

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



“EFECTO DEL ESTIÉRCOL DE OVINO Y DISTANCIAMIENTOS ENTRE  
PLANTAS EN LA PRODUCCIÓN DE ESPINACA (*Spinacia oleracea* L.)”

TESIS

PRESENTADA POR:

MAGALY SILVIA PACHACUTE MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÓNOMO

MENNCION: AGROAMBIENTAL

PROMOCION: 2010-I

PUNO – PERÚ

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

“EFECTO DEL ESTIÉRCOL DE OVINO Y DISTANCIAMIENTOS ENTRE  
PLANTAS EN LA PRODUCCIÓN DE ESPINACA (*Spinacia oleracea* L.)”

TESIS PRESENTADA POR: MAGALY SILVIA PACHACUTE MAMANI  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO  
MENCION: AGROAMBIENTAL

FECHA DE SUSTENTACION: 26 DE ENERO DE 2016

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:


PRESIDENTE :

  
.....  
Ing. M.Sc. Angel CARLCHOQUEHUANCA

PRIMER MIEMBRO :

  
.....  
Ing. Mario Ángel SOLANO LARICO

SEGUNDO MIEMBRO:

  
.....  
Ing. Emiliano Humberto SERRUTO COLQUE

DIRECTOR DE TESIS :

  
.....  
Ing. Nora Virginia MAMANI ARANA

ASESOR DE TESIS :

  
.....  
Dr. Vladimiro IBÁÑEZ QUISPE

PUNO – PERÚ

2016

Área: Ciencias Agrícolas

Tema: Manejo agronómico de hortalizas, forestales y plantas ornamentales, aromáticas y medicinales

## DEDICATORIA

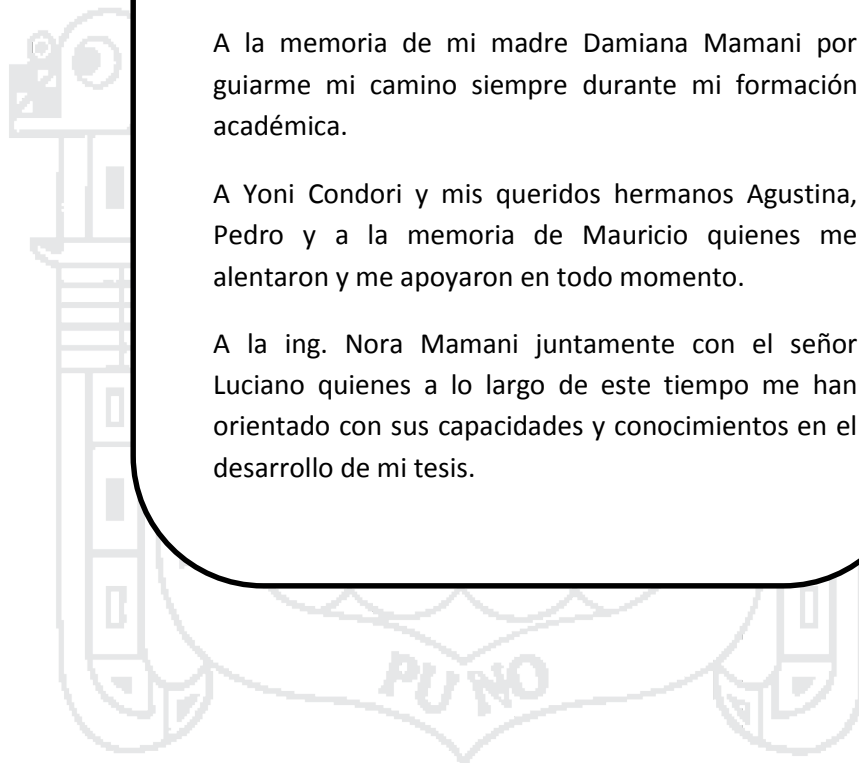
A Dios por guiarme mi camino y darme fuerzas para poder salir adelante y culminar mis estudios superiores.

A la memoria de mi padre Félix Pachacute Castillo con mucho cariño por su apoyo moral e incondicional.

A la memoria de mi madre Damiana Mamani por guiarme mi camino siempre durante mi formación académica.

A Yoni Condori y mis queridos hermanos Agustina, Pedro y a la memoria de Mauricio quienes me alentaron y me apoyaron en todo momento.

A la ing. Nora Mamani juntamente con el señor Luciano quienes a lo largo de este tiempo me han orientado con sus capacidades y conocimientos en el desarrollo de mi tesis.



## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional del Altiplano, en especial a la Facultad de Ciencias Agrarias por la formación que me brindo en la formación profesional.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias, por sus sabias enseñanzas impartidas durante mi formación profesional.

A mi directora de tesis Ing. Nora Mamani Arana, por haberme guiado y apoyado en el desarrollo de mi trabajo de tesis.

Al Dr. Vladimiro Ibañez Quispe, mi asesor de tesis, por su contribución en el procesamientos de datos estadísticos.

Al señor Luciano Dueñas por haberme asesorado en el trabajo realizado con sus experiencias en el manejo de las hortalizas.

Al presidente de jurado de tesis; Ing. M.Sc. Ángel CARI CHOQUEHUANCA, por su acertada contribución en la elaboración del presente trabajo de investigación.

Al primer y segundo miembro de jurado de tesis Ing. Mario A. Solano Larico y Ing. Emiliano H. Serruto Colque; Por su acertada contribución en la elaboración del presente trabajo de investigación.

## INDICE

RESUMEN.....	11
I. INTRODUCCIÓN.....	13
II. REVISIÓN LITERARIA .....	14
2.1. ORIGEN.....	14
2.2. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA.....	14
2.3. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS.....	15
2.4. VALOR NUTRITIVO .....	15
2.5. FISIOLÓGÍA DE CRECIMIENTO .....	16
2.6. CLIMA.....	16
2.7. SUELO.....	18
2.8. SIEMBRA .....	19
2.9. PLANTACIÓN Y LABORES CULTURALES .....	19
2.10. RECOLECCIÓN.....	19
2.11. ABONAMIENTO Y FERTILIZACIÓN .....	20
2.12. PRODUCCIÓN.....	22
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	23
3.1. MEDIO EXPERIMENTAL .....	23
3.1.1. Ubicación del campo experimental.....	23
3.1.2. Historia del campo experimental.....	23
3.1.3. Análisis del suelo experimental.....	23
3.1.4. Información meteorológica .....	25
3.1.5. Material vegetal .....	27
3.1.6. Abonos .....	28
3.2. MÉTODOS.....	28
3.2.1. Diseño experimental .....	28
3.2.2. Variables en estudio.....	28
3.2.3. Variables de respuesta.....	28

3.3. OBSERVACIONES REALIZADAS .....	29
3.3.1. Análisis de semilla .....	29
3.3.2. Fenología del cultivo.....	29
3.3.3. Emergencia.....	29
3.3.4. Prendimiento .....	29
3.4. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO .....	30
3.4.1. Preparación del terreno .....	30
3.4.2. Almacigado.....	30
3.4.3. Trasplante.....	31
3.4.4. Labores culturales. ....	31
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4.1. NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA DE ESPINACA.....	35
4.1.1. Distanciamiento entre plantas para el número de hojas con (E2) .....	38
4.1.2. Distanciamiento entre plantas para número de hojas (E1) .....	39
4.2. PRODUCCIÓN DE ESPINACA POR CORTE (PRIMERA Y SEGUNDA COSECHA) EN g/10 PLANTAS .....	40
4.2.1. Distanciamiento entre plantas para primera y segunda cosecha (E2) .....	42
4.2.2. Distanciamiento entre plantas para cosecha por corte (E1) .....	44
4.3. PRODUCCIÓN DE ESPINACA COSECHA POR HOJAS EN g/10 PLANTAS .....	45
4.3.1. Distanciamiento entre plantas para cosecha por hojas (E2) .....	47
4.3.2. Distanciamiento entre plantas para cosecha por hojas (E1) .....	49
4.4. ALTURA DE PLANTA.....	49
4.4.1. Distanciamiento entre plantas para altura de planta (E2).....	52
4.4.2. Distanciamiento entre plantas para altura de planta (E1).....	53
4.5. FENOLOGÍA DE LA ESPINACA .....	54
CONCLUSIONES .....	58

RECOMENDACIONES ..... 59

BIBLIOGRAFÍA CITADA ..... 60

V. ANEXOS ..... 64



**LISTA DE CUADROS**

Cuadro 1. Contenido de minerales, aminoácidos y vitaminas de la espinaca.....15

### LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Análisis físico-químico del suelo del campo experimental.....	24
Tabla 2. Análisis físico-químico de estiércol de ovino.....	24
Tabla 3. Análisis requerimiento de espinaca, contenido del suelo y con 25 T/ha de estiércol.....	25
Tabla 4. Datos meteorológicos mensuales (3013- 2014).....	26
Tabla 5. Variables en estudio y codificación.....	28
Tabla 6. Almacigo en el invernadero de Laboratorio de Semillas de la F.C.A de UNA Puno.....	30
Tabla 7. Análisis de varianza promedio total de número de hojas/planta de espinaca.....	36
Tabla 8. Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para abonos, del número de hojas/planta de espinaca.....	37
Tabla 9. Análisis de varianza de las curvas de respuesta del número de hojas/planta con estiércol E2.....	37
Tabla 10. Análisis de varianza de curvas de respuesta del número de hojas/planta sin estiércol (E1).....	39
Tabla 11. Análisis de varianza para la producción de cosecha por corte en g/10 plantas .....	41
Tabla 12. Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para abonos sobre la producción de cosecha por corte en g/10 plantas .....	41
Tabla 13. Análisis de varianza de las curvas de respuesta de la producción de espinaca cosecha por corte en g/10 plantas con estiércol (E2).....	42



Tabla 14. Análisis de varianza de curvas de respuesta cosecha por corte en g/10 plantas sin estiércol (E1).....	44
Tabla 15. Análisis de varianza para la producción de espinaca cosecha por hojas en g/10 plantas.....	46
Tabla 16. Prueba de Duncan ( $P \leq 0.01$ ) para abonos sobre la producción de espinaca, cosecha por hojas en g/10 plantas.....	46
Tabla 17. Análisis de varianza de las curvas de respuesta de la producción de espinaca cosecha por hojas con estiércol (E2).....	47
Tabla 18. Análisis de varianza de las curvas de respuesta de producción de espinaca cosecha por hojas sin estiércol (E1).....	48
Tabla 19. Análisis de varianza para la altura de planta de espinaca en cm.....	50
Tabla 20. Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para abonos sobre altura de planta de espinaca en cm.....	51
Tabla 21. Análisis de varianza de las curvas de respuesta para altura de planta de espinaca en cm con estiércol E2.....	51
Tabla 22. Análisis de varianza de las curvas de respuesta de altura de planta de espinaca en cm sin estiércol (E1) .....	53
Tabla 23. Datos meteorológicos por fases fenológicas del cultivo de espinaca .....	54
Tabla 24. Fases fenológicas del cultivo de espinaca.....	56
Tabla 25. Producción total del cultivo de espinaca con abonos y distanciamientos entre plantas.....	57

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Precipitación pluvial, mensual 2013-2014 en mm.....	26
Figura 2. Temperatura promedio máxima, media y mínima mensual 2013-2014 en °C. ....	27
Figura 3. Humedad relativa promedio mensual en % de 2013-2014.....	27
Figura 4. Número de hojas/planta de espinaca con estiércol (E2).....	38
Figura 5. Número de hojas/planta de espinaca sin estiércol E1.....	40

Figura 6. Producción de espinaca por corte (primera y segunda cosecha) en g/10 plantas con estiércol E2.....	43
Figura 7. Producción de espinaca por corte (primera y segunda cosecha) en g/10 plantas sin estiércol (E1). ....	45
Figura 8. Producción de espinaca (cosecha por hojas) con estiércol E2 en g/10 plantas.....	48
Figura 9. Producción de espinaca (cosecha por hojas) en g/10 plantas sin estiércol E1.....	49
Figura 10. Altura de planta en cm de espinaca promedio total con estiércol (E2).....	52
Figura 11. Altura de planta de espinaca en cm sin estiércol E1.....	54
Figura 12. Temperatura máxima, media y mínima por fase fenológica de espinaca en °C.....	55
Figura 13. Humedad relativa media en % por fase fenológica de espinaca.....	55
Figura 14. Precipitación pluvial en mm por fase fenológica de espinaca.....	55

**LISTA DE TABLAS DE ANEXO**

Anexo 1. . Datos meteorológicos por fases fenológicas.....	71
Anexo 2. . Número de hojas de espinaca por cosecha en bloques con estiércol.....	75
Anexo 3. Número de hojas de espinaca por cosecha en bloques sin estiércol.....	76
Anexo 4. . Peso en g de espinaca por corte con estiércol.....	77
Anexo 5 Peso en g de espinaca por hojas con estiércol.....	78
Anexo 6. Peso en g de espinaca por corte con estiércol.. ....	79
Anexo 7. Peso en g de espinaca por hoja sin estiércol.....	80
Anexo 8. Altura de planta en cm de hojas de espinaca con estiércol.....	81

Anexo 9 Altura de planta en cm de hojas de espinaca sin estiércol.....	81
Anexo 10. Numero de hoja total promedio del cultivo de espinaca.....	81
Anexo 11. Peso de hojas de espinaca por corte (Primera y segunda cosecha).....	82
Anexo 12. Peso de hojas de espinaca (cosecha por hojas).....	82
Anexo 13. Altura de planta total promedio del cultivo de espinaca.....	82
Anexo 15. Datos meteorológicos por día del mes de diciembre.....	83
Anexo 16. Datos meteorológicos por día del mes de enero.....	84
Anexo 17. Datos meteorológicos por día del mes de febrero.....	85
Anexo 18. Datos meteorológicos por día del mes de marzo.....	86
Anexo 19. Datos meteorológicos por día del mes de abril.....	87
Anexo 20. Datos meteorológicos por día del mes de mayo.....	88

### LISTA DE FIGURAS DE ANEXO

Figura 1. Temperatura y fase fenológica del cultivo de espina.....	69
Figura 2. . Humedad relativa en fase fenológica del cultivo de espinaca.....	69
Figura 3. Precipitación pluvial en fase fenológica del cultivo de espinaca.....	69

“EFECTO DEL ESTIÉRCOL DE OVINO Y DISTANCIAMIENTOS ENTRE PLANTAS EN LA PRODUCCION DE ESPINACA (*Spinacia oleracea* L.)”

**RESUMEN**

El problema específico del presente trabajo es determinar la producción de espinaca en presencia de bajas temperaturas, exceso y deficiencia hídrica y al uso indiscriminado de productos químicos en los campos hortícolas, y tuvo por objetivos: determinar la producción de espinaca Viroflay cultivar híbrida con abono de ovino y distanciamientos entre plantas e interacciones a campo abierto se condujo en la zona del Aeropuerto Inca Manco Capac, en el distrito de Juliaca, Provincia de San Román Departamento Puno-Perú; ubicada a UTM: Este X = 373944.30 y Norte Y = 8090164.41, los variables en estudio de: abonamiento con y sin estiércol y distanciamiento entre plantas: 5, 10, 15 y 20 cm respectivamente. Utilizando el diseño estadístico de Bloque Completo al Azar y el de tratamientos de Parcelas Divididas, en tres repeticiones. Se ubicó el factor abonamiento en parcelas y distanciamientos entre plantas en sub parcelas. Existe diferencia estadística significativa entre abonamientos para las variables de respuestas: Producción por corte primera y segunda cosecha con estiércol 208.95 g/10 plantas y sin estiércol 122.84 g/10 plantas. Y altamente significativa para producción por hojas tercera a doceava cosecha con y sin estiércol, con 970.61 y 773.91 g/10 plantas.

Para distanciamientos entre plantas según función de ajustes cuadráticos para las variables de respuesta: Número de hojas con y sin estiércol con puntos de inflexión de 12.77 y 13.82 cm y con 7.27 y 6.78 hojas/planta respectivamente; producción por corte primera y segunda cosecha con y sin estiércol con puntos de inflexión en 12.01 y 11.51 cm, con una producción de 254.55 y 166.92 g/10 plantas y cosecha por hojas de tercera a doceava cosecha con y sin estiércol con puntos de inflexión en 12.44 y 12.71 cm con una producción de 1078.78 y 1002.97 g/10 plantas respectivamente y finalmente altura de planta con y sin estiércol con puntos de inflexión de 15.36 y 12.70 cm obteniéndose alturas de planta de 27.67 y 28.02 cm respectivamente. No encontrándose además diferencias estadísticas significativas para interacción A x B, lo cual indica que tanto el estiércol (A) como los distanciamientos entre plantas (B) actúan de forma independiente sobre la de producción de espinaca.

En cuanto a la fenología del cultivo se almácigo el 18 de octubre y el trasplante el 30 de noviembre del 2013. De los resultados obtenidos e interpretación se concluye que: el periodo vegetativo fue de 216 días.

**Palabras claves:** Espinaca cultivar Viroflay, abonamiento y distanciamiento entre plantas y producción.



## I. INTRODUCCIÓN

La espinaca (*Spinacia oleracea* L.) es una planta hortícola, ampliamente cultivada en el mundo, por su valor nutricional y por sus distintas formas de consumo. Actualmente se presenta en el mundo la tendencia de producción y consumo de productos alimenticios obtenidos de manera aséptica, sin el uso de productos químicos como fertilizantes y pesticidas.

Desde hace algunos años en nuestro país, al igual que en otros países de América Latina, los cultivos orgánicos conocidos con diversos nombres como agricultura biológica, ecología de los cultivos, agro-ecología, agricultura biológica; han cobrado gran importancia como alternativa al uso de agroquímicos, debido a la tendencia actual de proteger el medio ambiente.

La producción orgánica, posee cada vez más mercado con precios altos por producto en los países desarrollados, los que exigen la certificación orgánica, que proporcionan empresas que evalúan anualmente, si los productores cumplen las normas establecidas al respecto.

La espinaca es una hortaliza que tiene mayor contenido de minerales, con alta producción en el altiplano; por lo cual, es indispensable realizar estudios, en búsqueda de variedades resistentes a factores climáticos adversos de Puno y de buena producción.

Motivo por el cual se plantea el presente trabajo que tiene por objetivos:

- Evaluar el efecto del estiércol de ovino sobre la producción de espinaca a campo abierto y por trasplante.
- Evaluar los distanciamientos entre plantas en la producción de la espinaca
- Determinar el efecto de las interacciones entre los factores en estudio.
- Determinar la fenología de espinaca.

## II. REVISIÓN LITERARIA

### 2.1. ORIGEN

Salunkhe y Kadan (2004) y (FAO 2000) afirman que, la espinaca es probablemente originaria del Sudeste de Asia. Características del cultivar en estudio a y se cultiva de forma extensiva durante la primavera y el otoño en el Norte de los Estados Unidos, durante finales de otoño, invierno y comienzos de primavera. Menciona también que la espinaca fue cultivada por los árabes. Estos la llevaron a España, donde se extendió a otras partes del mundo. La palabra espinaca viene de la palabra española *Hispania*. Pertenece a la familia de la Chenopodiaceae genero *Spinacia* y especie *oleracea*.

Anders (2009) La espinaca fue introducida en Europa alrededor del año 1.000 d.C. procedente de regiones asiáticas, probablemente de Persia, pero únicamente a partir del siglo XVIII comenzó a difundirse por Europa y se establecieron cultivos para su explotación, principalmente en Holanda, Inglaterra y Francia; se cultivó después en otros países y más tarde pasó a América. La planta pertenece a la familia Chenopodiaceae y la especie se denomina *Spinacea oleracea* L.

### 2.2. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

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

Reino: vegetal,

Subreino: Phanerogamae,

División: Angiospermae,

Clase: Dicotyledoneae,

Subclase: Archichlamydeae,

Orden: Centrospermales,

Familia: Chenopodiaceae,

Género: *Spinacia*,

Especie: *Spinacia oleracea* L.

Nombre común: espinaca



### 2.3. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

Maroto (2002) manifiesta que posee raíz pivotante, poco ramificada y de desarrollo radicular superficial que forma en primer lugar una roseta de hojas pecioladas, con 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.

Posteriormente, la planta desarrolla un escapo floral que puede alcanzar un porte superior a los 80 cm. Las flores son 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.

### 2.4. VALOR NUTRITIVO

Salunkhe y Kadan (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.** Contenido de minerales, aminoácidos y vitaminas de la espinaca

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)	150.00
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).



## 2.5. FISIOLÓGÍA DE CRECIMIENTO

Gorini (1970) manifiesta que la primera fase de crecimiento consiste en la formación de hojas en roseta, estando la duración de esta fase muy influenciada, principalmente, por los factores climáticos.

Maroto (2002) manifiesta que la espinaca es una planta de día largo, aunque se ha visto que la temperatura puede alterar la respuesta a la planta al fotoperiodo.

La información compartida por los productos AGRI-NOVA (productos para agricultura. Por una vida más saludable) 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.

Anders (2009) 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.

## 2.6. CLIMA

Gorini (1970) reporta que la espinaca soporta temperaturas por debajo de cero grados entre bajo 5 a 7 grados bajo cero.

Cuando la espinaca ha sufrido la acción de las heladas, adquiere color amarillento en sus hojas, en los casos más graves éstas se arrugan y adquieren cierta transparencia, aunque son todavía comestibles si se recolectan inmediatamente. Si persisten las heladas, las plantas se alteran totalmente.

Se ha demostrado que la temperatura mínima mensual de crecimiento es de, aproximadamente, 5 grados centígrados. La adaptabilidad a las temperaturas bajas es de gran importancia práctica, dado que la mayor demanda de esta verdura coincide con el periodo otoño-primaveral.

Salunkhe y Kadan (2004) reportan que la tolerancia de la espinaca a la helada se atribuye a la presencia de proteínas reguladas por el frío en las hojas. También Juscafresa (1966) citado por Escalante (1990) menciona que con respecto a las exigencias climáticas la espinaca es propia para ser cultivada en los climas fríos, húmedos y brumosos, que en los secos y calurosos por desarrollarse en estos muy raquíticamente y arrojar tallos florales mucho antes de adquirir un máximo desarrollo.

También manifiesta que en los climas fríos o relativamente fríos resiste temperaturas inferiores a los 7°C bajo cero, y en los muy fríos al mantenerse abrigado puede soportar las temperaturas de invierno y apreciar en primavera una notable cosecha.

Los principales factores ambientales que afectan el crecimiento de la espinaca son temperatura y longitud del día. Según estos autores la espinaca es primordialmente es una planta de temporada fresca y de día largo; también manifiesta que desde el punto de vista de la temperatura prospera mejor en regiones caracterizados por noches frescas (4.4-10°C) y días claros y soleados (15.05-26.7°C) y desde el punto de vista del fotoperiodo produce hojas y tallos durante los días cortos flores y frutos durante los días largos (Edmon, et al; 1967).

Sarli (1985), citado por Escalante (1990), manifiesta que la semilla germina con rapidez aunque sea baja la temperatura, considerando la óptima de 15 °C.

También dice que los factores climáticos que influyen decisivamente sobre el desarrollo de la planta son: temperatura, precipitación humedad atmosférica y el fotoperiodo el más importante desde el punto de vista hortícola, el mismo autor dice que la espinaca resiste mejor el frío que la mayoría de las hortalizas y no vegeta bien cuando

la temperatura es elevada. Además añade que el clima influye en la calidad de las hojas, cuando se cosecha en invierno contiene más azúcares que en frío.

En cuanto a la Floración prematura manifiesta que es un carácter hereditario y está relacionado con el fotoperiodo, las diferencias que se observan en la floración de las plantas de una misma variedad en el cultivo, se debe a la heterosigosis de las mismas añade que teniendo una planta bajo luz continua, florece a los 25 días de la siembra, mientras que en condiciones normales la floración se produce después de los 60 días, las fluctuaciones de la temperatura ambiente activan el desarrollo de las ramas florales y las fructificaciones, las lluvias intensas por lo común la retardan.

Cooman (2000), La temperatura es un factor climático que incide directamente en el crecimiento de las plántulas pues afecta la respiración y el área específica de las hojas. Como lo indica un aumento de 10 °C duplica la tasa de respiración y, específicamente en plántulas, el aumento de temperatura aumenta el área de las hojas, el índice foliar ( $m^2$  de hoja por  $m^2$  de piso) y la tasa de crecimiento (aumento de peso por unidad de tiempo y por unidad de peso). Sin embargo, un cultivo joven no tiene mucha respiración de mantenimiento, así que se puede trabajar a una temperatura varios grados por encima del óptimo para la fotosíntesis neta.

