

# Evaluación agronómica de dos variedades de Espinaca (*Spinacea olerácea* L.) con dos abonos orgánicos en carpa solar, en Chicani - La Paz.

## Agronomic evaluation of two varieties of Espinaca (*Spinacea olerácea* L.) with two organic fertilizers in carpa solar, in Chicani - La Paz

*Juan Pablo Rocha Orellana y Celia M. Fernández Chávez.*

### RESUMEN:

La agricultura orgánica es de mucha importancia debido a que aporta a la conservación del medio ambiente y ayuda a preservar la salud humana. Por lo tanto, los productos orgánicos son más saludables y libres de agentes tóxicos, como es el caso de la Espinaca (*Spinacea olerácea* L.), es un cultivo de mucha importancia, siendo necesario realizar investigaciones sobre su comportamiento y productividad, de esta manera a mejorar el estado nutricional e incrementar el ingreso económico de las familias de la ciudad de La Paz. El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo evaluar el efecto de la aplicación de abono orgánico líquido y sólido, en el rendimiento del cultivo de espinaca en ambiente protegido, el experimento se instaló en la localidad de Chicani perteneciente a la ciudad de La Paz. El material biológico comprendió dos variedades de espinaca, Quinto y Viroflay, aplicando te de estiércol de bovino y estiércol de ovino.

### PALABRAS CLAVE:

Evaluación, espinaca, abono orgánico líquido, abono orgánico sólido

### ABSTRACT:

Organic agriculture is very important because it contributes to the conservation of the environment and helps to preserve human health. Therefore organic products are healthier and free of toxic agents, such as Spinach (*Spinacia oleracea* L.) is a crop of great importance, being necessary to conduct research on their behavior and productivity, so to improve nutritional status and increase the income of families in the city of La Paz. This research work was to evaluate the effect of application of liquid and solid organic fertilizer in crop yield spinach in a protected environment, the experiment was installed in the town of Chicani belonging to the city of La Paz. The biological material consisted of two varieties of spinach, Fifth and Viroflay, applying manure you cattle and sheep manure.

### KEYWORDS:

Evaluation, spinach, liquid organic fertilizer, solid organic fertilizer.

### AUTORES:

**Juan Pablo Rocha Orellana.** Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

**Celia M. Fernández Chávez.** Docente Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

## 1. INTRODUCCION

Las hortalizas son fuente principal de vitaminas y minerales, es así que la espinaca es una de las hortalizas con alto contenido de vitamina A, vitamina C, y minerales esenciales, es un cultivo de ciclo corto y permite de 4 a 5 cosechas durante su ciclo vegetativo, fácil de cultivar y además con demanda en el mercado. En la zona urbana y peri urbana existe la necesidad de que las familias puedan producir sus propios alimentos, ampliar y diversificar el consumo de hortalizas, la implementación de ambientes protegidos es una alternativa ya que gracias al mantenimiento de un ambiente adecuado se pueden

obtener hortalizas todo el año, debido a que la variación de temperatura, la humedad relativa, la dotación de agua y la fertilidad del suelo son factores que se pueden manejar dentro de un sistema cerrado independientemente del clima predominante fuera del lugar.

## OBJETIVOS

### Objetivo General

Evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades de espinaca (*Spinacea olerácea* L.) con dos abonos orgánicos en carpa solar, en la localidad de Chicani, La Paz.

## Objetivos Específicos

Estudiar el desarrollo fenológico en dos variedades de espinaca bajo el efecto de los abonos orgánicos.

Evaluar el comportamiento agronómico en dos variedades de espinaca bajo el efecto de los abonos orgánicos.

Determinar el efecto del abono orgánico líquido y sólido en la producción de dos variedades de espinaca.

Analizar los costos parciales en la producción de dos variedades de espinaca con la aplicación de dos tipos de abonos orgánicos.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### Importancia del cultivo de la espinaca

El cultivo de espinaca aporta a la alimentación fibras vegetales y beta-carotenos, estos últimos, compuestos precursores de la vitamina A y con importante actividad como antioxidantes en el organismo humano. Contiene más Fe y Ca que otros vegetales, por la forma en que estos se encuentran, unidos a otras sustancias naturales del vegetal, (Serrano, 1980).

También es utilizado en la medicina ya que es bueno para la artritis, reumatismo, inflamación intestinal, estreñimiento, diarrea, debilidad, anemia, hemorroides y enfermedades de la piel, por su contenido alto de Fe, (Torres, 2006).

Según Borrego (1995), la espinaca tiene la siguiente verificación taxonómica:

- Familia: Chenopodiaceae
- Género: Spinaceae
- Nombre científico: Spinacea olerácea L.
- Nombre común: Espinaca

Cuadro N° 1. Características del cultivo

Días de germinación	7 - 12 días
Distancias entre plantas	25 - 30 cm
Duración de la primera cosecha	45 - 50 días
Ciclo de vida	3 - 5 meses
Número de cosecha	4 - 6 cosechas
Rendimiento por surco de 30,5 m	18,4 kg

Fuente: López (1994)

Cuadro N° 2. Composición nutritiva de la Espinaca (por 100 g de producto comestible)

ELEMENTO	CANTIDAD	ELEMENTO	CANTIDAD
Prótidos	3,77 g	Vitamina C	59 mg
Lípidos	0,65 g	Ca	81 mg
Glúcidos	3,59 g	P	55 mg
Vitamina A	9,420 ui	Fe	3,0 mg
Vitamina B1	110 mcg	Valor energético	26 cal
Vitamina B2	200 mcg		

Fuente. López (1994)

### Requerimiento de Nutrientes

Marulanda (2003) indica que, las dosis de abono que se aplique al cultivo de espinaca dependerán de la fertilidad del suelo, pueden recomendarse las cantidades siguientes: 250 kg/ha de N, 50 kg/ha de P2O5 y 200 kg/ha de K2O.

