz 6.33 cm.

- Con el tratamiento humus de lombriz (100%), para peso de hojas 120.0 g, número de hojas por planta 11.33, altura de planta 38.10 cm, longitud de peciolo 13.85 cm, longitud de la lámina foliar 15.25 cm, longitud de raíz 6.125 cm.
- Con el testigo, para peso de hojas 116.20 g, número de hojas por planta 11.13, altura de planta 36.38 cm, longitud de peciolo 13.08 cm, longitud de la lámina foliar 15.03 cm, longitud de raíz 5.80 cm.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iii
INTRODUCCIÓN	1
I PROBLEMA OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1 Identificación del problema.....	2
1.2 Formulación del problema.....	3
1.2.1 Problema general.....	3
1.2.2 Problema específico.....	3
II OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	4
2.1 Objetivo general	4
2.2 Objetivo específicos	4
2.3 Justificación.....	5
III HIPÓTESIS	6
3.1 Hipótesis general	6
3.2 Hipótesis específico	6
IV MARCO TEÓRICO	7
4.1 Cultivo de la espinaca	7
4.1.1 Origen	7
4.1.2 Posición sistemática.....	7
4.1.3 Morfología	8
4.1.4 Fisiología.....	9
4.2 Características del cultivo	11
4.3 Requerimientos de suelo	11
4.4 Requerimiento climático.....	11
4.5 Producción	12
4.6 Variedades.....	12
4.7 Abonos solidos.....	13
4.7.1 Humus de Lombriz.....	14
4.7.2 Estiércol de vacuno.....	17
4.7.3 Guano de Isla.....	18
4.7.4 Compost.....	20
4.8 Abonos químicos.....	23

4.8.1 Urea	23
4.8.2 Fosfato diamonico.....	24
4.8.3 Cloruro de potasio	25
4.9. Fitotoldo	26
4.9.1. Importancia del fitotoldo	26
4.9.2. Ventajas	26
4.9.3 Desventajas	28
V DISEÑO DE LA INVESTIGACION	29
5.1 Tipo de investigación	29
5.2 Periodo de investigación	29
5.3 Ámbito de investigación	29
5.4 Materiales, herramientas y equipos	30
5.5 Metodología	32
5.5.1 Diseño experimental:	32
5.5.2 Factores de estudio.....	33
5.5.3 Variables e indicadores.....	33
VI.-RESULTADOS Y DISCUSIONES	51
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
VIII.BIBLIOGRAFÍA	65
ANEXOS	68

INTRODUCCIÓN

La espinaca (*Var. Viroflay improved*) es una hortaliza de hoja, de importancia en la dieta alimenticia, se consume en ensaladas, guisos, torrijas y sopas; así mismo en la industria se utiliza como condimentos, congelados, deshidratado entre otros. Las espinacas destacan sobre todo por una riqueza en vitaminas y minerales que sobrepasa a la de la mayoría de verduras. Es un cultivo de corto periodo vegetativo (60 a 90 días), y esta es una buena alternativa para la diversificación y rotación de cultivos, además de alta producción y productividad, luego incrementa los usos del suelo, tolerancia a heladas débiles, puede lograrse una sola cosecha. Su aclimatación puede resultar fácil en las zonas de influencia del centro Agronómico K'ayra.

Una producción alta, sana y en menor área, se logra a través de un manejo con abonos orgánicos como humus de lombriz, estiércol de vacuno, guano de isla, compost, químico y un testigo, que se puede conseguir fácilmente.

Con el presente estudio se pretende lograr mejores resultados en rendimiento y comportamiento agronómico comparando las dosis de los abonos sólidos como humus de lombriz, estiércol de vacuno, guano de isla, compost y fertilizante inorgánico.

La autora

I PROBLEMA OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Identificación del problema

En la Región Cusco, la espinaca (*Spinacia oleracea L.*) se siembra en el lugar definitivo al voleo, distribuyendo de manera uniforme de modo que posteriormente se realiza el raleo, o también bajo almácigos para su posterior trasplante, cuando las plantitas tengan dos a tres pares de hojas, se debe evitar lesionar las raíces y conviene que el terreno esté previamente humedecido.

La espinaca es una especie hortícola que contiene grandes cantidades de vitaminas A, B y C, junto con minerales, como fósforo, hierro, magnesio, calcio, potasio, sodio y cloro. Considerando como un gran alimento.

En nuestra Región Cusco su cultivo es muy limitado y solamente se produce la espinaca tetragonio tetragonioides la misma que no es muy apreciada por su sabor relativamente amargo y por lo general lo cultivan en Arequipa.

Por ello consideramos importante introducir esta nueva variedad de espinaca (*Var. Viroflay improved*) conocida por su alta productividad, cuya cosecha se realiza una sola vez, así mismo esta variedad se puede cultivar bajo fitotoldo, condición que acelera su crecimiento y producción de hojas, aspecto que queremos investigar, para ello utilizaremos diferentes abonos orgánicos y químicos, dada la necesidad de producir alimentos orgánicos no contaminados.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Es posible efectuar la evaluación del rendimiento de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) con la aplicación de cuatro abonos orgánicos y un químico bajo condiciones de fitotoldo?

1.2.2 Problema específico

1. ¿Cuál es el rendimiento (peso de hojas) por planta del cultivo de espinaca con la aplicación de cuatro abonos orgánicos y un químico bajo condiciones de fitotoldo?
2. ¿Cuál es el comportamiento agronómico (número de hojas por planta, altura de planta, longitud del peciolo, longitud de la lámina foliar y longitud de raíz) del cultivo de espinaca con la aplicación de abonos orgánicos y un químico bajo condiciones de fitotoldo?

II OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1 Objetivo general

Determinar el efecto del abonamiento y fertilización en el cultivo de la espinaca (*Spinacia oleracea L*) bajo condiciones de fitotoldo en k'ayra-Cusco.

2.2 Objetivo específicos

1.-Evaluar el efecto de cuatro abonos orgánicos y un químico en el rendimiento (peso de hojas) del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea L*) bajo condiciones de fitotoldo.

2.-Evaluar el efecto de cuatro abonos orgánico y un químico en el comportamiento agronómico (número de hojas, altura de planta, longitud del peciolo, longitud de la lámina foliar y longitud de raíz) de la espinaca (*Spinacia oleracea L*), bajo condiciones de fitotoldo.

2.3 Justificación

La espinaca es una hortaliza de gran importancia, desde el punto de vista alimenticio, por sus aportes en hierro y en fibra, al respecto no se tiene trabajos de investigación relacionados al cultivo y producción de espinaca, utilizando abonos orgánicos, situación que nos ha motivado a realizar el presente trabajo de investigación. Por otro lado, es importante mencionar que es el primer trabajo de investigación relacionado a introducir la variedad de espinaca (*Var. Viroflay improved*), utilizando Abonos orgánicos.

Para establecer el abono más óptimo que arroje el mayor rendimiento en el cultivo de espinaca. Así mismo evaluar su comportamiento agronómico de dicho cultivo.

Los abonos orgánicos a utilizar son el humus de lombriz, estiércol de vacuno, guano de isla, compost estos se adicionan al suelo que servirán de sustento en el comportamiento de las características agronómicas del cultivo, tanto en el área foliar y radicular, puesto que la planta se nutre de macro y micro elementos por vía radicular.

III HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis general

Es posible lograr buenos rendimientos en el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L) con la aplicación de abonos orgánicos y un químico bajo condiciones de fitotoldo.

3.2 Hipótesis específico

1. El rendimiento del cultivo de espinaca es incrementado con la aplicación de abonos orgánicos (humus de lombriz, estiércol de vacuno, guano de isla, compost, y un químico).
2. Existe diferencias en el comportamiento agronómico del cultivo de espinaca con la aplicación de abonos orgánicos y un químico bajo condiciones de fitotoldo.

IV MARCO TEÓRICO

4.1 Cultivo de la espinaca

4.1.1 Origen

Krarup y Moreira (1998) menciona que la forma original o silvestre del cultivo de la espinaca no es conocida; sin embargo, existe consenso en que la especie es originaria de la región del Cáucaso, cerca de Irán, Afganistán y Turkestán.

Hanco cita a **Borrego (1995)** menciona que fue introducido a España por los árabes en el siglo XI, su origen está centrado en el sudoeste asiático

Krarup y Moreira (1998); Giaconi y Escaff (1998) señalan que ya se conocía varios años antes de la Era Cristiana en Persia. Su cultivo se generalizó a toda Europa y desde ahí fue llevado a América.

4.1.2 Posición sistemática

Hanco cita a **Cosio y Castelo** según Cronquist Arthur describe la taxonomía de la espinaca:

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Caryophyllidae

Orden: Caryophyllales

Familia: Amaranthaceae

Subfamilia: Chenopodioideae

Género: Spinacia

Especie: Spinacia oleracea L.

Nombre común: Espinaca

4.1.3 Morfología

Serrano (1977) menciona que la espinaca es una planta anual; su uso hortícola tiene lugar al comienzo del ciclo vegetativo ya que después emite su tallo floral perdiendo valor como producto. El órgano de consumo de esta hortaliza son sus hojas.

La propagación es por semilla

Gorrina (1999) citado por INFOAGRO (2005) describe las principales características morfológicas del cultivo de espinaca de la siguiente manera:

- **Tamaño**

Planta herbácea de porte mediano, con abundante follaje

- **Raíz**

Típica Pivotante, profundo ramificada de color blanco con abundantes raíces secundarios.

- **Tallo**

Es recto de tamaño que esta entre 5 cm a 10 cm de longitud, donde están posicionadas las flores.

- **Hoja**

Son enteras ligeramente lobuladas, que nacen del cuello de la raíz, con peciolo largos, que se insertan en la base de las hojas sin estipulas de color verde claro.

- **Flor e Inflorescencia**

Forma un escapo con abundante producción de flores pudiendo alcanzar hasta 20 a 30 cm de longitud.

Las flores masculinas están agrupadas de 6 a 12 estas están ubicadas en la espiga terminal y son de un color verde.

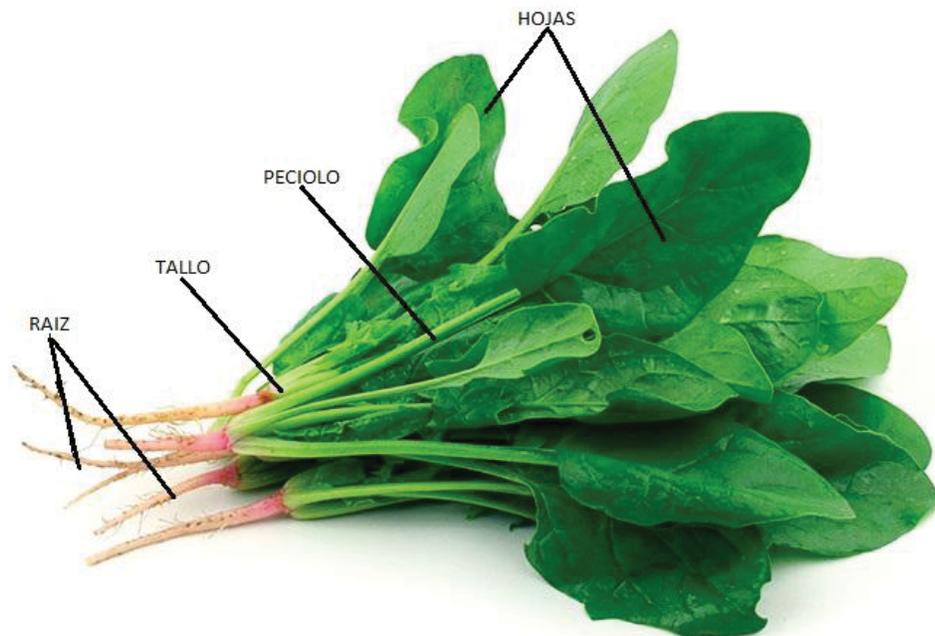
Las flores femeninas forman un glomérulo axilar con ovarios uní ovulares, y estigma dividido en 3 - 5 segmentos.

- **Fruto y Semilla**

Son aquenios concrecentes, insertados en un pedúnculo floral que al secar son duros. Las semillas lenticulares, son restos de las flores, de aspecto coriáceo, lisos en algunas variedades o espinosas en otras.