## 2.7. SUELO

Patterson et al. (1989), sostiene que la espinaca es una planta muy sensible a la acidez; por lo que no se debe cultivar en suelos minerales con un pH inferior a 6.5 o en turbosos de pH 5.0. Agrega, así mismo que los suelos en que se cultiva esta planta deben presentar un alto nivel de fertilidad (150-100-100); pues en caso contrario disminuye la producción de hoja. Para cultivos tempranos se adiciona nitrógeno de cobertura. Asimismo, manifiesta que las espinacas de invierno requieren suelos con un buen drenaje. Como sucede en el caso de la mayoría de los cultivos de invierno, la adición de abonos fosfatados y potásicos se realiza en otoño y los nitrogenados en cobertura a comienzos de primavera. Agregado por último que es susceptible a la deficiencia de magnesio. Salunkhe y Kadan (2004) mencionan que, la espinaca desarrolla mejor en suelos franco arenosos o aluviales. Sin embargo, se puede desarrollarse en cualquier suelo con un pH entre 7 y 10.5.

## 2.8. SIEMBRA

Guillen (1976), citado por Escalante (1990), sostiene que, los surcos deben espaciarse unos 30cm y tener una profundidad de 2 cm añade por último que al efectuar el aclareo se debe considerar la distancia adecuada entre plantas de 10-15 cm.

Gorini (1970), menciona que, la densidad de siembra en muchas pruebas realizadas es de 40 kg/ha, también afirma que la siembra se practica siempre en hileras distanciadas entre unos 20-30cm.

Pérez (2005), la evaluación del almacigado y trasplante de espinaca japonesa en Cepellón de tierra con distintas dosis de estiércol en invernadero. La espinaca japonesa es una Chenopodiacea que se adapta a diversas condiciones climáticas, resistente a suelos salinos, además es una planta medicinal, por eso se ha visto necesario investigar el almacigado de esta especie en cepellones de tierra con distintas dosis de estiércol, ya que existen varios métodos de almacigado, en algunas almacigueras comunes se echan a perder las plántulas por diferentes factores.

## 2.9. PLANTACIÓN Y LABORES CULTURALES

Maroto et al. (2007) menciona que el trasplante, normalmente se realiza con plantitas con cepellón; en cualquier caso, el riego debe efectuarse inmediatamente.

## 2.10. RECOLECCIÓN

Salunkhe y Kadan (2004), menciona que, las espinacas se cosechan normalmente desde el momento en que las plantas tienen cinco a seis hojas, hasta justo antes de que se desarrollen los tallos de las semillas.

Salunkhe y Kadan (2004), manifiestan que Thompson y Kelly establecieron que se obtenía el mayor rendimiento cuando se permitía que las plantas alcancen el pleno desarrollo. La espinaca para la venta en fresco se cosecha generalmente cortando la raíz principal justo por debajo de las hojas inferiores; para procesado, las plantas se cortan aproximadamente una pulgada sobre la superficie del suelo.

Estos mismos autores señalan que Thomson y Kelly no recomiendan cortar las plantas inmediatamente después de la lluvia o después de un fuerte rocío por que las hojas se vuelven frágiles y se rompen fácilmente cuando se humedecen. Se deben retirar las hojas amarillentas y enfermas y se debe manipular el producto cuidadosamente para evitar contusiones o daños en las hojas y tallos. Se prefiere pulverizar con agua las espinacas cosechadas en transportadores de cinta se tendrá que lavar el producto en tanques para evitar daños.

Así mismo indican que Ryall y Lipton recomendaron que la espinaca solo sea recolectada durante los momentos del día más frescos para minimizar el marchitamiento de la espinaca. La espinaca pierde agua más rápidamente cuando hace calor que cuando hace frío, incluso con alta humedad. Se utilizan cestas redondas y cajoneras para envasar las espinacas para su transporte, y generalmente se coloca hielo desmenuzado en los contenedores cuando se utilizan furgonetas o camiones refrigerantes para transportes largos.

Gorini (1970), reporta que la recolección manual de las hojas se realiza de la forma siguiente: se arrancan las hojas más externas separándolas, con ayuda de la uña, lo más cerca posible del cuello. No se priva a las plantas de todas sus hojas si no de las más desarrolladas, respetando las centrales que se recolectan más tarde. En conjunto se realizan 4 a 5 pasadas; en primavera, al comenzar la elevación del tallo se arranca la planta en su totalidad.

### **2.11. ABONAMIENTO Y FERTILIZACIÓN**

Gorini (1970), indica que la dosis de abono orgánico en huertos es de 20 a 40 t/ha, pero se debe limitar el abono de aves y ovejas a 10 t/ha, puesto que es más probable que cause quemaduras en las plantas. Esto resulta siendo entre 2 a 4 kg/m<sup>2</sup> en abonos de otros animales y de un 1kg/m<sup>2</sup> en abonos de aves y ovinos.

También menciona que la época ideal de aplicación de abono es de dos semanas antes de la siembra, esto para evitar la pérdida de nitrógeno por lixiviación y prevenir la quemadura de las semillas y plántulas emergidas.

El estiércol se debe arar, gradar o usar dentro del suelo muy pronto después de la aplicación. Una demora de un solo día puede causar una pérdida de 25% de nitrógeno en la forma de gas amoníaco.

También menciona que, la administración de estiércol no debe realizarse directamente, si no en el cultivo que `procede al de espinaca, ya que el ciclo de desarrollo de la espinaca es muy rápido y no le da tiempo a beneficiarse de este, las raíces son delicadas y se hacen más susceptibles al ataque de hongos (especialmente con estiércol fresco) y con dicho estiércol se disemina semillas de malas hierbas.

Aunque de formas generales la fertilización deberá realizarse de acuerdo a las siguientes proporciones: N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 3-1-3. El suministro de fertilizantes debe ser muy rico y abundante, aunque habrá que tener en cuenta la fertilidad de suelo.

En cobertura el nitrógeno se aportara con una frecuencia de 15-20 días. También es conveniente emplear el potasio en abonado de cobertera. La carencia de boro se manifiesta en la espinaca con una reducción en altura, una clorosis interna y las raíces muestran un color negruzco. En suelos con pH elevado la carencia de magnesio provoca una clorosis foliar, mientras que las nervaduras quedan de color verde.

El contenido de nutrientes varía considerablemente, en términos medios se puede decir que contiene un 0.6% de nitrógeno, 0.3% de Fosforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y 0.6% (K<sub>2</sub>O). La cantidad de estiércol que debe usarse, varía con el terreno al que se le va incorporar, puede ser tan baja como 10 t/ha para terrenos pobres en materia orgánica o puede llegar a 30 o 40 t/ha para terrenos pobres en materia orgánica y que evidentemente necesitan urgente la aplicación de este elemento indispensable para buena producción de hortalizas (Patterson, 1970; Ferruzzi, 1980; Tisdale y Nelson, 1991; Camasca, 1994).



## 2.12. PRODUCCIÓN

Gorini (1970), indica que la dosis que el rendimiento resultado un tanto variable de zona a zona y también depende de la época de recolección. Las recolecciones invernales permiten cosechar como término medio 15 000.00 kg/ha, los cultivos primaverales más precoces dan 20 000.00 kg/ha en algunos casos llega hasta 30 000.00 kg/ha.

En los cultivos primaverales, al ser menos el periodo de permanencia en estado de roseta, desciende sensiblemente al rendimiento total.

Chahua (2006) menciona que, el rendimiento promedio nacional de la espinaca es de 10 000.00 kg/ha.

Según estadísticas de la FAO (Faostat, 2009), para el año 2007 se sembraron en el mundo 885.483 ha, con una producción total de 14'049.464 t y productividad de 15.886 t/ha. China ocupó el primer puesto con 705.500 ha Figura 5. Departamentos productores de espinaca en Colombia.

En los 5 departamentos se cultiva la especie *Spinacea oleracea* (color verde oscuro) pero en Antioquia y Santander se cultiva adicionalmente la especie *Tetragonia tetragonioides* (colores verde oscuro y claro).

Países productores de espinaca en el mundo (CAB International). Áreas cultivadas, zonas productoras (a nivel mundial y nacional). El cultivo de la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) y su manejo fitosanitario en Colombia Generalidades sembradas, producción de 12'012.015 t y productividad de 15.886 t/ha (85% de la producción mundial). Estados Unidos ocupó el segundo puesto con 417.520 ha sembradas, producción de 328.000 t y productividad de 18.731 t/ha. Japón ocupó el tercer puesto con 23.000 ha sembradas, producción de 302.000 t y productividad de 13.130 t/ha. Turquía fue el cuarto productor con 24.000 ha sembradas, producción de 235.731 t y productividad de 9.823 t/ha. Colombia apenas ocupó el puesto 33 con 223 ha sembradas, una producción de 4.009 t pero con una productividad de 17.977 t/ha, superior al promedio mundial.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. MEDIO EXPERIMENTAL

##### 3.1.1. Ubicación del campo experimental

El presente trabajo, se llevó a cabo en el área próxima al Aeropuerto Inca Manco Capac a la salida a Lampa ubicado en la ciudad y distrito de Juliaca, Provincia de San Román y Región Puno, cuya ubicación geográfica es la siguiente:

Altitud : 3737 m.s.n.m.

Ubicación de UTM : Este X = 375909

Norte Y = 8288282

UTM = Universal Transverse Mercator (medidas en metros)

##### 3.1.2. Historia del campo experimental

El terreno utilizado en el presente trabajo de investigación, presenta las siguientes características:

- Campaña agrícola 2009 – 2010 cultivo de papa
- Campaña agrícola 2010 – 2011 cultivo de quinua
- Campaña agrícola 2011 – 2012 cultivo de papa

##### 3.1.3. Análisis del suelo experimental

El análisis físico – químico del suelo fue realizado en el laboratorio de Análisis de Aguas y Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, cuyos resultados se muestran en la Tabla 1. De acuerdo a esta, el suelo experimental, es de textura franco arenoso, de pH neutro. Al respecto Maroto (2002) y Gorini (1970) manifiestan, que la espinaca se desarrolla a pH mayores a 6, en el análisis de suelo experimental del presente trabajo se tiene un pH de 6.61 que es mayor a 6, estando dentro de los rangos reportados.

El contenido de materia orgánica, nitrógeno total, fosforo y potasio disponible son medios, suelo muy ligeramente salino; resultados que indican que el suelo experimental contiene 40.95, 37.81 y 334.06 kg de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, y K<sub>2</sub>O disponibles respectivamente.



**Tabla 1.** Análisis físico-químico del suelo del campo experimental.

Elementos	Unidad de medida	Muestra promedio	Método de análisis
Arena	%	62.90	Bouyoucos
Limo	%	26.65	Bouyoucos
Arcilla	%	10.45	Bouyoucos
Clase textural	Franco arenoso		Triangulo textural
pH		6.61	Potenciometro
Materia Orgánica	%	3.55	Walkley- Black
Nitrógeno total	%	0.13	Micro Kjeldahl
Fosforo disponible	ppm	7.86	Olsen modificado
Potasio disponible	ppm	132.00	Fotometria de llama
CE	mS/cm	0.21	Conductimetro
CO <sub>3</sub> Ca	%	0.00	Gasometro

**Fuente:** Laboratorio de análisis de agua y suelos FCA UNA – Puno

Los autores Chahua (1972) y Jordan (1984) citado por Ticona (2009) indican que los requerimientos nutritivos de la espinaca fluctúan entre 200, 50 y 200 kg ha<sup>-1</sup> N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O y 70 a 100, 40 a 60 y 100 a 150 kg ha<sup>-1</sup> de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O respectivamente. Así mismo Gorini (1970) reporta en experiencias Alemanas que la espinaca extrae 47.5 kg de nitrógeno, 17.5 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 50 de K<sub>2</sub>O.

El estiércol de ovino fue recolectado y fermentado por 45 días; de acuerdo a los resultados de la Tabla 2 el estiércol es de pH fuertemente alcalino con alto contenido de materia orgánica y nitrógeno es alto, Fosforo bajo, Potasio bajo y el estiércol es moderadamente salino en este trabajo se aplicó 25 t/ha de estiércol de ovino tenemos 144, 5.4 y 7.05 kg ha<sup>-1</sup> N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O.

**Tabla 2.** Análisis físico-químico de estiércol de ovino.

Determinaciones	Estiércol de ovino
Nitrógeno total %	1.92
Materia orgánica %	48.60
Fosforo %	0.72
Potasio %	0.94
CE mmhos/cm.	5.90
pH	9.10

**Fuente:** Laboratorio de análisis agua y suelo UNA – Puno

**Tabla 3** Análisis requerimiento de espinaca, contenido del suelo y con 25 T/ha de estiércol.

Contenidos	N Kg/ha	P2O5 Kg/ha	K2O Kg/ha
Requerimiento de la planta	200	50	200
Contenido del suelo	16.38	15.12	133.06
Con 25 T/ha	144.00	54.00	117.50
Suma total	160.38	69.12	250.56
Falta de nutrientes	40.00	0.00	0.00

**Fuente:** Elaboración propia.

Chaua (1972) y Jordan (1984) citado por Ticona (2009) indican que los requerimientos nutritivos de la espinaca fluctúan entre 200, 50 y 200 kg $ha^{-1}$  N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O.

Cari. A. (1998). Según el autor se tiene con la formula siguiente se calcula reemplazando los valores hallados.

$Q:(E-SF1-MF2)(1/F3)$  donde:

Q: Dosis de nutrientes en Kg/ha.

E: Requerimiento de nutrientes por el suelo por el cultivo en Kg/ha.

S: Aporte de nutrientes por el suelo en Kg/ha.

M: Aporte de nutrientes por el abono o estiércol en Kg/ha.

F1: Porcentaje de uso de los nutrientes del suelo por la planta

F2: Porcentaje de uso de los nutrientes del abono por la planta

F3: Porcentaje de uso de los nutrientes del fertilizante por la planta

$$\text{Para Q N} : 200 - [(40.95-40\%)+ (480-30\%)] = 40.00$$

$$\text{Para Q P}_2\text{O}_5 : 50 - [(37.81-40\%)+ (180-30\%)] = 0.00$$

$$\text{Para Q K}_2\text{O} : 200 - [(334.06-40\%)+ (23.50-30\%)] = 0.00$$

### 3.1.4. Información meteorológica

Los datos meteorológicos de precipitación, temperaturas y humedad relativa media, fueron proporcionados por página web de SENAMHI – PUNO; estos se encuentran en la tabla 3 y las figuras 1, 2 y 3; que corresponden a los meses de diciembre del año 2013 a mayo del 2014. Donde la más alta precipitación con 5.65 mm en el mes de enero bajando gradualmente hasta el mes de mayo a 0.01 mm.

Las temperaturas máxima promedios fluctuaron entre los 17.17 °C a 15.49 °C entre los meses de marzo a enero respectivamente; superiores a los 15°C que reportan los autores Salunke y Kadan(2004), Maroto (2000) y Gorini (1970).

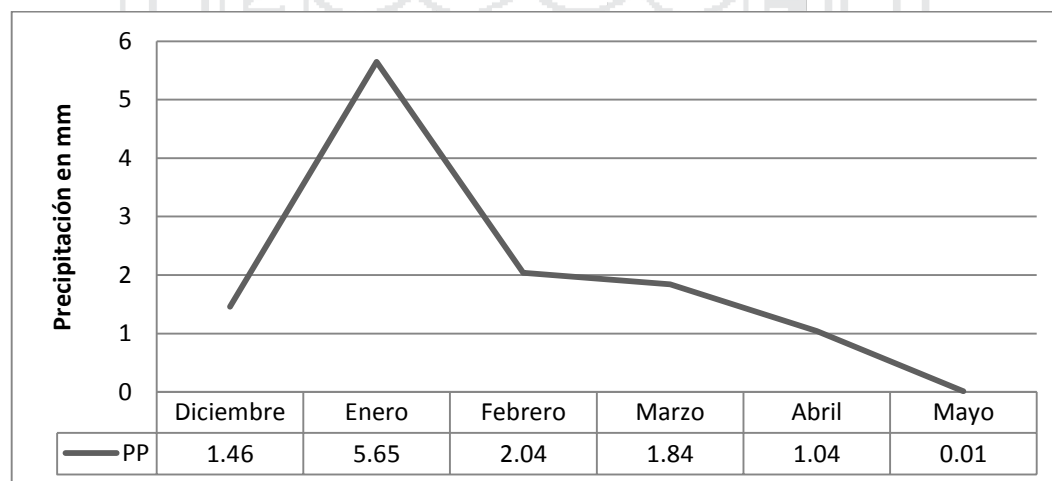
Las mínimas se presentaron en los meses de abril y mayo con temperaturas de 2.23 °C y 2.72 °C por encima de 0°C; mostrando la espinaca resistencia a estas temperaturas. Durante el periodo vegetativo de este, los promedios de temperaturas fluctuaron de 7.4 °C y 10.01 °C.

La humedad relativa media mensual más alto se presentó en el mes de enero (69.96%) bajando gradualmente hasta (45.20%) en el mes de mayo que ajusta a los rangos indicados por Gorini (1970) que indica que la humedad relativa ambiental es de 55%

**Tabla 4.** Datos meteorológicos mensuales (2013- 2014)

Meses	Temperaturas			Humedad relativa %	Precipitación mm
	Media	Max	Min		
Diciembre	10.01	16.21	5.10	65.93	1.46
Enero	9.63	15.49	5.00	69.96	5.65
Febrero	8.64	16.45	4.81	65.12	2.04
Marzo	9.82	17.17	3.68	67.71	1.84
Abril	9.19	16.78	2.23	65.7	1.04
Mayo	7.40	16.66	2.72	45.20	0.01
Promedio	9.11	16.46	3.92	63.27	2.01

**Fuente:** Datos registrados en la página web estación meteorológica de SENAMHI – PUNO



**Figura 1.** Precipitación pluvial, mensual 2013-2014 en mm

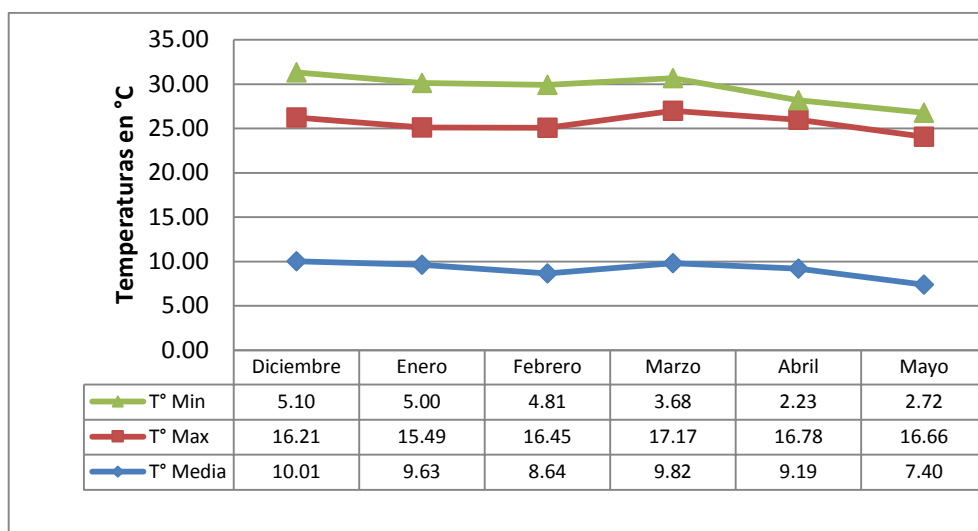


Figura 2. Temperatura promedio máxima, media y mínima mensual 2013-2014 en °C

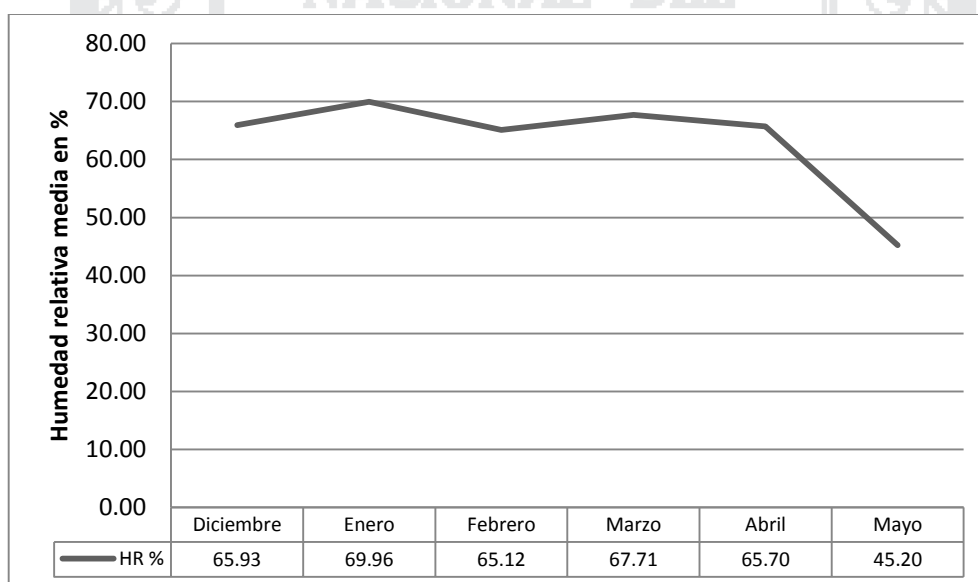


Figura 3. Humedad relativa promedio mensual en % de 2013-2014

## Materiales

### 3.1.5. Material vegetal

Se utilizó semilla de espinaca Viroflay cultivar híbrida, que según el Grupo Batlle (2002), es una variedad precoz de hojas anchas color verde oscuro, de ciclo rápido. Puede empezar a cosecharse a los 45 ó 50 días de su siembra, estando en aprovechamiento mucho tiempo sin endurecerse. Muy apta para el transporte, siendo nuestra selección resistente a la amarillez.

### 3.1.6. Abonos

Se utilizó 25 t/ha de estiércol de ovino fermentado para el crecimiento vegetativo y reproductivo del cultivo de espinaca y biol con caldosulfocalsico luego de una granizada.

## 3.2. MÉTODOS

### 3.2.1. Diseño experimental

Para la evaluación de los resultados obtenidos se ha empleado el diseño experimental Bloque Completo al Azar con tres repeticiones; y el diseño de tratamientos de Parcelas divididas en sub parcelas, donde el abonamiento se ubicó en parcelas y los distanciamientos entre plantas en sub parcelas.

### 3.2.2. Variables en estudio

- Abonamiento; con estiércol y sin estiércol
- Distanciamiento entre plantas 5, 10, 15 y 20 cm.

**Tabla 5.** Variables en estudio y codificación

Variables	Niveles de codificación
Abono	Sin estiércol (E1) y con estiércol (E2)
Distanciamiento entre plantas	5cm (D1), 10cm (D2), 15cm (D3) y 20 cm (D4)

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.2.3. Variables de respuesta

En el presente trabajo se plantearon las siguientes variables de respuesta:

- Número de hojas/planta cada siete días.
- Peso de hojas en kg/planta cada siete días.
- Altura de planta en cm.
- Fenología, faces fenológicas en cultivo de espinaca.

### **3.3. OBSERVACIONES REALIZADAS**

#### **3.3.1. Análisis de semilla**

El análisis de semilla del cultivar en estudio se realizó, en el Laboratorio de Semillas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano Puno. Se puso en la bandeja 20 semillas del cultivar en estudio; luego fueron llevadas a la cámara germinadora por un periodo de 14 días; obteniéndose como resultado el 90 % de poder germinativo.

#### **3.3.2. Fenología del cultivo**

Las fases fenológicas de la espinaca citados por Maroto (2002) y la información compartida por los productos AGRI-NOVA (productos para agricultura por una vida más saludable) coinciden en que la espinaca es una planta de día largo, aunque se ha visto que la temperatura puede alterar la respuesta a la planta al fotoperiodo.

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.

#### **3.3.3. Emergencia**

La emergencia, se evaluó desde que la primera plántula emergida el 23 de octubre y se dio por finalizada el 07 de noviembre cuando dejaron de brotar plántulas ver tabla 27.

