

Efecto del biol y la rotación con abono verde (*Crotalaria juncea*) en la producción de espinaca (*Spinacea oleracea*) bajo cultivo orgánico

Saray Siura C.¹, Isabel Montes Y.², Susana Dávila³

Resumen

Se evaluó el rendimiento y calidad de dos cultivares de espinaca (uno de polinización abierta OP y un híbrido) cultivados en una parcela de producción orgánica con y sin rotación con abono verde (*Crotalaria juncea*) y cuatro concentraciones de aplicación foliar de biol (0, 20, 40 y 100%). Se utilizó el diseño estadístico de bloques completos al azar, con arreglo factorial. El rendimiento fue altamente significativo para la rotación con abono verde (24.3 t/ha), biol (25.8 t/ha) y la interacción de rotación con abono verde x cultivar (25.2 t/ha), donde el rendimiento del cultivar OP fue superior al híbrido cuando se utilizó la rotación con abono verde. Los altos rendimientos obtenidos cuando se usa la rotación con abono verde y dosis crecientes de aplicaciones foliares de biol justifican su uso en este cultivo, especialmente cuando se trata de pequeños agricultores, contribuyendo a incrementar la producción orgánica de espinaca, aún cuando se usen cultivares de polinización abierta.

Palabras clave: espinaca, cultivo orgánico, abono verde.

Abstract

The Performance was evaluated and quality of two cultivars of spinach (one OP open pollinated and hybrid) grown on a plot of organic production without rotation with green manure (*Crotalaria juncea*) and four concentrations of foliar application of biological (0, 20, 40 and 100%). The statistical design of randomized complete block factorial arrangement was used. The yield was highly significant when the rotation was used with green manure (24.3 t / ha), biological (25.8 t / ha) and the interaction of rotation with green manure x cultivar (25.2 t / ha), where the yield of the cultivar OP hybrid was higher than when the rotation with green manure was used. The high yields obtained when the rotation is used for green manure and increasing doses of foliar applications of biological justify its use in this crop, especially when it comes to small farmers, helping to increase organic production of spinach, although cultivars are used open pollination.

Key Words: spinach, organic farming, green manure.

1. Introducción

La agricultura orgánica es una actividad en pleno crecimiento en todo el mundo; en el Perú, la exportación de productos orgánicos generó más de 160 millones de dólares en el año 2007, involucrando a más de 100 000 familias en esta actividad (PROMPERU, 2008).

El presente trabajo buscó generar nueva información sobre la producción orgánica de espinaca (*Spinacea oleracea*) ya que es considerada una hortaliza de alto valor nutricional, elevado poder antianémico y alto contenido energético por su contenido de vitaminas y de minerales como hierro, calcio y fósforo (Maroto, 1986; Tamaro, 1981).

En el Perú, la producción de espinaca está en crecimiento, tanto en superficie como en productividad con un rendimiento promedio anual de 14.9 t/ha (Webb y Fernández Baca, 2006). Pese a su importancia, son escasas las investigaciones en este cultivo, debido a que se siembra en rotación con cultivos de más largo periodo y se cultiva en pequeñas áreas. Por su rápido crecimiento y ser un Cultivo de hoja, la producción es muy dependiente de fertilización nitrogenada o aplicación de estiércol antes de la siembra (Ugás *et al.*, 2000), factores que pueden ser limitantes en cuanto a costo y disponibilidad.

La agricultura orgánica tiene como objetivo la obtención de alimentos de máxima calidad nutritiva y sensorial, respetando el medio ambiente, conservando la fertilidad del suelo y la diversidad genética (Alvarado, 2004). Entre las prácticas de manejo ecológico del suelo se consideran la rotación de cultivos, los abonos verdes y los abonos orgánicos (Guerrero, 1993).

