



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



Efecto de la inoculación con *Rhizobium* sp., *Trichoderma* sp. y de la aplicación de biofertilizantes sobre el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Blanco Molinero

*Effect of inoculation with *Rhizobium* sp., *Trichoderma* sp. and the application
of biofertilizers on the yield of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Blanco Molinero*

Coaquira, Flor¹; Huaranga, A² Juscamaita, J³

¹ Ing. Agrónomo Universidad Nacional Agraria La Molina. 20070911@lamolina.edu.pe; ² Docente del Departamento de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria La Molina, ahuaranga@lamolina.edu.pe; ³ Docente del Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Agraria La Molina, jjm@lamolina.edu.pe

Eje temático: Manejo de Agroecosistemas y Producción Orgánica

Resumen

La investigación se realizó en el Centro experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) ubicado en Lima-Perú, Distrito de La Molina, con el objetivo de evaluar el efecto de la combinación de biofertilizantes (Alopes Forte, Fertigigas Plus y Biolac) y microorganismos (*Trichoderma* y *Rhizobium*) sobre el rendimiento de grano seco en frijol “Blanco Molinero” basado en un sistema de producción orgánica, labranza cero y sistema de riego por goteo. El diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar con nueve tratamientos y cuatro repeticiones. Se evaluaron las variables de rendimiento y sus componentes, además de los parámetros de nodulación en los tratamientos inoculados con *Rhizobium*. No se encontraron diferencias significativas para todas las variables evaluadas. Sin embargo, se obtuvo los mayores registros en rendimiento en los tratamientos con biofertilizantes T7, T3, T4 con 2031,1948 y 1946 kg/ha respectivamente y el testigo rindió 1604 kg/ha.

Palabras clave: Microorganismos; orgánica; suelo; producción; agricultura.

Abstract

The investigation was conducted at the Experimental Center of the Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) located in Lima-Perú, District of La Molina, the main objective consisted in evaluated the effect of the combination of biofertilizers (Alopes Forte, Fertigigas Plus and Biolac) and microorganisms (*Trichoderma* and *Rhizobium*) on grain yield of dry bean “Blanco Molinero” based on a system of organic production, zero tillage and drip irrigation system. The experimental design was completely randomized design with nine treatments and four repetitions. Performance variables were evaluated and their components, in addition to the parameters of nodulation in *Rhizobium* inoculated treatments. There were not significant differences for all variables. However, the highest yield records were obtained in the treatments with biofertilizers T7, T3, T4 with 2031,1948 and 1946 kg/ha respectively and the control yielded 1604 kg/ha.

Keywords: Microorganisms; organic; soil; production; agriculture.



Introducción

El frijol común es la leguminosa de grano de mayor superficie sembrada en el Perú, así en el 2015 se sembraron 78 571 hectáreas con un rendimiento promedio de 1140 kg/ha (MINAG, 2015). Sin embargo, existen factores que limitan su producción como son suelos con baja fertilidad, plagas y enfermedades que son controladas con pesticidas que incrementan el costo de producción y la escasez de agua de riego que afectan el rendimiento y hacen del cultivo poco rentable.

En el Perú, el uso de biofertilizantes y microorganismos en la agricultura no es muy utilizado, debido a que no se conocen los múltiples beneficios que ellos proveen; en la planta podría mejorar la sanidad y nutrición y por ende el rendimiento, además que no causa daño al ser humano ni al medio ambiente. Es por ello, que es necesario realizar investigaciones para generar alternativas de producción bajo un enfoque de manejo orgánico.

Cuadro 1. Tratamientos en estudio, Metodología de aplicación y dosis utilizada

N°	TRATAMIENTOS		
	Productos	Modo de aplicación	Dosis (l/ha)
1	Alopes + Biolac	Al suelo (drench)	3.6 + 3.6
2	Alopes + Biolac	Foliar	1.2 + 1.2
3	Alopes + Fertigigas	Al suelo (drench)	3.6 + 3.6
4	Alopes + Fertigigas	Foliar	1.2 + 1.2
5	<i>Rhizobium sp.</i>	Inoculación a la semilla	40ml/ha
6	<i>Trichoderma sp.</i>	Inoculación al suelo antes de la siembra	11.1 kg/ha
7	<i>Rhizobium</i> + <i>Trichoderma</i> (s) + Alopes +Fertigigas	Inoculación a la semilla, Inoculación al suelo, Aplicación Foliar de biofertilizantes	40ml/ha
			11.1 kg/ ha 1.2 + 1.2
8	<i>Rhizobium</i> + <i>Trichoderma</i> (s, f) + Alopes + Fertigigas	Inoculación a la semilla, inoculación al suelo, aplicación foliar de biofertilizantes y Trichoderma	40ml/ha
			11.1 kg/ha 1.2 + 1.2 4 kg/ha
9	Testigo o control		

El objetivo de la investigación, fue evaluar los efectos de las diferentes combinaciones de biofertilizantes a base de residuos hidrobiológicos y de la inoculación con microorganismos sobre el rendimiento de grano seco en frijol variedad Blanco Molinero.