#### **3.3.4. Prendimiento**

La evaluación se realizó a los 7 días después del trasplante encontrándose 91.5 % de prendimiento, inmediatamente se reemplazó las plántulas que no prendieron. Insuasty et al. (2009) citado por Cutipa (2012) recomienda no dejar pasar más de 8 días después del trasplante, lo que permitirá un crecimiento homogéneo de las plantas en el lote.

### 3.4. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

#### 3.4.1. Preparación del terreno

El 16 de Octubre del 2013, se realizó la primera roturación del terreno, la segunda roturación el 25 de Octubre quedando totalmente eliminando las malezas. Antes del trasplante, se procedió al rastrado, nivelado, marcado y surcado del campo experimental, tomando en cuenta el Diseños Experimentales y de tratamientos. Luego se regó manteniéndolo a capacidad de campo.

#### 3.4.2. Almacigado

Se utilizó la mezcla de turba y arena fina en relación 2:1. Se instaló la cama de almacigo a nivel.

La siembra de la semilla del cultivar híbrido Viroflay se realizó: el 18 de octubre del 2013, en cama a capacidad de campo, al distanciamiento de 10 cm entre líneas, 2 cm entre semillas y a una profundidad de 2 cm; procediéndose luego, al tapado y compactado de la mezcla con la semilla y luego se realizó el riego (ver tabla 6); coincidiendo con Gorini (1970), que indica, se debe sembrar la semilla de 1 a 2 cm de profundidad, de acuerdo con la naturaleza y frescura del terreno.

**Tabla 6.** Almacigo en el invernadero

Almacigo	Fechas		Número de días
	Inicio	Final	
Siembra	18/10/13		
Inicio de emergencia	23/10/13		5
Finalización de emergencia	07/11/13		15
Dos hojas verdaderas	08/11/13	12/11/13	5
Cuatro hojas verdaderas	13/11/13	17/11/13	5
Seis hojas verdaderas	18/11/13	22/11/13	5
Siete hojas verdaderas	23/11/13	29/11/13	7

**Fuente:** Elaboración propia.



### 3.4.3. Trasplante

Se realizó el 30 de Noviembre, a los 42 días después del almacigado. Se trasplantó en terreno a capacidad de campo, cuando las plántulas tenían una altura de 15-20cm y 6 a 7 hojas verdaderas, de las que se eliminó 4 a 5 hojas coincidiendo aproximadamente con el reporte de Zoppolo et al. (2008) que indica, los plantines se trasplantan a los 30 o 35 días de emergidos, cuando tienen 4 a 6 hojas verdaderas. La edad del plantin es muy importante ya que el retraso del trasplante produce un alargamiento del ciclo y baja calidad de las hojas.

Las plántulas preparadas, se colocaron con la raíz recta, en hoyos realizados en el surco, con ayuda de palas de jardinería; presionando luego, enérgicamente alrededor de ella, para inmediatamente regarlas; recomendación que da Morales (1999), citado por Rodríguez (2006), inmediatamente del trasplante hay que realizar un riego, para sellar todas las cámaras de aire que pudieran haber quedado en el suelo.

### 3.4.4. Labores culturales.

#### ◆ Riegos

Se realizaron, después del trasplante y cuando la precipitación pluvial fue insuficiente (cada 2 días); aplicándose, de acuerdo a las necesidades de la planta. Se Utilizó mayor cantidad de agua de 0.48 l/m<sup>2</sup> en el periodos de trasplante con riego diario.

Salunkhe y Kadan (2004), menciona que el primer riego debe ser ligero y debe de ser inmediatamente de la siembra, los riegos siguientes se deben aportar según la necesidad de cultivo. Como regla general, se hacen los riegos cada 4 a 6 días para aportar los niveles adecuados de humedad para un crecimiento óptimo de las plantas.

Gorini (1970), menciona que, la espinaca se beneficia muchísimo de la frescura del terreno, especialmente cuando inicia el calor; con frecuencia de riegos adecuados, se puede obtener buenos rendimientos y plantas ricas en hojas carnosas. La irrigación en



especial en los cultivos que se recolectan tardíamente en primavera, debe realizarse con gran regularidad.

#### ◆ Escardas

Durante el almacigado, se efectuaron dos escardas a los 18 y 35 días después de la siembra. La tercera y cuarta se realizó a los 23 y 50 días después del trasplante. Se encontró las siguientes malezas:

- “Layo” *Trifolium amabile.*
- “Diente de león” *Taraxacum officinale*
- “Bolsa de pastor” *Capsella bursa-pastoris*
- “Aujaauja” *Erodium cicutarium*
- “Qora” *Tarasa cerratei*
- “Kikuyo” *Pennisetum clandestinum*
- “Ortiga” *Urtica sp.*

#### ◆ Control de plagas y enfermedades

En el almacigo hubo ataque de pájaros controlándolos con bastidores de plástico. A los 36 días del trasplante se observó hojas perforadas por larvas las que se controlaron con picadillo de hojas de cicuta, por recomendación personal de la Ingeniera Nora Mamani Arana.

#### ◆ Abonamiento

Se utilizó el estiércol de ovino fermentado durante 45 días y el 06 de enero, a los 36 días de trasplante y el 11 de febrero se procedió a la aplicación de Biol 500 cm<sup>3</sup> con 300 cm<sup>3</sup> de caldosulfocálsico por mochila de 20 litros para atenuar los daños causados por las granizadas del 05 de enero y del 10 de febrero que perforó y provocó la caída de hojas de espinaca.

◆ **Cosecha**

La cosecha de hojas de espinaca del cultivar Viroflay Híbrida se inició el 16 de enero a 89 días de siembra y 47 días del trasplante, desde 7 a 10 am, cuando las plantas se encuentran turgentes. Al respecto Maroto (2002) sostiene que la cosecha de espinaca se lleva a cabo en las variedades más precoces a los 40 y 50 días tras la siembra.

La primera y segunda cosecha por se realizó cortando las hojas a 5 cm del cuello de la planta de espinaca, para obtener mayor número de hojas por planta durante el cultivo; posteriormente se cosecharon por hojas.

### 3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El presente estudio se condujo dentro del diseño estadístico de bloque completo al azar y el diseño de tratamiento de parcela dividida, considerándose tres bloques; habiéndose colocado los tratamientos de estiércol en parcelas y el distanciamiento entre plantas en sub parcelas en 3 repeticiones.

Modelo lineal aditivo

$$X_{(ij)k} = \mu + \rho_k + \sigma_{(i)k} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{(ij)k}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  : Variable respuesta en la repetición o unidad experimental k, en la parcela "i" sub parcela "j"

$\mu$  : Constante común o media poblacional

$\rho_k$  : Efecto del k-ésimo bloque

$\alpha_i$  : Efecto del i-ésimo nivel del factor A.

$E_a$  : Error de parcelas

$\beta_j$  : Efecto del j-ésimo nivel del factor B.

$(\alpha\beta)_{ij}$  : Efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor A con el j-ésimo nivel del factor B

$E_b$  : Erro de subparcelas

Para realizar el estudio de los factores cuantitativos (distanciamiento entre plantas) se efectuó la prueba de tendencia y ajuste de funciones de respuesta. Luego de hallar la función de respuesta se procedió hallar el nivel óptimo que permitía obtener la mayor respuesta en cada caso. Para esto se utilizó las siguientes ecuaciones.

$$\text{Cuadrática: } \hat{Y}_C = (\bar{Y} - K_1 P_2) + (K_2 P_1) X' + (K_4 P_2) X'^2$$

$$X' = \frac{2(x - x)}{L}$$

Dónde:

$\hat{Y}_C$  : Producción estimado expresado en función de respuesta

$\bar{Y}$  : Promedio de producción

$X$  : Distanciamientos entre plantas

$P_i$  : Provenientes de la tabla de coeficientes, divisores para los datos de intervalos iguales

$K_i$  : Provenientes de la tabla de coeficientes, divisores para los datos de intervalos iguales.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las variables de respuesta: Número de hojas por cosecha, peso en gramos de hojas en dos tipos de cosechas, la primera y segunda cosecha por corte y de la tercera a la doceava cosecha por hojas, altura de planta en cm, fenología y datos meteorológicos por fases fenológicas, se encuentran en las tablas 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22 y 24; y las figuras 1, 2 y 3.

En las tablas 6, 11 y 21 encontramos significancia para abonos y alta significancia para distanciamientos; alta significancia en las tablas 14, 20 y 24 para tratamientos, tendencias cuadrática y cubica; en la tabla 10 alta significancia para bloques, tratamientos, tendencia lineal, cuadrática y cubica; alta significancia para tratamientos y tendencia cuadrática y significancia para la cubica en la tabla 9; y solamente significancia para la tendencia cuadrática en la tabla 15; finalmente, en la tabla 16 alta significancia para abonos y distanciamientos. En la tabla 27 se muestra el calendario de las fases y etapas fenológicas del cultivo de espinaca. Además no hubo diferencias estadísticas significativas para interacción A x B, lo cual indica que tanto el estiércol (A) como los distanciamientos entre plantas (B) actúan de forma independiente sobre la de producción.

##### 4.1. NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA DE ESPINACA

En la tabla 7, el coeficiente de variabilidad para las variables acomodadas en parcelas (con y sin estiércol) y sub-parcelas (distanciamiento entre plantas) es de 7.37% y 3.73% respectivamente, lo que indica confiabilidad en los resultados obtenidos y son aceptables según Vásquez (2004) indica que el experimento se llevó a cabo de forma excelente ya el coeficiente de variabilidad es de 7 a 18% conducidos a campo abierto. La tabla del ANVA nos muestra que no hay diferencias significativas para bloques, lo que nos indica que el terreno es homogéneo; existe diferencias significativa para abono (A), debido a que este influye sobre el número de hojas/planta porque aporta nutrientes, mejora de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.

Delgado (2006), manifiesta que la producción de un cultivo a la cantidad de abono aplicado; por tanto esta afirmación concuerda con los resultados obtenidos donde el abono tuvo un efecto diferente sobre la cantidad de hojas/planta, esto demuestra la influencia de

tipo de fertilizante orgánico antes mencionado debido posiblemente a su concentración de macro y micronutrientes. Hay diferencias altamente significativas para los distanciamientos entre plantas (B), esto es debido a las características de cada distanciamiento. Además no hubo diferencias estadísticas significativas para interacción A x B, lo cual indica que tanto el estiércol (A) como los distanciamientos entre plantas (B) actúan de forma independiente sobre el número de hojas. Según McCune y Grace 2002. Cuando los datos no se distribuyen normalmente, es necesario transformarlos, con el objeto de no tener resultados falsos y cumplir con requisitos indispensables de que el Experimento. En este caso se utilizó la raíz cuadrada de los datos.

**Tabla 7.** Análisis de varianza promedio total de número de hojas/planta de espinaca.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc.	Ft. 0.05	Ft. 0.01	Sig.
Bloques	2	2.06856	1.03428	3.16	19.00	99.00	ns
Abonos (A)	1	6.37570	6.37570	19.47	18.50	98.50	*
Error (a)	2	0.65486	0.32743	3.91			
Total parcelas	5	<b>9.09912</b>					
B (Distanciamientos)	3	8.74495	2.91498	34.82	3.49	5.95	**
A x B	3	0.36298	0.12099	1.45	3.49	5.95	ns
Error (b)	12	1.00445	0.08370				
Total dentro de parcelas	18	<b>10.11238</b>					
Total correcto	23	19.21150					

**Fuente:** Elaboración propia.

CV (a) = 7.37%. Error(a) = 0.32743 CV (b) = 3.73%. Error (b) = 0.08370

X = 7.76

El estadístico F, conduce al rechazo de la hipótesis nula para los efectos principales abonos y distanciamientos entre plantas, la significación estadística de este último indica que existe diferente comportamiento de los abonos estudiados. Esto queda ratificado por la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ), siendo el tratamiento con estiércol E2 con 8.28 hojas/planta superior al que no tiene estiércol E1 con 7.25 hojas/planta promedio, ver tabla 8

**Tabla 8.** Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para abonos, del número de hojas/planta de espinaca.

Orden de Merito	Abonos	Clave	Numero de hojas (Cosecha/planta)	Sig.
1	Con estiércol	E2	8.28	a
2	Sin estiércol	E1	7.25	b

**Fuente:** Elaboración propia.

El comportamiento de variables indica que hubo un desempeño diferente, por lo que se realizó el ANVA de curvas de respuesta, tablas 9 y 10; quedando los factores distanciamiento entre plantas, de tipo cuantitativo, por lo que se procedió al ajuste de funciones de respuesta, en base a las ANVAS Tabla 8 para el de con estiércol (E2) y tabla 9 para el de sin estiércol (E1).

#### **Con estiércol (E2).**

El análisis de variancias de la curva de respuestas para el número de hojas de espinaca con estiércol (E2), se encuentra en la tabla 9 donde el coeficiente de variabilidad es de 4.63%.

Se aprecia que hay diferencia altamente significativa en tratamientos y la tendencia cuadrática, diferencia significativa en la tendencia cubica y en variables residuales no hay diferencia significativa. Luego se procedió a la evaluación cuadrática para el factor de distanciamiento entre plantas.

**Tabla 9.** Análisis de varianza de las curvas de respuesta del número de hojas/planta con estiércol E2.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc.	Ft. 0.05	Ft. 0.01	Sig.
Bloque	2	1.006	0.503	4.530	5.14	10.9	ns
Tratamiento	3	3.929	1.310	11.800	4.76	9.78	**
Lineal	1	0.058	0.058	0.520	5.99	13.70	ns
Cuadrática	1	2.746	2.746	24.730	5.99	13.70	**
Cubico	1	1.126	1.126	10.140	5.99	13.70	*
Error	6	0.666	0.111				
Total	11	5.602					

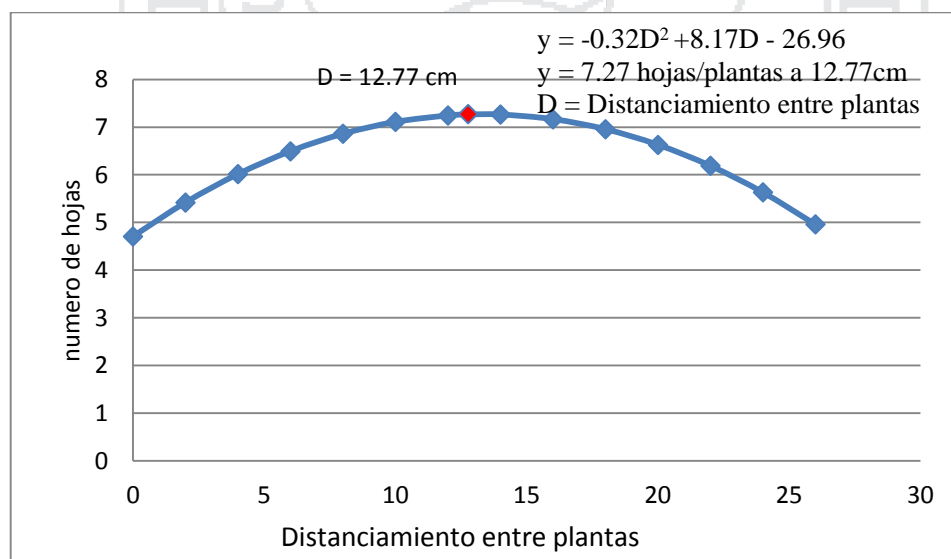
**Fuente:** Elaboración propia.

CV = 4.03%

#### 4.1.1. Distanciamiento entre plantas para el número de hojas con (E2)

En la figura 4, para el distanciamiento entre plantas, se observa que el punto de inflexión para el número de hojas por planta, abonadas con estiércol E2 es de 12.77cm. Luego este es el adecuado porque crea un microclima especial, debido al mayor número de plantas por área de cultivo, incrementándose la temperatura del suelo y del ambiente de desarrollo de las plantas de espinaca; la humedad ambiental y la humedad del suelo se mantiene; contrarrestando, las condiciones adversas de clima que se tienen en el altiplano de Puno, Larcher (1977) menciona que bajo una cubierta vegetal cerrada queda el suelo protegido de una radiación o irradiación fuerte. Ya que en las capas superiores del suelo las oscilaciones diarias de temperatura son relativamente pequeñas. Ibáñez (2009) Para ajustar la función de respuesta, se debe trabajar con totales de tratamientos, los tratamientos deben ser igualmente espaciados e igualmente repetidos. El análisis de tendencia cuadrática para la variable de distanciamiento entre plantas permitió formular la ecuación:  $Y = -0.32D^2 + 8.17D - 26.96$ , con la que se determinó, que el número de hojas por planta con estiércol E2 es de 7.27 hojas.

Los resultados indicados, coinciden con Maroto (2002), Guillen (1976) citado por Escalante (1990) e INFOAGRO, los que indican que el distanciamiento entre plantas de espinaca es de 12 a 15cm entre plantas.



**Figura 4.** Número de hojas/planta de espinaca con estiércol (E2).

**Fuente:** Elaboración propia



### Sin estiércol (E1).

El análisis de variancias de las curvas de respuesta para el número de hojas de espinaca sin estiércol (E1), se encuentra en la tabla 10 donde el coeficiente de variabilidad es de 3.28%.

Se aprecia que hay diferencia altamente significativa para las fuentes de variabilidad bloque, tratamiento y tendencias lineal, cuadrática y cúbica por lo que se procedió a la evaluación cuadrática para el factor de distanciamiento entre plantas.

**Tabla 10.** Análisis de varianza de curvas de respuesta del número de hojas/planta sin estiércol (E1).

F. de V.	GL	SC	CM	Fc.	Ft. 0.05	Ft. 0.01	Sig.
Bloque	2	1.717	0.859	15.230	5.14	10.9	**
Tratamiento	3	5.178	1.726	30.610	4.76	9.78	**
Lineal	1	0.895	0.895	15.880	5.99	13.70	**
Cuadrática	1	2.075	2.075	36.800	5.99	13.70	**
Cubico	1	2.208	2.208	39.160	5.99	13.70	**
Error	6	0.338	0.056				
Total	11	7.234					

Fuente: Elaboración propia.

CV = 3.28%

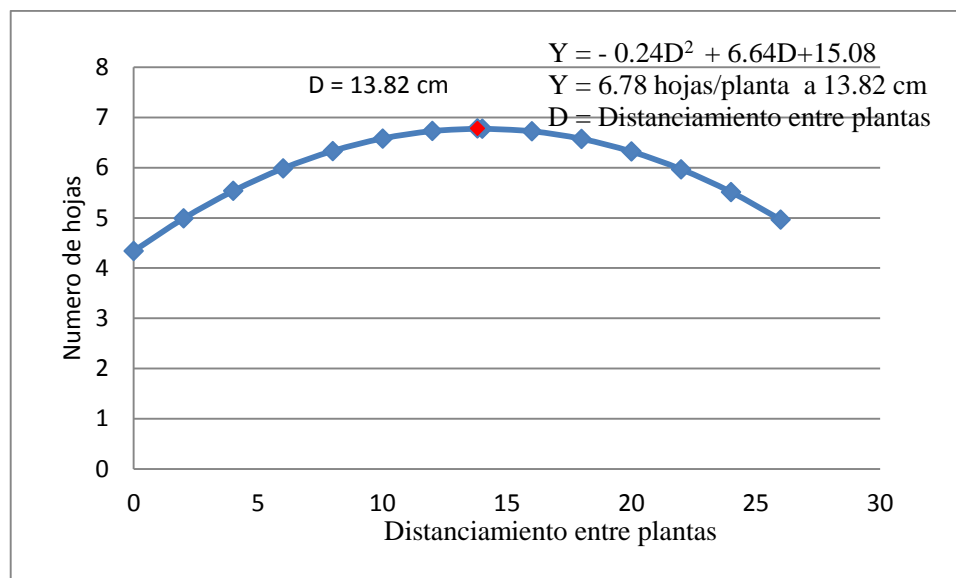
#### 4.1.2. Distanciamiento entre plantas para número de hojas (E1)

En la figura 5, para el distanciamiento entre plantas, se observa que el punto de inflexión para el número de hojas por planta, sin estiércol E1 es de 13.82 cm. Luego estos distanciamientos son adecuados para ambos tratamientos, porque se crea un microclima especial, debido a la mayor cantidad de plantas por área de cultivo; así mismo, se incrementa la temperatura del suelo y del ambiente donde se desarrollan las plantas de espinaca. Guillen (1976), citado por Escalante (1990), sostiene que, los surcos deben espaciarse unos 30cm y tener una profundidad de 2 cm añade por último que al efectuar el aclareo se debe considerar la distancia adecuada entre plantas de 10-15 cm.

Ibáñez (2009) Para ajustar la función de respuesta, se debe trabajar con totales de tratamientos, los tratamientos deben ser igualmente espaciados e igualmente repetidos.



El análisis de tendencia cuadrática para la variable de distanciamiento entre plantas permitió formular la ecuación:  $Y = -0.24D^2 + 6.64D + 15.08$ , con la que se determinó, que el número de hojas por planta sin estiércol E1 es de 6.78 hojas.



**Figura 5.** Número de hojas/planta de espinaca sin estiércol E1.

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.2. PRODUCCIÓN DE ESPINACA POR CORTE (PRIMERA Y SEGUNDA COSECHA) EN g/10 PLANTAS

En la tabla 11, el coeficiente de variabilidad para las variables acomodadas en parcelas (con estiércol y sin estiércol) y sub-parcelas (distanciamiento entre plantas), es de 15.14% y 22.54% respectivamente, lo que indica la confiabilidad en los resultados obtenidos. La tabla de ANVA; nos muestra que no hay diferencias significativas para bloques, lo que nos indicaría que el terreno es homogéneo; existe diferencias significativas para abonos (A), esto se debe que el estiércol influye en la producción.

Chapana, (2007), menciona que la aplicación de los fertilizantes orgánicos (de ovino, vacuno y mezcla), con el cultivo de *Lactuca sativa* L., hace que tenga efectos en las propiedades físico - químicas del suelo, por tal razón si es condicional dicha aplicación para un efecto directo y diferencial en el rendimiento del cultivo.

Hay diferencias altamente significativas para los distanciamientos entre plantas (B), esto es debido a las características de cada distanciamiento. Además no hubo

diferencias estadísticas significativas para interacción A x B, lo cual indica que tanto los estiércoles (A) como los distanciamientos entre plantas (B) actúan de forma independiente sobre él la producción de espinaca.

**Tabla 11.** Análisis de varianza para la producción de cosecha por corte en g/10 plantas

F. de V.	GL	SC	CM	Fc.	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2	1688.529	844.265	1.340	19.00	99	ns
Abono (A)	1	44494.759	44494.759	70.570	18.50	98.5	*
Error (a)	2	1260.957	630.479				
Total parcelas	5	47444.245					
B (Distanciamientos)	3	44936.082	14978.694	10.710	3.49	5.95	**
A x B	3	3256.159	1085.386	0.780	3.49	5.95	ns
Error (b)	12	16784.080	1398.673				
Total dentro de parcelas	18	64976.321					
Total	23	112420.567					

Fuente: Elaboración propia.

CV (a) = 15.14%.                      CV (b) = 22.54%                      X = 165.90 Error(a) CM = 630.479                      Error (b) CM = 1398.673

El estadístico F indicador del análisis de varianza, conduce al rechazo de la hipótesis nula para los efectos principales de abonamientos y distanciamientos entre plantas, la significancia de estos indica comportamiento diferente de las variables estudiadas. Para lo cual se realizó la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ), siendo el tratamiento con estiércol E2 con 208.95 g/10 plantas superior al que no tiene estiércol E1 con 122.84 g/10 plantas de producción de hojas de espinaca cosecha por corte, ver tabla 12.

**Tabla 12.** Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para abonos sobre la producción de cosecha por corte en g/10 plantas

Orden de Merito	Abonos	Clave	Promedio de espinaca por corte en g/10 plantas	Prueba de Duncan (0.05)
1	Con estiércol	E2	208.95	a
2	Sin estiércol	E1	122.84	b

Fuente: Elaboración propia.

El comportamiento de variables indica que hubo un desempeño diferente, por lo que se realizó el ANVA de curvas de respuesta, tablas 13 y 14; quedando los factores distanciamiento entre plantas, de tipo cuantitativo, por lo que se procedió al ajuste de funciones de respuesta, en base a las ANVAS Tabla 13 para el de con estiércol (E2) y tabla 14 para el de sin estiércol (E1).