### Suelo

La espinaca puede cultivarse en una gran variedad de suelos, es una de las especies más resistentes a la salinidad. Es importante un buen drenaje, principalmente donde el cultivo se realiza con riego o durante la época más húmeda del año, (Vigliola, 2012).

### Clima

La espinaca es una planta de clima templado que soporta temperaturas bajas, de hasta 5 °C bajo 0. La duración de las horas de luz en el día tiene bastante influencia en el crecimiento y en la floración de la

planta, estando bastante relacionada con la temperatura ambiente, (Serrano, 1980).

**Variedades**

En la espinaca, cuando se cultiva en invernadero, conviene tener en cuenta den sus variedades lo siguiente: época de cultivo, resistencia a la humedad y al frío, tamaño de hojas, color de las hojas, tamaño del pecíolo, precocidad, resistencia a enfermedades, (Serrano, 1980).

**Sistemas Atemperados**

FAO (1990) indica que, los sistemas de cultivos atemperados surgen en el país como respuesta a la frustración de no poder encarar problemas

estructurales en el altiplano. Sin embargo, aunque los ambientes atemperados no pueden solucionar problemas de fondo, si pueden tener importancia en el rol de desarrollo.

**Abonamiento Orgánico**

Vigliola (2012) sostiene que, la fuente más importante en las huertas es el estiércol, que por su aporte de materia orgánica posee una acción física pues favorece la agregación, una acción biológica por el aporte de microorganismos que elaboran sustancias cementantes y aglutinantes, y también una acción química, ya que la descomposición de materia orgánica libera ácidos que solubilizan nutrientes de compuestos orgánicos insolubles, como el fosfato tricálcico.

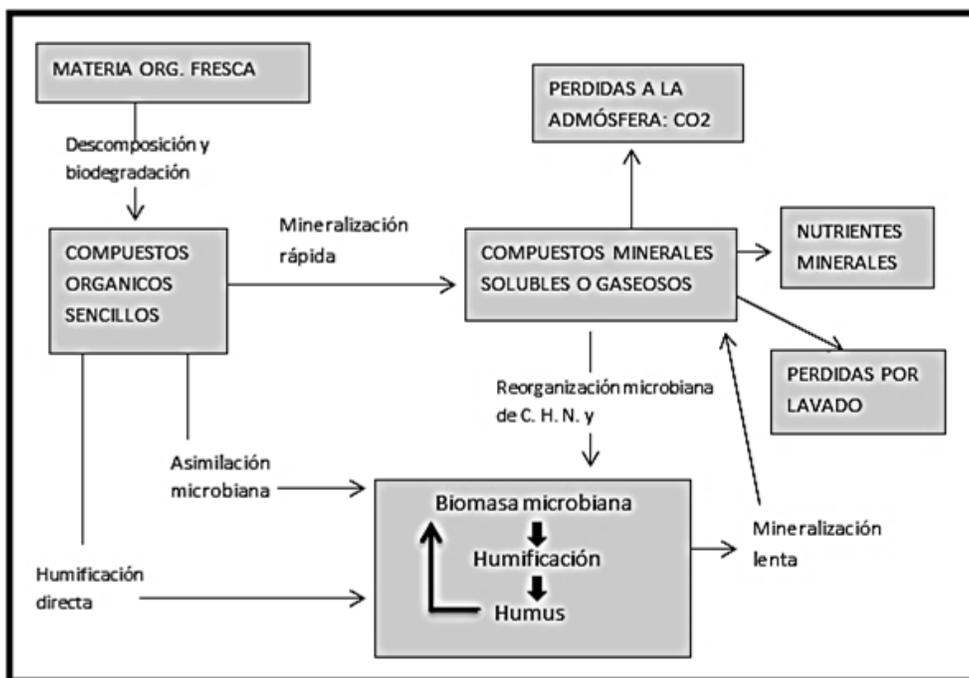


Figura N° 1. Esquema simplificado de la transformación de la Materia Orgánica: Fuente: Labrador (1996)

**Costos de Producción**

Perrin (2009), define el costo de producción como el desembolso o gasto de dinero que se hace en la

adquisición de los insumos o recursos empleados, para producir bienes y servicios. Sin embargo el término costo es más amplio, ya que significa el valor de todos los recursos que participan en el proceso

productivo de un bien en cantidades y en un periodo de tiempo determinado.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se realizó en la localidad de Chicani, que se encuentra en la zona este de la ciudad de La Paz, en la Provincia Murillo del departamento de La Paz.

La zona de estudio se encuentra localizada a 13 km del centro de la ciudad de La Paz, que contempla los siguientes parámetros de ubicación geográfica: altura de 3506 msnm, latitud sur 16° 28' y longitud oeste 68° 4', (Google maps, 2013).

#### Descripción del Área de Estudio

##### Clima

Las condiciones agroclimáticas son de cabecera de valle, los veranos son calurosos con temperaturas que alcanzan 18 °C; en la época invernal la temperatura puede bajar hasta - 4 °C en los meses de agosto y noviembre se presentan vientos fuertes de Noreste a Este. La temperatura media es 9 °C; con una precipitación media de 380 mm, (Meteoret, 2013).

##### Suelo

La zona se caracteriza por tener un suelo franco arcilloso. El suelo del sector tiene: estructura media, compactación moderado, estas características permiten la infiltración de agua.

#### Diseño Experimental

El Modelo lineal Aditivo es utilizado para el análisis estadístico de los datos a obtenerse es, completamente al azar con arreglo en parcelas divididas, (Ochoa, 2007).