La rotación de cultivos es una antigua labor utilizada para incrementar los rendimientos, mantener la fertilidad del suelo de forma natural y como una estrategia para prevenir ataques de plagas y enfermedades. Diversos autores coinciden en definirla como la sucesión de diferentes cultivos, asociados o no, sobre una parcela por un tiempo determinado y que no necesariamente se repite en el mismo orden (Ojeda *et al.*, 1995) o como un sistema donde los cultivos siguen una sucesión determinada sobre un mismo terreno (Altieri, 1997), por lo tanto lo más importante en este sistema es la sucesión en el tiempo de los cultivos para mantener la fertilidad del suelo.

Diversos ensayos han demostrado que los cultivos en sistemas de rotación, obtienen mayores rendimientos que los producidos en monocultivo (Kolmans y Vásquez, 1996). El aumento de la producción compensa a menudo la menor frecuencia del cultivo en la rotación, lo que supone una mayor eficiencia total del sistema (Lampkin, 1998). Esto se debería a que una adecuada rotación mantiene un balance de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, mejorando el equilibrio ecológico (Ojeda *et al.*,

¹ Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria la Molina.
E-mail: saray@lamolina.edu.pe.

² Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria la Molina.
E-mail: imontesy@gmail.com

³ Ingeniera Agrónoma. Programa de Hortalizas de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

1995). La planificación adecuada de una rotación permite atender mejor los requerimientos del suelo y puede iniciarse con un abono verde o un cultivo forrajero con gran aporte de biomasa y nitrógeno (Fabáceas), para generar las condiciones de fertilidad que requiere el siguiente cultivo (Kolmans y Vásquez, 1996) teniendo en cuenta los requerimientos nutricionales y características de cada cultivo en particular (Ojeda *et al.*, 1995). Por lo tanto las rotaciones no pueden realizarse al azar, ya que también pueden generar situaciones negativas como la producción de exudados radiculares que inhiben el crecimiento de otros cultivos, afectando los rendimientos como en el caso del sorgo que provoca efectos alelopáticos que causan la inmovilización de nitrógeno (Altieri, 1997).

La rotación con abonos verdes, busca mejorar las propiedades físicas y biológicas del suelo, siendo las fabáceas las más apropiadas, debido a su alta producción de biomasa, rápido crecimiento, rusticidad y tolerancia a sequía, lo que permite que puedan ser cortadas en floración.

Los abonos orgánicos provienen directa o indirectamente de fuentes de origen animal o vegetal y son una importante fuente de nutrientes, materia orgánica, sustancias húmicas, reguladores de crecimiento y diferentes compuestos de naturaleza enzimática y proteica, los cuales influyen sobre el rendimiento de los cultivos y mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Entre los abonos orgánicos más conocidos se encuentran el

estiércol, guano de islas, abonos verdes, rastrojo de cultivos, compost, humus de lombriz, aguas residuales, materias fecales, abonos líquidos como el biol y purin (Guerrero, 1993).

Los abonos orgánicos líquidos, también conocidos como biol, biofertilizante o biopreparado son obtenidos a partir de la descomposición anaeróbica de materia orgánica y su uso se ha vuelto muy popular en todo Latinoamérica, especialmente entre los pequeños productores (Restrepo, 1998). Diferentes microorganismos transforman la materia orgánica en sustancias húmicas, vitaminas, hormonas y compuestos orgánicos complejos que afectan el metabolismo y la nutrición de los cultivos. El biol se obtiene como un residuo de la producción del biogas en un biodigestor y consiste en una solución acuosa diluida, que se usa como abono foliar (Guerrero, 1993).

El biol es considerado también como una fuente orgánica de fitorreguladores que en pequeñas cantidades estimulan el desarrollo de las plantas como el enraizamiento, incremento de biomasa radicular y foliar, mejorando la floración y activando el vigor y poder germinativo de las semillas, traduciéndose todo esto en un aumento significativo de las cosechas (Gomero y Velásquez, 1999).

En la tabla 1 se puede apreciar la composición bioquímica de un biol obtenido de estiércol de ganado lechero estabulado, que recibe en promedio una ración diaria de 60% alfalfa, 30% de maíz ensilado y 10% de alimentos concentrados.

