

EVALUACION DE BIOFERTILIZANTES BACTERIANOS CONJUNTAMENTE CON AGRICULTORES EN EL CULTIVO CEBOLLA (*Allium cepa*).

¹Jesús Sulbaran; ²Rafael Barrios; ³Marisol López y ⁴Jairo Ferrer

¹Departamento de Salud Agrícola Integral, INSAI Calabozo, Guárico, Venezuela, jesussulbaran88@gmail.com. ; ²Agricultor, productor de cebolla, El Sombrero, Guárico, Venezuela; ³Investigadora INIA-CENIAP, Maracay, Aragua, Venezuela, mlopez@inia.gob.ve. y ⁴Profesor, UNERG, San Juan de los Morros, Guárico, Venezuela, ferrerjairo9@gmail.com.

RESUMEN

Se evaluó el efecto de biofertilizantes bacterianos, fijadores de nitrógeno de vida libre (FNVL) y solubilizadores de fósforo (SF) en el cultivo de cebolla (*Allium cepa*) en campo, conjuntamente con agricultores. Se combinaron dosis de fertilizantes orgánicos, inorgánicos y los biológicos. Los biofertilizantes estimularon el crecimiento vegetal de la cebolla y redujeron su ciclo a 85 días a diferencia del testigo (120 días). Igualmente incrementaron los rendimientos en 24 % con respecto al obtenido con el manejo convencional. Los costos de producción se redujeron en 57 % y 29 % utilizando el manejo recomendado con biofertilizantes y el convencional del agricultor respectivamente al contrastar con el 100 % de las casas agrícola. Al validar las tecnologías emergentes conjuntamente con los agricultores se facilitó la apropiación de éstas biotecnologías y el intercambio de saberes entre agricultores, técnicos y estudiantes.

Palabras claves: Agricultura sustentable, biofertilizantes, cebolla, suelos.

INTRODUCCION

El Municipio Mellado del estado Guárico es una zona de importancia agrícola. Entre los rubros de interés socioproductivo se encuentran los cereales maíz y sorgo y las hortalizas. El cultivo de cebolla es la hortaliza que más se produce en la zona con criterios de altos insumos, los cuales incluyen dosis elevadas de fertilizantes inorgánicos de origen industrial, tanto fórmulas compuestas (N:P:K) como las simples (Urea, KCl). En los últimos años se han incorporado las fuentes orgánicas, tales como los abonos de lombriz, extractos vegetales concentrados y otros preparados a base de restos vegetales y estiércol animal, los cuales están siendo comercializados en la zona. Estas estrategias de manejo están dirigidas a reducir problemas de contaminación ambiental y degradación de suelos por el uso indiscriminado de agroquímicos, como lo refiere García (2002). Es por ello, necesario buscar opciones de menor impacto para el manejo integrado de los cultivos, a fin de promover la salud de los suelos, el agua, las plantas, animales y la familia. Los biofertilizantes son productos a base de microorganismos que viven en el suelo y en las plantas y cumplen funciones directas o indirectas en la nutrición de ésta, bien sea, supliendo, captando o haciendo disponible elementos esenciales para los cultivos, así como, suministrándole sustancias de crecimiento y de defensa ante condiciones de estrés biótico o abiótico (López, 2010), pudiendo cubrir oportunamente los nutrientes necesarios para el

desarrollo y producción de cultivos. En este sentido, el objetivo de esta investigación, fue evaluar biofertilizantes en el desarrollo del cultivo de cebolla (*Allium cepa*) en suelos de mediana fertilidad del Municipio Mellado del estado Guárico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se establecieron dos (2) parcelas demostrativas, en una se evaluó el manejo alternativo incorporando los biofertilizantes como una práctica agroecológica en el manejo integral de la fertilidad del suelo, tratamiento 1 (T1). La otra parcela correspondió al manejo convencional que realiza el agricultor, sin biofertilizantes y con altos insumos, este fue el tratamiento 2 (T2). **Ubicación de las parcelas demostrativas con biofertilizantes:** Estas pruebas se realizaron en la finca Larapinta, propiedad del agricultor Rafael Barrio, ubicada en el Municipio Mellado, El Sombrero estado Guárico en un suelo de fertilidad media (Cuadro1).