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + E_{ik} + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + E_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Una observación cualquiera

$\mu$  = Media poblacional

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo nivel de factor A

$E_{ik}$  = Error experimental de la parcela mayor ( $E_a$ )

$\beta_j$  = Efecto del j-ésimo nivel de factor B

$\alpha\beta_{ij}$  = Efecto del i-ésimo nivel factor A, con el j-ésimo nivel de factor B (interacción A x B)

$E_{ijk}$  = Error experimental de la parcela menor ( $E_b$ )

#### Características de los Tratamientos

##### Factores de Estudio

##### Factor A (variedades)

a1 = Quinto

a2 = Viroflay

##### Factor B (abonos orgánicos)

b1 = Estiércol de ovino (sólido)

b2 = Te de estiércol de bovino (líquido)

##### Tratamientos:

T1 = a1b1 (Estiércol de ovino con variedad Quinto)

T2 = a2b1 (Estiércol de ovino con variedad Viroflay)

T3 = a1b2 (Te de estiércol de bovino con variedad Quinto)

T4 = a2b2 (Te de estiércol de bovino con variedad Viroflay)

T5 = Tratamiento testigo de variedad Quinto

T6 = Tratamiento testigo de variedad Viroflay

#### Características del Área Experimental

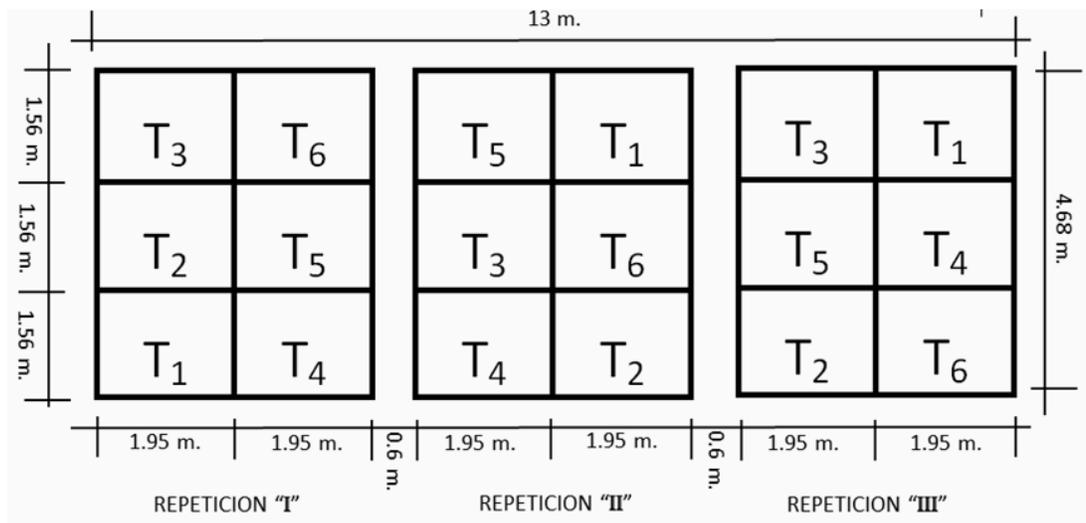
La distribución de las unidades experimental se realizó en el 40% del área total de la carpa solar, teniendo las siguientes dimensiones:

Largo de la carpa solar:	17 m
Ancho total de la carpa:	9,51 m
Superficie total de la carpa:	161,67 m <sup>2</sup>

Número de tratamientos:	18	Distancia entre surcos:	30 cm
Largo de tratamiento:	1,95 m	Número de surcos por tratamiento:	6
Ancho de tratamiento:	1,56 m	Número de plantas por tratamiento:	30
Área de tratamiento:	3,04 m <sup>2</sup>		
Área total del ensayo:	60,84 m <sup>2</sup>		
Distancia entre plantas:	30 cm		

### Croquis del Experimento

Figura 2. Distribución de unidades experimentales usadas en la investigación.



## 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### Temperaturas en la Carpa Solar Durante el Desarrollo del Cultivo

Como se observa en la figura existe variación de temperatura y fue debido a las condiciones de la carpa solar, ya que como el modelo es de doble agua

entonces sufre un enfriamiento más rápido tomando en cuenta que esos meses son los más fríos. A consecuencia de las bajas y altas temperaturas el cultivo de espinaca mostro en la cuarta cosecha, entallamiento y floración de una planta en promedio por tratamiento.

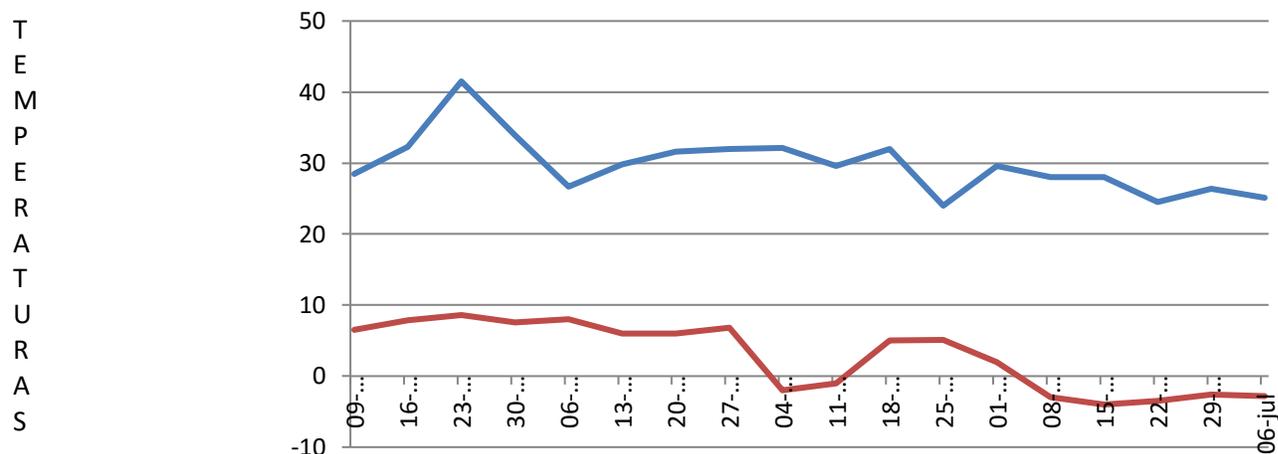


Figura 3. Fluctuaciones de la temperatura Máxima y Mínima (°C)