La espinaca es una planta anual, dioica y monoica

IMAGEN N° 01: Partes de una planta de espinaca



4.1.4 Fisiología

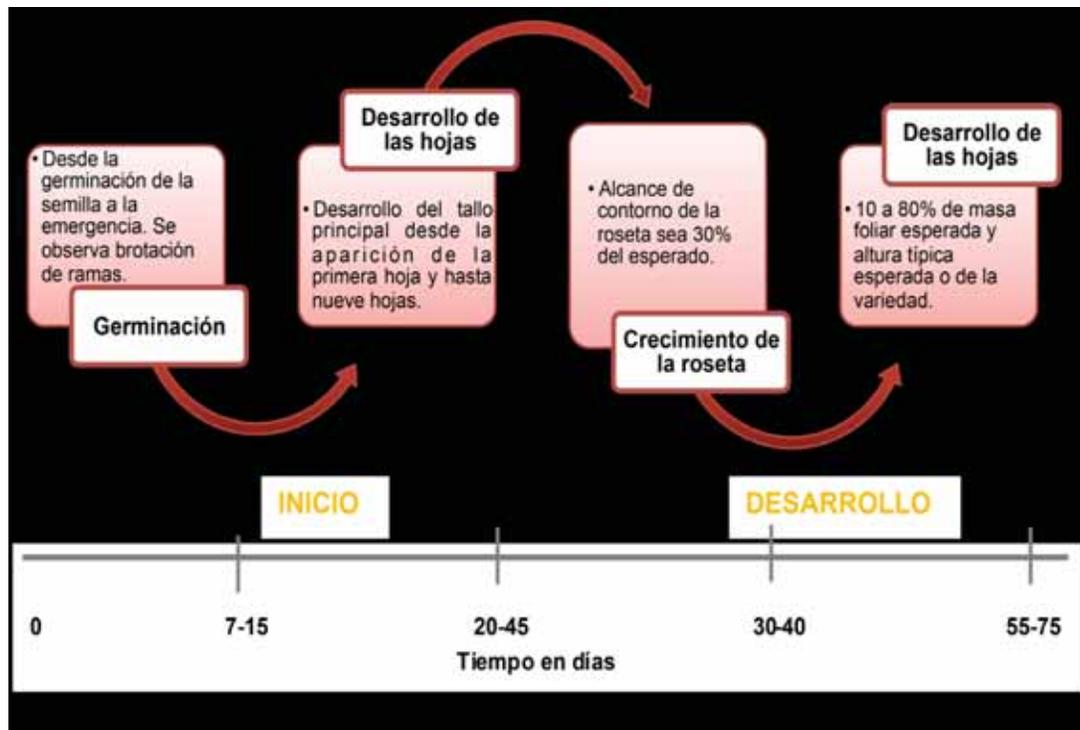
Doorembos (1976) considera que las hortalizas tienen cuatro fases de desarrollo: Inicial, crecimiento, mediados y final del periodo del cultivo.

El cultivo de la espinaca forma una roseta de hojas en su primera fase y después emite el tallo.

Desde un punto de vista agronómico, el cultivo de la espinaca tiene las siguientes fases: Formación de roseta, formación de un cogollo más o menos compacto y reproducción o de emisión de un tallo floral.

PIDR (2014) describe las fases fenología del cultivo de la espinaca en intervalos de semanas; de la primera semana a la segunda se presenta la germinación, desde la segunda semana hasta séptima semana se desarrolla vegetativa formado la roseta, entre la octava y novena semana alcanza la madures de consumo o cosecha, al presentarse el medio propicio en la onceava semana se presenta la floración e inicia la formación y maduración de la semilla, en catorceava semana se culinaria el ciclo con las semillas maduras.

Figura 1. Etapas fenológicas del cultivo de la espinaca (Bonilla 2010)



Características físico-químicas y organolépticas

Ávila Cubillos (2004) Manifiesta que, la espinaca es rica en hierro y calcio. La hoja de espinaca ha mostrado tener propiedades hipocolesterolemias. La composición en aminoácidos de la proteína en las hojas de espinaca se muestra.

También indica que la composición nutritiva de la espinaca por 100gr de producto comestible es la siguiente.

CUADRO 01: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y ORGANOLÉPTICAS

Minerales mg/100g materia cruda		Aminoácidos g/N		Vitaminas/100g materia cruda	
Sodio	140.00	Arginina	0.35	Caroteno (µg)	35.35
Potasio	500.00	Histidina	0.14	Vitamina E (mg)	1.71
Calcio	170.00	Lisina	0.40	Vitamina K (mg)	25.00
Magnesio	54.00	Triptofano	0.10	Tiamina (mg)	0.07
Fosforo	45.00	Fenilalanina	0.33	Rivoflavina (mg)	0.09
Hierro	2.10	Tirosina	0.31	Niacina (mg)	1.20
Cobre	0.04	Metionina	0.11	Vitamina B6 (mg)	0.27
Zinc	0.70	Cistina	0.08	Folato (µg)	150.0
Azufre	20.00	Treonina	0.29	Pantotenato (mg)	0.27
Cloro	98.00	Leucina	0.53	Biotina (µg)	0.10
Manganeso	0.60	Isoleucina	0.30	Vitamina C (mg)	26.00
Valina			0.35		

Fuente Salunkhe y Kadan (2004).

4.2 Características del cultivo

Borrego (1995) menciona que la espinaca es una planta que tiene hojas verdes para la alimentación de los seres humanos porque contiene vitaminas y mineras, esta planta resiste bajas temperaturas y puede producir durante todo el año.

Las hojas forman la roseta en la primera fase y estas son pecioladas, En la segunda fase crece un tallo floral de una longitud de 80 cm.

4.3 Requerimientos de suelo

Maroto (1990) menciona que el cultivo de la espinaca, se desarrolla bien en suelos profundos, aireados, drenados y en suelos neutros. Debe tomarse en cuenta el análisis del suelo, la fertilidad y el manejo del terreno.

4.4 Requerimiento climático

Serrano (1980) menciona que la espinaca crece bien en el invierno y verano, con una temperatura de 15 y 25 ° C. Se desarrolla lentamente en épocas de mucho calor por ello es importante colocar sombra.

4.5 Producción

Producción Mundial

Serrano (1980) menciona que la espinaca es cultivada en zonas tropicales y puede ser durante todo el año a libre exposición o bajo invernadero durante otoño e invierno.

Faostat (2009) cita según estadística de la FAO menciona que en el año 2007 se cultivó en el mundo 885.483 ha, con un rendimiento total de 14'049.464 t y productividad de 15.886 t/ha.

Producción Nacional

En el cultivo de espinaca el rendimiento a nivel nacional es de 10 000.00 kg/ha. Dicho cultivo se cultiva más en las zonas de tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Cajamarca, Amazonas, Ancash, Lima, Ica, Pasco, Junín, Huancavelica, Arequipa, Tacna, Cusco, Puno.

4.6 Variedades

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

Giacconi y Escaff (1998) dicen que existen varias pautas para clasificar los cultivares de espinacas. En función de las hojas: hojas lisas y de hojas crespas; de la semilla: de grano redondeado y liso; de la época de producción: de invierno y verano.

Gonzales (2003) clasifica las variedades de espinaca por el tipo de hoja que presentan:

➤ **Hojas Lisas**

(Nordic, Bolero) de muy buen rendimiento, color verde claro y utilizado para mercado en fresco y en la agroindustria.

➤ **Hojas Crespas**

(Olympia, Baker, Royalty, Quinto) se desarrollan entre 40 y 50 días, consideradas muy productivas; de uso en fresco y agroindustrial, de colores verde oscuros.

➤ **Hojas Semi-crespas**

(Shasta, Condesa, Viroflay) Son las variedades más empleadas, de color verde intenso, con hojas redondas y semirectas, aunque con ciclos más largos especialmente porque tiene una larga duración en la pos cosecha.

4.7 Abonos solidos

Aguirre (1987) menciona que para determinar la fertilización en general y correcta es necesario conocer primero las exigencias del cultivo.

La materia orgánica es necesario en todo tipo de suelo. Los beneficios que proporcionan van más lejos del simple nutricional, ya que se mejora conserva la estructura del suelo, incrementan la capacidad de cambio de elemento minerales, que potencia el desarrollo de microorganismos más beneficiosos.

Guerrero (1993) menciona que dentro de la nutrición de las plantas, tiempos muy antiguos fue objetivo de preocupación de los hombres el proceso que seguían los vegetales para nutrirse y desarrollarse.

Se pensó al principio que, por medio de canaliculos microscópicos existentes en las raíces los vegetales absorbían directamente partículas microscópicas de tierra, al tiempo que las sales existentes en ellas. El hecho de que por añadir al terreno materias fecales, sean humanas y de ganados. Aumentará el rendimiento de las cosechas, hizo que se adquiriese gran importancia la llamada teoría del humus, por la que se llega pensar que solo el agua y las materias orgánicas descompuestas eran los alimentos preciosos para la alimentación vegetal.

Como resultado de unas y otras teorías se han llegado hoy a la conclusión de que, si bien la materia orgánica tiene gran importancia en la alimentación vegetal como

origen de nitrógeno y como elementos de mejora de la estructura de los suelos, la materia mineral desempeña también un papel importantísimo, complementándose ambas acciones orgánicas y mineral.

4.7.1 Humus de Lombriz

EL humus en los suelos agrícolas es el componente más importante es el humus y sin esta es un suelo estéril. El humus es la descomposición de la materia orgánica, pero esto puede acelerar con la lombricultura donde la naturaleza descompone en 4 a 5 años estas lombrices lo realizan en pocas horas gracias a su sistema digestivo.

En Perú, en la costa los suelos son pobres desde que dejaron de abonar con guano de isla donde más utilizaron los productos químicos.

4.7.1.1 El humus como fertilizante

INIA resume que el humus de lombriz es un producto de la digestión de la lombriz. un fertilizante bioorganico. Es de muy alta calidad, con un contenido de elementos mayores y menores de N, P, K, es inodoro, soluble en agua asimilable por la planta. La aplicación del humus de lombriz aumenta en los diferentes suelos la materia orgánica.

4.7.1.2 Ventajas de su utilización

Guerrero J (1993) indica que el humus es un abonos orgánicos de calidad por sus propiedades biológicas del suelo, hay dos millones de colonias de bacterias por gramo de humus de lombriz. Por su alto contenido de ácidos fulvicos asimilan rápidamente los nutrientes minerales por las plantas.

4.7.1.3 Influencia de la materia orgánica (humus) en la absorción de los fertilizantes químicos

García A (1995) menciona que el humus de lombriz tiene la propiedad de retener a los fertilizantes través de su contenido “coloidal” mediante un proceso que se denomina “absorción”. Esto evita que se pierda los fertilizantes al ser disueltos y arrastrados por el agua de riego o de lluvia fuera del alcance de las raíces, por ser

productos muy solubles. Otros de los problemas muy serios al utilizar en exceso los fertilizantes químicos, sobre todo en los suelos alcalinos de nuestra costa, es la inmovilización que se produce en el suelo de los compuestos de fósforo y potasio por la formación de sales solubles que no podrán ser tomados por las plantas. La materia orgánica y sobre todo el humus de lombriz, debido a su altísimo contenido de microorganismos no patógenos, disolviendo todo este compuesto mineral para de esta manera ponerlos en disposición de los cultivos. Se ha comprobado que en muchos casos las plantas llegan a utilizar solamente el 10% o menos de los fertilizantes tanto fosfatados como potásicos debido a este factor de la falta de materia orgánica en los suelos.

a. **Mejora las propiedades físicas**

- En la estructura: El humus da cuerpo a los suelos arenosos y suelta a los suelos arcillosos.
- En la densidad aparente: La textura es fina, produciendo un esponjamiento.
- El suelo retiene 4.4. veces de su propio peso porque tiene materia orgánica.
- El color del suelo es negro por lo tanto atrae más calor donde la temperatura aumenta y hace que germine rápidamente las semillas.
- Mejora la permeabilidad del suelo.
- Mantiene un suelo mucho más fácil para trabajar.

b. **Mejora las propiedades químicas**

- Aumenta el intercambio catiónico del suelo.
- Es la única fuente natural de nitrógeno del suelo, donde se tiene los elementos mayores y menores que se liberan cuando se mineraliza el humus.

c. **Mejora las propiedades biológicas**

- Se tiene un mayor número de microorganismos en este sustrato siendo la principal función de energía y carbono para ellos.
- Es una acción estimulante para que pueda crecer las plantas por el ácido húmico.
- El humus de lombriz es un componente básico del suelo, donde ayuda en la absorción de los nutrientes sirve para el buen desarrollo.

- El humus de lombriz no reemplaza a los nutrientes y fertilizantes químicos, mejora su absorción.

4.7.1.4 Propiedades del humus de lombriz

IDMA (1993) menciona que el humus de lombriz suministra los elementos nutritivos al suelo:

- Mantiene la humedad contra la sequía.
- Impide la erosión porque aligera los suelos arcillosos y agrega los arenosos.
- El humus es color oscuro y absorbe calor.
- Regula el pH y evita los cambios de pH.
- Agrega al suelo N, P, K y los elementos esenciales para el desarrollo de las plantas.
- Incorpora bacterias y ocurre la mineralización del N orgánico del suelo.
- El humus hace que haya más presencia de ataque de las plagas y enfermedades a las plantas.

4.7.1.5 Composición del humus de lombriz

Vitorino B (1993) menciona que a las hortalizas se aplican en 6 a 8 t/ha de humus de lombriz.

Cuadro 02: composición del humus de lombriz.

COMPONENTES	CANTIDAD
PH	7 + -
Sustancias orgánicas	44 - 46 %
Nitrógeno	1.7 - 2 %
P2O5 soluble	1.4 - 2 %
K2O intercambiable	1.4 - 2 %
Humedad media	56 - 60 %
Ca	2 - 3.5 %
Mg	0.40 %
Fe	210 90 ppm
Mn	77.30 ppm
Cu	12.40 ppm
B	3.10 ppm

Fuente: Centro de Investigación y Desarrollo /Lombricultura, CSIC/Agriver, Valencia España.