Actividades de evaluación y seguimiento en parcelas demostrativas: Conjuntamente con el agricultor Rafael Barrios, trabajadores y familiares que participan en las prácticas agrícolas, se realizaron evaluaciones de dos tipos de biofertilizantes a base de bacterias de vida libre, nativas, aisladas del estado Guárico y pertenecientes al Cepario Nacional del INIA-CENIAP, con la finalidad de reducir los costos ambientales y de producción, ya que se redujo las dosis de nitrógeno (N), fósforo (P) y de potasio (K) provenientes de fuentes inorgánicas o industriales y las fuentes orgánicas, las cuales se complementaron con los biofertilizantes, productos naturales, biológicos de menor impacto ambiental. **Características del suelo:** Los lotes 1 y 2 del suelo donde se sembró la cebolla y evaluaron los biofertilizantes presentan condiciones de media a alta fertilidad (Cuadro 1).

Cuadro 1. Resultados de análisis de suelo lotes de producción evaluados en el cultivo cebolla.

Variabes	Lote 1	Interpretación	Lote 2	Interpretación
Textura	FA	Media	FA	Media
P (mg kg ⁻¹)	63	Alto	67	Alto
K (mg kg ⁻¹)	59	Medio	112	Alto
Ca (mg kg ⁻¹)	860	Alto	620	Alto
Mg (mg kg ⁻¹)	154	Alto	133	Alto
MO (g kg ⁻¹)	20	Media	20	Media
pH suelo agua:1:2,5	5,9	Mod. ácido	5,7	Mod. Ácido
CE dS m	0,14	No salino	0,17	No salino

Nota: Determinaciones realizadas en el laboratorio de suelos de la UNERG-utilizando los métodos y procedimientos señalados por Gilabert. (1990). Mod. Ácido= moderadamente ácido.

Criterios de fertilización, Semilla utilizada y dosis de fertilizantes inorgánicos, orgánicos y de biofertilizantes aplicados.

Se interpretaron los resultados de análisis del suelo con fines de fertilización y se revisaron los instrumentos de recomendaciones de fertilización para cebolla de acuerdo a la

disponibilidad de fósforo y potasio (Tabla I-121, pg. 283, López de Rojas et al., 2008), se trabajó con criterio de bajos insumos, se redujo las dosis de fertilizantes inorgánicos y orgánicos utilizadas por el agricultor y de acuerdo a la disponibilidad de nutrientes (Cuadro 1); se combinaron los fertilizantes inorgánicos con orgánicos y biológicos. La fuente inorgánica fue 12-24-12 aplicada a razón de 200 kg ha⁻¹, lo cual aportó en kg ha⁻¹ 24 de N, 48 de P₂O₅ y 24 de K₂O (T1). En T2 se duplicó la dosis de 12-24-12, aportando en kg ha⁻¹ 48 de N, 96 de P₂O₅ y 48 de K₂O. Las orgánicas de origen animal y vegetal y las biológicas a base de fijadores de nitrógeno de vida libre (FNVL) y de solubilizadores de fósforo (SF). El agricultor propietario de la unidad de producción participó junto a los otros agricultores en la decisión sobre las dosis de productos orgánicos e inorgánicos, la selección del tipo de semilla, el sistema de siembra, aplicación, entre otras labores utilizadas. Los datos fueron procesados con el programa estadístico InfoStat®.

Los tratamientos evaluados (Cuadro 2) y los tipos de fertilizantes y las dosis aplicadas, tiempo y forma de aplicación se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 2. Tratamientos evaluados, fuentes de fertilizantes, criterio.

Tratamientos	Fuentes fertilizantes	Manejo	Superficie (ha)
T1	Biológicas+ Inorgánicas +orgánicas	Agroecológico	2
T2	Inorgánicas + orgánicas	Convencional	2

Las parcelas con los tratamientos T2 sirvieron como testigo para contrastar con las parcelas del T1 (agroecológico).

Cuadro 3. Tipos de fertilizantes, dosis de aplicación.