Según Serrano (1980), la espinaca es una planta de clima templado que soporta temperaturas bajas, de hasta 5 °C bajo cero y temperaturas óptimas para un buen desarrollo de 15 a 18 °C, fuera de estos parámetros tiende al entallamiento y floración.

### Interpretación de Fertilidad del Suelo en Base al Análisis de Laboratorio

La fertilidad natural del suelo fue alta según Chilón (1997); el contenido de nitrógeno presentó un valor de 0,40%, el fósforo asimilable 86,17 ppm; el contenido de potasio es alto con un valor de 2,14 meq/100 g

Cuadro 3. Análisis de laboratorio del suelo antes del experimento

Parámetro	Resultado
Textura	Franco Arcilloso
pH en agua 1:5	6,47
Conductividad eléctrica en agua 1:5	0,438 dS/m
C.I.C.	20,42 meq/100 g
Nitrógeno	0,40%
Potasio	2,14 meq/100 g
Fosforo asimilable	86,17 ppm

Fuente: IBTEN 2013

Cuadro. 4 Comparación del análisis de suelo por tratamiento antes y después de la cosecha.

TRATAMIENTOS	Nitrógeno kg/ha		Fosforo P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha		Potasio K <sub>2</sub> O kg/ha		CIC meq/100 g		CE dS/cm	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
<b>TIPOS DE ABONO ORGANICO</b>										
T1(estiercol de ovino)	16,8	15,48	62,15	105,57	315,46	60,48	20,42	17,24	0,438	1,12
T2(estiercol de ovino)	16,8	15,12	62,15	84,43	315,46	102,06	20,42	17,66	0,438	0,59
T3(te de estiercol de bovino)	16,8	9,66	62,15	91,28	315,46	104,3	20,42	19,64	0,438	0,91
T4(te de estiercol de bovino)	16,8	14,28	62,15	56,64	315,46	71,82	20,42	17,24	0,438	0,73
T5 (testigo – sin abono)	16,8	15,12	62,15	67,33	315,46	69,15	20,42	15,54	0,438	0,81
T6(testigo – sin abono)	16,8	13,44	62,15	52,6	315,46	64,26	20,42	15,24	0,438	0,58

Fuente: Elaboración propia, 2015

En el cuadro 4, se observa por ejemplo que el nitrógeno al inicio fue mayor, pero luego va disminuyendo de acuerdo a las cantidades aplicadas de los abonos orgánicos, esto nos indica que la planta fue aprovechando de acuerdo a las cantidades disponibles de nitrógeno.

En el T1 y T2 se aplicó estiércol de ovino seco y en el T3 y T4 se aplicó te de estiércol de bovino, de acuerdo al requerimiento del cultivo, el N fue aprovechado en su totalidad en estos 4 tratamientos, esto quiere decir que el té de estiércol de bovino aplicado fue aprovechado óptimamente por las plantas para su crecimiento y desarrollo.

El T5 y T6, no aprovecharon de una manera significativa el N y P, ya que no se incorporó ningún abono, por tanto, no se incrementó la materia orgánica, ni cambio las propiedades químicas y físicas del suelo.

### Variables de Respuesta

Los resultados que a continuación se presentan, muestran los efectos de los factores estudiados en el presente trabajo de investigación sobre el comportamiento de dos variedades de espinaca con dos abonos orgánicos.

### Número de Hojas

De acuerdo al análisis de varianza del cuadro 5, muestra para los bloques, para la segunda y tercera cosecha una variación significativa, donde cada bloque es diferente debido a la influencia de luz, ventilación etc., donde más influye la radiación solar es en la segunda y tercera cosecha debido al espacio que tiene después de cada cosecha y para la primera y cuarta cosecha, muestra un resultado no significativo, donde no influye la luz, temperatura debido a las constantes cosechas realizadas.

Cuadro. 5 Análisis de varianza para el Número de Hojas, para cuatro cosechas

		1ra COSECHA	2da COSECHA	3ra COSECHA	4ta COSECHA
FV	GL	CM	CM	CM	CM
Bloque	2	0,4022 ns	0,35388 *	0,0772 *	0,0138 ns
Variedad	1	0,0050 ns	1,5605 *	0,2450 *	0,0050 ns
Abono	2	0,0672 ns	0,1505 ns	1,1172 *	0,9205 *
Variedad*Abono	2	0,0950 ns	0,0772 ns	0,0116 ns	0,0116 ns
Error	10	0,1508	0,0932	0,0165	0,1218
CV		13,22	2,78	3,10	2,12

Fuente: Elaboración propia, 2015

En cuanto al factor variedades en la segunda y tercera cosecha existe diferencia significativa entre variedades, debido a la mejor asimilación de los

nutrientes proporcionados y a la adaptabilidad de cada variedad.

Cuadro N° 6. Comparación de medias según la prueba de Tukey, para cuatro cosechas, variable Número de Hojas.