4.7.2 Estiércol de vacuno

Rodriguez (1982) indica que el estiércol es una mezcla de las heces de los animales con los orines y la cama. El estiércol se puede almacenar en sólido, mientras que los purines son líquidos. En el estiércol puede contener paja, aserrín, viruta de madera, papel de periódico y otros restos de los alimentos del ganado, así como agua procedente de los bebederos, de la limpieza de los establos o de lluvia, y todo tipo de materiales que puedan entrar en un establo.

4.7.2.1 El estiércol de vacuno como fertilizante

Vigliola (1992) menciona que el estiércol es el fertilizante orgánico por excelencia debido a su alto contenido en nitrógeno y en materia orgánica. Se ha utilizado desde la antigüedad para aprovechar los residuos del ganado y también, restaurar los niveles de nutrientes de los suelos agrícolas. Como es lógico, sus características nutricionales dependerán fundamentalmente del tipo de ganado en cuestión.

Es uno de los más utilizados por la agricultura convencional ya que es más fácil de conseguir proveniente de vaquerías pese a que no aporta tantos nutrientes, se añade más cantidad que los anteriores descritos. Este estiércol se suele usar para calentar el suelo en los lugares más fríos y que las plantas no se resientan. Normalmente no se espera a que se fermente, sino que se aplica lejos de las plantas para no quemarlas.

4.7.2.2 Ventajas de su utilización

En las fincas donde se compaginen la agricultura y ganadería, el estiércol puede reingresar de nuevo en la explotación, cerrando así el ciclo.

Por otro lado, es necesario compostar adecuadamente el estiércol, es decir someterlo a un proceso de fermentación y transformación con lo que se consigue un material final de innumerables ventajas al de partida. Requiere al menos 6 meses para conseguir un resultado aceptable.

Es verdad que algunos cultivos hortícolas soportan bien el estiércol sin compostar, pero en general el proceso de compostaje es muy beneficioso eliminando semillas de malas hierbas, transformando muchos de sus nutrientes por la acción de los

microorganismos, elimina virus, hongos y bacterias indeseables y finalmente mejora su estructura físico-química.

Con el proceso se consiguen mayores cantidades de humus que con la misma cantidad de materia aplicada directamente al suelo. La utilización del estiércol y demás subproductos de origen animal suponen un ahorro en la fabricación de abonos químicos, por tanto, los usos de esto contribuyen a aliviar el impacto de una industria pesada altamente contaminante.

4.7.2.3 Composición del estiércol de vacuno

Cuadro 03: composición del estiércol de vacuno

COMPONENTES	CANTIDAD
Materia Seca	6
Nitrógeno	0,29%
P ₂ O ₅	0,17%
K ₂ O	0,10%
CaO	0,35%
MgO	0,13%
SO ₄	0,04%

Fuente: Separ, 2004.Boletin estiércoles

4.7.3 Guano de Isla

El Guano de Isla son los excrementos de las aves marinas. Apreciado en la agricultura porque contiene Nitrógeno y Fósforo. Químicamente, el guano está compuesto de Amoniaco, Ácido Úrico, Ácido Fosfórico, Ácido Carbónico, Ácido Oxálico, sales minerales y otras impurezas.

El guano, se forma en condiciones biológicas y geológicas. En las zonas costeras del sur del Perú y norte de Chile, en estos lugares se acumuló los excremento de estas aves durante miles de años, es así que el guano se pudo acumular en una capa de 30 metros de espesor.

Dentro de las aves guaneras, están el Guanay, el Yunco ,el Pelicano, el Piquero y el Pingüino de Humboldt .

Valenzuela (2016) menciona que la recolección del Guano de las islas es en forma artesanal y racional, para evitar su rápido agotamiento.

4.7.3.1 El guano de isla como fertilizante

Es un fertilizante completo y natural, que la planta necesita para su desarrollo. El guano de isla no contamina el medio ambiente. Completa su mineralización en el suelo.

4.7.3.2 Ventajas de su utilización

- Incrementa la formación agregados del suelo (arenoso).
- Mejora la retención y absorción de agua.
- Suelos cohesionados, los suelta.
- Mejora el régimen gaseoso.
- Disponibilidad de elementos nutritivos (mineralización)
- Incrementa la Capacidad de Intercambio Catiónico.
- El color pardo oscuro
- Incrementa la población de microorganismos fijadores libres de Nitrógeno.
- Producción de sustancias activadores de crecimiento (ácido indolacético)

4.7.3.3 Propiedades del guano de isla

- Es un fertilizante natural donde una planta necesita para que se desarrolle bien.
- Su proceso de mineralización completa en el suelo, es biodegradable.
- Mejora las condiciones físico – químicas los suelos compactos se vuelven sueltos.
- Es soluble en agua, y fácilmente absorbe la planta.

4.7.3.4 Composición del guano de isla

Cuadro 04. composición del guano de isla

COMPONENTES	CANTIDAD
Nitrógeno	10 - 14 %
Fosforo	10 - 12 %
Potasio	2 - 3 %
Calcio	8%
Magnesio	0,50%
Azufre	1,50%
Hierro	0.032 %
Zinc	0.0002 %
Cobre	0.024 %
Manganeo	0.020 %
Boro	0.016 %

Fuente: Agro Rural –Sud Direccion de Insumos y Abonos.2016

4.7.4 Compost

Lampkin (1992) menciona que el compost es uno de los mejores abonos orgánicos que se puede obtener en forma fácil y que permite mantener la fertilidad de los suelos con excelentes resultados en el rendimiento de los cultivos. El proceso de compostaje tiene la particularidad que es un proceso que se da con elevadas temperaturas. La materia orgánica es utilizada como alimento por los microorganismos, y es en este proceso de alimentación que la temperatura se eleva, pudiendo alcanzar los 65 a 70 °C. Para que el proceso se desarrolle normalmente es imprescindible que haya humedad y oxígeno suficientes, ya que los microorganismos encargados de realizar la descomposición de los materiales orgánicos necesitan de estos elementos para vivir. Los microorganismos capaces de sobrevivir a temperaturas elevadas son en su mayoría desintegradores de materia orgánica.

En el proceso de compostaje, luego que la temperatura desciende los microorganismos perjudiciales para las plantas que pudieran existir desaparecen. Así, se favorece el desarrollo de microorganismos que viven a temperaturas de 15 a 25 °C. Pero no perjudican las plantas.

4.7.4.1 El compost como fertilizante

Gordon (1992) Menciona que los compost no suelen ser ricos en N – P – K, es importante su contenido en micro elementos y mucho más aun su capacidad para hacer disponible los macro y micro elementos propios, así como los del suelo, ya que a través de sus diversos mecánicas, actuando como agentes quelatantes, variando el pH, o por otros mecanismos más complejos que mejoran cualitativamente y cuantitativamente el paso de los elementos nutritivos a la planta.

4.7.4.2 Ventajas de su utilización

- Es un sistema de reciclaje, con una útil revalorización del residuo.
- Optimiza los recursos existentes en cada zona al aprovechar los residuos que se producen en ella.
- Reducción de volumen de residuos.
- Ahorro económico en abonos químicos.
- Producto comercializable.
- Disminuye las necesidades de materia orgánica de los suelos y contribuye a su recuperación.
- Disminuye la contaminación por metales pesados presentes en los residuos, ya que el compostaje reduce la disponibilidad de éstos, posiblemente debido a la formación de complejos o a la adsorción por sustancias húmicas.

4.7.4.3 Propiedades del compost

Varnero (2001) dice que la aplicación de compost no daña el equilibrio del suelo, induce un gran número de efectos positivos en la biología del suelo, en las condiciones físicas y químicas de éste. El compost presenta una textura física particular, de baja densidad y baja resistencia mecánica. Por lo tanto, su incorporación permite mejorar la estructura del suelo, reduciendo problemas de compactación y susceptibilidad de erosión.

Labrador (1996) indica que es alimento y soporte de los microorganismos ya que se alimentan del humus y contribuyen a su mineralización. Sobre las propiedades químicas del suelo, la materia orgánica, aumenta el poder tampón al igual que la capacidad de intercambio catiónico.

Parnés (1990) menciona que al ser utilizado como fertilizante posee la propiedad de liberar los nutrientes de manera lenta, lo que puede ser favorable en ecosistemas en que la pérdida de nitrógeno por lixiviación es probable. La materia orgánica aporta macronutrientes (N, P, K) y micronutrientes.

El compost también cumple un rol de supresor de enfermedades, a través de los mecanismos biológicos como antibiosis, parasitismo y competencia por microorganismos antagónicos son probablemente los responsables por la prevención del desarrollo de enfermedades

Gorodecki y Hadar (1990) mencionan que, por otro lado, un número de problemas medio ambientales pueden estar envueltos en la aplicación de compost. Puede existir un aumento en la lixiviación de nitratos a las aguas superficiales y subterráneas, en el caso que sean aplicados en exceso y dependiendo del material de origen utilizado, una acumulación de metales pesados o contaminantes orgánicos en el suelo.

4.7.4.4 Composición del compost

Cuadro 05: composición del compost

COMPONENTES	CANTIDAD
Ph	7,20
relación C/N	12,79
Nitrógeno	2,10%
Fosforo	1,30%
Potasio	0.78%
Calcio	3,19%

Fuente: Inia: 14-06-2012

4.8 Abonos químicos

4.8.1 Urea

4.8.1.1 La urea como fertilizante

Buckman y Brady (1991) mencionan que la urea es un fertilizante nitrogenado que se incorporó a la agricultura chilena a fines de los años 60. Su utilización comenzó con muchas dudas, las que se han ido resolviendo con la experiencia adquirida por los técnicos y los agricultores. Desde su inicio este abono ha competido con el salitre, ganando posiciones importantes en el mercado nacional a pesar de que sus características no son plenamente conocidas. El presente artículo tiene como objetivo ampliar información sobre la urea para permitir al usuario hacer un manejo más adecuado de ella, aprovechar mejor sus bondades y disminuir los riesgos derivados de su uso incorrecto.

Ventajas de sus utilizaciones

Valadez (1996) menciona que la alta concentración de nitrógeno: la urea que se expende actualmente contiene 46% de nitrógeno. Esta característica disminuye los costos por transporte y aplicación respecto a fertilizantes menos concentrados y permite usarla con éxito en mezclas de fertilizantes.

- **Alta solubilidad:** Esta característica facilita su rápida incorporación al suelo a través de aguas de rocío, lluvia o riego, además de permitir su aplicación disuelta en el agua de riego o como fertilización foliar conjuntamente con los pesticidas para follaje.
- **Precio atractivo:** Desde hace tiempo, ha mantenido un precio por kilo de nitrógeno inferior al de los abonos matrices que constituyen su competencia, siendo ésta, tal vez, la principal ventaja de la urea.

4.8.1.2 comportamientos de la urea en el suelo

La urea, en su forma original, no contiene Amonio (NH_4), sin embargo, ésta se hidroliza con rapidez por efecto de la enzima ureasa y por la temperatura del suelo. En suelos desnudos y con aplicaciones superficiales de Urea, algún porcentaje de Amoniaco (NH_3) se pierde por volatilización. La Urea, al hidrolizarse produce Amonio y bicarbonato. Los iones bicarbonato reaccionan con la acidez del suelo e

incrementan el pH en la zona próxima al sitio de reacción de este fertilizante. Una vez que la urea se ha convertido en Amonio (NH_4^+), éste es absorbido por las arcillas y la materia orgánica del suelo y el Amonio es eventualmente nitrificado o absorbido directamente por las plantas.

4.8.2 Fosfato diamonico

4.8.2.1 Fosfato diamonico como fertilizante

Montaldo (1984) Menciona que el Fosfato Diamónico (DAP) es el fertilizante sólido aplicado directamente al suelo con la más alta concentración de nutrientes primarios 18-46- 00, se considera un complejo químico por contar con 2 nutrientes en su formulación. Es una fórmula muy apreciada por los agricultores ya que tiene una relación costo-beneficio muy positiva en cuanto a aporte de nutrientes (64%) y por consiguiente por el costo de la tonelada transportada por concentración de nutrientes.

4.8.2.2 Comportamientos en el suelo

Pardave (2004) menciona que el Fosfato Diamónico, se clasifica primordialmente como una fuente de Fósforo y como complemento secundario de Nitrógeno, sin embargo, la presencia del 18% de Nitrógeno en esta fórmula, influye favorablemente en la absorción y aprovechamiento del Fósforo, este efecto es debido que el Amonio (NH_4^+) influye significativamente sobre la disponibilidad y absorción del Fósforo (P_2O_5).

Fósforo: El P_2O_5 es un elemento que tiene muy poca movilidad en el suelo, y por consecuencia es un producto muy estable, por lo que las pérdidas de lixiviación son mínimas. Debido a esta característica de Fósforo, es determinante para su máximo aprovechamiento del método y la profundidad de aplicación dependiendo del cultivo, esto es colocarlo dentro del área de desarrollo radical y asegurar con ello la cercanía con el área de absorción de las raíces.