Tabla 1. Composición bioquímica de un biol obtenido de estiércol de ganado lechero estabulado, que recibe en promedio una ración diaria de 60% alfalfa, 30% de maíz ensilado y 10% de alimentos concentrados.

Componente	Unidad	Cantidad
Total sólidos	%	5.6
M.O.	%	38.0
Fibra	%	20.0
N	%	1.6
P	%	0.2
K	%	1.5
Ca	%	0.2
S	%	0.2
AIA	Ng/g	12.0
Gib	Ng/g	9.7
Purinas	Ng/g	9.3
Tiamina (B1)	Ng/g	187.5
Riboflavina (B2)	Ng/g	83.3
Piridoxina (B6)	Ng/g	33.1
Ac. Nicotínico	Ng/g	10.8
Ac. Fólico	Ng/g	14.2
Cisteina	Ng/g	9.2
Triptofano	Ng/g	56.6

Fuente: Suquilanda (1995)

Krisleva y Smidora, citados por Delgado (2003), sostienen que las sustancias húmicas que ingresan a la planta durante los primeros estadios de desarrollo son una fuente de polifenoles, los cuales funcionan como catalizadores respiratorios, lo que da como resultado un incremento en la actividad de la planta; los sistemas enzimáticos son intensificados, la división celular es acelerada, los sistemas radiculares alcanzan mayor desarrollo y finalmente la producción de materia seca se incrementa.

El biol es cada vez más utilizado en labores agrícolas como tratamiento a la semilla antes de la siembra, al suelo y al follaje aunque en formulaciones y concentraciones variables. Por eso una de las mayores dificultades encontradas en su utilización, es la concentración y forma de aplicación (foliar o al suelo), la que difiere mucho de acuerdo al cultivo, los materiales utilizados en la elaboración del biol y el tiempo de fermentación entre otros (Barrios, 2001).

También se recomienda aplicaciones de biol al follaje en diluciones que van desde 25 a 75% con un promedio de 3-5 de aplicaciones durante todo el cultivo y principalmente en las etapas críticas de éste; para aplicaciones al suelo se recomienda que en el riego, por cada 100 litros de agua se agregue 1 litro de biol (Suquilanda, 1995).

Cóndor (1997) en Lima, evaluó el efecto del biol en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var.italica), logrando los mejores rendimientos (11.85 t/ha) al realizar aplicaciones cada 15 días.

En La Molina, Barrios (2001) evaluó diferentes concentraciones de biol aplicado al suelo y foliarmente en el cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris*) obteniendo los mejores resultados con concentraciones de 100% aplicadas al follaje (17.87 t/ha) y al suelo (17.97 t/ha).

En dos ensayos realizados en La Molina, Delgado (2003) evaluó el efecto de diferentes fertilizantes foliares y biol en el cultivo de pepinillo para encurtido (*Cucumis sativus*) obteniendo el mayor rendimiento (21.84 t/ha) con biol al 30% en la siembra de verano, mientras que en la siembra de otoño los tratamientos con biol obtuvieron los mejores rendimientos con 25.68 y 25.42 t/ha a concentraciones de 50% y 30% respectivamente.

Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la producción de espinaca (*Spinacea oleracea*) en función a tres factores: el efecto de biol, la rotación con abono verde (*Crotalaria juncea*) y la respuesta de dos cultivares de espinaca (uno de polinización

abierta y un híbrido) conducidos en una parcela de cultivo orgánico.

2. Materiales y métodos

El ensayo se realizó entre los meses de Agosto - Octubre del año 2005, en la parcela denominada Campo Alegre I, de investigación en agricultura orgánica, perteneciente al Programa de Investigación en Hortalizas de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) en Lima, Perú, ubicado geográficamente a 12°05'06" L.S. y 76°57'00" longitud S.O.

La temperatura promedio durante varió entre 13°C y 19°C con un promedio de 16°C y una humedad relativa de 87%, encontrándose dentro de los rangos óptimos de temperatura (13 - 18°C) para el cultivo (Ugás et al., 2000).