FA	Variedad	1ra COSECHA		2da COSECHA		3ra COSECHA		4ta COSECHA	
		Promedio u/Planta	Tukey 5%						
V1	Quinto	7,55	A	6,87	B	6,82	B	6,84	B
V2	Viroflay	7,52	A	7,46	A	7,05	A	6,81	B
FB	Tipo de Abono	Promedio u/Planta	Tukey 5%						
1	Estiércol de ovino	7,60	A	7,33	A	7,26	A	7,21	A
2	Te de estiércol de bovino	7,60	A	7,01	A	7,10	A	6,83	B
3	Sin abono	7,41	A	7,16	A	6,45	B	6,43	B

Fuente: Elaboración propia, 2015

La formación de hojas depende de las características genéticas de cada variedad, para la tercera cosecha, la aplicación de estiércol de ovino y te de estiércol de bovino, mostraron un rendimiento mayor, clasificado como **A**, debido al aprovechamiento de los nutrientes proporcionados, al no aplicar ningún abono, el rendimiento fue menor clasificado como **B**, ya que no existían los nutrientes necesarios en el suelo (Cuadro 6).

### Largo de Hoja

El análisis de varianza del cuadro 7, muestra una diferencia significativa de la segunda a la cuarta cosecha para el factor bloques, donde cada bloque es diferente debido a la influencia de luz, ventilación etc., en cuanto al factor variedad, en la segunda cosecha existe diferencia significativa, debido a que cada variedad crece y desarrolla de distinta manera.

Cuadro. 7 Análisis de varianza para el Largo de Hoja, para cuatro cosechas

FV	GL	1ra COSECHA	2da COSECHA	3ra COSECHA	4ta COSECHA
		CM	CM	CM	CM
Bloques	2	2,027 ns	1,087 *	2,490 *	1,526 *
Variedad	1	7,411 ns	1,366 *	0,980 ns	0,196 ns
Abono	2	8,993 ns	0,754 *	7,857 *	4,307 *
Variedad*Abono	2	2,797 ns	0,055 ns	0,228 ns	1,141 *
Error	10	5,652	1,833	0,271	0,123
CV		13,22	2,78	3,10	2,12

Fuente: Elaboración propia, 2015

El factor abono muestra una diferencia significativa para la segunda, tercera y cuarta cosecha, debido a que cada tipo de abono aplicado influye de distinta forma en el metabolismo e influye en el largo de la hoja de cada variedad, por lo tanto, la interacción

variedad\*abono, muestra un resultado significativo para la cuarta cosecha (Cuadro 8), donde cada factor actúa de manera dependiente, es decir que los tipos de abono aplicados influyen en el factor variedades y viceversa.

Cuadro N° 8. Comparación de medias según la prueba de Tukey, para cuatro cosechas, variable Largo de Hoja

FA	Variedad	1ra COSECHA		2da COSECHA		3ra COSECHA		4ta COSECHA	
		Promedio cm/Planta	Tukey 5%						
V1	Quinto	17,33	A	15,09	B	16,57	A	16,49	A
V2	Viroflay	18,62	A	15,64	A	17,03	A	16,70	A
FB	Tipo de abono	Promedio cm/Planta	Tukey 5%						
1	Estiércol de ovino	17,81	A	15,75	A	18,06	A	17,42	A
2	Te de estiércol de bovino	19,27	A	15,29	B	16,53	A	16,63	B
3	Sin abono	16,84	A	15,03	B	15,82	B	15,73	C

Fuente: Elaboración propia, 2015

### Largo de Pecíolo

El cuadro 9, del análisis de varianza para el factor bloques, muestra diferencia significativa para la cuarta cosecha, donde cada bloque es diferente debido

a la influencia de luz, ventilación, temperatura, debido a las constantes cosechas realizadas, todos los bloques tuvieron un comportamiento homogéneo para la primera, segunda y tercera cosecha.

Cuadro. 9 Análisis de varianza para el Largo de Pecíolo, para cuatro cosechas.

		1ra COSECHA	2da COSECHA	3ra COSECHA	4ta COSECHA
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>CM</b>	<b>CM</b>	<b>CM</b>
<b>Bloques</b>	2	1,785 ns	0,724 ns	0,035 ns	0,781 *
<b>Variedad</b>	1	0,399 ns	0,906 ns	5,467 *	3,083 *
<b>Abono</b>	2	1,921 ns	0,095 ns	0,873 ns	1,647 *
<b>Variedad*Abono</b>	2	0,199 ns	0,165 ns	0,325 ns	0,152 ns
<b>Error</b>	10	1,498	0,313	0,222	0,120
<b>CV</b>		22,39	10,4	8,56	9,45

Fuente: Elaboración propia, 2015

Cuadro N° 10. Comparación de medias según la prueba de Tukey, para cuatro cosechas, variable Largo de Pecíolo.

FA	Variedad	1ra COSECHA		2da COSECHA		3ra COSECHA		4ta COSECHA	
		Promedio cm/Planta	Tukey 5%						
V1	Quinto	5,317	A	5,34	A	4,96	B	5,45	B
V2	Viroflay	5,615	A	5,79	A	6,06	A	6,28	A
FB	Tipo de abono	Promedio cm/Planta	Tukey 5%						
1	Estiércol de ovino	5,08	A	5,42	A	5,95	A	6,18	A
2	Te de estiércol de bovino	6,11	A	5,63	A	5,29	A	6,16	A
3	Sin abono	5,20	A	5,65	A	5,29	A	5,26	B

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Respecto al factor abono, el cuadro N° 10, para la primera, segunda y tercera cosecha, no muestra diferencias en cuanto a la variable largo de pecíolo, ya que la aplicación de los distintos abonos orgánicos, no influyen en el crecimiento y desarrollo del largo del pecíolo de cada variedad.