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



Metodología

La investigación se llevó a cabo en el lote 4 del Centro Experimental La Molina del INIA, ubicado en el valle del Rímac, distrito de La Molina. El ensayo fue con DBCA con nueve tratamientos y cuatro repeticiones, en un área de 729 m² y para la comparación de medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Duncan a una significación de 0.05. Los tratamientos constaron de la aplicación de biofertilizantes a base de anchoveta (Alopes forte), pota (Fertigigas Plus) y bacterias probióticas (Biolac), además de la inoculación de microorganismos como *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* (40 ml de inóculo/ha) y *Trichoderma harzianum* 2 x 10⁸ ufc/g (Trichosil 50 WP), la combinación de éstos y su forma de aplicación se muestran en el Cuadro 1 y el aporte de nutrientes se observa en el Cuadro 2. Las aplicaciones foliares de los biofertilizantes se realizaron dos veces a la semana y las aplicaciones en drench una vez a la semana, la aplicación foliar de *Trichoderma* se realizó una vez.

El suelo presentó las siguientes características, una textura clasificado como franco, bajo contenido de materia orgánica (1.38 %) y una C.E (es) de 9 dS/m, considerado como fuertemente salino. El cultivo se realizó bajo un manejo orgánico, labranza cero y sistema de riego por goteo con una aplicación total de 656 m³ de agua. Las variables en estudio fueron las siguientes, rendimiento de grano seco (kg/ha), número de vainas/planta, número de granos/vaina, número de lóculos/vaina, peso de 100 semillas(g), altura de planta (cm), longitud de vainas (cm), peso de granos por planta, índice de cosecha, índice de rentabilidad, además en los tratamientos inoculados con *Rhizobium* se evaluó peso fresco de follaje, peso seco de follaje, peso fresco de raíz, peso seco de raíz, número de nódulos/planta, tamaño de nódulos, eficiencia de nódulos, peso fresco de nódulos y peso seco de nódulos.

Cuadro 2: Aporte de nutrientes según tratamientos.



Tratamientos	M.O (kg/ha)	N (g/ha)	P (g/ha)	K (g/ha)	Ca (g/ha)	Mg (g/ha)
AL+PID	6.7	486	45	80	30	8
AL+PIF	3.7	270	25	44	17	5
AL+FED	9	849	48	387	73	30
AL+FEF	5	472	28	215	41	18
Rh	-	-	-	-	-	-
Tr	-	-	-	-	-	-
AL+FEF+Tr(s)+R	5	472	28	215	41	18
AL+FEF+Tr(s, f)+	5	472	28	215	41	18
Testigo	-	-	-	-	-	-

Resultados y discusión

Según los Resultados en el análisis de varianza no se encontraron diferencias estadísticas significativas para el rendimiento y sus componentes ni para las variables evaluadas en los tratamientos inoculados con *Rhizobium*, sin embargo según la prueba Duncan se encontraron diferencias en las variables número de vainas/planta, número de granos/vaina, número de lóculos/vaina, peso de 100 semillas, índice de cosecha, peso de granos/planta y en los tratamientos inoculados con *Rhizobium* en tamaño de nódulos. Los Resultados del rendimiento y sus componentes se muestran en el Cuadro 3.

El mayor valor en rendimiento de grano seco se registró en el tratamiento T7 (*Rhizobium* + *Trichoderma* + Alopes + Fertigigas (Foliar)) con un rendimiento de 2031 kg/ha con respecto al tratamiento T9 (Testigo) que presentó el menor valor con 1604 kg/ha, determinando una diferencia cuantitativa de 427 kg/ha, el cual representa un incremento del 26.62 % del rendimiento. El uso de biofertilizantes como Alopes + Fertigigas aplicado en drench (T3), Alopes + Fertigigas vía foliar (T4), Alopes + Biolac aplicado en drench (T1) y vía foliar (T2), incrementaron el rendimiento de grano en 21.45%, 21.32%, 16.96% y 14.15% respectivamente.

Estas pequeñas diferencias reflejadas en el rendimiento y sus componentes se puede atribuir a los beneficios que los biofertilizantes proveen, si bien no aportan una gran cantidad de nutrientes como lo harían los fertilizantes químicos pueden aportar macro y micronutrientes (Peralta, 2010), manifestándose a través del crecimiento de la planta, incremento en materia seca y otros componentes de rendimiento (Aldón, 2008; Peña, 2008).

Cuadro 3. Resultados promedios de las características evaluadas en el experimento.