### Con estiércol (E2)

El análisis de variancia de las curvas de respuesta producción de espinaca de tratamiento con estiércol, se encuentra en la tabla 14, donde el coeficiente de variabilidad es de 12.20%

Se aprecia que hay diferencia altamente significativa en tratamientos y tendencias cuadrática y cubica, por lo que se procedió a la evaluación cuadrática para el factor de distanciamiento entre plantas.

**Tabla 13.** Análisis de varianza de las curvas de respuesta de la producción de espinaca cosecha por corte en g/10 plantas con estiércol (E2).

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig
Bloque	2	24.589	12.29466	0.02	5.14	10.9	ns
Tratamiento	3	30,124.35	10,041.45	15.46	4.76	9.78	**
Lineal	1	728.71	728.71	1.12	5.99	13.70	ns
Cuadrática	1	16780.632	16780.632	25.830	5.99	13.70	**
Cubica	1	12615.000	12615.000	19.420	5.99	13.70	**
Error	6	3898.241	649.707				
Total	11	34047.176					

Fuente: Elaboración propia.

CV = 12.20% Error CM = 649.707

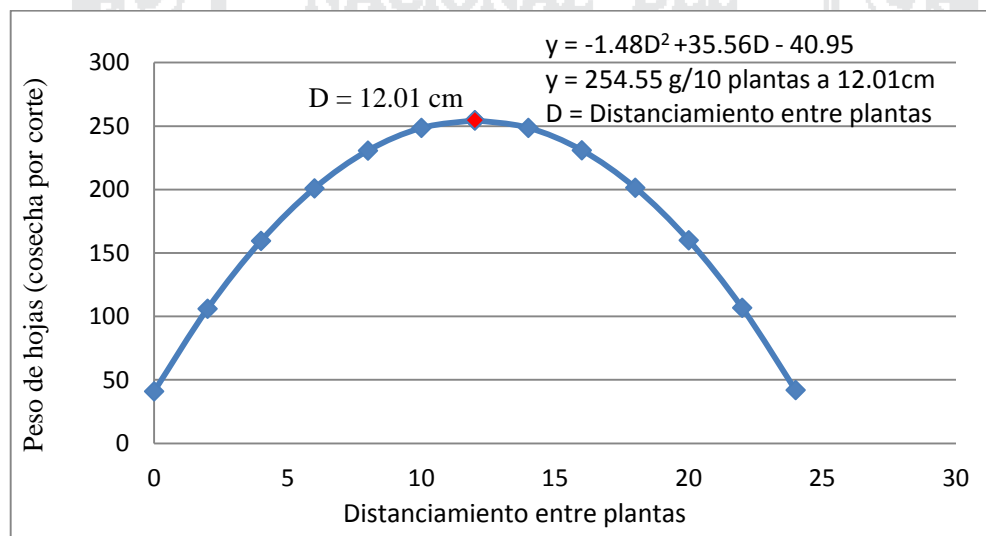
#### 4.2.1. Distanciamiento entre plantas para primera y segunda cosecha (E2)

En la figura 6, para el distanciamiento entre plantas, se observa que el punto de inflexión para producción espinaca por corte, abonada con estiércol E2 es de 12.01cm. Este distanciamiento es adecuado, porque se crea un microclima especial debido a la mayor cantidad de plantas por área de cultivo y se incrementa la temperatura del suelo y del ambiente de las plantas de espinaca, la humedad ambiental, manteniéndose la humedad del suelo; contrarrestando, las condiciones adversas de clima que se tienen en el altiplano de Puno.

Ibáñez (2009) Para ajustar la función de respuesta, se debe trabajar con totales de tratamientos, los tratamientos deben ser igualmente espaciados e igualmente repetidos.

El análisis de tendencia cuadrática para la variable de distanciamiento entre plantas permitió formular la ecuación:  $Y = -1.48D^2 + 35.56D - 40.95$ , con la que se determinó, que la producción de espinaca por corte con estiércol E2 es de 254.55g por 10 plantas.

Los resultados indicados, coinciden con Maroto (2002), Guillen (1976) citado por Escalante (1990) e INFOAGRO, los que indican que el distanciamiento entre plantas de espinaca es de 12 a 15cm entre plantas.



**Figura 6.** Producción de espinaca por corte en g/10 plantas con estiércol E2.

**Fuente:** Elaboración propia

### Sin estiércol (E1)

Análisis de varianza de las curvas de respuesta producción de hojas de espinaca por corte sin estiércol E1, se encuentra en la tabla 14, donde el coeficiente de variabilidad es de 37.73%.

En esta se aprecia que hay diferencia significativa para tendencia cuadrática y en las demás variables residuales no hay diferencia significativa; por lo que se procedió a determinar la tendencia cuadrática para el factor de distanciamiento entre plantas

**Tabla 14.** Análisis de varianza de curvas de respuesta cosecha por corte en g/10 plantas sin estiércol (E1).

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloque	2	2,924.897	1462.44841	0.68	5.14	10.9	ns
Tratamiento	3	18,067.896	6,022.632	2.8	4.76	9.78	ns
Lineal	1	2,739.964	2,739.96	1.28	5.99	13.70	ns
Cuadrática	1	13993.304	13993.304	6.520	5.99	13.70	*
Cubica	1	1334.628	1334.628	0.620	5.99	13.70	ns
Error	6	12885.839	2147.640				
Total	11	33878.631					

Fuente: Elaboración propia.

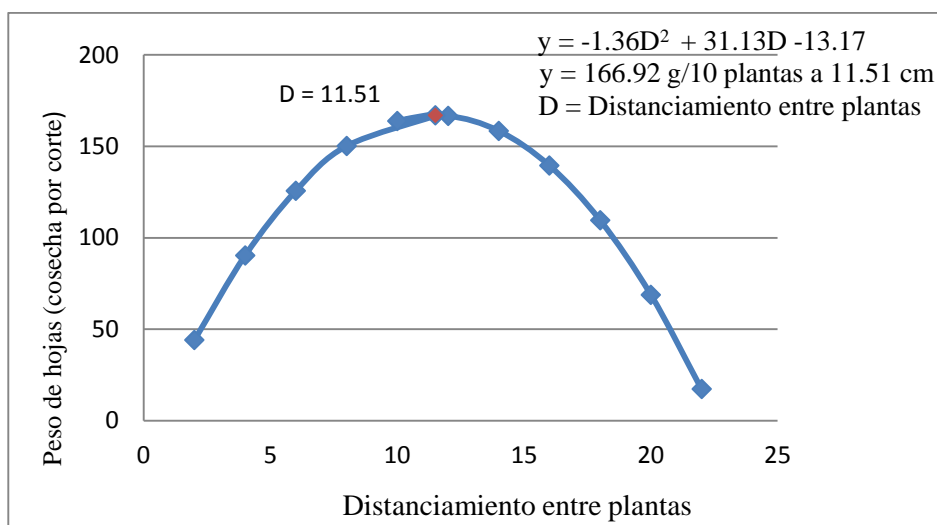
CV = 37.73% Error CM=2147.640

#### 4.2.2. Distanciamiento entre plantas para cosecha por corte (E1)

En la figura 7, para el distanciamiento entre plantas, se observa que el punto de inflexión para producción de espinaca cosecha por corte, sin estiércol E1 es de 11.51cm. Luego estos distanciamientos son adecuados para ambos tiramientos, porque se crea un microclima especial, debido a la mayor cantidad de plantas por área de cultivo; así mismo, se incrementa la temperatura del suelo y del ambiente donde se desarrollan las plantas de espinaca.

Ibáñez (2009) Para ajustar la función de respuesta, se debe trabajar con totales de tratamientos, los tratamientos deben ser igualmente espaciados e igualmente repetidos. El análisis de tendencia cuadrática para la variable de distanciamiento entre plantas permitió formular la ecuación:  $Y = -1.36D^2 + 31.3D - 13.17$ , con la que se determinó, que la producción de espinaca por corte sin estiércol E1 es de 166.92 g/10 plantas.

El resultado indicado, es próximo a los encontrados por con Maroto (2002), Guillen (1976) citado por Escalante (1990) e INFOAGRO, que indican que el distanciamiento entre plantas es de 12 a 15cm entre plantas.



**Figura 7.** Producción de espinaca por corte en g/10 plantas sin estiércol (E1).

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.3. PRODUCCIÓN DE ESPINACA COSECHA POR HOJAS EN g/10 PLANTAS

En la tabla 15, el coeficiente de variabilidad para las variables acomodadas en parcelas (con y sin estiércol) y sub-parcelas (distanciamiento entre plantas) es de 4.73% y 6.63% respectivamente, lo que indica confiabilidad en los resultados obtenidos. La tabla de ANVA; nos muestra que no hay diferencias significativas para bloques, lo que nos indicaría que el terreno es homogéneo; existe diferencias altamente significativas para abonos (A), esto se debe que el estiércol influye en la producción.

Suquilanda (1996), indica que cuando el estiércol es aplicado su efecto será inmediato ya que el nitrógeno que contiene es más asimilable y que la función de este es de fomentar el rápido crecimiento de las plantas.

Hay diferencias altamente significativas para los distanciamientos entre plantas (B), esto es debido a las características de cada distanciamiento. Además no hubo diferencias estadísticas significativas para interacción A x B, lo cual indica que tanto los estiércoles (A) como los distanciamientos entre plantas (B) actúan de forma independiente sobre él la producción de espinaca.

**Tabla 15.** Análisis de varianza para la producción de espinaca cosecha por hojas en g/10 plantas.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2	22863.674	11431.837	6.720	19.00	99	ns
Abonos (A)	1	232139.439	232139.439	136.430	18.50	98.5	**
Error (a)	2	3403.159	1701.579				
Total parcelas	5	258406.272					
B (Distanciamientos)	3	415762.680	138587.560	41.510	3.49	5.95	**
A x B	3	17412.023	5804.008	1.740	3.49	5.95	ns
Error (b)	12	40067.873	3338.989				
Total dentro de parcelas	18	473242.577					
Total	23	731648.85					

Fuente: Elaboración propia.

CV (a) = 4.73%. Error(a) CM=1701.579 CV (b) = 6.63%. Error (b) CM= 3338.989

El estadístico F indicador del análisis de varianza, conduce al rechazo de la hipótesis nula para los efectos principales de abonamientos y distanciamientos, la significancia de estos indica comportamiento diferente de las variables estudiadas. Para lo cual se realizó la prueba de Duncan ( $\alpha=0.01$ ), siendo el tratamiento con estiércol E2 con 970.61 g/10 plantas superior al que no tiene estiércol E1 con 773.91 g/10 plantas de producción de espinaca cosecha por hojas, ver tabla 16.

**Tabla 16.** Prueba de Duncan ( $P \leq 0.01$ ) para abonos sobre la producción de espinaca, cosecha por hojas en g/10 plantas.

Orden de Merito	Abonos	Clave	Producción de espinaca cosecha por hojas en kg/10 plantas	Sig.
1	Con estiércol	E2	970.61	a
2	Sin estiércol	E1	773.91	b

Fuente: Elaboración propia.

El comportamiento de variables indica que hubo un desempeño diferente, por lo que se realizó el ANVA de curvas de respuesta, tablas 17 y 18; quedando los factores distanciamiento entre plantas, de tipo cuantitativo, por lo que se procedió al ajuste de funciones de respuesta, en base a las ANVAS Tabla 17 para el de con estiércol E2 y tabla 18 para el de sin estiércol (E1).



### Con estiércol (E2)

Análisis de varianza de las curvas de respuesta para la producción de espinaca cosecha por hojas (tercera a doceava cosecha) con estiércol, se encuentra en la tabla 17, donde el coeficiente de variabilidad es de 7.36%.

**Tabla 17.** Análisis de varianza de curvas de respuesta de cosecha por hojas con estiércol (E2).

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloque	2	12800.626	6400.313	1.250	5.14	10.9	ns
Tratamiento	3	146257.83	48752.61	9.560	4.76	9.78	*
Lineal	1	66.78	66.78	0.010	5.99	13.70	**
Cuadrática	1	89013.633	89013.633	17.450	5.99	13.70	**
Cubica	1	57177.414	57177.414	11.210	5.99	13.70	*
Error	6	30613.423	5102.237				
Total	11	189671.88					

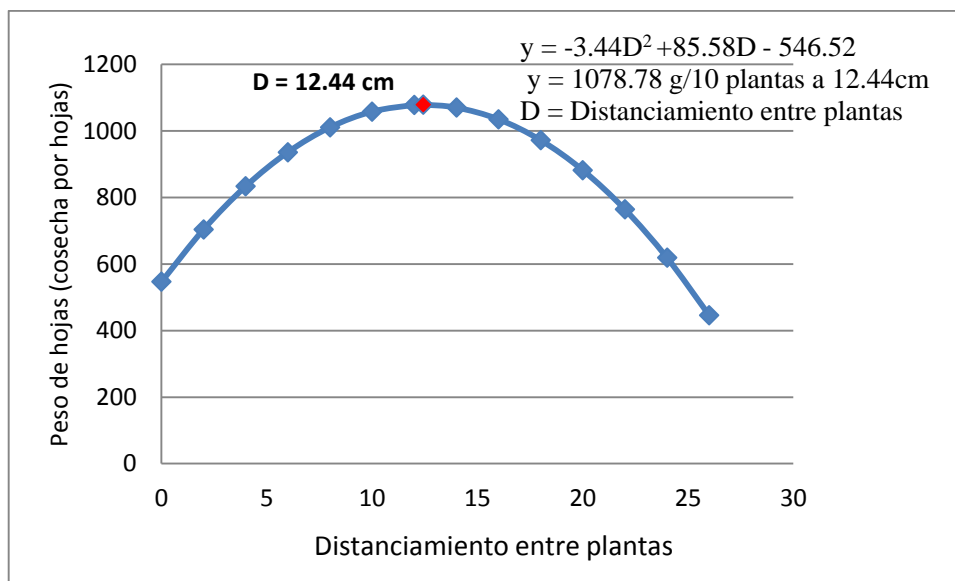
Fuente: Elaboración propia.

CV = 7.36%

Se aprecia que hay diferencia altamente significativa para tendencias lineal y cuadrática, hay diferencia significativa en tratamiento y tendencia cubica y en bloque no hay diferencia significativa; por lo que se procedió a la evaluación cuadrática para el factor de distanciamiento entre plantas.

#### 4.3.1. Distanciamiento entre plantas para cosecha por hojas (E2)

En la figura 8, para el distanciamiento entre plantas, se observa que el punto de inflexión para producción espinaca cosecha por hojas, con estiércol E2 es de 12.44 cm. luego este es el adecuado porque crea un microclima especial, debido al mayor número de plantas por área de cultivo, incrementándose la temperatura del suelo y del ambiente de desarrollo de las plantas de espinaca. Ibáñez (2009) Para ajustar la función de respuesta, se debe trabajar con totales de tratamientos, los tratamientos deben ser igualmente e espaciados e igualmente repetidos. El análisis de tendencia cuadrática para la variable de distanciamiento entre plantas permitió formular la ecuación:  $Y = - 3.44D^2 + 85.58D - 546.52$ , con la que se determinó, que la producción de espinaca cosecha por hojas con estiércol E2 es de 1078.78 g por 10 plantas.



**Figura 8.** Producción de espinaca (cosecha por hojas) con estiércol E2 en g/10 plantas  
**Fuente:** Elaboración propia.

**Sin estiércol (E1)**

Análisis de varianza de las curvas de respuesta para la producción de espinaca por hojas tercera a doceava cosecha sin estiércol E1, se encuentra en la tabla 18, donde el coeficiente de variabilidad es de 5.13%.

Se aprecia que hay diferencia altamente significativa para tratamiento, tendencias cuadráticas y cubica y no hay diferencia significativa en los demás residuales; por lo que se procedió a la evaluación cuadrática para el factor de distanciamiento entre plantas.

**Tabla 18.** Análisis de varianza de las curvas de respuesta de producción de espinaca cosecha por hojas sin estiércol (E1).

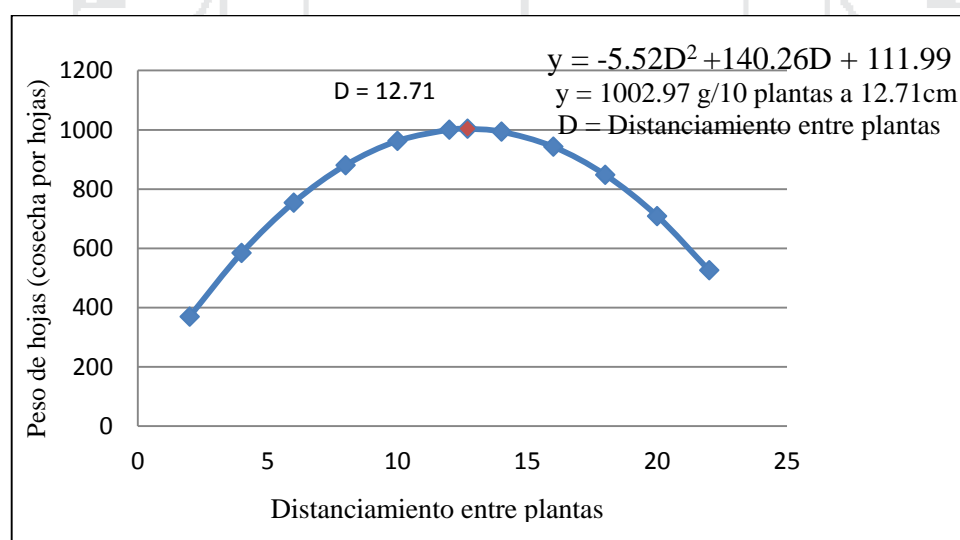
F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig
Bloque	2	13466.207	6733.103	4.270	5.14	10.9	ns
Tratamiento	3	286916.876	95638.959	60.690	4.76	9.78	**
Lineal	1	1923.155	1923.155	1.220	5.99	13.70	ns
Cuadrática	1	228067.312	228067.312	144.740	5.99	13.70	**
Cubica	1	56926.408	56926.408	36.130	5.99	13.70	**
Error	6	9454.450	1575.742				
Total	11	309837.533					

Fuente: Elaboración propia

CV = 5.13%

#### 4.3.2. Distanciamiento entre plantas para cosecha por hojas (E1)

En la figura 9, para el distanciamiento entre plantas, se observa que el punto de inflexión para producción espinaca por hojas, sin estiércol E1 es de 12.71cm. Luego estos distanciamientos son adecuados para ambos tiramientos, porque se crea un microclima especial, debido a la mayor cantidad de plantas por área de cultivo; así mismo, se incrementa la temperatura del suelo y del ambiente donde se desarrollan las plantas de espinaca. Ibeñez (2009) Para ajustar la función de respuesta, se debe trabajar con totales de tratamientos, los tratamientos deben ser igualmente espaciados e igualmente repetidos. El análisis de tendencia cuadrática para la variable de distanciamiento entre plantas permitió formular la ecuación:  $Y = -5.52D^2 + 140.26D + 111.99$ , con la que se determinó, que la producción de espinaca cosecha por hojas sin estiércol E1 es de 1002.97 g por 10 plantas.



**Figura 9.** Producción de espinaca (cosecha por hojas) en g/10 plantas sin estiércol E1.

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.4. ALTURA DE PLANTA

En la tabla 19, el coeficiente de variabilidad para las variables acomodadas en parcelas (con y sin estiércol) y sub-parcelas (distanciamiento entre plantas) es de 2.82% y 3.41% respectivamente, lo que indica confiabilidad en los resultados obtenidos. La tabla de ANOVA; nos muestra que no hay diferencias significativas para bloques, lo que nos indicaría que el terreno es homogéneo; existe diferencias significativas para abonos (A), Según Sánchez. (2003). Esto se debe que el estiércol de ovino tiene muchos

beneficios en especial mayor contenido de nutrientes frente a otros abonos que influyen en el crecimiento de las plantas.

Mamani, (2000). Manifiesta que el estiércol de ovino cumple un rol muy importante en el suelo, por el aporte de nutrientes, retención de humedad, aumento de temperatura, mejora de la estructura del suelo favoreciendo la aeración, mejora la actividad biológica por lo que son factores importantes para el crecimiento de las plantas en la altura de planta.

Hay diferencias altamente significativas para los distanciamientos entre plantas (B), esto es debido a las características de cada distanciamiento. Además no hubo diferencias estadísticas significativas para interacción A x B, lo cual indica que tanto los estiércoles (A) como los distanciamientos entre plantas (B) actúan de forma independiente sobre él la altura de planta.

El estadístico F, conduce al rechazo de la hipótesis nula para los efectos principales abonos y distanciamientos entre plantas, la significación estadística de este último indica que existe diferente comportamiento de abonos estudiados.

**Tabla 19.** Análisis de varianza para la altura de planta de espinaca en cm.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig
Bloques	2	9.65073	4.82536	9.33000	19.00	99.00	ns
Abonos (A)	1	11.48167	11.48167	22.20000	18.50	98.50	*
Error (a)	2	1.03456	0.51728	0.69000			
Total parcelas	5	22.16695					
B (Distanciamientos)	3	209.85583	69.95194	92.66000	3.49	5.95	**
A x B	3	0.19350	0.06450	0.09000	3.49	5.95	ns
Error (b)	12	9.05912	0.75493				
Total dentro de parcelas	18	219.10845					
Total	23	241.27540					

Fuente: Elaboración propia

CV (a) = 2.82%. Error(a) = 0.51728 CV (b) = 3.41%. Error (b) = 0.75493

Esto queda ratificado por la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ), siendo el tratamiento con estiércol E2 con 26.1817 cm superior al que no tiene estiércol E1 con 24.7983 cm, ver tabla 20.

**Tabla 20.** Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para abonos sobre altura de planta de espinaca en cm.

Orden de Merito	Tratamientos	Clave	Promedio altura de planta en cm	Sig.
1	Con estiércol	E2	26.1817	a
2	Sin estiércol	E1	24.7983	b

Fuente: Elaboración propia.

El comportamiento de variables indica que hubo un desempeño diferente, por lo que se realizó el ANVA de curvas de respuesta, tablas 21 y 22; quedando los factores distanciamiento entre plantas, de tipo cuantitativo, por lo que se procedió al ajuste de funciones de respuesta, en base a las ANVAS Tabla 21 para el de con estiércol (E2) y tabla 22 para el de sin estiércol (E1).

### Con estiércol E2

El análisis de variancias de la curva de respuestas para la altura de planta de espinaca con estiércol E2, se encuentra en la tabla 21 donde el coeficiente de variabilidad es de 2.92%.

Se aprecia que hay diferencia altamente significativa en tratamientos y tendencias cuadrática y cubica y en los demás variables residuales no hay diferencia significativa. Luego se procedió a la evaluación cuadrática para el factor de distanciamiento entre plantas.

**Tabla 21.** Análisis de varianza de las curvas de respuesta para altura de planta de espinaca en cm con estiércol E2.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc.	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloque	2	3.022	1.511	2.590	5.14	10.9	ns
Tratamiento	3	108.019	36.006	61.660	4.76	9.78	**
Lineal	1	1.607	1.607	2.750	5.99	13.70	ns
Cuadrática	1	92.741	92.741	158.810	5.99	13.70	**
Cúbica	1	13.671	13.671	23.410	5.99	13.70	**
Error	6	3.50387	0.5840				
Total	11	114.544					

Fuente: Elaboración propia.