En la cuarta cosecha, al aplicar estiércol de ovino y te de estiércol de bovino se obtuvieron mayores resultados clasificados como **A**, ya que estos abonos orgánicos proporcionan los nutrientes necesarios para el buen crecimiento y desarrollo del cultivo y al no aplicar abono se obtuvo un menor rendimiento clasificado como **B**, tras cada cosecha realizada, reducían los nutrientes, por tanto, el rendimiento va reduciendo.

### Altura Total de la Planta

El cuadro 11, muestra una diferencia significativa para la primera cosecha para el factor bloques, donde cada bloque es diferente debido a la influencia de luz, ventilación etc., para la segunda, tercera y cuarta cosecha, los bloques obtuvieron un resultado no significativo, en cuanto al factor variedad, en todas las cosechas existe diferencia significativa debido a que cada variedad tiene un crecimiento y desarrollo distinto, también cuentan con características genéticas distintas.

Cuadro. 11 Análisis de varianza para la Altura Total de la Planta, para cuatro cosechas.

		1ra COSECHA	2da COSECHA	3ra COSECHA	4ta COSECHA
FV	GL	CM	CM	CM	CM
<b>Bloques</b>	2	2,301 *	1,372 ns	0,5327 ns	2,981 ns
<b>Variedad</b>	1	43,711 *	107,70 *	102,19 *	105,51 *
<b>Abono</b>	2	9,562 *	4,12 *	0,201 ns	0,343 ns
<b>Variedad*Abono</b>	2	4,345*	4,12 *	0,293 ns	0,193 ns
<b>Error</b>	10	0,387	0,395	1,584	1,39
<b>CV</b>		5,66	5,63	11,20	10,66

Fuente: Elaboración propia, 2015

Cuadro N° 12. Comparación de medias según la prueba de Tukey, para cuatro cosechas, variable Altura Total de la Planta.

FA	Variedad	1ra COSECHA		2da COSECHA		3ra COSECHA		4ta COSECHA	
		Promedio cm/Planta	Tukey 5%						
V1	Quinto	9,423	B	8,713	B	8,84	B	8,63	B
V2	Viroflay	12,54	A	13,60	A	13,61	A	13,47	A
FB	Tipo de abono	Promedio cm/Planta	Tukey 5%						
1	Estiércol de ovino	11,80	A	11,62	A	11,27	A	11,32	A
2	Te de estiércol de bovino	11,61	A	11,64	A	11,02	A	10,87	A
3	Sin abono	9,52	B	10,20	B	11,38	A	10,97	A

Fuente: Elaboración propia, 2015

En cuanto a las variedades, la variedad Viroflay muestra superioridad en la altura total de la planta durante todas las cosechas realizadas, puede deberse a la mejor adaptabilidad a cambios bruscos de temperatura, a las características genéticas, la capacidad de desarrollo, además los diferentes factores internos y externos que inciden durante el desarrollo del cultivo (Cuadro 12).

### Peso de Materia Verde

De acuerdo al análisis de varianza del cuadro 13, podemos deducir que para el factor bloques no existe diferencias significativas en todas las cosechas, es decir cada bloque tuvo un comportamiento similar,

por lo tanto el factor abono no tuvo efecto en el rendimiento de materia verde

Cuadro N° 13. Análisis de varianza para el Peso de Materia Verde, para cuatro cosechas.

		1ra COSECHA	2da COSECHA	3ra COSECHA	4ta COSECHA
FV	GL	CM	CM	CM	CM
<b>Bloques</b>	2	46,908 ns	11,385 ns	2,47 ns	1,81 ns
<b>Variedad</b>	1	27,38 ns	0,194 ns	15,07 *	5,19 *
<b>Abono</b>	2	520,21 *	83,13 *	109,26 *	143,42 *
<b>Variedad*Abono</b>	2	78,59 *	6,18 ns	0,80 ns	0,26 ns
<b>Error</b>	10	14,39	5,43	1,29	0,63
<b>CV</b>		10,88	10,93	5,18	3,98

Fuente: Elaboración propia, 2015

Cuadro N° 14. Comparación de medias según la prueba de Tukey, para cuatro cosechas, Peso Materia Verde.

FA	Variedad	1ra COSECHA		2da COSECHA		3ra COSECHA		4ta COSECHA	
		Promedio gr/planta	Tukey 5%						
V1	Quinto	36,090	A	21,22	A	22,87	A	20,48	A
V2	Viroflay	33,62	A	21,43	A	21,04	B	19,41	B
FB	Tipo de abono	Promedio gr/planta	Tukey 5%						
1	Estiércol de ovino	37,67	A	25,26	A	25,77	A	24,28	A
2	Te estiércol de bovino	42,43	A	20,85	B	22,75	B	20,91	B
3	Sin abono	24,46	B	17,86	B	17,35	C	14,64	C

Fuente: Elaboración propia, 2015

Serrano (1980), menciona al respecto que el rendimiento en el cultivo de espinaca en carpas solares es de 15.000 a 20.000 kg/ha que equivale de 1,5 a 2 kg/m<sup>2</sup>, los resultados que se obtuvieron en la presente investigación son inferiores a los resultados obtenidos por Serrano (1980), esto se atribuye principalmente a las condiciones del medio ya que la investigación se llevó a cabo en los meses más fríos y tomando en cuenta que se encuentra en la ciudad más alta del mundo, las condiciones no fueron en su totalidad óptimas.