	Rdto (kg/ha)	N° vainas/ planta	N° granos /vaina	N° lóculos /vaina	Peso 100 semillas (g)	Índice de cosecha (%)	Altura de planta (cm)	Longitud de vaina (cm)	Peso granos/ planta (g)
T1	1876 a	6.6 ab	4.13 ab	5.00 ab	46.50 ab	42.78 ab	33.03 a	14.27 a	11.47 ab
T2	1831 a	7.5 a	4.15 ab	5.15 ab	47.68 a	53.18 a	31.67 a	14.91 a	13.22 a
T3	1948 a	6.4 ab	4.57 a	5.25 ab	50.83 a	47.20 ab	33.53 a	14.77 a	10.75 ab
T4	1946 a	6.3 ab	4.35 ab	5.35 a	46.63 ab	44.83 ab	30.93 a	14.40 a	10.21 ab
T5	1829 a	6.6 ab	4.18 ab	5.10 ab	45.00 ab	48.33 ab	32.54 a	14.71 a	10.20 ab
T6	1866 a	6.8 ab	4.33 ab	5.15 ab	45.55 ab	47.88 ab	32.20 a	14.64 a	10.91 ab
T7	2031 a	7.1 ab	4.15 ab	5.15 ab	46.95 ab	45.68 ab	33.47 a	14.49 a	12.23 ab
T8	1699 a	5.5 b	4.08 b	4.93 b	45.30 b	37.90 b	30.41 a	14.17 a	9.45 b
T9	1604 a	6.0 ab	4.20 b	5.06 ab	41.75 ab	46.00 ab	30.11 a	14.18 a	9.14 b
Promedio	1848	6.53	4.23	5.12	46.46	45.97	31.99	14.5	10.84
Significación tratamientos	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

Los rendimientos obtenidos cuando se utilizó los microorganismos como *Trichoderma* (T6) y *Rhizobium* (T5) obtuvieron incrementos de 16.33 % y 14.03%, a diferencia del tratamiento T8, en el cual se utilizó la inoculación de *Rhizobium*, *Trichoderma* aplicado al suelo y vía foliar y la mezcla de Alopes + Fertigigas aplicados vía foliar, en el cual se obtuvo un incremento en rendimiento de grano seco de 5.92%.

La respuesta a la inoculación de *Trichoderma* en el suelo se vio reducida debido al bajo contenido de materia orgánica en el suelo y a condiciones físicas y químicas del suelo como alto contenido de salinidad (9 dS/m) y poca humedad, por ello la débil actividad de dicho microorganismo y posible baja activación de esporas por falta de humedad, lo cual coincide con Villegas (2005), quien señala que el contenido de materia orgánica favorece el crecimiento y actividad del *Trichoderma*, además se desenvuelve mejor en condiciones de baja salinidad a pesar de presentar cierta tolerancia.

La actividad de la bacteria *Rhizobium* también fue afectada debido a la salinidad en el suelo, pudiendo reducir el proceso de infección y desarrollo del nódulo como el funcionamiento y eficiencia de la fijación (Nápoles et al, 2008 y Palma, 2009).

El frijol Blanco Molinero bajo condiciones de salinidad pudo producir rendimientos aceptables teniendo en cuenta que no se realizó adición de materia orgánica, utilizando como única fuente de nutrientes a los biofertilizantes y actividad de microorganismos, además de poca cantidad de agua suministrada durante todo el cultivo en especial en las etapas críticas; estos factores pudieron disminuir el efecto de los productos utilizados en los diferentes tratamientos.



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



Conclusión

Los tratamientos en estudio con diferentes combinaciones de biofertilizantes y con inoculación de microorganismos no incrementaron el rendimiento de grano seco en frijol Blanco Molinero respecto al testigo, sin embargo podría obtenerse mejores Resultados cuando se presenten óptimas condiciones en el suelo y adecuado suministro de agua.

Agradecimientos

Al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), por brindar las instalaciones y personal de apoyo para la ejecución de la presente investigación.

A la Ing. Adelaida Cruzado por el apoyo brindado en los procedimientos para iniciar la investigación en el centro experimental.

Referencias Bibliográficas

Aldón, C. D. Estrategia ambiental de aprovechamiento de la macro alga *Ulva lactuca* (lechuga de mar) a través del proceso de ensilaje. 2008. Tesis Ing. Ambiental. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, 2008.

Ministerio de Agricultura. Series históricas de producción agrícola. Perú. 2016 Disponible en: <<http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=sisca>>. Acceso en: 25 set 2016.

Nápoles M, Gómez G, Costales D. Factores de Nodulación. Experiencia en Cuba. La Habana, Abril 2008. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362008000200012&script=sci_arttext>. Acceso en: 13 set 2016.

Palma M, J. Respuestas inducidas por ácido abscísico y ácido salicílico en las simbiosis de judía y alfalfa en estrés salino. 2009. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, España, 2009.

Peña, N. Utilización de residuos de pota (*Dosidicus gigas*), para la obtención de un fertilizantes orgánico líquido. 2008. Tesis Ing. Pesquero. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, 2008.

Peralta, R. Determinación de parámetros óptimos en la producción de fast biol usando las excretas del ganado lechero del establo de la UNALM. 2010. Tesis Biólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, 2010.

Villegas, M. Características generales de *Trichoderma* y su potencial biológico en la agricultura sostenible, Colombia, 2005. Disponible en: <http://www.oriusbiotech.com/escrito?nom=Trichoderma_pers._Caracter%C3%ADsticas_generales_y_su_potencial_biol%C3%B3gico_en_la_agricultura_sostenible>. Acceso en: 20 mar 2017.