4.8.2.3 Propiedades del fosfato diamonico

El Fosfato Diamónico (DAP) es un fertilizante granulado que contiene fósforo-nitrógeno, de color marrón claro. El fósforo es soluble en agua en su totalidad, y todo el nitrógeno está en forma amoniacal. El DAP puede utilizarse para todo tipo

de cultivos y todas las clases de suelo. Se recomienda aplicarse durante la fertilización nitrogenada, en la primavera o el otoño (distribuido sobre la superficie del suelo o localizado), lo que permite aportar al cultivo el fósforo disponible en conjunto con el nitrógeno.

- Excelente calidad física, contiene fosfato 100% completamente soluble en agua.
- Buena capacidad de transporte y almacenamiento: no higroscópico, ausencia de polvo y no tiende a apelmazarse.
- Buena capacidad de distribución en campo gracias a una granulometría homogénea y regular.
- También adecuado para mezclas de fertilizante gracias a sus excelentes propiedades granulométricas.

4.8.3 Cloruro de potasio

4.8.3.1 El cloruro de potasio como fertilizante

FAO (2002) Menciona que el cloruro de potasio es el fertilizante de mayor concentración de potasio del mercado. Por lo tanto, para una misma cantidad de producto su aporte de potasio es mayor y de menor costo que el de cualquier otra fuente. Como sucede con todos los fertilizantes potásicos, durante su reacción en el suelo los iones K^+ son retenidos entre las arcillas y la materia orgánica, mientras que los iones Cl^- son fácilmente lixiviados. En situaciones de manejos intensivos, como en el caso de invernaderos, puede ocurrir cierta acumulación de cloruros con la consecuente salinización del perfil de suelo. Si esto ocurre recomendamos su lavado con aguas de baja conductividad eléctrica.

4.8.3.2 Ventajas de su utilización

- Desarrolla frutos más homogéneos y de mayor peso.
- Hace que los cultivos sean más resistentes a la sequía y las heladas.
- Aumenta el rendimiento y la calidad.
- Mejora la eficiencia en el uso del agua.
- Aumenta la producción de proteínas.
- Aumenta la fotosíntesis.
- Intensifica el transporte y almacenamiento de asimilados.

- Prolonga e intensifica los períodos de asimilación.
- Hace los cultivos más fuertes y más resistentes a las enfermedades.

4.9. Fitotoldo

Alpi (1991) Menciona que un invernadero es una construcción cubierta y el techo es de una materia que deja pasar la luz solar facilitando la acumulación del calor solar durante el día desprendiendo lentamente durante la noche cuando las temperaturas descienden drásticamente, de esta manera se evitan las pérdidas de los cultivos ocasionadas por las heladas, así como por las bajas temperaturas.

Además de mejorar la calidad alimentaria, les permitiría ahorrar tiempo y dinero, ya que podrían cultivar todo tipo de frutas y verduras.

4.9.1. Importancia del fitotoldo

- Permiten la producción de hortalizas durante todo el año.
- Al controlar la temperatura y humedad, aceleran el crecimiento de los cultivos permitiendo que la cosecha se realice en menos tiempo.
- Los rendimientos son mayores que a campo abierto. Se produce más en poco espacio de terreno.
- Facilitan el control de las plagas y enfermedades.
- Conservan los suelos porque promueven el cultivo en el mismo suelo en varias oportunidades.
- Protege a las plantas de las heladas, granizadas, nevadas y bajas temperaturas en general.
- Utilizan el agua eficientemente y de forma controlada.
- Las plantas y los productos están menos expuestos a la contaminación del aire.

4.9.2 Ventajas

- **Intensifican la producción.** Es posible establecer condiciones de desarrollo óptimo de las plantas controlando el clima y colocar más plantas por superficie. Por lo que el rendimiento de la plantación será mayor que al aire libre.

- **Menor riesgo.** El cambio climático cada vez afecta más a los cultivos, ya que muchos son dañados por la aleatoriedad de los fenómenos naturales.
- **Control de plagas y enfermedades.** Un invernadero hermético y bien construido facilitará este control. Solo se utilizan los fertilizantes necesarios, sin grandes desperdicios.
- **Cultivo todo el año.** Debido a la relativa independencia respecto al exterior, es posible cultivar casi cualquier producto en cualquier época del año. Como resultado, se obtienen productos fuera de temporada, que pueden ser vendidos a un mayor precio.
- **Obtención de productos de alta calidad.** Dentro de un invernadero las plantas no están expuestas al desgaste físico producido por elementos ambientales como lluvias y vientos fuertes, granizadas o alta radiación solar, por lo cual la calidad de los productos obtenidos es mayor, demostrada tanto en su presentación al consumidor final como en su composición interna. Esto permite obtener mayores ganancias al momento de vender nuestros productos, o encontrar mejores mercados pudiendo llegar a exportar si se obtiene una alta calidad.
- **Mayor comodidad y seguridad.** Dentro de un invernadero no solo las plantas están protegidas, pues los trabajadores también encuentran cobijo de las inclemencias del tiempo, y es que a campo abierto es más factible sufrir por la radiación solar que provoca altas temperaturas, o en cualquier momento puede comenzar a llover y granizar. Dentro del invernadero se pueden cumplir las actividades de cultivo programadas con anterioridad sí que el tiempo climático sea un obstáculo para dejarlas para otro día.
- **Condiciones ideales para investigación.** Si contamos con un invernadero medianamente tecnológico podemos manipular las condiciones del ambiente según el cultivo lo requiera, pero también podemos hacer modificaciones sometiendo a las plantas a distintas condiciones para investigar y hacer conclusiones sobre que es más favorable para el cultivo o bajo que situaciones se obtienen mejores características.

4.9.3 -Desventajas

- **Inversión inicial.** Es una infraestructura con un costo de producción relativamente alto, por lo que no se suelen utilizar para cualquier cultivo, si no para los más costosos.
- **Costes de producción.** Los beneficios son mayores, también lo son los costes de producción de los cultivos.
- **Trabajador cualificado.** La ventaja de controlar las condiciones climatológicas en el interior se puede volver en contra. Si el personal no está debidamente cualificado se pueden cometer errores incorregibles.
- **Dependencia del mercado.** Hay que tener una visión mercadológica para decidir qué productos se cultivan. No nos sirve obtener un alto rendimiento si finalmente el producto ha de venderse a un precio bajo. Sobre todo, hay que tener especial cuidado con la fecha en la que el producto se venderá. Será mejor si está fuera de temporada.

V DISEÑO DE LA INVESTIGACION

5.1 Tipo de investigación

Experimental y descriptivo.

5.2 Periodo de investigación

La investigación se realizó desde el 21 de septiembre del 2017 al 25 enero del 2018.

5.3 Ámbito de investigación

5.3.1 Ubicación

El campo de investigación fue ubicado en el terreno de la unidad de fruticultura de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DE CUSCO.

5.3.2 Ubicación política

Región : Cusco
Provincia : Cusco
Distrito : San Jerónimo
Localidad : Centro Agronómico K'ayra

5.3.3 Ubicación geográfica

Altitud : 3225 m
Longitud : 71° 58' oeste
Latitud : 13° 50' sur

5.3.4 Ubicación hidrográfica

Cuenca : Vilcanota
Subcuenta : Huatanay
Micro cuenca : huanacarue

5.3.5 Ubicación temporal

Inicio: 21 de septiembre del 2017

Finalización: 25 enero del 2018

5.3.6 Ubicación ecológica

Según Holdridge, la zona de vida donde se realizó el trabajo de investigación es bosque húmedo montano sub tropical (bh-ms), con temperatura de 10 años y precipitación anual de 640mm.

5.4 Materiales, herramientas y equipos

5.4.1 Materiales

❖ Material biológico

- Espinaca (*var.viroflay improved*) = **50 gr**

Características de la variedad.

Gorrina (1999) citado por INFOAGRO (2005), describe las principales características morfológicas del cultivo de espinaca de la siguiente manera:

- **Tamaño**

Planta herbácea de porte mediano, con abundante follaje.

- **Raíz**

Típica pivotante, profundo ramificada de color blanco con abundantes raíces secundarios.

- **Tallo**

Erecto con longitud de 5 cm a 10 cm donde se encuentran las flores.

- **Hoja**

Son enteras ligeramente lobuladas, que nacen del cuello de la raíz, con peciolo largos, que se insertan en la base de las hojas sin estipulas de color verde claro.

- **Flor e inflorescencia**

Forma un escapo con abundante producción de flores pudiendo alcanzar hasta 20 a 30 cm de longitud.

- **Fruto**

El fruto aquenios concrecentes, insertados en un pedúnculo floral que al secar son duros.

- **Semilla**

Las semillas, lenticulares, son restos de las flores, de aspecto coriáceo, lisos.

Fotografía 02 y 03.- Semilla de espinaca



❖ **Material nutritivo**

- Humus de lombriz (100 %) = 19 g/planta
- Estiércol maduro de vacuno (100 %) = 119 g/planta
- Guano de isla (100 %) = 3 g/planta
- Compost (100 %) = 17 g/planta
- Químico (160 N-120 P₂O₅-80 K₂O) = 1.23 g/planta
- Testigo = 0 g/plana

❖ **Materiales de campo**

- Etiquetas.
- Libreta de campo.
- Cordel.

5.4.2 herramientas

- Micro aspersores
- Metro
- Picos
- Rastrillo
- Pala.
- Piquillos.
- Machete
- Mangueras.

5.4.3 Equipos

❖ **Equipos de campo**

- cámara fotográfica.
- balanza de precisión.

❖ **Equipos de gabinete**

- calculadora.
- laptop.
- impresora

5.5 Metodología

5.5.1 Diseño experimental:

El diseño que se utilizó fue bloques completos al azar (DBCA) que tiene seis tratamientos y cuatro repeticiones con un total de 24 unidades experimentales para la evaluación de las variables agronómicas y la determinación de rendimiento.

5.5.2 Factores de estudio

Cuadro n° 6: Dosis de los tratamientos por planta.

	Tratamientos	g/planta
A	Testigo (100%)	0 g/planta
B	NPK (160 n-120 p ₂ O ₅ -80 k ₂ O)	1.23 g/planta
C	Guano de isla (100%)	3 g/planta
D	Estiércol de vacuno (100%)	119 g/planta
E	Compost (100%)	17 g/planta
F	Humus de lombriz (100%)	19 gr/planta

5.5.3 Variables e indicadores

1. Rendimiento

- Peso de las hojas (g)
- Número de hojas por mata

2. Comportamiento agronómico

- Altura de planta (cm)
- Longitud de peciolo (cm)
- Longitud de la lámina hojas (cm)
- Longitud de raíz (cm)
- Diámetro de la raíz (cm)

5.5.4 Características del campo experimental:

5.5.4.1. Dimensiones del Campo Experimental:

- Ancho.....6 m.
- Largo..... 12 m.
- Área total72 m²

5.5.4.2. Dimensiones de los Bloques:

- Largo del bloque.....12.00 m.
- Ancho del bloque.....1.20 m.
- Área Total del bloque.....37.50 m².
- Número del bloque.....04

5.5.4.3. Dimensiones de las Parcelas:

- Largo de las parcelas2.00 m.
- Ancho de las parcelas1.20 m.
- Área total por parcela2.40 m².
- Número de parcelas por bloque06
- Número de parcelas del experimento24

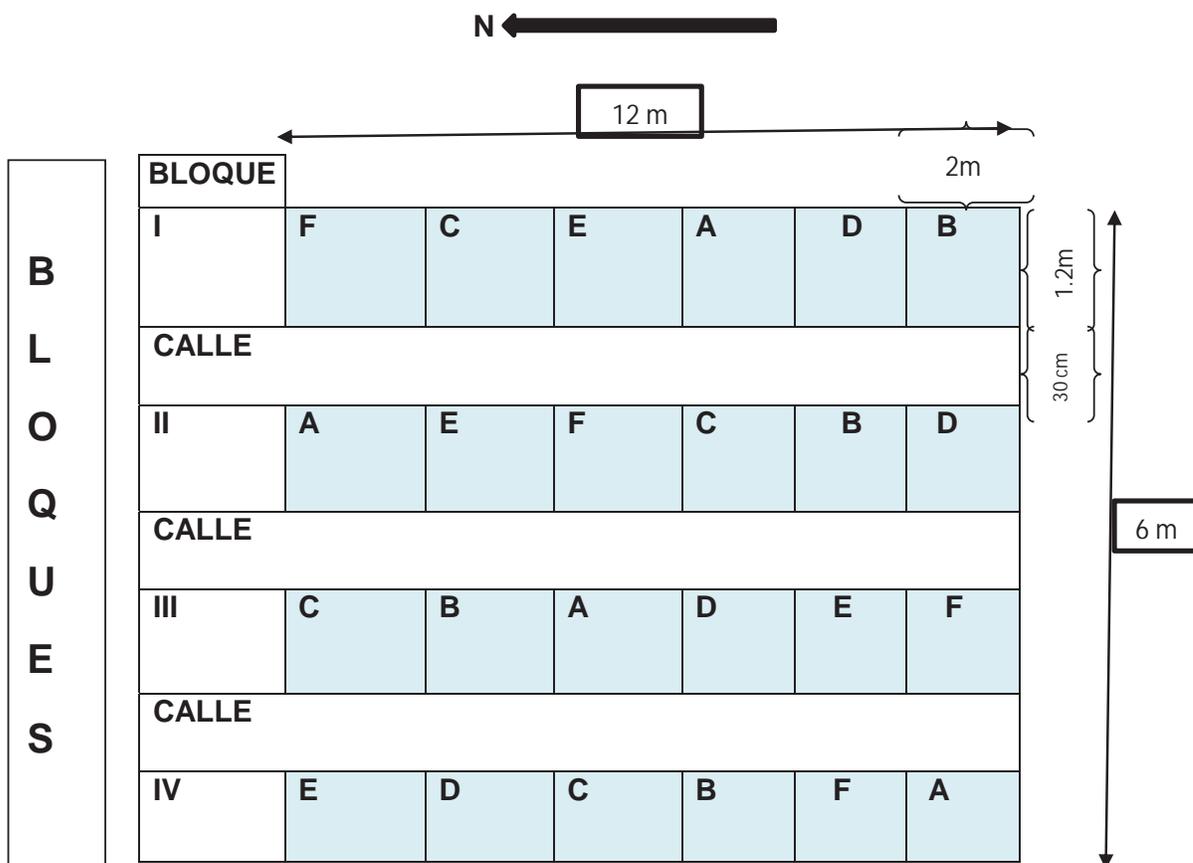
5.5.4.4. Dimensiones de los Surcos:

- Número de surcos por parcela10
- Número de surcos por bloque 60
- Largo de cada surco.....1.20 m.
- Distancia entre surcos.....0.20 m.
- Distancia entre plantas0.15 m.
- Número de plantas por surco 8
- Número de plantas por parcela.....80

5.5.5 Croquis del campo experimental:

Para la realización del presente trabajo de investigación se utilizó el mismo diseño y croquis experimental, con la misma aleatorización.