El suelo utilizado presentó bajos niveles de CE (0.72 dS/m), moderadamente alcalino (8.0 pH), bajo contenido de materia orgánica (1.8%), textura franco arenoso, niveles medios de CIC, pero altos contenidos de fósforo y potasio, características apropiadas para el cultivo de espinaca.

Materiales

Semilla: Se utilizaron los cultivares Viroflay, de polinización abierta y el híbrido Quinto.

Biol: fue obtenido de un biodigestor de 10 m³ de capacidad, del fundo Bio Agricultura Casablanca en Lima, pionero en la promoción de la agricultura orgánica, el cual presentó las siguientes características: (Tabla 2)

Tabla 2. Análisis de Biol procedente del fundo Bio Agricultura Casablanca. Pachacamac, 2005.

Características	Unidad	Cantidad
Conductividad eléctrica	dS/m	15.3
pH		8.2
Sólidos en suspensión	g/litro	23.6
Materia orgánica	g/litro	5.4
Nitrógeno	mg/litro	980
Fósforo	mg/litro	121
Potasio	mg/litro	6 760
Calcio	mg/litro	220.4
Magnesio	mg/litro	53.4
Sodio	mg/litro	542

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la UNALM. 2005

Control Fitosanitario: Para el control de plagas se utilizaron trampas pegantes de colores y aceite agrícola (*Liriomyza huidobrensis* y *Bemisia tabaci*), ceniza (*Agrotis spp*), trampas de luz y manejo del riego (*Fusarium spp.*), así como la protección de enemigos naturales presentes en el campo de producción orgánica del Programa de Hortalizas.

Factores en estudio

Biol: Se utilizaron cuatro concentraciones de biol: 0, 20, 40 y 100%, los cuales fueron aplicados foliarmente.

Rotación: La espinaca fue sembrada en 2 parcelas adyacentes: una donde el cultivo anterior fue crotalaria (*Crotalaria juncea*), la cual fue

incorporada, dentro de un plan de rotación y la segunda en donde no se hizo ninguna incorporación y el cultivo anterior fue maíz para forraje o chala (*Zea Mays*).

Cultivar (cv): Se emplearon dos cultivares de espinaca (*Spinacea oleracea*): Viroflay, de polinización abierta (OP) y el cultivar Quinto (híbrido) para comparar las respuestas a la rotación con abono verde y el abonamiento foliar con biol.

Tratamientos y Diseño experimental

La combinación de los factores de estudio: rotación con abono verde, cultivar y biol, dio origen a 16 tratamientos que se muestran a continuación.

Tabla 3. Tratamientos utilizados en el ensayo del efecto del biol, rotación con abono verde y 2 cultivares de espinaca (*Spinacea oleracea* L) bajo cultivo orgánico. La Molina, 2005.

Tratamientos		
Rotación	Cultivar	Biol (%)
Con abono verde	Viroflay(OP)	0
		20
		40
		100
	Quinto (Hyb)	0
		20
		40
		100
Sin abono verde	Viroflay (OP)	0
		20
		40
		100
	Quinto (Hyb)	0
		20
		40
		100

Se utilizó el diseño estadístico de bloques completamente al azar, con arreglo factorial y cuatro repeticiones. Las medias se comprobaron por la prueba de Duncan (Alpha = 0.05), utilizándose la prueba de mínimos cuadrados (Alpha = 0.05) al trabajar con las interacciones entre diferentes factores.

Evaluaciones

Altura de planta. Se hizo una medición semanal de la altura de planta, hasta antes de la cosecha (60 días), se considero la longitud de la hoja más grande.

Rendimiento. Se hizo una cosecha progresiva de la plantas enteras, de acuerdo a la maduración del cultivar, desde la octava a la décima semana de instalado el cultivo.

Calidad externa. Fue evaluada en función del tamaño de planta, longitud y ancho de la lámina foliar al momento de la cosecha.

Materia seca. Se evaluó la materia seca total al inicio de cosecha, colocando las muestras colectadas de cada tratamiento en estufa a 60°C por 48 horas.