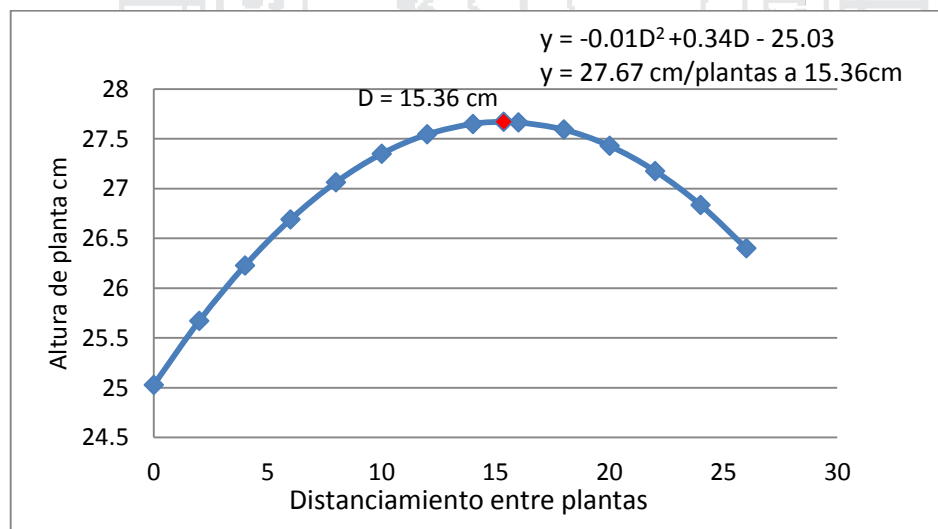
CV = 2.92% Error(a) = 0.5840

#### 4.4.1. Distanciamiento entre plantas para altura de planta (E2)

En la figura 10, para el distanciamiento entre plantas, se observa que el punto de inflexión para la altura de planta de espinaca viroflay Híbrida, abonadas con estiércol (E2) es de 15.36 cm.

Ibáñez (2009) Para ajustar la función de respuesta, se debe trabajar con totales de tratamientos, los tratamientos deben ser igualmente espaciados e igualmente repetidos. El análisis de tendencia cuadrática para la variable de distanciamiento entre plantas permitió formular la ecuación:  $Y = -0.01D^2 + 0.34D - 25.03$ , con la que se determinó, que la altura de planta de 10 cm con estiércol (E2) es de 27.67 cm. Gorini (1970), en una segunda fase el crecimiento en altura de planta, que completa su ciclo de desarrollo presentando un tallo erecto de 30 cm a 1m en el que se sitúan las flores.

Según la Alternativa ecológica (2011) la planta puede alcanzar una altura de 20 – 40 cm. según el tipo de cultivar



**Figura 10.** Altura de planta en cm de espinaca promedio total con estiércol (E2).

**Fuente:** Elaboración propia

#### Sin estiércol (E1)

El análisis de variancia de curvas respuesta para altura de planta de espinaca en cm sin estiércol (E1), se encuentra en la tabla 22 donde el coeficiente de variabilidad es de 3.88 %.

Se aprecia que hay diferencia altamente significativa entre tratamientos y las tendencias cuadráticas, cúbicas y en las demás variables residuales no hay diferencia significativa. Luego se procedió a la evaluación cuadrática para el factor de distanciamiento entre plantas.

**Tabla 22.** Análisis de varianza de las curvas de respuesta de altura de planta de espinaca en cm sin estiércol (E1).

F. de V.	GL	SC	CM	Fc.	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloque	2	7.664	3.832	4.140	5.14	10.9	ns
Tratamiento	3	102.031	34.010	36.730	4.76	9.78	**
Lineal	1	0.482	0.482	0.520	5.99	13.70	ns
Cuadrática	1	88.238	88.238	95.300	5.99	13.70	**
Cúbica	1	13.310	13.310	14.380	5.99	13.70	**
Error	6	5.555	0.926				
Total	11	115.249					

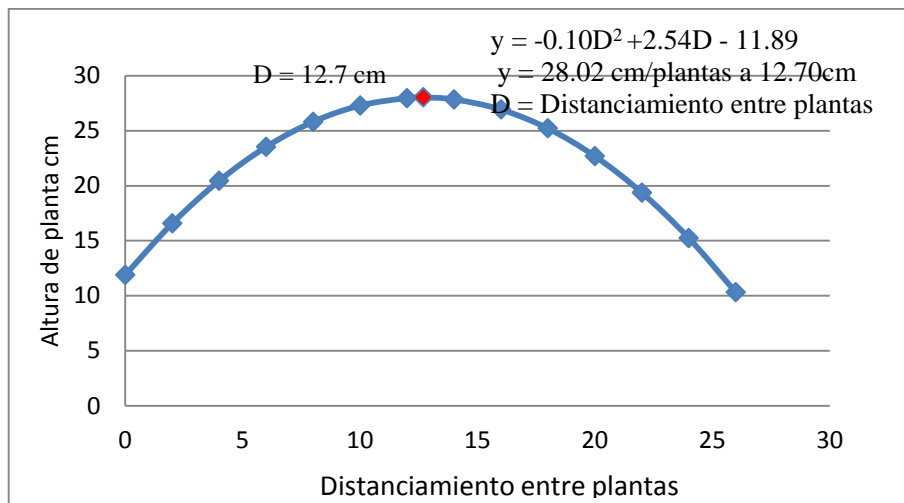
Fuente: Elaboración propia.

CV = 3.88%

#### 4.4.2. Distanciamiento entre plantas para altura de planta (E1)

En la figura 11, para el distanciamiento entre plantas, se observa que el punto de inflexión para la altura de planta de espinaca, sin estiércol E1 es de 12.70 cm. Luego estos distanciamientos son adecuados para ambos tratamientos, porque se crea un microclima especial, debido a la mayor cantidad de plantas por área de cultivo; así mismo, se incrementa la temperatura del suelo y del ambiente donde se desarrollan las plantas de espinaca. Ibáñez (2009) Para ajustar la función de respuesta, se debe trabajar con totales de tratamientos, los tratamientos deben ser igualmente e espaciados e igualmente repetidos. El análisis de tendencia cuadrática para la variable de distanciamiento entre plantas permitió formular la ecuación:  $Y = -0.10D^2 + 2.54D - 11.89$ , con la que se determinó, que la altura de planta en cm sin estiércol E1 es de 28.02 cm





**Figura 11.** Altura de planta de espinaca en cm sin estiércol E1.

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.5. FENOLOGÍA DE LA ESPINACA

Las fases fenológicas del cultivo de la espinaca han sido tomadas de Maroto (2002). Los resultados obtenidos en el presente trabajo se encuentran en la tabla 23 y 6, donde se observa que la siembra del almácigo dentro del invernadero, se realizó el 18 de octubre del 2013 iniciando la fase vegetativa F1; cinco días después el 23 de octubre, se inició la emergencia con la aparición de un par de hojas cotiledonales, dándose esta por finalizada el 07 de noviembre a 20 días después de la siembra estando próximos a los márgenes establecidos por AGRI-NOVA el que indica que la emergencia dura tres semanas a una temperaturas de 4 a 6°C, probablemente a campo abierto.

**Tabla 23.** Datos meteorológicos por fases fenológicas del cultivo de espinaca

Fases	Fechas		Número días	Temperaturas en °c			HR%	PPmm
	Inicio	Final		Max	Media	Min		
Estado vegetativo en almácigo	18/10/2013	29/11/2013	42					
Estado vegetativo después del trasplante	30/11/2013	02/01/2014	32	16.20	9.99	5.01	66.03	1.38
Estado vegetativo			74					
Roseta de hojas	03/01/2014	01/03/2014	57	15.94	9.14	4.96	67.67	4.07
Elongación del tallo	02/03/2014	14/03/2014	13	17.95	10.25	3.02	66.41	0.91
Brotos laterales	15/03/2014	28/03/2014	14	16.69	9.75	4.77	71.81	3.24
Inicio de floración	29/03/2014	26/04/2014	29	16.67	9.26	2.69	66.29	1.04
Formación de semilla	27/04/2014	25/05/2014	29	16.48	7.95	1.33	48.69	0.05

**Fuente:** Datos registrados en la estación meteorológica.

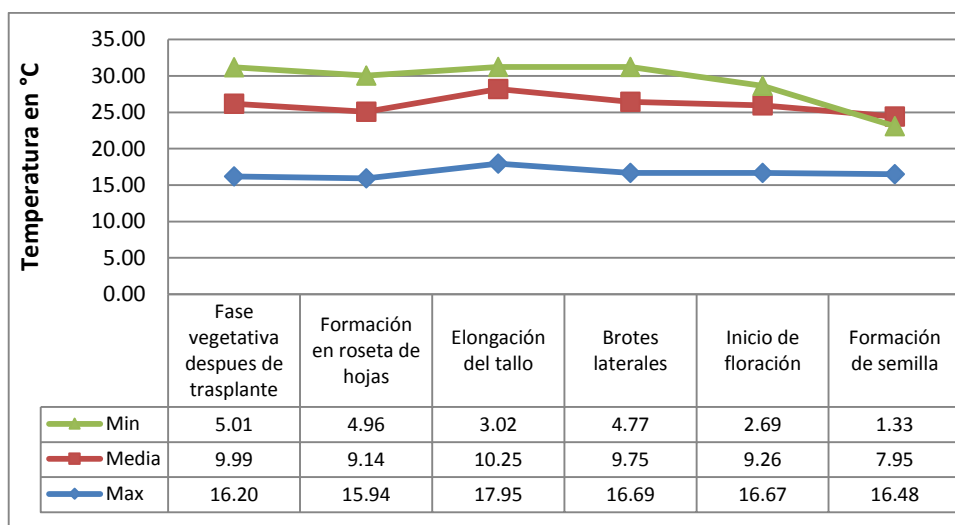


Figura 12. Temperatura máxima, media y mínima por fase fenológica de espinaca en °C

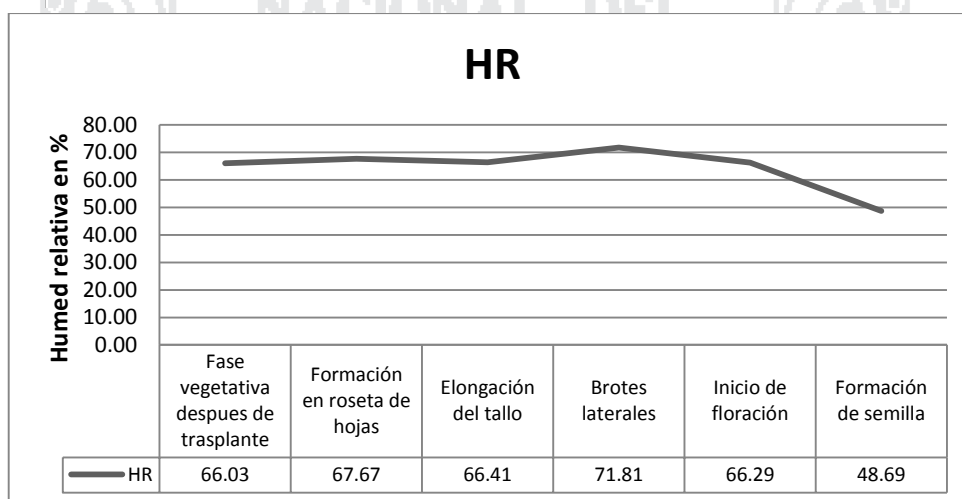


Figura 13 Humedad relativa media en % por fase fenológica de espinaca

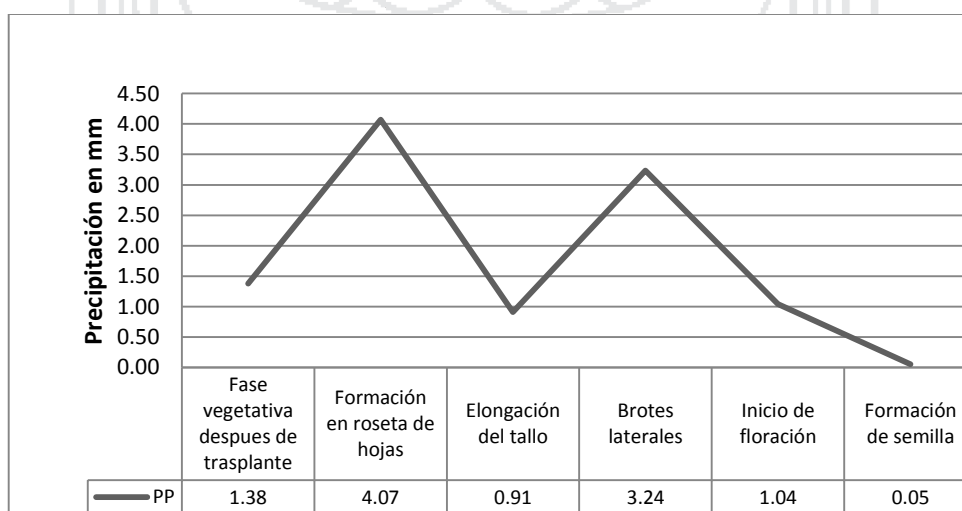


Figura 14. Precipitación pluvial en mm por fase fenológica de espinaca

Luego de finalizada la emergencia, la espinaca acumulo de 2 hasta 7 hojas en 22 días; procediéndose luego, al trasplante el 30 de noviembre, a 42 días de la siembra.

La fase de formación de roseta hojas F2, se inició con la finalización de la fase vegetativa el 03 de enero, dentro de esta, el 16 de enero se realizó la primera cosecha por corte, a una altura de 5cm del cuello de la planta, finalizando esta el 01 de marzo. Al respecto Gorini (1970) indica que esta fase es muy influenciada, principalmente, por los factores climáticos.

**Tabla 24.** Fases fenológicas del cultivo de espinaca

Fases	Etapas	Fecha s	Número de días		
			Sub fase	Fase vegetativa	Periodo vegetativo
Fase vegetativa F1	Almacigado				
	Siembra	18/10/13			
	Inicio de emergencia	23/10/13	5		
	Finalización de emergencia	07/11/13	15	20	
	Dos hojas verdaderas	12/11/13	5		
	Cuatro hojas verdaderas	17/11/13	5		
	Seis hojas verdaderas	22/11/13	5		
	Siete hojas	29/11/13	7	22	
	Trasplante	30/11/13	42		74
Formación de roseta de hojas	F2	03/01/14			57
Elongación del tallo	F3	02/03/14			13
Brotos laterales	F4	15/03/14			14
Inicio de floración	F5	29/03/14			29
Formación de semilla	F6	27/04/14			29
<b>Periodo vegetativo</b>					216

Fuente: Elaboración propia

Durante esta fase el cultivo de espinaca desarrollo a temperaturas promedio, máxima de 15.94, media de 9.14 y mínima de 4.96 °C respectivamente, con una humedad relativa media de 67.67% y 4.07mm de precipitación, ver Tabla 23 y 24 y figuras 12, 13 y 14.

La fase de elongación del tallo F3, se inicia con la séptima cosecha el 02 de Marzo a 144 días de la siembra y tiene una duración de 13 días, hasta el 14 de Marzo. Al respecto Gorini (1970) menciona que completa su ciclo de desarrollo presentado un tallo erecto de 30 cm a 1m en el que se sitúan las flores.

La fase de brotes laterales F4, se inicia con la novena cosecha el 15 de Marzo y tiene una duración de 14 días, hasta el 28 de Marzo.

La fase de inicio de floración F5, se inicia 29 de Marzo y termina el 26 de Abril y tiene una duración de 29 de días. Al respecto Gorini (1970) menciona que la espinaca es una planta dioica o bien presenta plantas masculinas y femeninas; no es raro que prevalezcan formas sexuales masculinas o femeninas, o incluso hermafroditas, por lo que el aspecto morfológico de la planta puede presentar notables diferencias.

La última fase de formación de semillas F6, se inicia el 27 de Abril al 25 de Mayo con una duración de 29 días. Al respecto Gorini (1970) dice que en esta fase las plantas femeninas poseen mayor número de hojas basales, tarda más en desarrollar la semilla y las flores masculinas están agrupadas en número de 6-12 en las espigas terminales o axilares.

**Tabla 25.** Producción total del cultivo de espinaca con abonos y distanciamientos entre plantas por kg/ha

Producción en Kg/ha de espinaca					
Distanciamiento entre plantas en cm		5	10	15	20
Nº de plantas/ha		1000000.00	500000.00	333333.33	250000.00
Abonos	Cosechas				
Con estiércol E2	Por corte	50254.00	44000.50	19936.33	13170.25
	Por hojas	257030.00	172560.50	96307.33	68414.25
	Total	307284.00	216561.00	116243.67	81584.50
Sin estiércol E1	Por corte	31274.00	26684.00	13608.00	5485.00
	Por hojas	176480.00	149778.00	82503.00	51288.00
	Total	207754.00	176462.00	96111.00	56773.00

Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

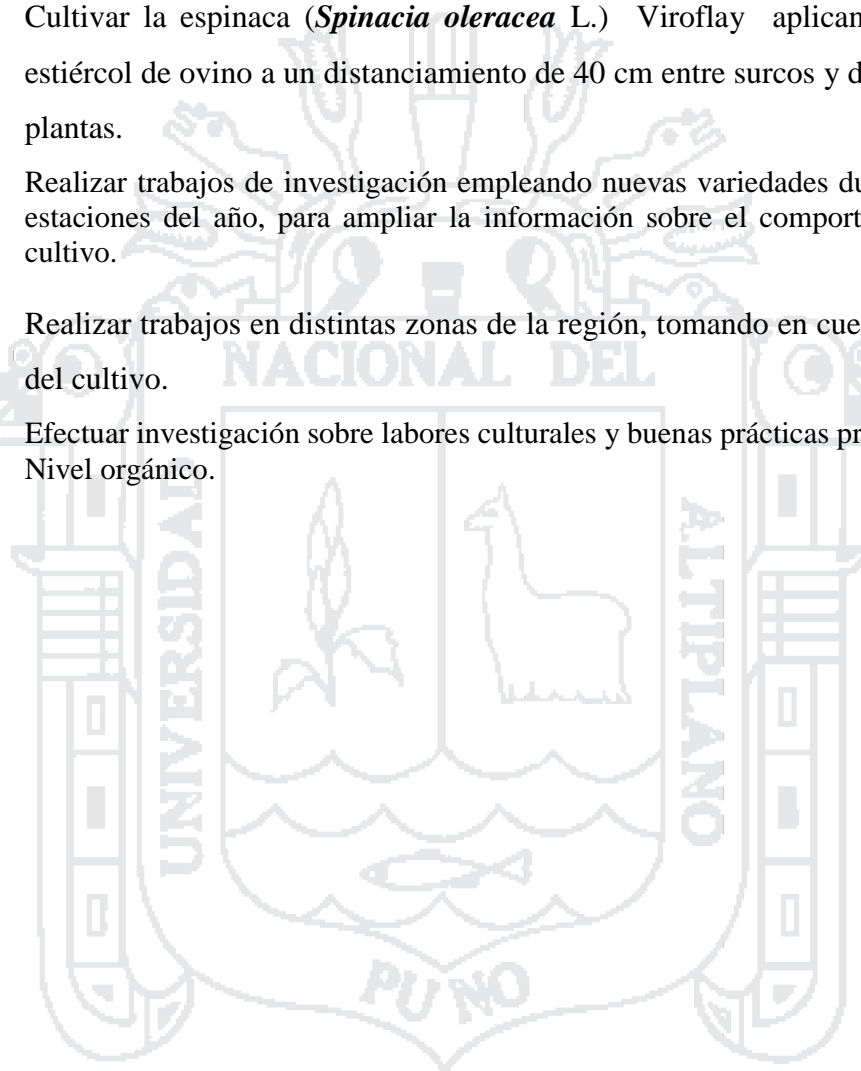
Con los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se ha llegado a las siguientes conclusiones

1. Comparando el efecto 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, se encontró diferencia significativa, 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.
2. Los distanciamientos entre plantas, según las curvas de respuesta de función de ajustes cuadráticas, para la producción de hojas de espinaca cosechas por corte y por hojas con estiércol E2 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 E1 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 E2 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 E1 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 las variables en estudio esto quiere decir que cada uno de los tratamientos A abono y B distanciamientos entre plantas actúan independientemente.
4. En el cultivo de espinaca cultivar híbrida 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

## RECOMENDACIONES

Para las condiciones del altiplano de Puno en que se realizó el presente trabajo de investigación, se recomienda:

1. Cultivar la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) Viroflay aplicando 25 t/ha de estiércol de ovino a un distanciamiento de 40 cm entre surcos y de 12.5 cm entre plantas.
2. Realizar trabajos de investigación empleando nuevas variedades durante las cuatro estaciones del año, para ampliar la información sobre el comportamiento de este cultivo.
3. Realizar trabajos en distintas zonas de la región, tomando en cuenta la fenología del cultivo.
4. Efectuar investigación sobre labores culturales y buenas prácticas productivas a Nivel orgánico.



**BIBLIOGRAFÍA CITADA**

1. ALCAZAR, O. 2010. **Manual Básico Producción de hortalizas**. México, 30p
2. ALTIERI, W. 2004. **Nutrición mineral de las plantas**. Fitosan S.A Guayaquil – Ecuador.
3. BARBADO, J. 2006. **Huertos orgánicos**. Buenos Aires, Albatroz. 190p.
4. BELON, L. 1989. Comparativo de rendimiento de dos variedades de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) a tres distanciamientos entre plantas e hileras. Altiplano. 68p. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Puno. Universidad Nacional del Altiplano.
5. CANIHUA, R, J. 2 001. Estación experimental Illpa-Puno **metodología de la interpretación de los suelos**. Puno. S e. 31p.
6. CAMASCA, A. 1998. **Horticultura práctica**. 2 ed. Ayacucho. se 1 994. 285p.
7. CARI, A. 1998. Materia Orgánica. Separata del curso de Fertilidad de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Del Altiplano Puno, Perú. 13p.
8. CHAHUA, Liz. 2006. Evaluación de cinco cultivares de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) bajo cultivo orgánico (en línea). Tesis Lima. UNA la Molina (18 diapositivas).
9. CUTIPA Q.F. 2012. Efecto de Distanciamientos entre surcos y Plantas en el Cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea*. L. var. Italica) en Puno-Perú. 88p.
10. COBOS, M. 2000. Elaboración de EM BOKASHI y su evaluación el el cultivo de maíz *Zea mays* L. bajo riego en bramaderos. Tesis Ing. Agr. Loja, Ec. Universidad de Loja, Facultad de Ciencias Agrícolas.
11. CHAPANA A 2007. Uso de abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físico - químicos del suelo, en el cultivo de la lechuga (*lactuca sativa* l.), en ambiente atemperado, 2007 <http://tesis.dpicuto.edu.bo/facultad-de-ciencias-agrarias-y-veterinarias/carrera-de-ingenieria-agricola/481-uso-de-abonos-organicos-y-su-efecto-en-las-propiedades-fisico-quimicos-del-suelo-en-el-cultivo-de-la-lechuga-lactuca-sativa-l-en-ambiente-atemperado-oruro-bolivia.html>. Oruro - Bolivia.