Croquis n° 01 : Campo experimental



Claves de cada abono

A= Testigo

B= NPK

C= Guano de Isla

D= Estiércol de vacuno

E= Compost

F= Humus de lombriz

5.5.6 Evaluaciones

- Para realizar las evaluaciones agronómicas se consideraron los siguientes ítems y se evaluó al final del experimento a los 70 días.
- Se evaluaron 10 plantas por tratamiento.

Peso de las hojas

- Esta evaluación se realizó utilizando una balanza de precisión se realizó el pesado de las hojas de la planta en gramos.

Número de hojas

- Se hizo el conteo del número de hojas en la cosecha.

Altura de plantas

- Esta evaluación se realizó al final del periodo de producción de las espinacas midiendo la planta desde el cuello de la raíz, hasta el nivel más alto de las hojas.

Longitud del peciolo

- Se midió la longitud del peciolo en (cm) con una cinta métrica en la cosecha.

Longitud de la lámina foliar

- Se midió la longitud foliar en (cm) de las hojas con una cinta métrica en la cosecha.

Longitud de la raíz

- Se midió la longitud de la raíz en (cm) con una cinta métrica en la cosecha

Rendimiento de hojas por planta

- En la cosecha se pesaron las hojas de cada planta sin la raíz para determinar su rendimiento en cada tratamiento, se evaluaron diez plantas por tratamiento.

5.5.7 Instalación y manejo del cultivo

- **Limpieza del terreno**

Se empezó a realizar la limpieza del terreno con la ayuda de un machete (15/09/17), se eliminó las malezas que había en el lugar.

Fotografía 04. Limpieza del terreno experimental.



- **Armado del fitotoldo.**

Para la realización del presente trabajo de investigación se utilizó un fitotoldo de estructura metálica cubierta por malla rashell 60% de sombra, y arpillera como área de protección (21/09/17).

Fotografía 05: Armado del invernadero



- **Preparación del terreno**

A los tres días después del riego por inundación (28/09/17), con la ayuda de un pico se roturo el terreno a una profundidad de 30 cm, inmediatamente se ha desterronado e nivelado. La preparación del terreno se llevó acabo el (30/09/17)

Fotografía 06. Terreno experimental preparado.



- **Muestreo**

En el campo experimental se tomaron por separado una muestra representativa de 1 kg de suelo agrícola de 4 lugares distintos para realizar los análisis de fertilidad en el laboratorio de suelo de la facultad de ciencias agrarias, se realizó (21/07/17).

- **Producción de plántulas**

Este proceso de producción de plántulas se realizó el (13/10/17) se tomó en cuenta una estructura adecuada donde le dieron buenas condiciones para que germine la semilla.

Inicialmente, hace una mezcla de arena 50 % y tierra negra el 50 % luego se colocó dentro de los 128 alvéolos, y después se colocó una semilla en cada alveolo luego se cubrió con una capa delgada de arena.

Luego se llevó al invernadero y pasados 15 días están listas para el trasplante en campo. Un factor importante es el riego con regadera o manual.

Fotografía 06. Producción de plántulas



- **Trazado de la parcela**

Con la ayuda de una wincha métrica y un cordel se marcaron las líneas con diatomita para cada una de las parcelas experimentales luego la cama para la siembra se debe realizar manualmente de 2 de largo y 1,2 m de ancho y dejando una distancia de 30 cm entre camas y elevado 20 cm para evitar inundaciones se realizó (24/10/17).

- **Riego**

A tres días antes de la siembra se realizó un riego ligero con manguera tipo aspersor a fin de mejorar la humedad a capacidad del campo.

- **Trasplante**

La siembra se realizó (03/11/17), se adquirió las plántulas de las bandejas. La plántula se llevó al campo y se ubicó abriendo hoyos manualmente cada planta a una distancia de 20 cm.

Cuando se realiza este método se acorta el ciclo de la espinaca.

Fotografía 08: Plantas en bandejas



Fotografía 09: Plántulas para realizar trasplante en el terreno definitivo



Fotografía 10: Plántulas en el Terreno definitivo



- **Abonamiento**

Para realizar el abonamiento se tomó en cuenta el análisis de suelo donde se conoce la cantidad existente de cada elemento en el suelo para luego aplicar la cantidad necesaria.

CUADRO N 07. Análisis del suelo:

N°	CLAVE	Mmhos/cm C.E.	PH	% M.ORG.	% N. TOTAL	Ppm P ₂ O ₅	Ppm K ₂ O
01	EL HUERTO	0.54	7.70	3.79	0.19	117.3	176

CALCULO DE ABONOS ORGANICOS Y FERTILIZANTES

1.- Número de planta por hectárea:

$$15\text{cm} * 20\text{ cm} = 300\text{ cm} = 0.03\text{ m}^2$$

- 1 planta ----- 0.03 m²
X ----- 10000 m²
X = 333333 plantas / ha

2.- Calculo de volumen de suelo

- 10000 m² * 0.20 m = 2000 m³

3.- Masa del suelo

- 1 tn ----- 1000 kg
1,35 tn ----- X
X = 1350 kg
- 2000 * 1350 = 2700000 kg de suelo / ha

4.- Calculo de nitrógeno

a) Nitrógeno puro

- Si en 100 kg de suelo ----- 0.19% kg de N total
2700000 kg de suelo ----- X
X = 5130 kg de N total / ha

b) Coeficiente CRU

- Disponible 5130 kg de N ----- 100 %
X ----- 2%
X = 102.6 kg de N total disponible

c) Calculo de nitrógeno asimilable

- Si en 102.6 kg de N ----- 100%
X----- 40%
X = 41.04 kg de N

5.- Calculo de fosforo

a) Fosforo

- Si en 1000000 kg de suelo ----- 117.3 kg de P₂O₅
2700000 kg de suelo ----- X
X = 316,71 kg de P₂O₅/ ha

b) Coeficiente CRU

- Disponible 316,71 kg de P_2O_5 ----- 100 %

$$X \text{ ----- } 10\%$$

$$X = 31.671 \text{ kg de } P_2O_5 / \text{ ha Asimilable.}$$

6.- Calculo de potasio

a) Potasio

- Si en 1000000 kg de suelo ----- 176 kg de K_2O

$$2700000 \text{ kg de suelo ----- } X$$

$$X = 475.2 \text{ kg de } K_2O / \text{ ha}$$

c) Coeficiente CRU

- Disponible 475.2 kg de K_2O ----- 100 %

$$X \text{ ----- } 20\%$$

$$X = 95.04 \text{ kg de } K_2O \text{ asimilable.}$$

NIVEL DE FERTILIZACION 160 – 120 – 80

- NITROGENO = 160 - 41.04 kg de N = 118.96 kg de N
- FOSFORO = 120 - 31.671 kg de P_2O_5 = 88.33 kg de P_2O_5
- POTASIO = 80 - 95.04 kg de K_2O = -15.04 kg de K_2O

CALCULO DE ABONOS ORGANICOS

- Si en 100 kg de Humus de lombriz ----- 1.8 kg de N puro

$$X \text{ ----- } 119 \text{ kg de N puro}$$

$$X = 6611.11 \text{ kg/ ha}$$

$$X = 19 \text{ gr/ planta.}$$

- Si en 100 kg de Estiércol de vacuno ----- 0.30 kg de N puro

$$X \text{ ----- } 119 \text{ kg de N puro}$$

$$X = 39666.67 \text{ kg/ ha}$$

$$X = 119 \text{ gr/ planta.}$$

- Si en 100 kg de Guano de isla ----- 12 kg de N puro

$$X \text{ ----- } 119 \text{ kg de N puro}$$

$$X = 991.67 \text{ kg/ ha}$$

$$X = 3 \text{ gr/ planta.}$$

- Si en 100 kg de compost ----- 2.10 kg de N puro
X----- 119 kg de N puro
X = 5666.67 kg/ ha
X = 17 gr/ planta.

CALCULO DE FERTILIZANTE

Nitrógeno = 160 – 41.04 kg de N – 18 kg de N = 100.96 kg de N

- Si en 100 kg de Urea ----- 46 kg de N puro
X----- 100.96 kg de N puro
X = 219,48 kg/ ha
X = 0.66 gr/ planta.
- Si en 100 kg de Fosfato diamonico ----- 46 kg de P₂O₅
X----- 88.329 de P₂O₅
X = 192 kg de P₂O₅ / ha
X = 0.57 gr/ planta.

Fuente propia

CUADRO N 08: Cantidad que fueron aplicados a cada planta

	Tratamientos	g/planta
A	Testigo (100%)	0 g/planta
B	NPK (100 n-120 p ₂ o ₅ -80 k ₂ o)	1.23 g/planta
C	Guano de isla (100%)	3 g/planta
D	Estiércol de vacuno (100%)	119 g/planta
E	Compost (100%)	17 g/planta
F	Humus de lombriz (100%)	19 g/planta

Aplicación:

La forma de aplicación fue alrededor de cada planta formándose un círculo luego se hizo un poco de tierra.

Época de abonamiento

El abonamiento se realizó a los 15 días durante el aporque con los abonos orgánicos (estiércol de vacuno, humus de lombriz, roca fosfórica, guano de isla, compost y NPK), la forma de aplicación fue alrededor de la planta.

- **Deshierbo**

Se realizó el deshierbo de maleza como el trébol blanco (*trifolium perens*), kikuyo (*pennisetum clandestinum*), zarzaparrilla (*smilax áspera*). Esta labor se realizó manualmente en dos oportunidades el (22/12/17), Con la ayuda de un piquillo.

Fotografía 11: Realizando el deshierbo de las malezas



- **Riego**

Se instaló el sistema de riego por micro aspersores. El riego en las primeras etapas de la espinaca fue interdiario durante dos horas cada vez. Cuando se desarrollaba el cultivo, el riego se realizó cada dos días, durante dos horas.

Fotografía 12: Riego instalado



- **Plagas y enfermedades**

Durante el crecimiento y desarrollo del cultivo no se presentó plagas ni enfermedades de consideración que fueron motivo de evaluación.

- **Cosecha**

Se realizó cuando el cultivo alcanzo el estado de madurez comercial, la misma que se hizo en forma manual teniendo cuidado de no dañar la planta ya que es muy frágil. Labor que se realizó el (13/01/18), a los 70 días del trasplante (aproximadamente 2 meses).

Fotografía 13: Cosecha manual y evaluación de la espinaca



5.5.8 Evaluaciones de variables en estudio

La evaluación de las variables se realizó cuando el cultivo de la espinaca estuvo en el estado fenológico de madurez comercial. Cosechando 10 plantas centrales de cada tratamiento dejando como efecto borde 4 filas de plantas en la cabecera y 4 filas al pie de la parcela, además 3 filas de planta al lateral derecho y 3 filas al lateral izquierdo. Luego se tomaron los promedios para lograr los resultados por planta según sus unidades de medida correspondiente.

a) Rendimiento

- **Peso de la planta**

Durante la cosecha, se procedió a extraer las plantas de la espinaca incluyendo sus raíces, para el peso de la planta se eliminó las hojas amarillas, empleando una balanza se procedió a realizar el pesado en gramos. Después, los resultados se registraron, promediados y transformados en kg/ha fueron tabulados para los análisis estadísticos.