3. Resultados y discusión

Altura de planta

Una mayor altura de planta se alcanzó cuando se cultivó espinaca en rotación con abono verde (Figura 1); en cuanto al efecto del biol, a mayor concentración de biol, se obtuvo una mayor altura de planta (Figura 2) y en cuanto al efecto del cultivar el híbrido Quinto obtuvo el mayor tamaño de planta (Figura 3).

Figura 1. Crecimiento promedio de espinaca (*Spinacea oleracea*) con y sin rotación de abono verde (*Crotalaria juncea*).

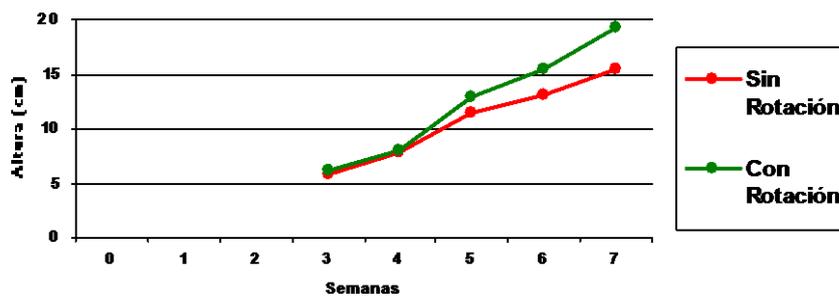


Figura 2. Crecimiento promedio de espinaca (*Spinacea oleracea*) con cuatro concentraciones de biol.

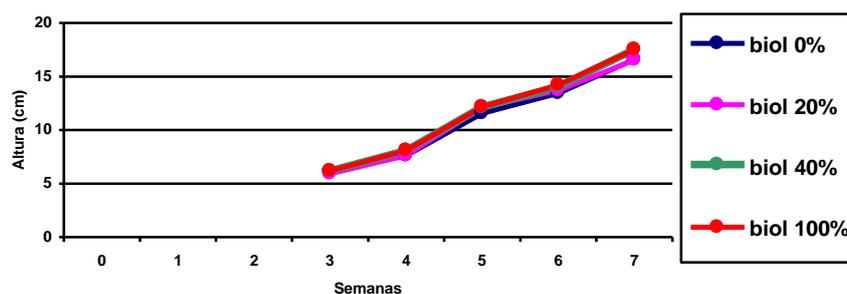
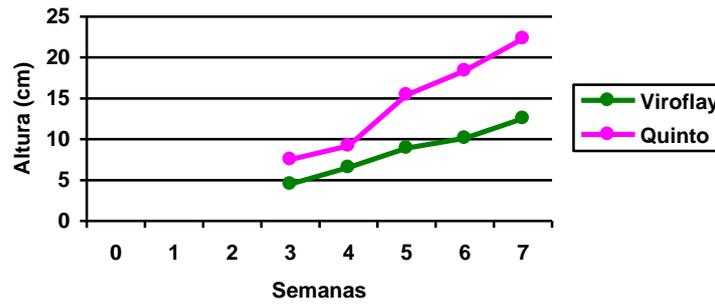


Figura 3. Crecimiento promedio de espinaca (*Spinacea oleracea*).**Rendimiento**

El Tabla 4 presenta los rendimientos en función a los factores simples, encontrando diferencias estadísticas altamente significativas, cuando se hizo la rotación con abono verde (*Crotalaria juncea*) y a mayor

concentración de biol, factores que resultaron superiores al efecto del cultivar, siendo determinantes en la mejora de los rendimientos en el cultivo de espinaca.

Tabla 4. Efecto de la rotación con abono verde (*Crotalaria juncea*) y biol sobre el rendimiento de dos cultivares de espinaca (*Spinacea oleracea*). La Molina, 2005.