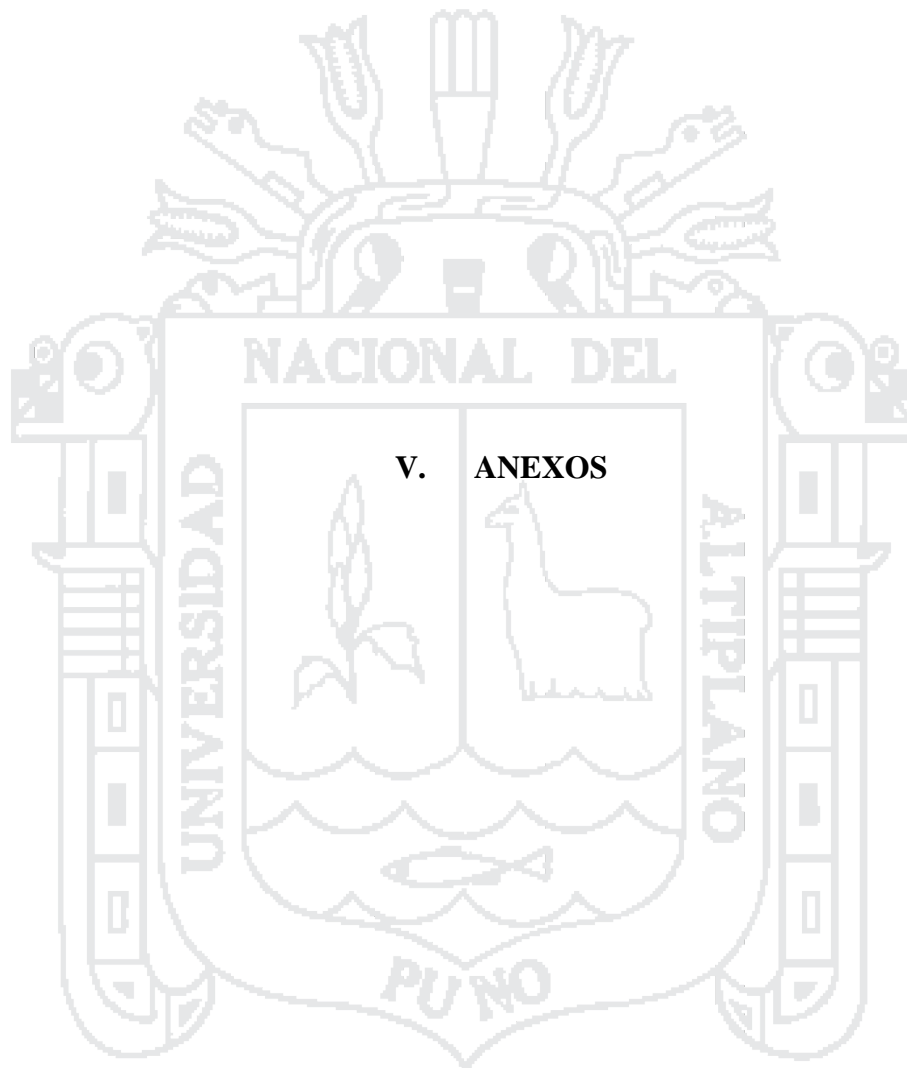


12. DELGADO, R. 2006. Contribuciones de guano de Isla al mejoramiento de la fertilidad del suelo. M Sc. Candidato a PhD. Profesor investigador, Universidad de Costa Rica. Art. Científico.
13. DOMINGUEZ, V. A. 1984. **Tratado de fertilización**. 2 ed. Madrid. ES. Editorial Mundi Prensa. 326p.
14. ESCALANTE, R. P. H. 1990. Efecto de tres sistemas de cultivo forzado en dos variedades de espinaca (*Spinacia oleracea* L.). Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Puno. Universidad Nacional del Altiplano. 50p.
15. GORINI, F. 1970. **El cultivo de la espinaca**. Editorial Acribia Zaragoza (España), 87 p.
16. INCAGRO. 2002. Manual de procedimientos en buenas prácticas agrícolas.
17. INFOAGRO.COM - Portal líder en agricultura. Cultivo de espinaca. Disponible en <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/>
18. IBAÑEZ, Q. V. 2009. Análisis y diseño de experimentos. Primera Edición, Puno-Perú, 440 p.
19. IBAÑEZ, Q. V. 2003. Diseños estadísticos, Puno-Perú, 271 p.
20. LOPEZ, M. 2006. **Horticultura**. Segunda Edición, México D.F. Trills, 389p.
21. LUDWICK, A. E. 1995. Campbell, Keith B; Johnson, Richard. **Manual de Fertilizantes para Horticultura**. México D.F. Editores UTEHA Noruega. 297p.
22. LARCHER, W. 2006. **Ecofisiología Vegetal**. Edición Omega S.A. 1977. 305p.
23. McCune y Grace 2002. Ajuste y transformación datos capítulo 09.
24. MACEDO, José; López Genaro, Huertos ecológicos familiares. Lima CARE – Perú, 26p.
25. MAMANI 2000. Arana, Nora. Aspectos generales de la propagación de plantas. Separata de curso de Semillas y Propagación de Plantas UNA-PUNO. Puno. PE. S. e. 97p.
26. MAROTO, J.V 1989. **Horticultura herbácea especial**. (Catedrático de Cultivos Herbáceos Universidad Politécnica de Valencia) 3ra. Edición, 566 p.
27. MAROTO, J.V. 2002. **Horticultura herbácea especial**. (Catedrático de Cultivos Herbáceos Universidad Politécnica de Valencia) 5ra. Edición, 506 p.

28. MANCILLA, S. 2009. Aplicación de abonos orgánicos en el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) bajo invernadero, AMICA-URURO.
29. PÉREZ C. R. 2005. Evaluación del almacigado y trasplante de espinaca japonesa en cepellón de tierra con distintas dosis de estiércol en invernadero, La Paz, Bolivia 57p.
30. SÁNCHEZ, C. 2003. Abonos Orgánicos y Lombricultura p50-51.
31. SALUNKHE y KADAM. 2004. **Tratado de Ciencia y Tecnología de las Hortalizas** (p, 441 – guisantes), Editorial Acribia - España, 739 p.
32. SUCA, A. 1993. Curso de Horticultura, Carrera Profesional de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano.
33. SOLANO, M. 2015 Taxonomía Vegetal. Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano.
34. SUQUILANDA, M. (1996). Agricultura Organica Alternativa del futuro Ediciones UPS FUNDAGRO Quito, Ecuador p 105, 194-195,172.
35. TAMARO, D. 1981. **Manual de Horticultura**. Ediciones G.GILI. S.A. 508p.
36. THOMSON, L. 2000. **La Ciencia de las Plantas**. Editores Spain, 628p.
37. TISDALE Y NELSON. 1982. **Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes** Editorial UTEHA. México. 760p
38. TICONA, P. R. 2009. Rendimiento de dos cultivares de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) con aplicación de estiércol de ovino y microorganismos eficaces en condiciones de invernadero – PUNO. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Puno. Universidad Nacional del Altiplano. 153p.
39. VASQUEZ R. 2004. II Informe de Parcial de Fundamentos y Metodos Bioestadísticas aplicados a la Investigación. UNA – PUNO- PERÚ.
40. YVES, T. 2002. Tecnología de las Hortalizas. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España, 591p.

41. ZOOPOL.R: FAROPPA. S: BELLEND.A. B: M. 2008. Alimentos en la Huerta, guía para la producción y consumo saludable. Editado por la Unidad de Comunicación y transparencia Tecnología de INIA Montevideo Uruguay.208p.





**ANEXO 1: PANEL FOTOGRÁFICO**



**Foto 1** semilla de espinaca



**Foto 2 y 3** siembra en almacigo





Foto 4 plántulas en almacigo



Foto 5 marquera para trasplante



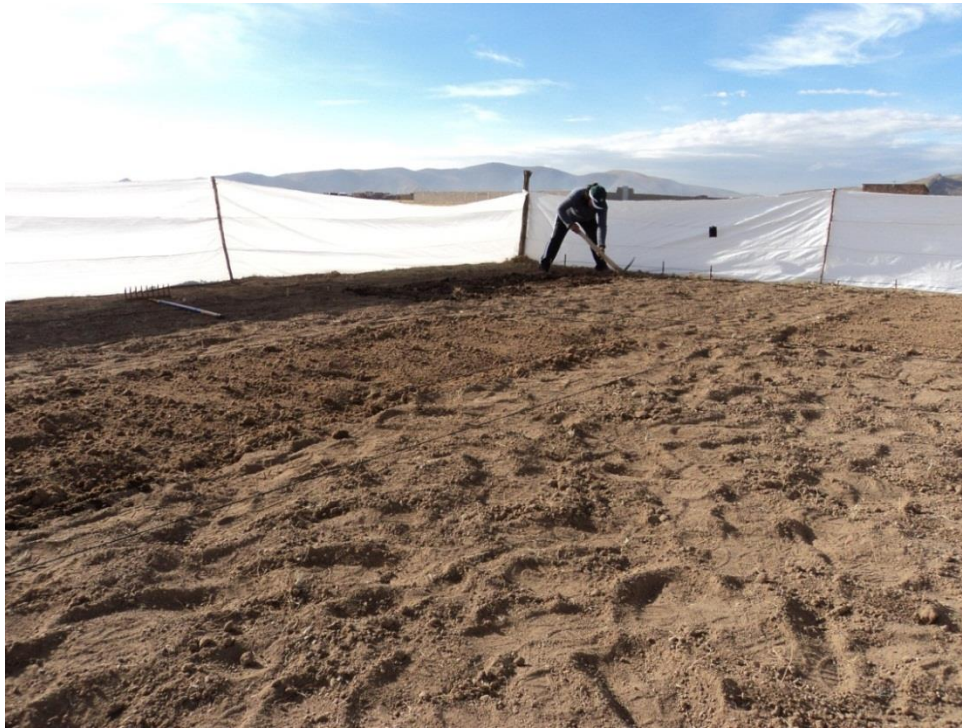


Foto 6. Preparado del terreno



Foto 7. Preparación del estiércol de ovino





**Foto 8.** Trasplante



**Foto 9.** Días después de Trasplante





Foto 10. Riego después de Trasplante



Foto 11,12 y13. Cosecha por corte





Foto 14 y 15. Medidas de altura de planta y peso de hoja



Foto 16. Formación de semilla

**ANEXO 2: TABLAS**

**Anexo 01. Datos meteorológicos por fases fenológicas**

Fase fenológica	T° Min °C	T° media °C	T° Max °C	HR %	PP mm	Meses	Días
F1	5,7	12,45	18,8	49,46	0,1	Diciembre	1
	3,1	11,58	18,3	53,42	0,1		2
	3,1	11,06	17,5	46,29	0,2		3
	6,2	8,99	14,2	71,5	3,2		4
	2,2	11,32	19,5	61,43	0,1		5
	4,4	10,8	18,2	58,04	1,7		6
	4,5	9,09	15,4	73,46	1		7
	6	9,8	16,4	73,38	2,6		8
	5,5	8,63	13,9	78,58	1		9
	4,8	8,95	15	75,83	0,2		10
	5,7	8,58	13,3	82,3	0		11
	7,6	9,79	14,2	71,58	0		12
	3,5	10,08	17	61,79	0,1		13
	5,5	10,93	16,9	64,96	0,5		14
	4,5	8,92	15,4	72,04	0,3		15
	5	9,43	16	73,46	5,1		16
	5,7	10,85	16,6	42,75	0,1		17
	5	11,78	18,2	36	0		18
	4,2	11,16	17	43,17	0,1		19
	6,8	11,03	16,6	55,65	0,3		20
	6,1	9,4	15,9	71,63	3,9		21
	6	10,45	17,3	65,96	4,6		22
	6,1	9,6	15,9	73,92	1		23
	6,3	10,16	15,7	69,46	0		24
	2,4	7,81	14,4	76,17	0,2		25
	3,7	10,2	16,4	65,5	0,1		26
	4,9	9,89	15	70,46	0,9		27
	6,3	9,12	14,5	75,21	3,4		28
	5,1	9,97	19,1	75,79	13,4		29
	5,1	8,85	14,9	79,63	1,1		30
	7	9,63	15,1	75,08	0		31
5,1	9,01	13,9	67,25	0	Enero	1	
2,1	10,25	18,1	67,96	0,2		2	
F2	3,3	10,63	17,6	61,63	0,2	Enero	3
	6,8	9,4	14,7	77,48	0		4
	5,5	9,71	15,5	74,04	0		5
	6,4	10,26	15,8	72,5	0,1		6
	5,7	9,62	14,2	77,08	0		7
	7,1	9,58	13,2	74,75	0		8
	5,6	10,4	15,8	71,33	0,2		9
	5,9	9,92	14,1	72,08	0		10
	3,5	11,03	17,4	56,71	0,2		11
	4,6	8,85	14,9	71,04	0		12
	3,6	9,55	16,6	69,75	0		13
	3	11,02	17,8	64,88	9,5		14
	4,5	8,83	15,6	77,54	25,1		15
	5,2	7,97	13,6	80,38	20,5		16
	4,7	8,36	13,3	79,54	3,5		17
	6,4	9,43	14,9	76,88	7,2		18
	5,8	9,28	14,5	78,17	7,9		19
	6,9	10,92	16,5	70,38	1,6		20
	4,6	10,62	18	70,43	0		21

	1,7	6,79	11,7	84,29	32,8		22
	6,9	10,06	15,2	72,63	1,7		23
	4,2	10,37	17,6	53,96	0		24
	3,7	9,77	17,1	46,92	0		25
	4,2	9,02	14,4	42,46	0		26
	5,9	9,56	15,9	61,92	6,5		27
	5,9	10,39	16,4	70,96	3,7		28
	4,7	9,94	17	66,67	18,5		29
	5,8	8,8	13,5	79,83	31,9		30
	5,8	9,1	15,3	77,42	3,7		1
	6	8,5	13,9	80,38	19,7		2
	4,5	10,9	17,7	65,26	1,1		3
	3,6	10,49	17,8	49,08	0		4
	-0,1	8,93	16,1	49,17	0		5
	5	9,21	15,3	63,5	8,4		6
	4,2	8,9	15,4	78,21	5,6		7
	4,3	9,73	15,1	72,46	1,4		8
	5,2	10,35	16,6	71,67	2,7		9
	5,1	10,37	16,9	60,46	0		10
	4,4	9,97	16,2	56,88	4,5		11
	6,1	10,19	16,2	72,25	4		12
	5,9	10,16	15,7	75,83	0,7		13
	6,3	10,52	16,4	68,83	0,8	Febrero	14
	5,8	8,92	13,9	76,38	4,6		15
	5,2	9,8	16	70,58	0,6		16
	7,4	10,6	15,2	70,42	0		17
	6,9	10,23	16,8	72,25	1,6		18
	8,7	0	17,4	21,13	0		19
	4,5	11,01	17,3	62,61	0		20
	7	10,71	15,1	59,26	0		21
	6	10,75	16,8	63,35	0		22
	5,8	10,15	16,1	69,5	0		23
	6,6	10,75	17,2	69,04	0,3		24
	6,3	11,29	17,5	66,86	1,1		25
	2,4	10,66	18,1	64,21	0		26
	5,6	10,78	16,7	63,5	0		27
	3,5	10,89	17,6	67,58	0		28
	1,1	10,5	19,5	62,79	0	Marzo	1
	2,6	10,68	19,6	62,73	0		2
	1,9	9,91	18,9	63,87	1,3		3
	0,9	9,55	16,3	62,18	0		4
	3,8	10,44	18,5	64,88	0		5
	4,7	10,37	17,4	69,38	1,1		6
	3,8	10,75	18,1	68	1,1		7
	2,8	11,11	18,2	63,57	0		8
	4,9	9,54	15,2	74,04	8,1		9
	2,1	10,26	18,5	64,67	0,1		10
	2,6	11,38	19,5	61,55	0		11
	4,1	9,98	18,5	66,45	0,1		12
	2,5	9,32	16,6	73,27	0	Marzo	13
	2,6	10	18	68,75	0		14
	5,8	10,05	16,3	71,5	3,3		15
	2,1	8,73	16,9	74,54	0		16
	1,7	9,85	18,1	67,54	0		17
	6	9,79	19,4	72,32	0		18
	6	9,28	15,9	78,26	4,5		19
	5,3	8,98	14,8	77,04	1,3		20
	4,6	10,03	15,9	71,14	0,6		21
	5,4	10,67	16,5	59,38	0		22
	5,2	10,5	17,2	68,79	1,9		23
	3,1	9,22	16,6	74,88	0,4		24
	4,5	10,77	16,9	68,92	0,1		25

	6,1	10,4	16	66,43	0,1		26
	5,4	8,88	14,8	78,25	15,3		27
	5,6	9,32	18,3	76,29	17,8		28
	5,7	9,99	17,1	65,04	0		29
	0,6	8,14	16,6	50,7	0	Marzo	30
	0,4	7,99	16	51	0		31
	1,2	8,51	15,6	63,79	0		1
	2,3	9,36	16,8	69,83	1,3		2
	4,6	9,62	16,1	71,75	0,1		3
	5,3	10,19	16,8	68,88	0,7		4
	3	9,4	15,4	69,38	0		5
	4,3	9,52	15,9	67,83	0		6
	2,5	10,01	18,3	65	0		7
	6,8	10,4	18,4	67,25	1		8
	2,3	9,59	18,9	71,21	7,7		9
	2,9	10,19	17,3	68,13	8,3		10
	5,8	9,39	15	74,46	2,9		11
	1,7	9,29	16,8	67,95	0		12
	0,1	9,09	17,3	59,25	0		13
	2,6	9,22	16,7	71,58	0	Abril	14
	3,7	9,99	17,1	70,38	0		15
	2,7	10,11	18	68,21	0,1		16
	1,6	9,65	18,3	65,67	2,6		17
	2,5	9,52	17,6	64,79	2,9		18
	3	9,13	17,3	65,71	0,2		19
	3,1	9,13	17,2	65	0		20
	2,1	8,76	15,4	66,96	0		21
	3,8	8,68	15,9	68,83	1,4		22
	0,1	7,55	15,2	71,13	0,4		23
	1,1	8,38	15,2	69	0,4		24
	-0,3	8,41	15,6	66,92	0,1		25
	2,5	9,25	15,6	56,75	0		26
	-1	8,28	16,4	49,92	0		27
	-3,9	7,5	17,3	47	0	Abril	28
	-2,8	7,92	17,7	56,79	0		29
	-0,5	7,9	16,2	68,88	1,2		30
	5,1	10,39	17,6	56,54	0		1
	0,5	9,86	17,7	35,71	0		2
	-2,6	7,79	16,7	43,54	0		3
	-0,2	8,87	17,9	57,79	0		4
	2,6	9,66	17,4	49,42	0		5
	3,2	10,14	17,8	39,42	0		6
	-2,5	7,6	17,5	43,58	0		7
	-5,2	6,38	16,3	46,54	0		8
	-4,3	5,77	15,5	49,21	0		9
	-3	6,74	16,1	49,38	0		10
	-3	7,24	16,2	44,33	0		11
	1,2	8,6	15,8	43	0		12
	-1,8	7,95	14,7	51,63	0,2		13
	-2,3	7,68	16,7	51,83	0		14
	-2,2	7,85	16,8	45,75	0		15
	-3,8	7,09	15,9	48,13	0		16
	0,6	9,09	17	36,21	0		17
	-3,8	6,59	15,8	44,96	0		18
	-2,4	6,58	15,3	60,63	0		19
	-1,9	8,29	16,6	57,33	0		20
	0,8	9,34	16	41,96	0		21
	-2,7	7,8	16,7	47,42	0		22
	2,3	8,08	15	47,96	0		23
	0,3	7,59	14,6	57,04	0,1		24
	-5,4	5,96	16,7	40,04	0	Mayo	25

Fuente: Elaboración propia.

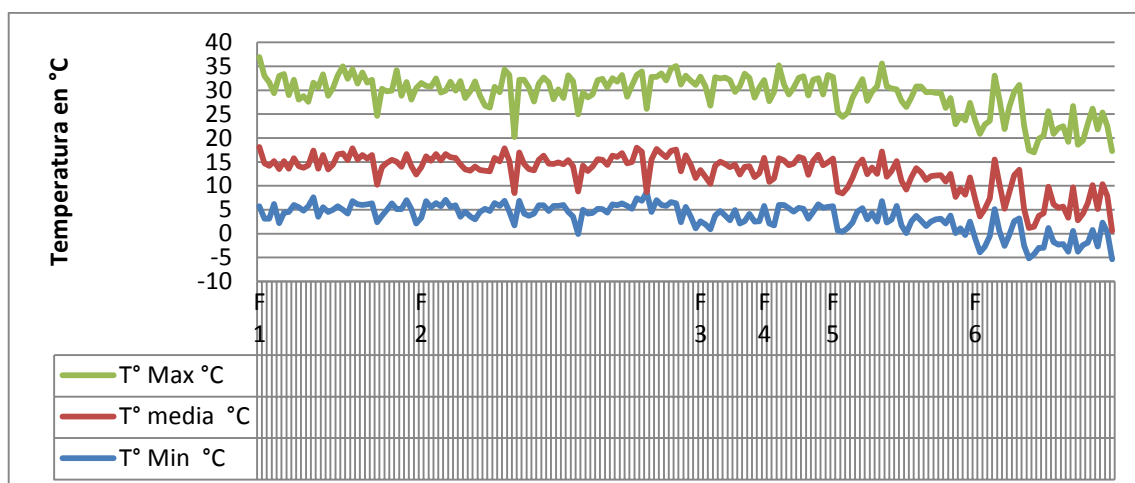


Figura 1. Temperatura y fase fenológica del cultivo de espinaca

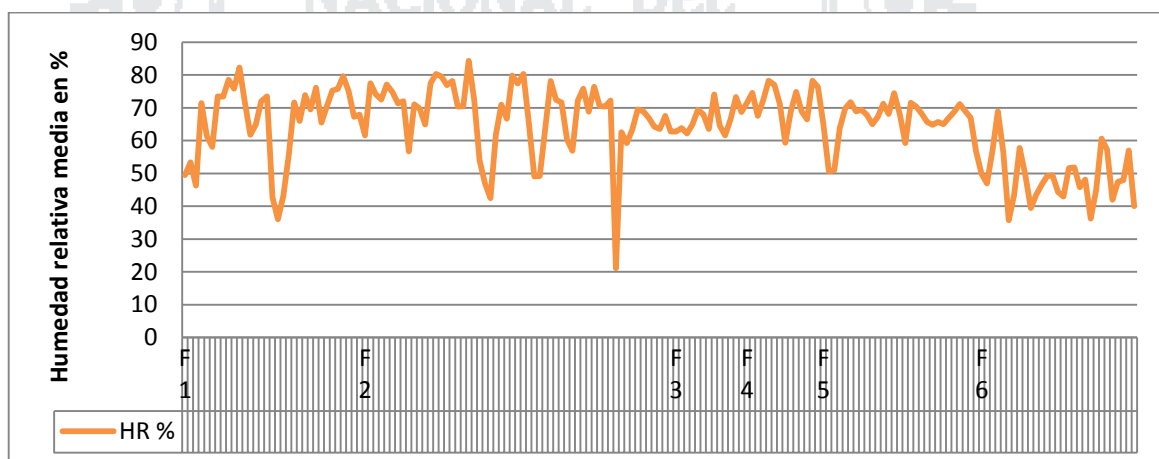


Figura 2. Humedad relativa en fase fenológica del cultivo de espinaca

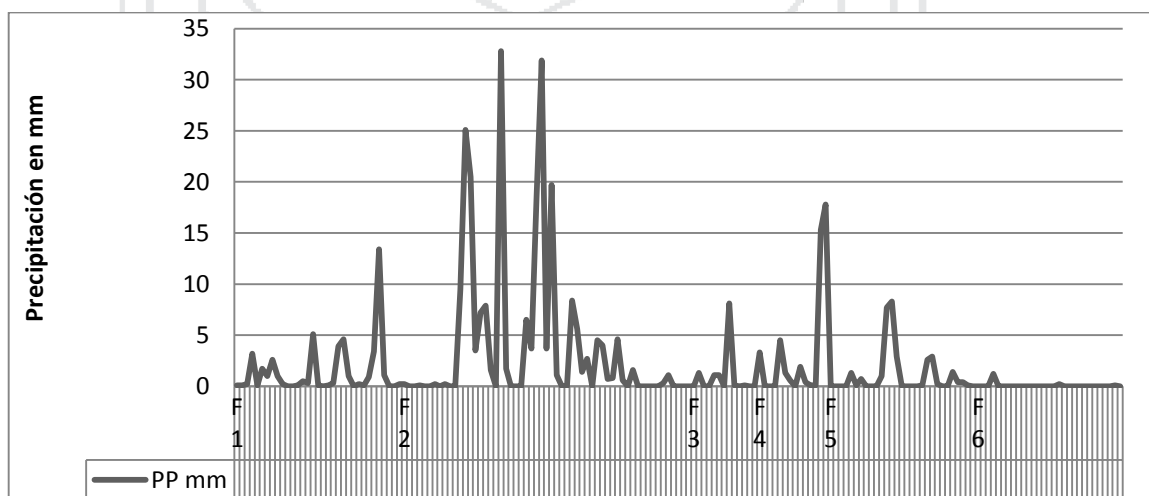


Figura 3. Precipitación pluvial en fase fenológica del cultivo de espinaca



Anexo 2. Número de hojas de espinaca por cosechas en bloque con estiércol.