Fotografía 14: Tomando peso de la planta de espinaca



- **Número de hoja por planta**

Se contaron las hojas de cada planta sin incluir las hojas amarillas, los mismos que al final se promediaron para expresar el número de hojas existentes por planta.

Fotografía 15: Conteo del número de hojas por planta durante la cosecha de la espinaca



b) Evaluación agronómica

- **Altura de planta**

Con la ayuda de una cinta métrica se midió en cm la longitud de la planta desde la base de la raíz hasta el ápice terminal de las hojas, de igual forma se promediaron, de esa manera se obtuvo la altura de la planta en cada tratamiento.

Fotografía 16: Medida de la altura de la planta de espinaca



- **Longitud del peciolo**

Con la ayuda de un metro se empezó a medir el peciolo de la planta de espinaca.

Fotografía 17: Medida de la longitud del peciolo de la espinaca



- **Longitud de la lámina foliar**

Se tomaron las hojas de cada planta de la espinaca para luego empezar la medida, en milímetros desde el límite superior del tallo al extremo apical final de la hoja.

Fotografía 18: Medida de la longitud de la lámina foliar



- **Longitud de la raíz**

Con ayuda de una regla graduada se midió en centímetros la extensión de las raíces, desde el cuello de la planta hasta el ápice inferior final de la raíz; el mismo modo se tomó los promedios respectivos para los cálculos estadísticos.

Fotografía 19: Medida de la longitud de la raíz



VI.-RESULTADOS Y DISCUSIONES

Cuadro 06: Peso de las hojas (g) en espinaca

Tratamientos	Bloques				Total	Promed.
	I	II	III	IV		
Químico (160N-120P2O5-80K2O)	149.30	142.30	150.10	144.70	586.40	146.60
Guano de islas (100%)	126.50	152.20	146.20	135.60	560.50	140.13
Estiércol (100%)	123.20	141.90	141.00	128.00	534.10	133.53
Compost (100%)	119.80	137.80	135.90	124.90	518.40	129.60
Humus lombriz (100%)	119.20	120.30	120.10	123.60	483.20	120.80
Testigo (0N-0P2O5-0K2O)	114.90	113.20	117.30	119.40	464.80	116.20
Sumatoria	752.90	807.70	810.60	776.20	3147.40	131.14

En el cuadro N° 09 para peso de hojas (g) se obtuvo un promedio de 131.14 g.

Cuadro 10: ANVA Para Peso de las hojas (g) en espinaca

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	377.46833	125.82278	3.28527	3.2900	5.4200	NS. NS.
Tratamiento	5	2631.68333	526.33667	13.74279	2.9000	4.5600	**
Error	15	574.48667	38.29911				
Total	23	3583.63833	CV = 4.72%				

En el ANVA (cuadro N° 10) para peso de las hojas se observa que no existen diferencias estadísticas entre bloques, lo que nos indica que las repeticiones fueron distribuidas adecuadamente.

Existen diferencias altamente significativas al 99% para tratamientos lo que nos indica que el efecto de los abonos orgánicos y químicos fueron diferentes a lo que corresponde a la altura de planta siendo el coeficiente de variabilidad de 4.72% el mismo que refleja que los resultados están dentro del margen de confiabilidad deseado.

Cuadro 11: Prueba Tukey para Peso de las hojas (g) en espinaca

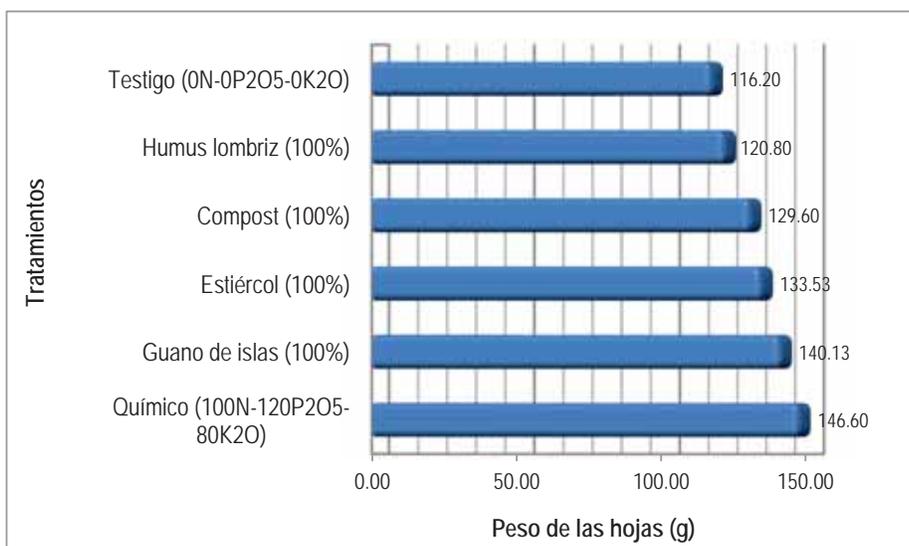
ALS_{5%}= 14.203 ALS_{1%}= 17.947

Nº de Orden	Tratamientos	Peso de las hojas (g)	Significación de Tukey	
			5%	1%
I	Químico (160N-120P2O5-80K2O)	146.60	A	a
II	Guano de islas (100%)	140.13	a b	a
III	Estiércol (100%)	133.53	a b c	a b
IV	Compost (100%)	129.60	b c d	a b
V	Humus lombriz (100%)	120.80	c d	b
VI	Testigo (0N-0P2O5-0K2O)	116.20	D	c

En la prueba de tukey (cuadro N°11) considerando al 99% d confianza se tiene:

Para peso de hojas (g) de planta se observa que el tratamiento químico (160N-120P₂O₅-80K₂O) con 146.60 g es superior respecto a los demás tratamientos ,en segundo plano se tienes guano de isla (100%) con 140.13 g ,estiércol de vacuno (100%) con 133.53 g,compost (100%) con 129.60 g y humus de lombriz (100%) con 120.80 g son estadísticamente iguales entre si y a su vez superior al testigo con 116.20 g ocupando el último lugar para el peso de hojas, lo que nos demuestra lo efectuado de cada abono orgánico ,respecto al químico y al testigo.

Grafica N° 01: Peso de las hojas (g) en espinaca para tratamiento



Cuadro 12: Número de hojas por planta

Tratamientos	Bloques				Total	Promed .
	I	II	III	IV		
Químico (160N-120P2O5-80K2O)	16.10	15.80	16.20	15.00	63.10	15.78
Guano de islas (100%)	13.30	13.00	14.10	13.30	53.70	13.43
Estiércol (100%)	13.50	12.60	12.90	11.40	50.40	12.60
Compost (100%)	12.90	11.20	12.60	10.70	47.40	11.85
Humus lombriz (100%)	12.50	11.10	11.40	10.30	45.30	11.33
Testigo (0N-0P2O5-0K2O)	12.10	10.80	9.60	12.00	44.50	11.13
Sumatoria	80.40	74.50	76.80	72.70	304.40	12.68

En el cuadro N° 12 para número que hojas se obtuvo un promedio de 12.68 cm

Cuadro 13: ANVA para Número de hojas por planta en espina

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	5.51667	1.83889	3.27463	3.2900	5.4200	NS. NS.
Tratamiento	5	60.33333	12.06667	21.48793	2.9000	4.5600	* *
Error	15	8.42333	0.56156				
Total	23	74.27333	CV = 5.91%				

En el ANVA (cuadro N° 10) para número de hojas por planta se observa que no existen diferencias estadísticas entre bloques, lo que nos indica que las repeticiones fueron distribuidas adecuadamente.

Existen diferencias altamente significativas al 99% para tratamientos lo que nos indica que el efecto de los abonos orgánicos y químicos fueron diferentes a lo que corresponde a la altura de planta siendo el coeficiente de variabilidad de 5.91% el mismo que refleja que los resultados están dentro del margen de confiabilidad deseado.

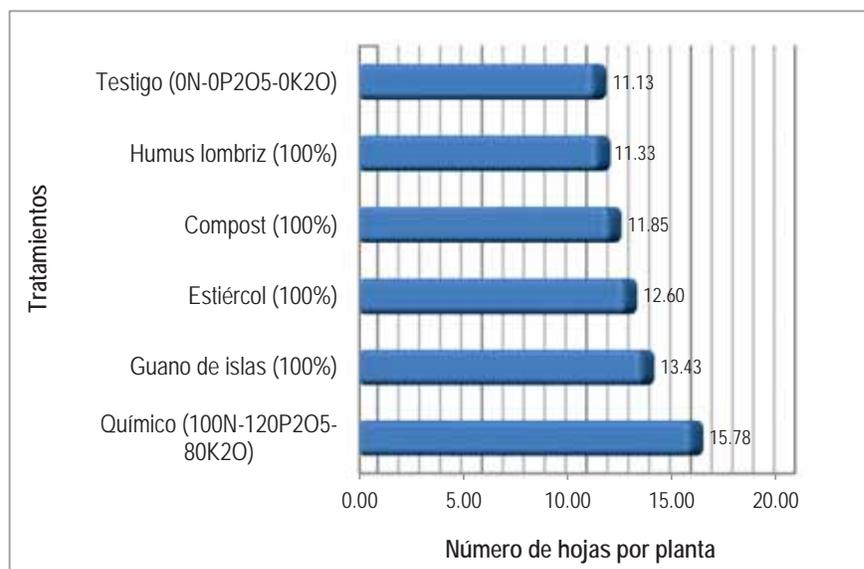
Cuadro 14: Prueba Tukey para número de hojas por planta en espinaca

Nº de Orden	Tratamientos	Número de hojas por planta	Significación de Tukey	
			5%	1%
I	Químico (160N-120P2O5-80K2O)	15.78	a	a
II	Guano de islas (100%)	13.43	b	b
III	Estiércol (100%)	12.60	b c	b c
IV	Compost (100%)	11.85	b c	b c
V	Humus lombriz (100%)	11.33	C	b c
VI	Testigo (0N-0P2O5-0K2O)	11.13	C	c

En la prueba de tukey (cuadro N°14) considerando al 99 % de confianza se tiene:

Para número de hojas por planta se observa que el tratamiento químico (160N-120P₂O₅-80K₂O) con 15.78 es superior, respecto a los demás tratamientos ,en segundo lugar en el tratamiento guano de isla (100%) con 13.43 , estiércol (100%) con 12.60, compost (100%) con 11.85 y ,humus de lombriz (100 %) con 11.33 ,son estadísticamente iguales entre si y a su vez superior al testigo con 11.13 cm ocupando el último lugar para número de hojas por planta ,lo que nos demuestra lo efectuado de cada abono orgánico ,respecto al químico y al testigo.

Grafica N° 02: Número de hojas por planta en espinaca para tratamiento.



Cuadro 15: Altura de planta (cm) en espinaca

Tratamientos	Bloques				Total	Promed.
	I	II	III	IV		
Químico (160N-120P2O5-80K2O)	46.80	47.30	48.50	46.00	188.60	47.15
Guano de islas (100%)	41.20	42.30	44.70	42.90	171.10	42.78
Estiércol (100%)	40.80	40.80	43.10	40.90	165.60	41.40
Compost (100%)	39.70	39.30	39.40	38.90	157.30	39.33
Humus lombriz (100%)	38.70	38.80	37.70	37.20	152.40	38.10
Testigo (0N-0P2O5-0K2O)	35.40	36.80	36.50	36.80	145.50	36.38
Sumatoria	242.60	245.30	249.90	242.70	980.50	40.85

En el cuadro N° 15 para altura de planta (cm) se obtuvo un promedio de 40.86 cm.

Cuadro 16: ANVA para Altura de planta (cm) en espinaca

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	5.84792	1.94931	2.60961	3.2900	5.4200	NS. NS.
Tratamiento	5	294.44708	58.88942	78.83749	2.9000	4.5600	* *
Error	15	11.20458	0.74697				
Total	23	311.49958	CV = 2.12%				

En el ANVA (cuadro N° 16) para altura de planta se observa que no existen diferencias estadísticas entre bloques, lo que nos indica que las repeticiones fueron distribuidas adecuadamente.

Existen diferencias altamente significativas al 99% para tratamientos lo que nos indica que el efecto de los abonos orgánicos y químicos fueron diferentes a lo que corresponde a la altura de planta siendo el coeficiente de variabilidad de 2.12% el mismo que refleja que los resultados están dentro del margen de confiabilidad deseado.