Tratamientos	Rendimiento (t/ha)
Rotación	
Sin abono verde	17.97 b
Con abono verde	24.29 a **
Cultivar	
Viroflay (OP)	19.44
Quinto (Hib)	22.82
	n.s
Biol (%)	
0	15.47 b
20	20.26 ab
40	22.99 a
100	25.80 a**
C.V. (%)	29.35

El mayor rendimiento obtenido cuando se hizo la rotación con abono verde, puede ser un efecto de la acumulación de nitrógeno en el suelo, debido a la relación simbiótica de las raíces con bacterias del género *Rhizobium*; estos resultados concuerdan con Kolmans y Vásquez (1996) que mencionan un incremento de la producción de centeno hasta en 80% cuando se cultivó con rotación de abono verde. En Bolivia al utilizar tarwi (*Lupinus mutabilis*), una leguminosa andina, como abono verde, los rendimientos se incrementaron hasta en 345% comparado con el tratamiento donde no hubo rotación (Bengolea, 1996).

En cuanto al efecto del biol se obtuvieron diferencias estadísticas altamente significativas, con un incremento del rendimiento a mayor concentración de biol aplicado y superior al testigo sin aplicación (15.47 t/ha). Estos resultados concuerdan con ensayos similares en el cultivo de pepinillo para encurtido (*Cucumis sativus*) donde los más altos rendimientos se obtuvieron con biol al 50% (25.68 t/ha) en una

siembra fuera de estación (Delgado, 2003) y en el cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris*), donde el mayor rendimiento (17.87 t/ha) se obtuvo con una mayor concentración de biol (Barrios, 2001), lo que estaría demostrando el efecto positivo del biol sobre el rendimiento.

La interacción de los diferentes factores fue altamente significativa cuando se combinó la rotación con abono verde y los cultivares de espinaca (Tabla 5), mientras que las demás interacciones dobles y triples no fueron significativas, lo que demuestra que el efecto de la rotación con abono verde es superior al mejorar la eficiencia de los cultivares siendo mayor el efecto sobre el cultivar Viroflay OP (25.24 t/ha). El rendimiento de espinaca fue mayor cuando se hizo la rotación con abono verde y se utilizó el cultivar Viroflay, superando el rendimiento del cultivar híbrido Quinto. En ausencia de rotación con abono verde, el rendimiento se incrementó sólo por el efecto del cultivar.

Tabla 5. Interacciones de la rotación con abono verde y biol sobre el rendimiento de *Spinacea oleracea*. La Molina, 2005.

Tratamientos	Rendimiento (t/ha)
Rotación X Cultivar	
Sin abono verde x Viroflay	13.65 b
Sin abono verde x Quinto	22.29 a
Con abono verde x Viroflay	25.24 a
Con abono verde x Quinto	23.34 a
	**
Rotación X biol	n.s
Cultivar X biol	n.s
Rotación X Cultivar X biol	n.s
Promedio general	21.13
C.V. (%)	29.35

La mejor respuesta del cultivar Viroflay OP cuando se usó un abono verde en rotación, se debe a su mayor adaptación frente a un cultivar híbrido que por el contrario, requiere de condiciones específicas de nutrición y ambiente para expresar su máximo potencial productivo, el cual se alcanza con un alto uso de insumos químicos (Arroyo, 2005), por lo que no desarrollan una resistencia natural a su medio ambiente. En Argelia, en condiciones desérticas, se encontró que la producción de hortalizas (cebolla, betarraga, rabanito, espinaca, col y zapallito) en condiciones desfavorables fue mayor con cultivares de polinización abierta (OP) que con los cultivares híbridos (Gutiérrez y Tapia, 2006). Por lo tanto los cultivares OP representan una mejor alternativa en sistemas de producción orgánica, por su mayor adaptación y porque obtienen un mayor beneficio con sistemas simples de abonamiento, como la rotación con un abono verde.

Esto indica que aún cuando los rendimientos alcanzados por el híbrido Quinto fueron altos, el incremento de su máximo potencial productivo fue

más estrecho que con el cultivar Viroflay OP que aprovechó mejor los recursos. De esta manera la rotación con abono verde (*Crotalaria juncea*) demostró que a iguales condiciones ambientales los cultivares OP pueden ser más eficientes llegando a alcanzar mayores rendimientos que con cultivares híbridos.