Bloques	Distar	5cm				10cm				15cm				20cm			
	Cosec	Max	Min	Prom	$\sqrt{x}$	Max	Min	Prom	$\sqrt{x}$	Max	Min	Prom	$\sqrt{x}$	Max	Min	Prom	$\sqrt{x}$
BI	1ra	24	2	13.00	3.61	24	2	13.00	3.61	22	2	12.00	3.46	16	2	9.00	3
	2da	13	1	7.00	2.65	23	1	12.00	3.46	18	1	9.50	3.08	17	1	9.00	3
	3ra	16	1	8.50	2.92	25	1	13.00	3.61	19	1	10.00	3.16	14	1	7.50	2.74
	4ta	17	1	9.00	3.00	23	1	12.00	3.46	18	1	9.50	3.08	12	1	6.50	2.55
	5ta	14	1	7.50	2.74	23	1	12.00	3.46	12	1	6.50	2.55	10	1	5.50	2.35
	6ta	9	1	5.00	2.24	17	1	9.00	3.00	14	1	7.50	2.74	10	1	5.50	2.35
	7mo	8	1	4.50	2.12	15	1	8.00	2.83	13	1	7.00	2.65	12	1	6.50	2.55
	8vo	5	2	3.50	1.87	14	1	7.50	2.74	11	1	6.00	2.45	10	1	5.50	2.35
	9no	5	1	3.00	1.73	12	1	6.50	2.55	11	1	6.00	2.45	8	1	4.50	2.12
	10mo	3	0	1.50	1.22	10	1	5.35	2.31	10	0	5.00	2.24	9	1	5.00	2.24
Suma		114	11	62.50	7.91	186	11	98.35	9.92	148	10	79.00	8.89	118	11	64.50	8.03
BII	1ra	17	2	9.50	3.08	18	2	10.00	3.16	15	1	8.00	2.83	16	2	9.00	3
	2da	15	1	8.00	2.83	16	1	8.50	2.92	19	1	10.00	3.16	14	1	7.50	2.74
	3ra	14	1	7.50	2.74	16	1	8.50	2.92	17	1	9.00	3.00	13	1	7.00	2.65
	4ta	13	1	7.00	2.65	17	1	9.00	3.00	10	1	5.50	2.35	14	1	7.50	2.74
	5ta	10	1	5.50	2.35	13	1	7.00	2.65	14	1	7.50	2.74	11	1	6.00	2.45
	6ta	9	1	5.00	2.24	15	1	8.00	2.83	15	1	8.00	2.83	14	1	7.50	2.74
	7mo	6	1	3.50	1.87	13	1	7.00	2.65	15	1	8.00	2.83	11	1	6.00	2.45
	8vo	6	1	3.50	1.87	13	1	7.00	2.65	10	1	5.50	2.35	9	1	5.00	2.24
	9no	5	0	2.50	1.58	10	1	5.50	2.35	9	1	5.00	2.24	7	1	4.00	2
	10mo	5	1	3.00	1.73	10	0	5.00	2.24	7	0	3.50	1.87	5	0	2.50	1.58
Suma		100	10	55.00	7.42	141	10	75.50	8.69	131	9	70.00	8.37	114	10	62.00	7.87
BIII	1ra	15	2	8.50	2.92	19	2	10.50	3.24	17	2	9.50	3.08	19	2	10.50	3.24
	2da	14	1	7.50	2.74	16	1	8.50	2.92	13	1	7.00	2.65	14	1	7.50	2.74
	3ra	14	1	7.50	2.74	14	1	7.50	2.74	14	1	7.50	2.74	15	1	8.00	2.83
	4ta	12	1	6.50	2.55	15	1	8.00	2.83	14	1	7.50	2.74	15	1	8.00	2.83
	5ta	13	1	7.00	2.65	14	1	7.50	2.74	11	1	6.00	2.45	13	1	7.00	2.65
	6ta	7	1	4.00	2.00	14	1	7.50	2.74	11	1	6.00	2.45	13	1	7.00	2.65
	7mo	7	1	4.00	2.00	12	1	6.50	2.55	10	1	5.50	2.35	11	1	6.00	2.45
	8vo	6	1	3.50	1.87	13	1	7.00	2.65	9	1	5.00	2.24	10	1	5.50	2.35
	9no	5	1	3.00	1.73	13	1	7.00	2.65	8	1	4.50	2.12	9	0	4.50	2.12
	10mo	5	1	3.00	1.73	14	1	7.40	2.72	7	0	3.50	1.87	6	0	3.00	1.73
Suma		98	11	54.50	7.38	144	11	77.40	8.80	114	10	62.00	7.87	125	9	67.00	8.19

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 3.** Número de hojas de espinaca por cosecha en bloque sin estiércol.

Bloques	Distar	5cm				10cm				15cm				20cm			
		Cosec	Max	Min	Prom	$\sqrt{x}$	Max	Min	Prom	$\sqrt{x}$	Max	Min	Prom	$\sqrt{x}$	Max	Min	Prom
BI	1ra	14	1	7.50	2.74	10	1	5.50	2.35	14	1	7.50	2.74	16	1	8.50	2.92
	2da	13	1	7.00	2.65	14	1	7.50	2.74	12	1	6.50	2.55	14	1	7.50	2.74
	3ra	17	1	9.00	3.00	10	1	5.50	2.35	13	1	7.00	2.65	13	1	7.00	2.65
	4ta	8	1	4.50	2.12	13	1	7.00	2.65	14	1	7.50	2.74	12	1	6.50	2.55
	5ta	8	1	4.50	2.12	16	1	8.50	2.92	12	1	6.50	2.55	10	1	5.50	2.35
	6ta	8	1	4.50	2.12	15	1	8.00	2.83	13	1	7.00	2.65	10	1	5.50	2.35
	7mo	3	1	2.00	1.41	13	1	7.00	2.65	11	1	6.00	2.45	8	1	4.50	2.12
	8vo	3	1	2.00	1.41	13	1	7.00	2.65	9	1	5.00	2.24	8	1	4.50	2.12
	9no	3	1	2.00	1.41	13	1	7.00	2.65	7	1	4.00	2.00	5	1	3.00	1.73
	10mo	3	0	1.50	1.22	14	0	7.00	2.65	4	0	2.00	1.41	3	0	1.50	1.22
Suma		80	9	44.50	6.67	131	9	70.00	8.37	109	9	59.00	7.68	99	9	54.00	7.35
BII	1ra	14	1	7.50	2.74	14	1	7.50	2.74	17	1	9.00	3.00	17	1	9.00	3
	2da	13	1	7.00	2.65	16	1	8.50	2.92	16	1	8.50	2.92	16	1	8.50	2.92
	3ra	10	1	5.50	2.35	15	1	8.00	2.83	16	1	8.50	2.92	15	1	8.00	2.83
	4ta	9	1	5.00	2.24	11	1	6.00	2.45	10	1	5.50	2.35	13	1	7.00	2.65
	5ta	7	1	4.00	2.00	17	1	9.00	3.00	9	1	5.00	2.24	10	1	5.50	2.35
	6ta	7	1	4.00	2.00	16	1	8.50	2.92	8	1	4.50	2.12	9	1	5.00	2.24
	7mo	5	1	3.00	1.73	15	1	8.00	2.83	7	1	4.00	2.00	8	1	4.50	2.12
	8vo	5	1	3.00	1.73	11	1	6.00	2.45	5	1	3.00	1.73	8	1	4.50	2.12
	9no	5	1	3.00	1.73	11	1	6.00	2.45	5	1	3.00	1.73	7	0	3.50	1.87
	10mo	4	0	2.00	1.41	8	0	4.00	2.00	4	0	2.00	1.41	7	0	3.50	1.87
Suma		79	9	44.00	6.63	134	9	71.50	8.46	97	9	53.00	7.28	110	8	59.00	7.68
BIII	1ra	8	1	4.50	2.12	16	1	8.50	2.92	12	1	6.50	2.55	13	1	7.00	2.65
	2da	4	1	2.50	1.58	15	1	8.00	2.83	12	1	6.50	2.55	11	1	6.00	2.45
	3ra	6	1	3.50	1.87	13	1	7.00	2.65	10	1	5.50	2.35	12	1	6.50	2.55
	4ta	6	1	3.50	1.87	15	1	8.00	2.83	10	1	5.50	2.35	11	1	6.00	2.45
	5ta	8	1	4.50	2.12	10	1	5.50	2.35	8	1	4.50	2.12	11	1	6.00	2.45
	6ta	5	1	3.00	1.73	10	1	5.50	2.35	6	1	3.50	1.87	9	1	5.00	2.24
	7mo	6	1	3.50	1.87	8	1	4.50	2.12	7	1	4.00	2.00	10	1	5.50	2.35
	8vo	3	1	2.00	1.41	6	0	3.00	1.73	5	1	3.00	1.73	8	1	4.50	2.12
	9no	3	1	2.00	1.41	6	1	3.50	1.87	5	1	3.00	1.73	5	0	2.50	1.58
	10mo	3	0	1.50	1.22	5	1	3.00	1.73	5	0	2.50	1.58	4	0	2.00	1.41
Suma		52	9	30.50	5.52	104	9	56.50	7.52	80	9	44.50	6.67	94	8	51.00	7.14

**Fuente:** Elaboración propia.

**Anexo 4.** Peso en g de espinaca por corte con estiércol.

Distanciamientos Bloque y cosechas	5cm			10cm			15cm			20cm						
	Peso total	Nº de plantas	Peso en g /planta	Peso en g /10plantas	Peso en g/planta	Nº de plantas	Peso en g/10plantas	Peso en g/planta	Nº de plantas	Peso en g/10plantas	Peso en g/planta	Nº de plantas	Peso en g/10plantas			
BI cosecha1	493.4	60	8.22	82.23	121.72	10	12.17	121.72	199.43	23	8.67	86.71	103.04	17	6.06	60.61
BII cosecha1	331.9	41	8.09	80.95	171.84	16	10.74	107.40	219.48	27	8.13	81.29	130.64	16	8.17	81.65
BIII cosecha1	537.1	70	7.67	76.72	384.7	21	18.32	183.19	142.72	16	8.92	89.20	147.6	21	7.03	70.29
BI cosecha2	547.7	56	9.78	97.81	230.1	15	15.34	153.40	335.01	27	12.41	124.08	173.3	16	10.83	108.31
BII cosecha2	385.4	47	8.20	82.00	338.84	21	16.14	161.35	292.95	23	12.74	127.37	193.16	18	10.73	107.31
BIII cosecha2	447.3	54	8.28	82.83	412.95	27	15.29	152.94	214.66	24	8.94	89.44	197.28	20	9.86	98.64
BI cos 1+2	1041	116	18.00	180.04	351.82	25	27.51	275.12	534.44	50	21.08	210.79	276.34	33	16.89	168.92
BII cos 1+2	717.3	88	16.29	162.95	510.68	37	26.88	268.75	512.43	50	20.87	208.66	323.8	34	18.90	188.96
BIII cos 1+2	984.3	124	15.96	159.55	797.65	48	33.61	336.13	357.38	40	17.86	178.64	344.88	41	16.89	168.93
Total	2743	328	50.25	502.54	1660.15	110	88	880.01	1404.25	140	59.81	598.09	945.02	108	52.68	526.81

**Fuente:** Elaboración propia.

Anexo 5. Peso en g de espinaca por hojas con estiércol.

Distanciamientos	5cm			10cm			15cm			20cm					
	Peso total	Nº de plantas	Peso g/planta	Peso total	Nº de plantas	Peso g/planta	Peso total	Nº de plantas	Peso g/planta	Peso total	Nº de plantas	Peso g/planta			
Bloques y cosechas															
BI cosechal	601.6	44	13.67	319.26	19	16.80	168.03	241.41	29	8.32	83.24	420.96	23	18.30	183.026
BII cosechal	601.7	38	15.83	483.16	25	19.33	193.26	449.93	32	14.06	140.60	382.18	21	18.20	181.99
BIII cosechal	549.2	53	10.36	726.45	37	19.63	196.34	395.93	30	13.20	131.98	465.9	24	19.41	194.125
BI cosecha2	305.1	22	13.87	178.17	11	16.20	161.97	173.38	12	14.45	144.48	185.08	16	11.57	115.675
BII cosecha2	358.3	18	19.90	301.63	17	17.74	177.43	158.9	14	11.35	113.50	164.93	14	11.78	117.807
BIII cosecha2	147.3	14	10.52	186.38	9	20.71	207.09	177.69	12	14.81	148.08	176.8	19	9.31	93.0526
BI cosecha3	405.8	30	13.53	329.36	19	17.33	173.35	442.75	32	13.84	138.36	205.23	18	11.40	114.017
BII cosecha3	227.8	15	15.19	168.69	9	18.74	187.43	135.66	13	10.44	104.35	205.32	21	9.78	97.7714
BIII cosecha3	333.5	32	10.42	454.22	23	19.75	197.49	243.68	22	11.08	110.76	269.95	22	12.27	122.705
BI cosecha4	437.4	36	12.15	221.57	18	12.31	123.09	419.61	30	13.99	139.87	229.84	23	9.99	99.9304
BII cosecha4	438.5	47	9.33	388.74	28	13.88	138.84	244.38	26	9.40	93.99	242.15	22	11.01	110.068
BIII cosecha4	331	42	7.88	359.25	27	13.31	133.06	255.15	27	9.45	94.50	293.55	24	12.23	122.313
BI cosecha5	85.43	16	5.34	199.76	23	8.69	86.85	182.18	20	9.11	91.09	99.29	12	8.27	82.7417
BII cosecha5	321.3	41	7.84	238.33	28	8.51	85.12	203.17	28	7.26	72.56	187.94	17	11.06	110.553
BIII cosecha5	296.1	55	5.38	272.81	27	10.10	101.04	179.92	23	7.82	78.23	168.37	23	7.32	73.2043
BI cosecha6	92.83	21	4.42	163.74	21	7.80	77.97	202.47	25	8.10	80.99	117.62	21	5.60	56.0095
BII cosecha6	247.7	50	4.95	193.26	28	6.90	69.02	128.09	17	7.53	75.35	63.7	12	5.31	53.0833
BIII cosecha6	203.1	40	5.08	268.31	30	8.94	89.44	134.89	20	6.74	67.45	152.49	21	7.26	72.6143
BI cosecha7	88.1	17	5.18	69.07	11	6.28	62.79	138.42	18	7.69	76.90	57.79	10	5.78	57.79
BII cosecha7	203.5	27	7.54	118.5	12	9.88	98.75	132.88	15	8.86	88.59	92.95	17	5.47	54.6765
BIII cosecha7	227.1	28	8.11	173.57	21	8.27	82.65	122.7	16	7.67	76.69	136.6	18	7.59	75.8889
BI cosecha8	47.47	12	3.96	82.25	12	6.85	68.54	136.59	19	7.19	71.89	77.35	22	3.52	35.1591
BII cosecha8	177.2	25	7.09	150.83	15	10.06	100.55	121.42	14	8.67	86.73	131.07	19	6.90	68.9842
BIII cosecha8	301.5	35	8.61	229.5	28	8.20	81.96	164.89	20	8.24	82.45	149.29	22	6.79	67.8591
BI cosecha9	42.22	14	3.02	85.24	14	6.09	60.89	84.23	13	6.48	64.79	60.14	11	5.47	54.6727
BII cosecha9	176.9	24	7.37	117.11	18	6.51	65.06	105	15	7.00	70.00	111.06	18	6.17	61.7
BIII cosecha9	204.6	36	5.68	147.48	25	5.90	58.99	129.68	15	8.65	86.45	112.38	21	5.35	53.5143
BI cos10	36.19	11	3.29	64.32	8	8.04	80.40	77.75	9	8.64	86.39	92.96	10	9.30	92.96
BII cos10	107.7	22	4.90	48.95	8	6.77	67.69	140.39	14	10.03	100.28	73.66	14	5.26	52.6143
BIII cos10	198.7	30	6.62	112.21	20	5.61	56.11	115.3	13	8.87	88.69	120.13	20	6.01	60.065
BI total10cos	2142	223	78.42	1712.74	156	106.39	1063.89	2098.79	207	97.80	978.01	1546.26	166.00	89.20	891.98
BII total10cos	2861	307	99.94	2241.48	192	118.32	1183.16	1819.82	188	94.60	945.95	1654.96	175.00	90.92	909.25
BIII total10cos	2792	365	78.68	2930.18	247	120.42	1204.16	1919.83	198	96.53	965.26	2045.5	214	93.53	935.341
total 10 cosechas	7795	895	257.0	6884.4	595	345.12	3451.21	5838.44	593	288.92	2889.22	5246.7	555	273.66	2736.57

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6. Peso en g de espinaca por corte sin estiércol.

Distanciamientos Bloques y cosechas	5cm			10cm			15cm			20cm						
	Peso total	Nº de planta	Peso g/planta	Peso en g/10plantas	Peso total	Nº de planta	Peso g/planta	Peso en g/10plantas	Peso total	Nº de planta	Peso g/planta	Peso en g/10plantas				
BI cosecha1	76.38	20	3.82	38.19	136.18	19	7.17	71.67	49.35	10	4.94	49.35	53.4	11	4.85	48.5455
BII cosecha1	127.6	38	3.36	33.57	136.04	23	5.91	59.15	35.18	18	1.95	19.54	11.53	6	1.92	19.2167
BIII cosecha1	460.2	69	6.67	66.70	388.47	36	10.79	107.91	164.02	25	6.56	65.61	1.5	4	0.38	3.75
BI cosecha2	100.5	27	3.72	37.21	239.21	22	10.87	108.73	113.97	12	9.50	94.98	122.4	14	8.74	87.4286
BII cosecha2	227.3	34	6.69	66.85	232.9	30	7.76	77.63	104.3	14	7.45	74.50	42.07	8	5.26	52.5875
BIII cosecha2	421.3	60	7.02	70.22	423.48	39	10.86	108.58	198.1	19	10.43	104.26	3.15	4	0.79	7.875
BI cose 1+2	176.9	47	7.54	75.40	375.39	41	18.04	180.41	163.32	22	14.43	144.33	175.80	25.00	13.60	135.97
BII cose 1+2	354.9	72	10.04	100.42	368.94	53	13.68	136.78	139.48	32	9.40	94.04	53.60	14.00	7.18	71.80
BIII cose 1+2	881.5	129	13.69	136.92	811.95	75	21.65	216.49	362.12	44	16.99	169.87	4.65	8.00	1.16	11.63
Total	1413	248	31.27	312.74	1556.28	169	53.37	533.68	664.92	98	40.82	408.24	234.05	47.00	21.94	219.40

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 7. Peso en g de espinaca por hojas sin estiércol.

Distanciamientos	5cm			10cm			15cm			20cm			
	Peso total	Nº de planta	Peso g/planta	Peso en g/10plantas	Nº de planta	Peso total	Peso en g/planta	Peso en g/10plantas	Nº de planta	Peso total	Peso en g/planta	Peso en g/10plantas	
BII cosecha1	173.5	20	8.68	86.77	18	315.92	17.55	175.51	32	496.21	15.51	155.07	
BII cosecha1	289.1	28	10.33	103.25	23	388.2	16.88	168.78	29	209.11	7.21	72.11	
BIII cosecha1	508.6	60	8.48	84.77	33	568.85	17.24	172.38	30	339.01	11.30	113.00	
BI cosecha2	31.04	4	7.76	77.60	14	214.21	15.30	153.01	14	94.78	6.77	67.70	
BII cosecha2	308.4	30	10.28	102.79	15	253.94	16.93	169.29	12	283.22	23.60	236.02	
BIII cosecha2	150.8	18	8.38	83.78	14	210.22	15.02	150.16	16	110.65	6.92	69.16	
BI cosecha3	206.8	24	8.62	86.17	14	210.17	15.01	150.12	20	266.84	13.34	133.42	
BII cosecha3	185.8	18	10.32	103.21	13	211.31	16.25	162.55	21	253.7	12.08	120.81	
BIII cosecha3	274.1	32	8.57	85.67	21	321.35	15.30	153.02	14	252.17	18.01	180.12	
BI cosecha4	91.03	18	5.06	50.57	15	172.73	11.52	115.15	16	136.62	8.54	85.39	
BII cosecha4	261.4	45	5.81	58.08	25	277.07	11.08	110.83	21	174.25	8.30	82.98	
BIII cosecha4	225.2	33	6.82	68.23	30	383.14	12.77	127.71	26	330.55	12.71	127.13	
BI cosecha5	182.5	40	4.56	45.63	21	106.25	5.06	50.60	15	54.34	3.62	36.23	
BII cosecha5	150.9	33	4.57	45.73	18	137.59	7.64	76.44	12	74.41	6.20	62.01	
BIII cosecha5	157	45	3.49	34.90	36	324.68	9.02	90.19	23	141.45	6.15	61.50	
BI cosecha6	184.1	50	3.68	36.82	11	82.85	7.53	75.32	14	98.53	7.04	70.38	
BII cosecha6	267.6	80	3.35	33.46	64	213.42	3.33	33.35	32	160.34	5.01	50.11	
BIII cosecha6	252	54	4.67	46.66	35	237.15	6.78	67.76	24	158.48	6.60	66.03	
BI cosecha7	34.41	10	3.44	34.41	10	88.06	8.81	88.06	15	76.95	5.13	51.30	
BII cosecha7	97.82	20	4.89	48.91	15	113.42	7.56	75.61	17	84.87	4.99	49.92	
BIII cosecha7	177	26	6.81	68.06	24	169.22	7.05	70.51	20	150.91	7.55	75.46	
BI cosecha8	75.76	25	3.03	30.30	16	73.93	4.62	46.21	10	60.8	6.08	60.80	
BII cosecha8	106.8	28	3.81	38.14	17	127.85	7.52	75.21	16	54.63	3.41	34.14	
BIII cosecha8	224.3	41	5.47	54.71	25	206.38	8.26	82.55	23	155.65	6.77	67.67	
BI cosecha9	22.8	9	2.53	25.33	15	43.21	2.88	28.81	10	40.63	4.06	40.63	
BII cosecha9	88.96	21	4.24	42.36	16	104.52	6.53	65.33	13	48.63	3.74	37.41	
BIII cosecha9	150.6	31	4.86	48.58	17	117.14	6.89	68.91	15	122.11	8.14	81.41	
BI cosecha10	70.39	18	3.91	39.11	20	126.81	6.34	63.41	15	102.25	6.82	68.17	
BII cosecha10	84.97	15	5.66	56.65	8	60.16	7.52	75.20	14	81.47	5.82	58.19	
BIII cosecha10	110.4	25	4.42	44.16	20	107.23	5.36	53.62	15	91.26	6.08	60.84	
BI total10cos	1072	218	51.27	512.71	1434.14	154	94.62	946.18	161	1427.95	76.91	769.08	
BII total10cos	1842	318	63.26	632.58	1887.48	214	101.26	1012.58	187	1424.63	80.37	803.69	
BIII total10cos	2230	365	61.95	619.51	2645.36	255	103.68	1036.80	206	1852.24	90.23	902.32	
Total 10 cosechas	5144	901	176.48	1764.80	5966.98	623	299.56	2995.56	554	4704.82	247.51	2475.09	
													2051.52

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 8.** Altura de planta en cm de espinaca con estiércol.

Distanciamiento	5cm			10cm			15cm			20cm		
	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom
BI	8,20	39,00	<b>23,60</b>	15,80	44,46	<b>30,13</b>	13,55	43,91	<b>28,73</b>	8,56	41,64	<b>25,10</b>
BII	10,40	32,50	<b>21,45</b>	14,56	46,90	<b>30,73</b>	10,89	44,71	<b>27,80</b>	6,45	40,51	<b>23,48</b>
BIII	9,45	35,05	<b>22,25</b>	12,87	46,79	<b>29,83</b>	9,65	43,45	<b>26,55</b>	7,98	41,08	<b>24,53</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 9.** Altura de planta en cm de espinaca sin estiércol

Distanciamiento	5cm			10cm			15cm			20cm		
	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom
BI	6,25	37,21	<b>21,73</b>	6,87	53,03	<b>29,95</b>	6,45	48,61	<b>27,53</b>	5,32	42,48	<b>23,90</b>
BII	7,65	34,01	<b>20,83</b>	5,87	52,73	<b>29,30</b>	7,54	46,42	<b>26,98</b>	6,34	37,82	<b>22,08</b>
BIII	5,34	37,62	<b>21,48</b>	8,21	46,29	<b>27,25</b>	5,67	42,43	<b>24,05</b>	5,42	39,58	<b>22,50</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 10.** Numero de hojas promedio del cultivo de espinaca

N° DE ORDEN	TRATAMIENTO	BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO	AREA (M2)
		I	II	III			
1	CED1	62,50	55,00	54,50	172,000	57,333	0,24
2	CED2	98,35	75,50	77,40	251,250	83,750	0,48
3	CED3	79,00	70,00	62,00	211,000	70,333	0,72
4	CED4	64,50	62,00	67,00	193,500	64,500	0,96
	Con estiércol	304,35	262,50	260,90	827,75	275,92	2,40
5	SED1	44,50	44,00	30,50	119,000	39,667	0,24
6	SED2	70,00	71,50	56,50	198,000	66,000	0,48
7	SED3	59,00	53,00	44,50	156,500	52,167	0,72
8	SED4	54,00	59,00	51,00	164,000	54,667	0,96
	Sin estiércol	227,50	227,50	182,50	637,50	212,50	2,40

Fuente: Elaboración propia.