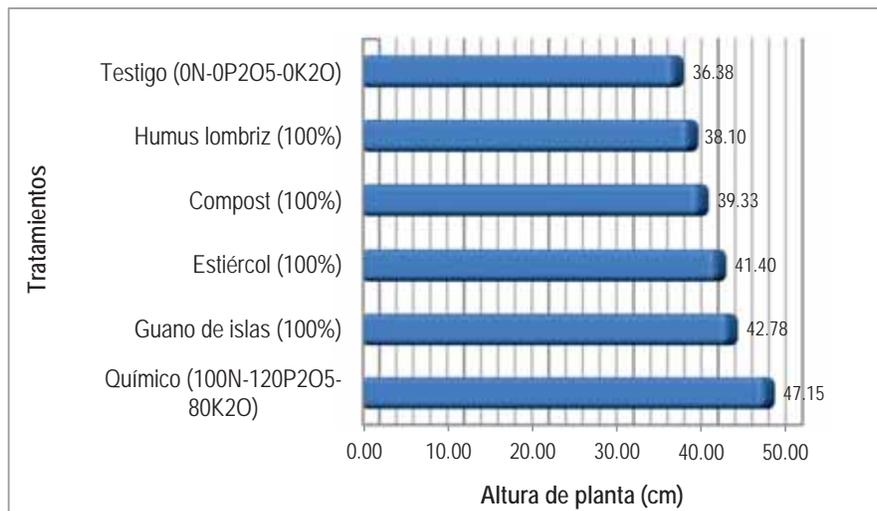
Cuadro 17: Prueba Tukey para altura de planta (cm) en espinaca

Nº de Orden	Tratamientos	Altura de planta (cm)	Significación de Tukey	
			5%	1%
I	Químico (160N-120P2O5-80K2O)	47.15	a	a
II	Guano de islas (100%)	42.78	b	b
III	Estiércol (100%)	41.40	b	b c
IV	Compost (100%)	39.33	c	c d
V	Humus lombriz (100%)	38.10	c d	d e
VI	Testigo (0N-0P2O5-0K2O)	36.38	d	e

En la prueba de tukey (cuadro N°17) considerando al 99 % de confianza se tiene:

Para altura de planta se observa que el tratamiento químico (160N-120P₂O₅-80K₂O) es superior con 47.15 cm, respecto a los demás tratamientos ,en segundo lugar en el tratamiento guano de isla (100%)con 42.78 cm ,estiércol (100%) con 41.40 cm y compost (100 %) con 39.33 cm, son estadísticamente iguales entre si y a su vez superior a los tratamientos ,humus de lombriz (100%) con 38.10 cm y el testigo con 36,38 cm ocupando el último lugar de la altura de planta ,lo que nos demuestra lo efectuado de cada abono orgánico ,respecto al químico y al testigo.

Grafica N° 03: Altura de planta (cm) en espinaca para tratamientos



Cuadro 18: Longitud del peciolo (cm) en espinaca

Tratamientos	Bloques				Total	Promed.
	I	II	III	IV		
Químico (160N-120P2O5-80K2O)	15.60	17.30	17.50	17.00	67.40	16.85
Guano de islas (100%)	14.20	14.60	16.80	15.70	61.30	15.33
Estiércol (100%)	14.10	14.30	15.00	14.90	58.30	14.58
Compost (100%)	14.30	14.10	14.90	13.40	56.70	14.18
Humus lombriz (100%)	13.90	14.00	14.30	13.20	55.40	13.85
Testigo (0N-0P2O5-0K2O)	13.00	13.50	12.90	12.90	52.30	13.08
Sumatoria	85.10	87.80	91.40	87.10	351.40	14.64

En el cuadro N° 18 para longitud de peciolo (cm) se obtuvo un promedio de 14.64 cm.

Cuadro 19: ANVA para Longitud del peciolo (cm) en espinaca

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	3.45500	1.15167	3.14377	3.2900	5.4200	NS NS
Tratamiento	5	34.58833	6.91767	18.88353	2.9000	4.5600	* *
Error	15	5.49500	0.36633				
Total	23	43.53833	CV = 4.13%				

En el ANVA (cuadro N° 19) para longitud de peciolo se observa que no existen diferencias estadísticas entre bloques, lo que nos indica que las repeticiones fueron distribuidas adecuadamente.

Existen diferencias altamente significativas al 99% para tratamientos lo que nos indica que el efecto de los abonos orgánicos y químicos fueron diferentes a lo que corresponde a la altura de planta siendo el coeficiente de variabilidad de 4.13% el mismo que refleja que los resultados están dentro del margen de confiabilidad deseado.

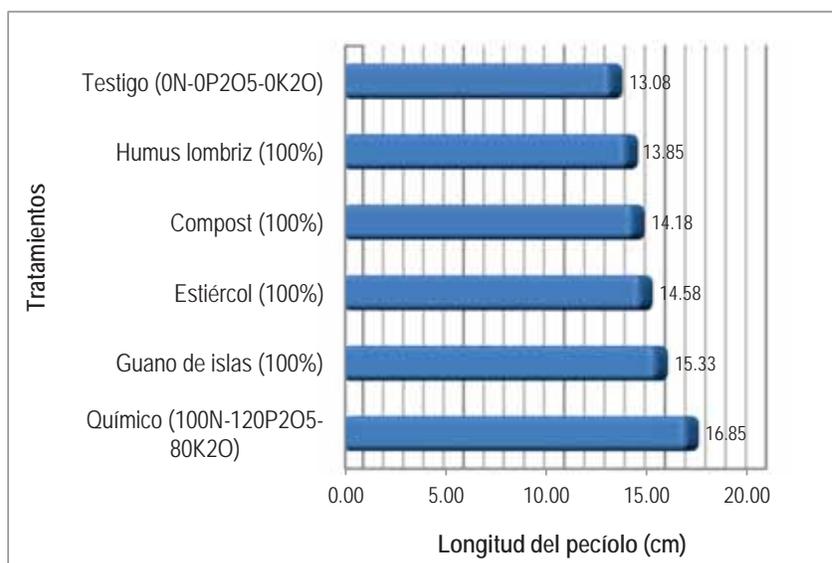
Cuadro 20: Prueba Tukey para Longitud del pecíolo (cm) en espinaca

Nº de Orden	Tratamientos	Longitud del pecíolo (cm)	Significación de Tukey	
			5%	1%
I	Químico (160N-120P2O5-80K2O)	16.85	a	a
II	Guano de islas (100%)	15.33	b	a b
III	Estiércol (100%)	14.58	b c	b c
IV	Compost (100%)	14.18	b c d	b c
V	Humus lombriz (100%)	13.85	c d	b c
VI	Testigo (0N-0P2O5-0K2O)	13.08	d	c

En la prueba de tukey (cuadro N°20) considerando al 99 % de confianza se tiene:

Para longitud de peciolo de planta se observa que el tratamiento químico (160N-120P₂O₅-80K₂O) es superior con 16.85 cm, respecto a los demás tratamientos ,en segundo lugar en el tratamiento guano de isla (100%) con 15.33 cm , estiércol (100%) con 14.58 cm, compost (100%) con 14.18 cm y humus de lombriz (100 %) con 13.85 cm son estadísticamente iguales entre si y a su vez superior al testigo con 13.08 cm ocupando el último lugar de la altura de planta ,lo que nos demuestra lo efectuado de cada abono orgánico ,respecto al químico y al testigo.

Grafica N° 03: Longitud de peciolo (cm) en espinaca para tratamiento



Cuadro 21: Longitud de la lámina foliar (cm)

Tratamientos	Bloques				Total	Promed.
	I	II	III	IV		
Químico (160N-120P2O5-80K2O)	18.00	20.20	21.00	19.80	79.00	19.75
Guano de islas (100%)	17.10	16.40	19.50	17.40	70.40	17.60
Estiércol (100%)	16.80	15.90	17.90	16.20	66.80	16.70
Compost (100%)	16.30	15.40	17.00	15.40	64.10	16.03
Humus lombriz (100%)	15.50	15.30	15.00	15.20	61.00	15.25
Testigo (0N-0P2O5-0K2O)	15.10	15.00	15.00	15.00	60.10	15.03
Sumatoria	98.80	98.20	105.40	99.00	401.40	16.73

En el cuadro N° 21 para longitud de lámina foliar (cm) se obtuvo un promedio de 16.73 cm.

Cuadro 22: ANVA para Longitud de la lámina foliar (cm)

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	5.72500	1.90833	3.27892	3.2900	5.4200	NS. NS.
Tratamiento	5	61.89000	12.37800	21.26804	2.9000	4.5600	* *
Error	15	8.73000	0.58200				
Total	23	76.34500	CV =	4.56%			

En el ANVA (cuadro N° 22) para longitud de lámina foliar se observa que no existen diferencias estadísticas entre bloques, lo que nos indica que las repeticiones fueron distribuidas adecuadamente.

Existen diferencias altamente significativas al 99% para tratamientos lo que nos indica que el efecto de los abonos orgánicos y químicos fueron diferentes a lo que corresponde a la altura de planta siendo el coeficiente de variabilidad de 4.56% el mismo que refleja que los resultados están dentro del margen de confiabilidad deseado.

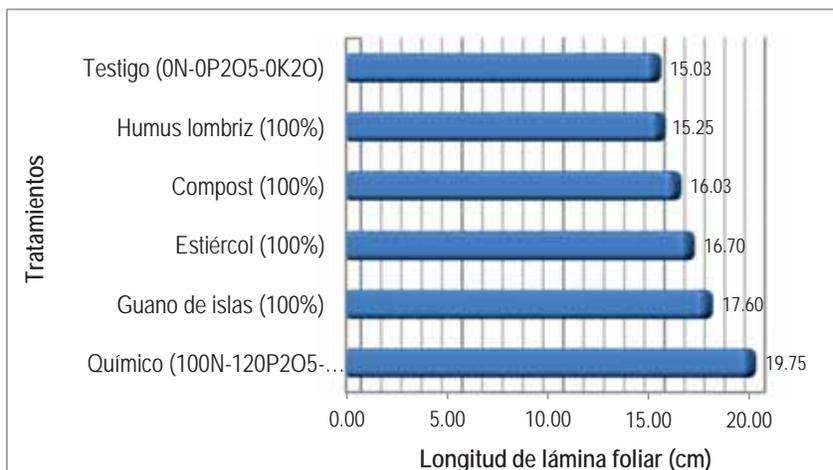
Cuadro 23: Prueba Tukey para longitud de la lámina foliar (cm) en espinaca

Nº de Orden	Tratamientos	Longitud lámina foliar (cm)	Significación de Tukey	
			5%	1%
			ALS _{5%} = 1.751	ALS _{1%} = 2.212
I	Químico (100N-120P2O5-80K2O)	19.75	a	a
II	Guano de islas (100%)	17.60	b	a b
III	Estiércol (100%)	16.70	b c	b c
IV	Compost (100%)	16.03	b c	b c
V	Humus lombriz (100%)	15.25	c	c
VI	Testigo (0N-0P2O5-0K2O)	15.03	c	c

En la prueba de tukey (cuadro N°23) considerando al 99 % de confianza se tiene:

Para longitud de la lámina foliar se observa que el tratamiento químico (160N-120P₂O₅-80K₂O) es superior con 19.75 cm, respecto a los demás tratamientos ,en segundo lugar en el tratamiento guano de isla (100%) con 17.60 cm , estiércol (100%) con 16.70 cm y compost (100%) con 16.03 cm ,son estadísticamente iguales entre si y a su vez superior a los tratamientos ,humus de lombriz (100 %) con 15.25 cm y el testigo con 15.03 cm ocupando el último lugar de la longitud de la lámina foliar, lo que nos demuestra lo efectuado de cada abono orgánico ,respecto al químico y al testigo.

Grafica N° 04: Longitud de lámina foliar (cm) en espinaca para tratamientos.



Cuadro 24: Longitud de la raíz (cm) en espinaca

Tratamientos	Bloques				Total	Promed.
	I	II	III	IV		
Químico (160N-120P2O5-80K2O)	7.00	7.50	7.50	7.20	29.20	7.30
Guano de islas (100%)	6.80	6.80	7.30	7.00	27.90	6.98
Estiércol (100%)	6.60	6.40	6.80	6.70	26.50	6.63
Compost (100%)	6.50	6.10	6.40	6.30	25.30	6.33
Humus lombriz (100%)	6.60	5.80	6.00	6.10	24.50	6.13
Testigo (0N-0P2O5-0K2O)	5.90	5.60	5.80	5.90	23.20	5.80
Sumatoria	39.40	38.20	39.80	39.20	156.60	6.53

En el cuadro N° 24 para longitud de raíz (cm) se obtuvo un promedio de 6.53 cm

Cuadro 25: ANVA para longitud de la raíz (cm) en espinaca

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0.23167	0.07722	1.65871	3.2900	5.4200	NS. NS.
Tratamiento	5	6.15500	1.23100	26.44153	2.9000	4.5600	* *
Error	15	0.69833	0.04656				
Total	23	7.08500	CV =	3.31%			

En el ANVA (cuadro N° 25) para longitud de raíz se observa que no existen diferencias estadísticas entre bloques, lo que nos indica que las repeticiones fueron distribuidas adecuadamente.

Existen diferencias altamente significativas al 99% para tratamientos lo que nos indica que el efecto de los abonos orgánicos y químicos fueron diferentes a lo que corresponde a la altura de planta siendo el coeficiente de variabilidad de 3,31% el mismo que refleja que los resultados están dentro del margen de confiabilidad deseado.