Tratamientos	Fuentes de fertilizantes	Dosis	Tiempo de aplicación	Forma de aplicación
T1	Biológicos:(SF, FNVL)	2 L/ha	30 días después del transplante.	Asperjadora mecánica de 600L
	Inorgánico (12-24-12)	200 kg/ha	Al momento del transplante.	
	Orgánico		Al momento del transplante.	Junto al riego
T2	Inorgánicas	400 kg/ha	Al momento del transplante.	
	Orgánicas	6 L/ha	Al momento del transplante.	Junto al riego

Biofertilizantes: SF= solubilizadores de fosfatos; FNVL= Fijadores de nitrógeno de vida libre; **Orgánico:** extractos vegetales, abono de lombriz y compost (extractos vegetales y estiércol de bovino). **Inorgánicos:** Fuentes industriales compuestas=12-24-12.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados en las variables evaluadas: tamaño de la planta, del bulbo y del tallo, número de hojas y de raíces, color y follaje se muestran en el Cuadro 4. Hubo diferencias entre los tratamientos en todas las variables cuantitativas y cualitativas, en la 4^{ta} y 6^{ta} semana de la

aplicación. Observándose diferencias significativas en el desarrollo vegetativo entre parcelas testigo (T2) y las parcelas con biofertilizantes (T1).

Cuadro 4. Resultado en el cultivo de cebolla luego de 4ta y 6ta semanas de la aplicación de los biofertilizantes.

Variables	T1	T2	T1	T2
	4 ^{ta} semana		6 ^{ta} Semana	
Tamaño de la planta (cm)	65a	60b	79a	3b
Tamaño del tallo (cm)	3a	2a	4,2a	3b
Tamaño del bulbo (cm)	4,5a	3,3	5a	4,2b
Numero de hojas	16a	9b	16a	9b
numero de raíces	40a	25b	45a	28b
Color de la planta	VI	VO	VI	VO
Follaje	A	PA	A	PA

Letras distintas para una misma variable en igual semana indican diferencias significativas. Prueba de Medias de Duncan ($p < 0,05$). VI= verde intenso; VO=verde opaco; A=abundante; PA=poco abundante.

Desde la tercera semana de haber aplicado los biofertilizantes se empezó a obtener diferencias visuales entre las plantas que recibieron los tres tipos de fertilizantes (orgánicos, inorgánicos y biológicos) y las testigos que fueron fertilizadas con altas dosis de fuentes inorgánicas y orgánicas. El beneficio y la importancia de los biofertilizantes en el crecimiento de la planta de cebolla y en el tamaño de los bulbos, se muestra a través del efecto bioestimulador del crecimiento vegetal de los biofertilizantes, lo cual se debe a la producción de sustancias de crecimiento que promueven el desarrollo vegetal (Osorio, 2007). El efecto bioestimulador del crecimiento vegetal de los biofertilizantes contribuyó a reducir el ciclo de 120 días (T2) a 85 días (T1) (Figura 1).

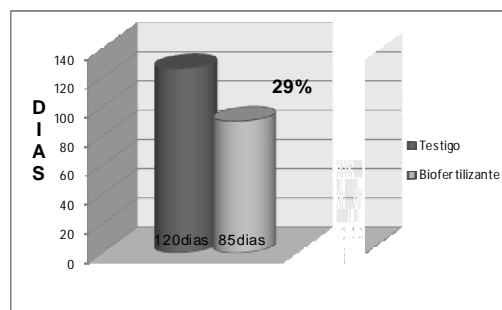


Figura 1. Reducción del ciclo del cultivo cebolla por efecto de los biofertilizantes.

Los biofertilizantes además de estimular el crecimiento, también aumentaron el peso del bulbo, con un incremento de los rendimientos de 24% comparado con el testigo con manejo convencional. Los rendimientos fueron de 46.000kg/ha con la biofertilización y de 37.000 kg/ha con fertilizadas inorgánica (Figura 2).