**Anexo 11.** Pesos de espinaca por corte primera y segunda cosecha

N° DE ORDEN	TRATAMIENTO	BLOQUES			TOTAL	Kg/10 plantas	AREA (M2)	kg/ha
		I	II	III				
1	CED1	180.04	162.95	159.55	502.54	<b>0.50</b>	0.24	20939.14451
2	CED2	275.12	268.75	336.13	880.01	<b>0.88</b>	0.48	18333.48545
3	CED3	210.79	208.66	178.64	598.09	<b>0.60</b>	0.72	8306.758253
4	CED4	168.92	188.96	168.93	526.81	<b>0.53</b>	0.96	5487.615522
Total con estiércol		834.87	829.32	843.25	2507.44	2.51	2.40	<b>10447.68523</b>
5	SED1	75.40	100.42	136.92	312.74	<b>0.31</b>	0.24	13030.91621
6	SED2	180.41	136.78	216.49	533.68	<b>0.53</b>	0.48	11118.32522
7	SED3	144.33	94.04	169.87	408.24	<b>0.41</b>	0.72	5670.008366
8	SED4	135.97	71.80	11.63	219.40	<b>0.22</b>	0.96	2285.449923
Total sin estiércol		1539.90	1421.34	1547.08	4508.32	1.47	2.40	<b>6141.939144</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 12.** Pesos de espinaca por hojas de la tercera a doceava cosecha.

N° DE ORDEN	TRATAMIENTO	BLOQUES			TOTAL	Kg/10 plantas	AREA (M2)	kg/ha
		I	II	III				
1	CED1	784.21	999.35	786.78	2570.34	<b>2.57</b>	0.24	107097.6465
2	CED2	1063.89	1183.16	1204.16	3451.21	<b>3.45</b>	0.48	71900.12876
3	CED3	978.01	945.95	965.26	2889.22	<b>2.89</b>	0.72	40128.07776
4	CED4	891.98	909.25	935.34	2736.57	<b>2.74</b>	0.96	28505.94004
Total con estiércol		3718.09	4037.71	3891.54	11647.34	11.65	2.40	<b>48530.58975</b>
5	SED1	512.71	632.58	619.51	1764.80	<b>1.76</b>	0.24	73533.19778
6	SED2	946.18	1012.58	1036.80	2995.56	<b>3.00</b>	0.48	62407.59894
7	SED3	769.08	803.69	902.32	2475.09	<b>2.48</b>	0.72	34376.2675
8	SED4	684.64	695.87	671.01	2051.52	<b>2.05</b>	0.96	21370.00191
Total sin estiércol		2912.61	3144.72	3229.65	9286.97	9.29	2.40	<b>38695.72058</b>

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 13.** Altura de planta promedio en cm del cultivo de espinaca

N° DE ORDEN	TRATAMIENTO	BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO	AREA (M2)
		I	II	III			
1	CED1	23,60	21,45	22,25	67,3	22,43	0,24
2	CED2	30,13	30,73	29,83	90,69	30,23	0,48
3	CED3	28,73	27,80	26,55	83,08	27,69	0,72
4	CED4	25,10	23,48	24,53	73,11	24,37	0,96
Con estiércol		107,56	103,46	103,16	314,18	104,73	2,40
5	SED1	21,73	20,83	21,48	64,04	21,35	0,24
6	SED2	29,95	29,30	27,25	86,5	28,83	0,48
7	SED3	27,53	26,98	24,05	78,56	26,19	0,72
8	SED4	23,90	22,08	22,50	68,48	22,83	0,96
Sin estiércol		103,11	99,19	95,28	297,58	99,19	2,40

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 15.** Datos meteorológicos por día del mes de diciembre.

Día/mes/año	Temperatura (°c)			Humedad (%)	Lluvia (mm)
	Prom	Max	Min		
01-dic-13	12,45	18,8	5,7	49,46	0,1
02-dic-13	11,58	18,3	3,1	53,42	0,1
03-dic-13	11,06	17,5	3,1	46,29	0,2
04-dic-13	8,99	14,2	6,2	71,5	3,2
05-dic-13	11,32	19,5	2,2	61,43	0,1
06-dic-13	10,8	18,2	4,4	58,04	1,7
07-dic-13	9,09	15,4	4,5	73,46	1
08-dic-13	9,8	16,4	6	73,38	2,6
09-dic-13	8,63	13,9	5,5	78,58	1
10-dic-13	8,95	15	4,8	75,83	0,2
11-dic-13	8,58	13,3	5,7	82,3	0
12-dic-13	9,79	14,2	7,6	71,58	0
13-dic-13	10,08	17	3,5	61,79	0,1
14-dic-13	10,93	16,9	5,5	64,96	0,5
15-dic-13	8,92	15,4	4,5	72,04	0,3
16-dic-13	9,43	16	5	73,46	5,1
17-dic-13	10,85	16,6	5,7	42,75	0,1
18-dic-13	11,78	18,2	5	36	0
19-dic-13	11,16	17	4,2	43,17	0,1
20-dic-13	11,03	16,6	6,8	55,65	0,3
21-dic-13	9,4	15,9	6,1	71,63	3,9
22-dic-13	10,45	17,3	6	65,96	4,6
23-dic-13	9,6	15,9	6,1	73,92	1
24-dic-13	10,16	15,7	6,3	69,46	0
25-dic-13	7,81	14,4	2,4	76,17	0,2
26-dic-13	10,2	16,4	3,7	65,5	0,1
27-dic-13	9,89	15	4,9	70,46	0,9
28-dic-13	9,12	14,5	6,3	75,21	3,4
29-dic-13	9,97	19,1	5,1	75,79	13,4
30-dic-13	8,85	14,9	5,1	79,63	1,1
31-dic-13	9,63	15,1	7	75,08	0
Promedio	10,01	16,21	5,10	65,93	1,46

Fuente: SENAMHI-PUNO

Anexo 16. Datos meteorológicos por día del mes de enero.

Día/mes/año	Temperatura (°c)			Humedad (%)	Lluvia (mm)
	Prom	Max	Min		
01-ene-14	9,01	13,9	5,1	67,25	0
02-ene-14	10,25	18,1	2,1	67,96	0,2
03-ene-14	10,63	17,6	3,3	61,63	0,2
04-ene-14	9,4	14,7	6,8	77,48	0
05-ene-14	9,71	15,5	5,5	74,04	0
06-ene-14	10,26	15,8	6,4	72,5	0,1
07-ene-14	9,62	14,2	5,7	77,08	0
08-ene-14	9,58	13,2	7,1	74,75	0
09-ene-14	10,4	15,8	5,6	71,33	0,2
10-ene-14	9,92	14,1	5,9	72,08	0
11-ene-14	11,03	17,4	3,5	56,71	0,2
12-ene-14	8,85	14,9	4,6	71,04	0
13-ene-14	9,55	16,6	3,6	69,75	0
14-ene-14	11,02	17,8	3	64,88	9,5
15-ene-14	8,83	15,6	4,5	77,54	25,1
16-ene-14	7,97	13,6	5,2	80,38	20,5
17-ene-14	8,36	13,3	4,7	79,54	3,5
18-ene-14	9,43	14,9	6,4	76,88	7,2
19-ene-14	9,28	14,5	5,8	78,17	7,9
20-ene-14	10,92	16,5	6,9	70,38	1,6
21-ene-14	10,62	18	4,6	70,43	0
22-ene-14	6,79	11,7	1,7	84,29	32,8
23-ene-14	10,06	15,2	6,9	72,63	1,7
24-ene-14	10,37	17,6	4,2	53,96	0
25-ene-14	9,77	17,1	3,7	46,92	0
26-ene-14	9,02	14,4	4,2	42,46	0
27-ene-14	9,56	15,9	5,9	61,92	6,5
28-ene-14	10,39	16,4	5,9	70,96	3,7
29-ene-14	9,94	17	4,7	66,67	18,5
30-ene-14	8,8	13,5	5,8	79,83	31,9
31-ene-14	9,1	15,3	5,8	77,42	3,7
Promedio	9,63	15,49	5,00	69,96	5,65

Fuente: SENAMHI-PUNO

Anexo 17. Datos meteorológicos por día del mes de febrero.

a/mes/año	Temperatura (°c)			Humedad (%)	Lluvia (mm)
	Prom	Max	Min		
01-feb-14	8,5	13,9	6	80,38	19,7
02-feb-14	10,9	17,7	4,5	65,26	1,1
03-feb-14	10,49	17,8	3,6	49,08	0
04-feb-14	8,93	16,1	-0,1	49,17	0
05-feb-14	9,21	15,3	5	63,5	8,4
06-feb-14	8,9	15,4	4,2	78,21	5,6
07-feb-14	9,73	15,1	4,3	72,46	1,4
08-feb-14	10,35	16,6	5,2	71,67	2,7
09-feb-14	10,37	16,9	5,1	60,46	0
10-feb-14	9,97	16,2	4,4	56,88	4,5
11-feb-14	10,19	16,2	6,1	72,25	4
12-feb-14	10,16	15,7	5,9	75,83	0,7
13-feb-14	10,52	16,4	6,3	68,83	0,8
14-feb-14	8,92	13,9	5,8	76,38	4,6
15-feb-14	9,8	16	5,2	70,58	0,6
16-feb-14	10,6	15,2	7,4	70,42	0
17-feb-14	10,23	16,8	6,9	72,25	1,6
18-feb-14	-33,32	17,4	0	21,13	0
19-feb-14	11,01	17,3	4,5	62,61	0
20-feb-14	10,71	15,1	7	59,26	0
21-feb-14	10,75	16,8	6	63,35	0
22-feb-14	10,15	16,1	5,8	69,5	0
23-feb-14	10,75	17,2	6,6	69,04	0,3
24-feb-14	11,29	17,5	6,3	66,86	1,1
25-feb-14	10,66	18,1	2,4	64,21	0
26-feb-14	10,78	16,7	5,6	63,5	0
27-feb-14	10,89	17,6	3,5	67,58	0
28-feb-14	10,5	19,5	1,1	62,79	0
Promedio	8,64	16,45	4,81	65,12	2,04

Fuente: SENAMHI-PUNO

Anexo 18. Datos meteorológicos por día del mes de marzo

Día/mes/año	Temperatura (°c)			Humedad (%)	Lluvia (mm)
	Prom	Max	Min		
01-mar-14	10,68	19,6	2,6	62,73	0
02-mar-14	9,91	18,9	1,9	63,87	1,3
03-mar-14	9,55	16,3	0,9	62,18	0
04-mar-14	10,44	18,5	3,8	64,88	0
05-mar-14	10,37	17,4	4,7	69,38	1,1
06-mar-14	10,75	18,1	3,8	68	1,1
07-mar-14	11,11	18,2	2,8	63,57	0
08-mar-14	9,54	15,2	4,9	74,04	8,1
09-mar-14	10,26	18,5	2,1	64,67	0,1
10-mar-14	11,38	19,5	2,6	61,55	0
11-mar-14	9,98	18,5	4,1	66,45	0,1
12-mar-14	9,32	16,6	2,5	73,27	0
13-mar-14	10	18	2,6	68,75	0
14-mar-14	10,05	16,3	5,8	71,5	3,3
15-mar-14	8,73	16,9	2,1	74,54	0
16-mar-14	9,85	18,1	1,7	67,54	0
17-mar-14	9,79	19,4	6	72,32	0
18-mar-14	9,28	15,9	6	78,26	4,5
19-mar-14	8,98	14,8	5,3	77,04	1,3
20-mar-14	10,03	15,9	4,6	71,14	0,6
21-mar-14	10,67	16,5	5,4	59,38	0
22-mar-14	10,5	17,2	5,2	68,79	1,9
23-mar-14	9,22	16,6	3,1	74,88	0,4
24-mar-14	10,77	16,9	4,5	68,92	0,1
25-mar-14	10,4	16	6,1	66,43	0,1
26-mar-14	8,88	14,8	5,4	78,25	15,3
27-mar-14	9,32	18,3	5,6	76,29	17,8
28-mar-14	9,99	17,1	5,7	65,04	0
29-mar-14	8,14	16,6	0,6	50,7	0
30-mar-14	7,99	16	0,4	51	0
31-mar-14	8,51	15,6	1,2	63,79	0
Promedio	9,82	17,17	3,68	67,71	1,84

Fuente: SENAMHI-PUNO

Anexo 19. Datos meteorológicos por día del mes de abril.

Día/mes/año	Temperatura (°c)			Humedad (%)	Lluvia (mm)
	Prom	Max	Min		
01-abr-14	9,36	16,8	2,3	69,83	1,3
02-abr-14	9,62	16,1	4,6	71,75	0,1
03-abr-14	10,19	16,8	5,3	68,88	0,7
04-abr-14	9,4	15,4	3	69,38	0
05-abr-14	9,52	15,9	4,3	67,83	0
06-abr-14	10,01	18,3	2,5	65	0
07-abr-14	10,4	18,4	6,8	67,25	1
08-abr-14	9,59	18,9	2,3	71,21	7,7
09-abr-14	10,19	17,3	2,9	68,13	8,3
10-abr-14	9,39	15	5,8	74,46	2,9
11-abr-14	9,29	16,8	1,7	67,95	0
12-abr-14	9,09	17,3	0,1	59,25	0
13-abr-14	9,22	16,7	2,6	71,58	0
14-abr-14	9,99	17,1	3,7	70,38	0
15-abr-14	10,11	18	2,7	68,21	0,1
16-abr-14	9,65	18,3	1,6	65,67	2,6
17-abr-14	9,52	17,6	2,5	64,79	2,9
18-abr-14	9,13	17,3	3	65,71	0,2
19-abr-14	9,13	17,2	3,1	65	0
20-abr-14	8,76	15,4	2,1	66,96	0
21-abr-14	8,68	15,9	3,8	68,83	1,4
22-abr-14	7,55	15,2	0,1	71,13	0,4
23-abr-14	8,38	15,2	1,1	69	0,4
24-abr-14	8,41	15,6	-0,3	66,92	0,1
25-abr-14	9,25	15,6	2,5	56,75	0
26-abr-14	8,28	16,4	-1	49,92	0
27-abr-14	7,5	17,3	-3,9	47	0
28-abr-14	7,92	17,7	-2,8	56,79	0
29-abr-14	7,9	16,2	-0,5	68,88	1,2
30-abr-14	10,39	17,6	5,1	56,54	0
Promedio	9,19	16,78	2,23	65,70	1,04

Fuente: SENAMHI-PUNO

Anexo 20. Datos meteorológicos por día del mes de mayo.

Día/mes/año	Temperatura (°c)			Humedad (%)	Lluvia (mm)
	Prom	Max	Min		
01-may-14	9,86	17,7	0,5	35,71	0
02-may-14	7,79	16,7	-2,6	43,54	0
03-may-14	8,87	17,9	-0,2	57,79	0
04-may-14	9,66	17,4	2,6	49,42	0
05-may-14	10,14	17,8	3,2	39,42	0
06-may-14	7,6	17,5	-2,5	43,58	0
07-may-14	6,38	16,3	-5,2	46,54	0
08-may-14	5,77	15,5	-4,3	49,21	0
09-may-14	6,74	16,1	-3	49,38	0
10-may-14	7,24	16,2	-3	44,33	0
11-may-14	8,6	15,8	1,2	43	0
12-may-14	7,95	14,7	-1,8	51,63	0,2
13-may-14	7,68	16,7	-2,3	51,83	0
14-may-14	7,85	16,8	-2,2	45,75	0
15-may-14	7,09	15,9	-3,8	48,13	0
16-may-14	9,09	17	0,6	36,21	0
17-may-14	6,59	15,8	-3,8	44,96	0
18-may-14	6,58	15,3	-2,4	60,63	0
19-may-14	8,29	16,6	-1,9	57,33	0
20-may-14	9,34	16	0,8	41,96	0
21-may-14	7,8	16,7	-2,7	47,42	0
22-may-14	8,08	15	2,3	47,96	0
23-may-14	7,59	14,6	0,3	57,04	0,1
24-may-14	5,96	16,7	-5,4	40,04	0
25-may-14	3,68	16,6	-10,2	32,29	0
26-may-14	4,23	17	-8,3	39,17	0
27-may-14	4,9	16,7	-7,3	42,33	0
28-may-14	6,58	17,3	-5,6	41,33	0
29-may-14	6,8	18,5	-6,2	40,21	0
30-may-14	7,21	19,1	-5,1	41,21	0
31-may-14	7,39	18,5	-6,1	31,75	0
Promedio	7,40	16,66	-2,72	45,20	0,01

Fuente: SENAMHI-PUNO



**Resultados del contenido de nutrientes del análisis de suelo y aplicación de estiércol de ovino 25t/ha.**

**1) Datos de análisis**

<b>Análisis de suelo</b>	<b>Análisis de estiércol de ovino</b>
Clase textural : Franco arenoso	% de humedad : 69.80
Reacción pH : 6.61	% Ntotal : 1.92
% N Total : 0.13	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : 0.72
P disponible : 7.86 p. p. m.	% K <sub>2</sub> O : 0.94
K disponible : 132 p. p. m.	Reacción de pH : 9.10

**2) Cálculos**

Transformar los datos de N, P y K a disponibles, previo cálculo de la capa arable del suelo a la profundidad de 15 cm y con una densidad aparente de 1.40 g/cc (franco arenoso)

$$P.C.A = 10\,000\,m^2 \times 0.15\,m \times 1.40\,g/cc$$

$$P.C.A = 2\,100\,000\,kg\,suelo/ha$$

**2.1) % N Total : 0.13**

$$\frac{0.13 \times 2\,100\,000}{100} = 2\,730\,Kg/ha$$

Coefficiente de mineralización en la sierra (1 – 2 % N mineral /año), para un suelo franco arenoso de clima frígido se estima en 1.5 % y se tiene:

$$\frac{2\,730 \frac{kg\,de\,N}{ha} \times 1.5}{100} = 40.95\,Kg$$

Si el terreno que se sembró es de anterior campaña entonces se considera 12 meses: 40.95 Kg de N mineral/ha/ciclo

**2.2) P disponible: 7.86 p. p. m**

$$\frac{7.86\,P \times 2\,100\,000}{1000000} = 16.51\,Kg\,P/ha.$$

$$\frac{142 \times 16.51}{62} = 37.81\,Kg\,de\,P_2O_5/ha.$$

**2.3) K disponible: 2524.15 p. p. m**

$$\frac{132 \text{ K} \times 2100000}{1000000} = 277.2 \text{ Kg de K/ha.}$$

$$\frac{94 \times 277.2}{78} = 334.06 \text{ Kg de K}_2\text{O/ha.}$$

**2.4) Calificamos y contenido de nutrientes en kg/ha en la capa arable**

% N total : 0.13 : Medio

N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> : 40.95 Kg/ha

P p. p. m : 7.86 : Medio

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : 37.81 kg/ha

K p. p. m : 132 : Medio

K<sub>2</sub>O : 334.06 kg/ha

**2.5) Con 25 t/ha de estiércol de ovino fermentado, el contenido de N en Kg/ha es:**

$$\frac{25000 \times 1.92}{100} = 480$$

**2.6) Con 25t/ha de estiércol de ovino fermentado, el contenido de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en Kg/ha es:**

$$\frac{25000 \times 0.72}{100} = 180$$

**2.7) Con 25t/ha de estiércol de ovino fermentado, el contenido de K<sub>2</sub>O en Kg/ha es:**

$$\frac{25000 \times 0.94}{100} = 235$$

Según Tisdale y Nelson indica que que solo es aprovechable de los nutrientes es lo siguiente:

	N	Q P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Q K <sub>2</sub> O:
<b>Suelo</b>	40%	40%	40%

**Para QN:**  $40.95 \times 0.40 = 16.38$  kg/ha

**Para Q P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:**  $37.81 \times 0.40 = 15.12$  kg/ha

**Para Q K<sub>2</sub>O:**  $334.06 \times 0.40 = 133.62$  kg/ha

	N	Q P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Q K <sub>2</sub> O:
<b>Estiércol</b>	30%	30%	50%

**Para QN:**  $480 \times 0.30 = 144.00$  kg/ha

**Para Q P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:**  $180 \times 0.30 = 54.00$  kg/ha

**Para Q K<sub>2</sub>O:**  $235 \times 0.50 = 117.50$  kg/ha

### 2.8) Formulación

Jordan, señala que la espinaca requiere 200-50-200 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O kg/ha, respectivamente. Si se calcula para fertilización sin estiércol el requerimiento es de:

**Para QN:**  $200 - (16.38 + 144.00) = 40.00$  kg/ha en este caso falta 40 kg de N

**Para Q P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:**  $50 - (15.12 + 54.00) = -19.12$  kg/ha en este caso no falta

**Para Q K<sub>2</sub>O:**  $200 - (133.06 + 117.50) = -50.56$  kg/ha en este caso no falta

Remplazando los valores hallados en la fórmula, recomendado por Cari se tiene:

Q:(E-SF1-MF2)(1/F3) donde:

Q: Dosis de nutrientes en Kg/ha.

E: Requerimiento de nutrientes por el suelo por el cultivo en Kg/ha.

S: Aporte de nutrientes por el suelo en Kg/ha.

M: Aporte de nutrientes por el abono o estiércol en Kg/ha.

F1: Porcentaje de uso de los nutrientes del suelo por la planta

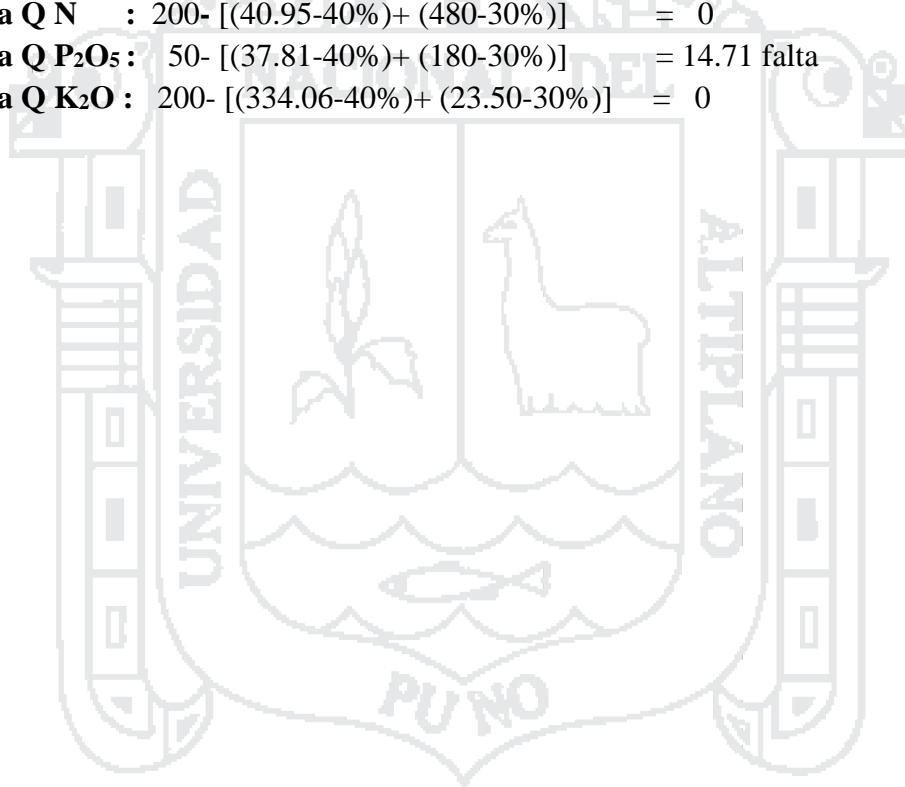
F2: Porcentaje de uso de los nutrientes del abono por la planta

F3: Porcentaje de uso de los nutrientes del fertilizante por la planta

**Para Q N** :  $200 - [(40.95-40\%)+ (480-30\%)] = 0$

**Para Q P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** :  $50 - [(37.81-40\%)+ (180-30\%)] = 14.71$  falta

**Para Q K<sub>2</sub>O** :  $200 - [(334.06-40\%)+ (23.50-30\%)] = 0$



CROQUIS DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