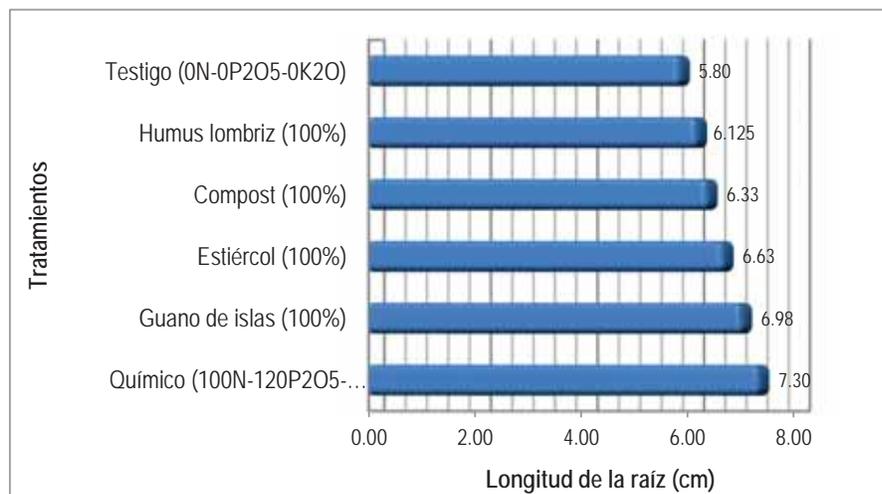
Cuadro 26: Prueba Tukey para longitud de la raíz (cm) en espinaca

ALS_{5%}= 0.495 ALS_{1%}= 0.626

Nº de Orden	Tratamientos	Longitud de la raíz (cm)	Significación de Tukey	
			5%	1%
I	Químico (160N-120P2O5-80K2O)	7.30	a	a
II	Guano de islas (100%)	6.98	a b	a b
III	Estiércol (100%)	6.63	b c	b c
IV	Compost (100%)	6.33	c d	c d
V	Humus lombriz (100%)	6.125	d e	c d
VI	Testigo (0N-0P2O5-0K2O)	5.80	e	d

En la prueba de tukey (cuadro N°26) considerando al 99 % de confianza se tiene para longitud de raíz se observa que el tratamiento químico (160N-120P₂O₅-80K₂O) con 7.30 cm es superior respecto a los demás tratamientos ,en segundo lugar en el tratamiento Guano de isla con (100 %) 6,98 cm ,estiércol (100%)con 6,63 cm, compost (100%) con 6,33 cm y humus de lombriz (100 %) con 6,125 cm,son estadísticamente iguales entre si y a su vez superior al testigo con 5,80 cm ocupando el último lugar de la longitud de raíz ,lo que nos demuestra lo efectuado de cada abono orgánico ,respecto al químico y al testigo.

Grafica N° 05: Longitud de raíz (cm) en espinaca para tratamientos



VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

En la evaluación de variable mediante el análisis de ANVA se muestra que existe significancia al 99 % de confianza, lo que indicará que habrá diferente rendimiento de acuerdo al abono orgánico que se utiliza planteadas en el presente trabajo de investigación

Se concluye de acuerdo a los objetivos planteados.

A. Para rendimiento

Para peso de hojas (g) de planta se observa que el tratamiento químico (160N-120P₂O₅-80K₂O) con 146,60 g es superior respecto a los demás tratamientos, en segundo plano se tienen guano de isla (100%) con 140,13 g y ultimo humus de lombriz (100%) con 120,80 g son estadísticamente iguales.

B. Para comportamiento agronómico

Para número de hojas por planta se observa que el tratamiento químico (160N-120P₂O₅-80K₂O) con 15,78 es superior, respecto a los demás tratamientos, en segundo lugar, en el tratamiento guano de isla (100%).

Para altura de planta se observa que el tratamiento químico (160N-120P₂O₅-80K₂O) es superior con 47,15 cm; respecto a los demás tratamientos, en segundo lugar, en el tratamiento guano de isla (100%) con 42,78 cm.

Para longitud de peciolo de planta se observa que el tratamiento químico (160N-120P₂O₅-80K₂O) es superior con 16,85 cm; respecto a los demás tratamientos, en segundo lugar, en el tratamiento guano de isla (100%) con 15,33 cm.

Para longitud de la lámina foliar se observa que el tratamiento químico (160N-120P₂O₅-80K₂O) es superior con 19,75 cm; respecto a los demás tratamientos, en segundo lugar, en el tratamiento guano de isla (100%) con 17,60 cm.

Para longitud de raíz se observa que el tratamiento químico (160N-120P₂O₅-80K₂O) con 7,30 cm es superior respecto a los demás tratamientos, en segundo lugar, en el tratamiento Guano de isla con (100 %) con 6,98 cm.

RECOMENDACIONES

Tratar de dar continuidad a este tipo de investigación, ya que por los resultados obtenidos tiene mucha importancia agronómica para determinar dosis correcta de fertilización orgánica en el cultivo de la espinaca tomando en cuenta siempre el análisis del suelo.

Evaluar este mismo de trabajo experimental en diversas épocas de siembra para observar el comportamiento del rendimiento del cultivo, así como el comportamiento de los abonos orgánicos.

Se recomienda realizar investigaciones con otros estiércoles con diferentes niveles.

Se aconseja el uso de diferentes abonos orgánicos por su gran aporte así fertilidad y conservación de los suelos para obtener productos ecológicos.

Siendo la espinaca un cultivo con alto nivel de vitamina y minerales, se recomienda la investigación sobre su composición nutricional e incentivar el consumo adecuado de este cultivo.

VIII. -BIBLIOGRAFÍA

1. **ÁVILA, C. (2004).** programa de apoyo agrícola y agroindustrial vicepresidencia de fortalecimiento empresarial cámara de comercio de Bogotá.
2. **AGUIRRE, J. (1987).** abonos. Editores graficas modernas. Madrid España. segunda edición.
3. **ALPI, A. (1991).** Cultivo en invernadero. Ediciones Mundi. Prensa. Madrid España. Tercera edición.
4. **BELLAPART, C. (1996).** Nueva Agricultura Biológica en equilibrio con la Agricultura Química.
5. **BERNAT, C. ANDRÉS, J. MARTÍNEZ, J. (1987).** Invernaderos. Primera Edición. Editorial AEDOS
6. **BLANCO, T. GONZÁLES, J. AUGUSTBURGER, F. (1999).** Invernaderos Campesinos en Bolivia.
7. **CACERES, E. (1966).** Producción de hortalizas, Instituto Americano de Ciencias Agrícolas.OEA.Edit IICA.Primer Edición.
8. **CALDERON, M. (1998).** Evaluación productiva de acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.), espinaca (*Spinacia oleracea* L.) y lechuga (*Lactuca sativa* L.) en un sistema de cultivo intercalado bajo plástico. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias.
9. **CAMPERO, L. (2004).** Comportamiento Agronómico de dos Variedades de Espinaca con diferentes dosis de Humus en el Altiplano Central. Tesis de grado. U.M.S.A.Facultad de Agronomía.
10. **CANALES, E. (1992).** Evaluación agronómica y económica del cultivo de la espinaca cultivar Viroflay en condiciones de invernadero frío, como una alternativa de sucesión dentro de él, en época de otoño - invierno. Tesis Ing. Agr. Quillota. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía.

11. **CEDEFOA, (2002).** Carpas Solares. Técnicas de Construcción y Técnicas de producción de hortalizas. La Paz – Bolivia.
12. **CHILON, E. (1997).** Fertilidad de suelos y nutrición de plantas. Ediciones CIDAC. La Paz- Bolivia .
13. **COTRONEO, D. (1999).** Desarrollo fenológico de coliflor (*Brassica oleracea* cv. botrytis L.) y espinaca (*Spinacia oleracea* L.); respuesta a la temperatura y el fotoperíodo. Tesis Ing. Agr. Chillán. Universidad de Concepción. Facultad de Agronomía.
14. **Doorembos. (1976).** **Ciclo vegeivo en el culivo de espinaca** (*Spinacia oleracea* L.);
15. **FAO** (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación) MAGDER (Ministerio de Agricultura y Ganadería y desarrollo Rural) 1999. Itinerario técnico: La panoplia de la producción Agrícola. Santa Cruz de la sierra.
16. **FAOSTAT, (2009).** Estadística de FAO 2007 Describe producción mundial de los cultivos
17. **Giaconi y Escaff. (1998), Variedades de espinaca** (*Spinacia oleracea* L.); clasificación según sus hojas y épocas de producción.
18. **GORDON, R. (1992).** Horticultura.
19. **GORRINA. (1999);** citado por INFOAGRO (2005), describe las principales características morfológicas del cultivo de espinaca.
20. **GUERRERO, A. (1990).** El suelo los abonos y la fertilización de los cultivos. Ediciones mundi-Presa. Madrid-España.
21. **INFOJARDÍN. (2002).** Espinaca. Consultado el 6 de feb 2013. Disponible en <http://fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/espinaca-espinacas-espinafre.htm>

- 22. INIA, Insiuo Nacional de Investigación Agraria-INIA** Ministerio de Agricultura ,2008 Folleto Producción y uso del humus de lombriz Lima,Peru.
- 23. LEÓN, G. (1997).** Evaluación de cuatro cultivares de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en dos épocas de cultivo, como materia prima para congelado Viroflay, Condesa, Shasta y Royalty. Tesis Ing. Agr. Universidad de Talca. Facultad de Ciencias Agrarias. Chile.
- 24. MAROTO, J. V. (1990).** Elementos de Horticultura General, 1ª edición Editorial MUNDI.PRENSA. MADRID, España.
- 25. MONALDO, (1984).** Boletín del uso del fosfato diamónico.
- 26. PERRIN, R.; ANDERSON, J. (1988).** Formulación de Recomendaciones a Partir de Datos Agronómicos. Publicado por CIMMYT. Programa de Economía.
- 27. PIHAN, R. Y GUERRERO, J. (1989).** Curso de hortalizas. Tercera parte. Convenio INIA-INDAP. Documento Interno. Estación Experimental Carillanca. Instituto de Investigaciones.
- 28. RODRIGUEZ, M. (1991).** Fisiología Vegetal. 2ª ed. Cochabamba –La Paz. Ed. Los amigos del libro.
- 29. SERRANO, Z. (1977).** Cultivo de hortalizas en invernadero, 1ra Edición. ED. Barcelona España.
- 30. ULLOA, L. (1985).** Evaluación de tres cultivares de espinaca sometidos a diferentes niveles de fertilización nitrogenada.
- 31. VALADEZ, A. (1996).** Producción de Hortalizas. Editorial Limosa. S. A. Venezuela.

ANEXOS

Fotografía 20: Resultados del análisis del suelo.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

- APARTADO POSTAL
N° 921 - Cusco - Perú
- CIUDAD UNIVERSITARIA
Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228661 - 225512 - 232370 - 232373 - 232226
- MUSEO INKA
Cuesta del Almirante N° 103 - Teléfono: 277380
- FAX: 238156 - 238173 - 222512
- CENTRAL TELEFÓNICA: 232398 - 252218
243635 - 243636 - 243637 - 243638
- CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA
San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277246
- RECTORADO
Calle Tigre N° 127
Teléfonos: 222271 - 224891 - 224181 - 254398
- LOCAL CENTRAL
Plaza de Armas s/n
Teléfonos: 227571 - 225721 - 224015
- COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"
Av. De la Cultura N° 921
"Estado Universitario" - Teléfono: 227192

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS (CISA)
LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS**

TIPO DE ANALISIS : FERTILIDAD Y MECANICO

PROCEDENCIA DE MUESTRA : EL HUERTO C.A. K'AYRA, SAN JERONIMO, CUSCO – CUSCO.

INSTITUCION SOLICITANTE : LUZ MARINA MAQUQUERHUA VELASQUEZ

ANALISIS DE FERTILIDAD :

N°	CLAVE	mmhos/cm C.E.	pH	% M.ORG.	% N.TOTAL	ppm P ₂ O ₅	Ppm K ₂ O
01	EL HUERTO	0.54	7.70	3.79	0.19	117.3	176

ANALISIS DE CARACTERIZACION :

N°	CLAVE	meq/100 C.I.C.	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	CLASE-TEXTURAL
01	EL HUERTO	--	39	40	21	FRANCO

CUSCO-K'AYRA, 23 DE OCTUBRE DEL 2017.

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
FACULTAD DE AGRICULTURA Y ZOOTECNIA
Cares de Producción de Alimentos y Postcosecha Serechos - K'ara



Ing. Msc. Arcadio Calderín Chusquechambi



FAUSTO WAPURA CONDORI
ANALISTA EN SUELOS, AGUAS Y PLANTAS

Cuadro 21: Dosis de los tratamientos por planta

	Tratamientos	g/planta
A	Testigo (100%)	0 g/planta
B	NPK (160 n-120 p ₂ O ₅ -80 k ₂ O)	1.23 g/planta
C	Guano de isla (100%)	3 g/planta
D	Estiércol de vacuno (100%)	119 g/planta
E	Compost (100%)	17 g/planta
F	Humus de lombriz (100%)	19 g/planta

Fotografía 22: Almacigo de espinaca en bandejas.



Fotografía 23: Plántulas listas para trasplantar al campo definitivo.



Fotografía 24: Plántulas antes del trasplante.



Fotografía 25: Plantas en el campo definitivo.



Fotografía 26: Campo de espinaca con sus etiquetas.



Fotografía 27: Cosecha de espinaca.



Fotografía 28: Plantas de espinaca.



Fotografía 29: Pesando una planta de espinaca.