Por lo tanto el rendimiento del cultivo orgánico de espinaca se explica por el efecto de los factores simples (rotación, cultivar o concentración de biol) en forma independiente y por la interacción de la rotación con abono verde x cultivar.

Calidad externa

Cuando se analizaron las características de calidad comercial del producto: altura de planta, largo y ancho de lámina foliar (Tabla 6) se encontró que éstas no estuvieron influenciadas por la rotación con abono verde ni por la aplicación de biol, siendo altamente significativa sólo para el cultivar. Los mayores valores alcanzados por el cultivar Quinto fueron por efecto del genotipo, que confiere propiedades de tamaño y altura característicos.

Tabla 6. Efecto de la rotación con abono verde (*Crotalaria juncea*) y biol sobre la calidad externa de espinaca (*Spinacea oleracea*). La Molina, 2005.

Tratamientos	Altura de planta cm.	Lámina foliar	
		Largo cm.	Ancho cm.
Rotación			
Sin abono verde	28.11	12.91	9.50
Con abono verde	28.34	13.04	9.91
	n.s.	n.s.	n.s.
Cultivar			
Viroflay	23.50	11.66 b	8.89 b
Quinto	32.96	14.28 a	10.52 a
	**	*	**
Biol (%)			
0	28.83	11.95	9.70
20	26.28	13.87	9.35
40	28.88	13.38	9.78
100	28.93	14.70	9.99
	n.s.	n.s.	n.s.
C.V. (%)	17.14	15.51	12.18

Porcentaje de Materia Seca

La acumulación de materia seca total (hoja, pecíolo, raíces) no fue significativa para ninguno de los factores en estudio (Tabla 7), lo que estaría mostrando que es una variable independiente de los factores estudiados (rotación, biol y cultivar). Debido al corto periodo de crecimiento del cultivo (40 días) es posible que no se observen diferencias en el peso

seco, ya que el momento de cosecha se da en el estado de máximo desarrollo vegetativo, cuando las estructuras de acumulación (flores y frutos) no se han desarrollado aún. El mayor rendimiento en fresco por efecto de la rotación y a medida que se incrementó la dosis de biol podrían explicarse por el rápido crecimiento y mayor vigor.

Tabla 7. Efecto de la rotación con abono verde (*Crotalaria juncea*) y biol sobre el porcentaje de materia seca de espinaca (*Spinacea oleracea*). La Molina, 2005.

Tratamientos	Total (%)
Rotación	
Sin abono verde	11.22
Con abono verde	10.76
	n.s.
Cultivar	
Viroflay	11.17
Quinto	10.81
	n.s.
Biol (%)	
0	10.85
20	11.27
40	10.98
100	10.87
	n.s.
C.V. (%)	14.28

4. Conclusiones

La aplicación de biol incrementó el rendimiento de espinaca bajo cultivo orgánico, con diferencias estadísticas altamente significativas, obteniendo los mayores rendimientos a las concentraciones de 100% (25.80 t/ha) y 40% (22.95%).

La rotación con abono verde (*Crotalaria juncea*) incrementó el rendimiento de espinaca (24.29 t/ha) con diferencias altamente significativas frente al cultivo sin rotación (17.97 t/ha).

Bajo este sistema de producción no se encontraron diferencias estadísticas significativas en cuanto al rendimiento entre el cultivar Viroflay OP (19.44 t/ha) y el cultivar híbrido Quinto (22.82 t/ha), a pesar del mayor rendimiento obtenido por el híbrido Quinto.

La interacción entre la rotación con abono verde y el cultivar fue altamente significativa para el rendimiento de espinaca, siendo mayor cuando se usó el cultivar Viroflay OP y la rotación con abono verde (25.24 t/ha).

La rotación con abono verde mejoró la productividad del cultivar Viroflay OP, obteniendo un mayor incremento en el rendimiento (25.24 t/ha) que con el cultivar híbrido Quinto (23.34 t/ha).

La calidad externa de espinaca (altura de planta, largo y ancho de la lámina foliar) sólo fue influenciada por las características propias de cada cultivar, siendo superior para el cultivar híbrido Quinto.