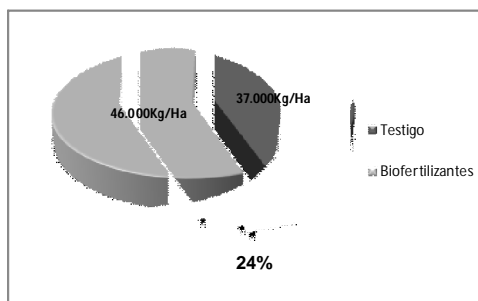


Figura 2. Rendimientos de cebolla fertilizada con biofertilizantes y fuentes inorgánicas contrastada con el testigo sin biofertilizantes.

Los costos de producción del ensayo experimental, los obtenidos en la unidad de producción (UP) por el agricultor y los del manejo convencional (casas agrícolas, testigo) se muestran en la Figura 3. Estos resultados demuestran el ahorro de dinero y de tiempo, es decir, poca inversión y mayor ingreso, algo muy beneficioso para los agricultores, principalmente, para los pequeños y medianos, es por ello, una de las razones de la creación de esta tecnología biológica para una agricultura sustentable.

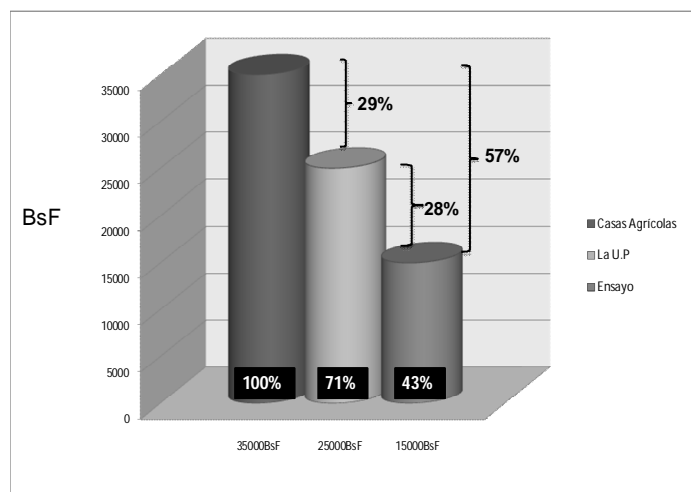


Figura 3. Costos de producción del cultivo cebolla con manejo convencional (casa agrícola), combinando abonos orgánicos e inorgánicos (UP) y combinando abonos orgánicos, inorgánicos y biofertilizantes (ensayo).

CONCLUSIONES

Los biofertilizantes evaluados mostraron potencial para bioestimular el crecimiento vegetal e incrementar los rendimientos en el cultivar de cebolla evaluado.

Al usar los biofertilizantes en el manejo integral de la fertilidad, se redujo las dosis de fertilizantes inorgánicos y orgánicos y los costos de producción.

Los biofertilizantes redujeron el ciclo de cultivo de la cebolla, obteniendo mayores rendimientos en menor tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

GARCÍA, I. (2002). *Contaminación por fertilizantes*. (Documento en línea), (17-05-2010) <http://edafologia.ugr.es/conta/tema14/intro.htm>.

GILABERT DE BRITO J., I. LÓPEZ DE ROJAS Y R. ROBERTI.(1990). Análisis de suelo para diagnóstico de fertilidad. En: Manual de métodos y procedimientos de referencia. FONAIAP - CENIAP. Maracay. Serie D. N° 26, 164 p.

LÓPEZ DE ROJAS, I., N. ALFONZO; N. GÓMEZ, M. NAVAS Y P. YÁÑEZ.(2008). Manual de alternativas de recomendaciones de fertilizantes para cultivos prioritarios en Venezuela. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Maracay. Serie B N° 18. 395 p.

LÓPEZ, M. (2010). Manejo agroecológico del sistema sorgo-frijol. Efecto sobre la fertilidad del suelo y microorganismos con potencial para biofertilizar agroecosistemas venezolanos. Tesis de doctorado. Postgrado en Ciencia del Suelo. Universidad Central de Venezuela. 210p. Mas anexos.

OSORIO, V. N. W. 2007. A review on beneficial effects of rhizosphere bacteria on soil nutrient uptake. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 60(1): 3621-3643.