Por otro lado Gordon (1992), menciona que el rendimiento de los cultivos es mayor en cuanto al contenido de nutrientes principales en el suelo, dentro de esta categoría se encuentran el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y el azufre, esto demuestra el porqué del mayor rendimiento con la incorporación

de estiércol de ovino 6,4 kg/3 m<sup>2</sup>.

El mismo autor indica que el crecimiento de los cultivos se reduce drásticamente si no se encuentran presentes las cantidades adecuadas de nitrógeno, esta afirmación corrobora los datos obtenidos sin la aplicación de ningún abono orgánico.

### Índice de Área Foliar

De acuerdo al análisis de varianza del cuadro 15, para el factor bloques, existe diferencia significativa, en la tercera y cuarta cosecha, es decir cada bloque es diferente debido a la influencia de luz, ventilación, etc., por lo tanto, en las últimas cosechas existe mayor variación, debido a las constantes cosechas realizadas.

Cuadro N° 15. Análisis de varianza para el Índice de Área Foliar, para cuatro cosechas.

		1ra COSECHA	2da COSECHA	3ra COSECHA	4ta COSECHA
FV	GL	CM	CM	CM	CM
<b>Bloques</b>	2	4813,41 ns	1617,77 ns	1438,58 *	907,79 *
<b>Variedad</b>	1	483,91 ns	362,07 ns	27,20 ns	79,88 ns
<b>Abono</b>	2	5550,02 ns	851,67 ns	986,96 ns	1122,74 *
<b>Variedad*Abono</b>	2	3771,47 ns	30,06 ns	42,56 ns	4,368 ns
<b>Error</b>	10	7882,67	607,31	362,00	205,84
<b>CV</b>		30,95	11,96	9,40	7,41

Fuente: Elaboración propia, 2015

Cuadro N° 16. Comparación de medias según la prueba de Tukey, para cuatro cosechas, Índice de Área Foliar.

		1ra COSECHA		2da COSECHA		3ra COSECHA		4ta COSECHA	
FA	Variedad	Promedio cm <sup>2</sup> /planta	Tukey 5%						
V1	Quinto	281,64	A	210,43	A	203,43	A	195,5	A
V2	Viroflay	292,01	A	201,46	A	200,97	A	191,28	A
FB	Tipo de abono	Promedio cm <sup>2</sup> /planta	Tukey 5%						
1	Estiércol de ovino	260,64	A	218,66	A	216,81	A	208,697	A
2	Te de estiércol de bovino	320,18	A	195,03	A	196,98	A	189,13	B
3	Sin abono	279,66	A	204,16	A	192,81	A	182,353	B

Fuente: Elaboración propia, 2015

En cuanto al factor abono, para la primera, segunda y tercera cosecha, todos los abonos aplicados obtuvieron resultados, clasificados como A, ya que los abonos aplicados no influyeron en el índice de área foliar, este rendimiento se debe a las características propias de cada variedad.

Para la cuarta cosecha, aplicando estiércol ovino, se obtuvo mayor rendimiento, clasificado como A, ya que este abono orgánico se queda en el suelo, mejorando las propiedades físicas y químicas, mientras al aplicar te de estiércol de bovino, se obtuvo un rendimiento menor, clasificados como B, debido a que los nutrientes fueron disminuyendo tras cada cosecha y al no aplicar ningún abono, se obtuvo un rendimiento menor, clasificado como B, ya que el suelo contenía pocos nutrientes (Cuadro 16).

Rodríguez (1982), al respecto indica que la cantidad suficiente de nitrógeno en la planta provoca mayor vigor vegetativo, aumenta el volumen y peso, debido al alargamiento celular y a la multiplicación celular.

#### Análisis Económico

Nos proporciona información económica, desde la perspectiva del agricultor, para poder informar los beneficios que podría obtener en términos de rentabilidad.

Cuadro. 17 Costos variables para la Preparación del Terreno (18 Unidades Experimentales) Bs/65 m<sup>2</sup>.

Detalle	Cantidad	Precio parcial Bs	Precio total Bs
Estiércol de ovino	1 qq	25	25
Estiércol de bovino	4,5 qq	9	40,5
Semilla	100 g (50% Var. Viroflay y 50% Var. Quinto)	31	31
Mano de obra	3	40	120
<b>Total Bs/65 m<sup>2</sup></b>			216,5
<b>Total Bs/ha</b>			33.307

Fuente: Elaboración propia, 2015

El análisis económico fue realizado según la metodología propuesta por Perrin (2009), los que recomiendan el análisis de beneficios netos y el cálculo de la tasa de retorno marginal de los tratamientos alternativos, para obtener los beneficios y costos marginales.

### Rendimiento Ajustado y Beneficio Costo

El rendimiento ajustado de cada tratamiento es el rendimiento medio reducido en un cierto porcentaje con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que el agricultor podría lograr con ese tratamiento.

Cuadro. 18 Análisis de beneficio costo para una ha, para cada tratamiento, ajustado a menos 10%.

Tratamientos	Precio Bs/kg	Rendimiento kg/ha	Costos de producción Bs/ha	Ingreso bruto Bs/ha	Beneficio neto Bs/ha	Beneficio/costo Bs	Beneficio/costo a menos 10% Bs
<b>T1</b>	10	11.444	37.888	114.440	76.552	2,02	1,82
<b>T2</b>	10	11.000	37.888	110.000	72.112	1,9	1,71
<b>T3</b>	10	11.222	44.444	112.220	67.776	1,52	1,37
<b>T4</b>	10	10.111	44.444	101.110	56.666	1,27	1,14
<b>T5</b>	10	7.333	37.888	73.330	35.442	0,93	0,84
<b>T6</b>	10	7.444	37.888	74.440	36.552	0,96	0,86

Fuente: Elaboración propia, 2015

Si bien el precio de campo se basa en el precio de venta del cultivo, el concepto normalmente puede utilizarse, aunque el agricultor no produzca lo suficiente para satisfacer sus propias necesidades.