El rendimiento promedio de espinaca bajo producción orgánica obtenido en este ensayo (21.12 t/ha) fue superior al rendimiento promedio nacional (14.9 t/ha), lo que demuestra el potencial productivo del cultivo de espinaca con este sistema de producción.

Se concluye que la rotación con abono verde (*Crotalaria juncea*) y las aplicaciones foliares de biol (40 y 100%) contribuyen a elevar la productividad del cultivo de espinaca bajo producción orgánica.

5. Referencias bibliográficas

Altieri, M. 1997. Agricultura sustentable: Un caso de simulación para Chile. Ed. Universidad de Talca.

- Alvarado, F. 2004. Balance de la Agricultura Ecológica en el Perú 1980 - 2003. Ed. SEPIA. Lima, Perú.
- Arroyo, K. 2005. Cultivo de Hortalizas Orgánicas utilizando el método Bio-intensivo "Experiencia en Las Cañadas" Huatusco. UAAAN Veracruz, Argentina.
- Barrios, F. 2001. Efectos de Concentraciones de Biol al Suelo y Foliarmente en el Cultivo de Vainita (*Phaseolus Vulgaris* L.). Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo UNA La Molina, Lima-Perú.
- Bengolea, J. 1996. Utilización de Tarwi como Abono Verde en el Programa de Chiroqasa del Norte de Potosí, Bolivia. Revista Agroecología y Desarrollo del Centro Latinoamericano de Desarrollo Sustentable (CLADES) Vol. N° 10. Ed. CLADES. Bolivia.
- Cóndor, P. 1997. Evaluación del efecto del abono líquido foliar orgánico enriquecido con microelementos en el cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea* L.) asociado a culantro (*Coriandrum sativum* L.). Ed. RAAA. Lima, Perú.
- Delgado, J. 2003. Efecto de la Fertilización Foliar en el Cultivo de Pepinillo para Encurtido (*Cucumis sativus* L.) cv. BLITZ. Tesis para optar el título de: Ingeniero Agrónomo. UNA La Molina. Lima, Perú.
- Gomero, L; Velásquez, H. 1999. Manejo Ecológico de Suelos: Conceptos, experiencias y técnicas. Ed. RAAA. Lima, Perú.
- Guerrero J. 1993. Abonos Orgánicos: Tecnología Para el Manejo Ecológico de Suelos. Ed. RAAA, Lima, Perú.
- Gutiérrez, J; Tapia, J. 2006. Evaluación de los cultivos en el huerto de DAJLA "campanas 2002 - 2006". Ed. Agralia. Extremadura, España.
- Kolmans E; Vásquez D. 1996. Manual de Agricultura Ecológica. Ed. SIMAS-CICUTEC. Managua, Nicaragua.
- Lampkin, N. 1998. Agricultura ecológica. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Maroto J. V. 1986. Horticultura Herbácea Especial. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. Ojeda, Y;

- Guzmán, C. T; Pozo, J. L. 1995. Algunas Consideraciones sobre Rotación de Cultivos en la Agricultura Urbana. Ed. AU. La Habana, Cuba.
- PROMPERU. 2008. Perú: Mapa de exportación de productos orgánicos en el año 2007. Ministerio de Industria y Turismo. Lima, Perú
- Restrepo, J. 1998. La Idea y el arte de fabricar los abonos orgánicos fermentados. SIMAS. Nicaragua.
- Suquilanda, M.1995.El biol, fitoestimulante orgánico. Ed. FUNDAGRO. Ecuador.
- Tamaro, D. 1981. Manual de Horticultura. Ed. GG. México.
- Ugás, R; Siura, S; Delgado de la Flor, F; Casas, A; Toledo, J. 2000. Hortalizas, Datos Básicos. Ed. UNALM. Lima, Perú.
- Webb, R; Fernández Baca, G. 2006. Perú en Números, Anuario Estadístico 2005. Producción anual agrícola, según principales cultivos 1995 – 2005. Cuanto S. A. Lima, Perú