En el cuadro N° 18, se observa que el beneficio neto de cada tratamiento es significativo de los primeros cuatro tratamientos, lo cual nos indica que el cultivo de la espinaca en si es económicamente rentable, independientemente del tratamiento que se estudió, pero en caso de no aplicar ningún abono orgánico

existe una ligera pérdida del 7% de inversión, lo que demuestra que los tratamientos T5 y T6 no son económicamente rentables, sin embargo, se observa que los beneficios netos disminuyen en cada tratamiento, siendo el más recomendable el tratamiento uno.

## 5 CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación nos llevan a las siguientes conclusiones:

Se rechazan las hipótesis nulas planteadas en la presente investigación, ya que, los abonos orgánicos líquidos y sólidos aplicados influenciaron en el desarrollo fenológico, comportamiento agronómico y en la producción de dos variedades de espinaca.

En cuanto a la variable rendimiento de materia verde, se puede concluir que con la variedad Quinto se obtuvo mayor rendimiento que la variedad Viroflay con la aplicación de los diferentes abonos orgánicos (T1 = 11.444 kg/ha, T3 = 11.222 kg/ha, T5 = 7.333 kg/ha), comparando con la variedad Viroflay obtuvo menores rendimientos (T2 = 11.000 kg/ha, T4 = 10.111 kg/ha, T6 = 7.444 kg/ha), por lo tanto se concluye que el cultivo de la espinaca asimilo favorablemente los abonos orgánicos sólidos y líquidos, para un óptimo rendimiento.

Con respecto a la variable número de hojas, ambas variedades Viroflay y Quinto tuvieron un comportamiento similar al aplicar los diferentes abonos orgánicos (estiércol de ovino = 7,35, te de estiércol de bovino = 7,1 y sin abono = 6,86 unidades respectivamente), existiendo similitudes genéticas y morfológicas en cuanto al número de hojas.

En cuanto al largo de hoja la variedad Viroflay mostro mayor resultado gracias a la asimilación de los abonos orgánicos líquidos y sólidos proporcionados, también se debe a las características genéticas y morfológicas de esta variedad, así también mostro mayor altura total de la planta, ya que esta variedad tiende a crecer y desarrollar de forma erguida.

Al respecto del largo de peciolo, se concluye que la variedad Viroflay obtuvo peciolo más largos, tras cada cosecha realizada, esto se debe sus características genéticas, mientras que la variedad Quinto, mantuvo constante el largo de peciolo.

En cuanto al índice de área foliar la variedad Quinto con la aplicación de té de estiércol de bovino, mostro mejores resultados para la primera cosecha, y para las posteriores cosechas ambas variedades obtuvieron resultados mayores con la aplicación de estiércol de

ovino, lo cual demuestra que los nutrientes del té de estiércol de bovino fueron asimilados rápida y oportunamente por el cultivo en la primera cosecha.

El análisis económico que se realizó en la producción del cultivo de espinaca nos muestra que los beneficios se obtienen de acuerdo al tipo de abono aplicado, aplicando estiércol de ovino con la variedad Quinto es el que mejor beneficio costo aporta llegando a tener una ganancia de 1,02 Bs, aplicando estiércol de ovino con la variedad Viroflay se obtiene una ganancia de 0,9 Bs.

Aplicando te estiércol de bovino con la variedad Quinto se obtiene una ganancia de 0,52 Bs, aplicando té de estiércol de bovino con la variedad Viroflay se obtiene una ganancia de 0,27 Bs, sin aplicar ningún abono con la variedad Quinto se obtiene una pérdida de 0,07 Bs y sin aplicar ningún abono con la variedad Viroflay se obtiene una pérdida de 0,04 Bs.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Borrego, M. 2002. Horticultura Herbácea Especial. Segunda Edición. Mundi Prensa. Madrid España. P. 255 – 258.
- Chilon, E. 1997. Fertilidad de Suelos y Nutrición de Plantas, Ediciones CIDAC. La Paz – Bolivia. P.170 – 185.
- CIMMYT, 2009. Un manual metodológico de evaluación económica. México. D.F.
- Gordon, R. 1992. Horticultura. Editor S.A. México D. F. p. 307-323.
- Guerrero, G. A. 1993. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Editorial Mundi Prensa, p. 10, 25, 48.
- FAO. 1990. Primer Seminario Nacional sobre Fertilidad de suelos y uso de fertilizantes en Bolivia. CIAT – IBTA. Santa Cruz – Bolivia. P. 35 – 38.
- Google maps, 2013. Disponible en <http://www.google.maps.com>

Labrador, J. 1996. La materia orgánica en el agro sistema. Ediciones Mundi Prensa Madrid – España. P. 93 – 103.

López, M. 2010. Horticultura. Ediciones Trillas. México. P. 118 – 128.

Marulanda, C. 2003. Hidroponía Familiar. Editorial Optigraf. Armenia, Colombia. 156 p.

Meteored, 2013. Disponible en <http://www.meteored.com.ar/>

Perrin, R. 2009. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos CYMMYT. Folleto de información No. 7. México DF.

Rodríguez, S. 1982. Fertilizantes y Nutrición Vegetal. Editorial AGTSA México. D.F. México. 33 p.

Serrano, Z. 1980. Cultivo de hortalizas en invernadero. 1ra Edición. Ed. Barcelona. España. 360 p.

Torres, M. 2006. Horticultura. Trillas. México. P. 20 – 98.

Vigliola, M. 2012. Manual de horticultura. Editorial, Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. P. 81 – 89.