



Evaluación económica del uso de biofertilizantes en el cultivo de uchuva (*Physalis peruviana* L.)





Evaluación Económica del Uso de Biofertilizantes en el Cultivo de Uchuva (*Physalis peruviana* L.)

Agosto, 2012

Este documento hace parte de los resultados obtenidos en el proyecto de investigación titulado:
“Incremento en la competitividad y sostenibilidad del cultivo de la uchuva a partir del uso de biofertilizantes en etapa de vivero y campo Fase II”

Ramírez, María Margarita; Roveda, Gabriel; Serralde, Diana Paola; Baquero, Irma / Evaluación económica del uso de biofertilizantes en el cultivo de uchuva (*Physalis peruviana* L.).

Bogotá (Cundinamarca): CORPOICA, 2012. 30 p.

Palabras clave: PHYSALIS PERUVIANA, BIOFERTILIZANTES, BACTERIA FIJADORA DEL NITRÓGENO, MICORRIZAS ARBUSCULARES VESICULARES, COSTOS DE PRODUCCIÓN



Línea de atención al cliente: 018000121515
atencionalcliente@corpoica.org.co
www.corpoica.org.co

ISBN: 978-958-740-103-5
CA: C00122
CUI: 1362
Primera edición: Junio 2012
Tiraje: 400 Ejemplares

Diseño: Javier Nieto

Impreso en Colombia
Printed in Colombia



Contenido

Introducción	
Materiales y métodos	8
Resultados	10
Análisis económicos de ensayo de evaluación de HFMA	10
Análisis económico ensayo de evaluación bacterias (BSP y BFN)	18
Evaluación económica, ensayo de mezclas de biofertilizantes	22
Conclusiones	26
Análisis económico con Hongos Formadores de Micorrizas Arbusculares:	26
Análisis económico ensayos de evaluación de BSP y BFN	27
Ensayos de evaluación de mezclas de BSP, BFN y HFMA	27
Bibliografía	29
Anexo 1. Análisis de suelos, finca Guadalajara, Granada, Cundinamarca.	30

Lista de Tablas

Tabla 1.1. Plan de fertilización. Ensayo evaluación HFMA, finca Guadalajara, Granada.	10
Tabla 1.2. Cantidad de fertilizante empleado en cada uno de los tratamientos evaluados, Granada HFMA.	11
Tabla 1.3. Costo de fertilización por parcela (67 plantas) y por hectárea para cada uno de los tratamientos evaluados. Granada, HFMA.	12
Tabla 1.4. Cantidades y costos de agroquímicos empleados en el cultivo.	12
Tabla 1.5. Costo de tutorado, Granada HFMA.	13
Tabla 1.6. Costo material vegetal.	14
Tabla 1.7. Otros gastos.	14
Tabla 1.8. Mano de obra.	15
Tabla 1.9. Costos de producción/ha para tratamientos de inoculación con HFMA, finca Guadalajara, Granada, Cundinamarca, 2009.	16
Tabla 1.10. Costos de cosecha y análisis económico HFMA, Granada.	17
Tabla 2.1. Costos de fertilización (\$) por tratamiento, ensayos bacterias.	19
Tabla 2.2. Costos de producción por tratamiento bacterias, Granada.	20
Tabla 2.3. Análisis económico. Ensayo de inoculación con HFMA, BFN y BSP.	21
Tabla 3.1. Costos de fertilización para los diferentes tipos de tratamientos de mezclas evaluados, Granada.	23
Tabla 3.2. Costos de producción para cada uno de los tratamientos de mezclas evaluados.	24
Tabla 3.3. Análisis económico de relación beneficio/costo en ensayos de evaluación de inoculación mixta en uchuva, finca Guadalajara, Granada, Cundinamarca.	25



Lista de Figuras

Figura 1. Toma de muestra de suelos para determinación conjunta con el agricultor de la fertilización del cultivo. Finca Guadalajara, Granada, Cundinamarca.	8
Figura 2. Inoculación de plántulas. A) Biofertilizantes; B) Aplicación de BSF y BFN; C) Aplicación de HFMA.	9
Figura 3. Plantaciones de uchuva, Granada. A) Agricultor Diego Castañeda; B) Planta de uchuva; C) Frutos de uchuva.	10





INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas la uchuva se ha convertido en uno de los frutales con mayor potencial en mercados internacionales, convirtiéndose en un reto para productores y comercializadores que deben establecer cultivos altamente competitivos y con productos que cumplan con los niveles de calidad e inocuidad exigidos por el mercado. Uno de los principales problemas que enfrenta (no solo el cultivo de la uchuva, sino muchos cultivos de importancia agrícola nacional) son las prácticas de fertilización, pues en la mayoría de los casos se realizan en forma inadecuada, agotando el suelo, generando desbalances nutricionales y degradación de suelos, que se reflejan en áreas poco fértiles y productivas.

La fertilización biológica se convierte en una alternativa importante para contrarrestar el efecto que producen prácticas inadecuadas de fertilización y manejo de suelos, no solo para obtener cultivos más competitivos y sostenibles, sino también para reducir costos de producción y/o aumentar la rentabilidad de la actividad mediante la sustitución parcial de fertilizantes químicos de síntesis, así como incrementar los rendimientos y alcanzar niveles adecuados de inocuidad del producto, especialmente en lo relacionado con la residualidad producida por el uso indiscriminado de fertilizantes químicos, que afectan la calidad e inocuidad del fruto.

Este trabajo de investigación permitió la generación de recomendaciones agronómicas y económicas de uso de biofertilizantes en el cultivo de la uchuva a nivel de campo, que incluye prácticas de fertilización integral más eficientes y sostenibles que posibiliten el mejoramiento en la competitividad del cultivo de la uchuva. Para esto, se evaluaron diferentes cepas y aislamientos de microorganismos benéficos del suelo, como Bacterias Solubilizadoras de Fosfato (BSP) y Bacterias Fijadoras de Nitrógeno (BFN), que ayudan a mejorar la disponibilidad de algunos nutrientes específicos y en otros casos a hacer más eficiente el transporte y la absorción de agua y nutrientes, aportando a la nutrición de las plantas y por ende a la productividad y sostenibilidad del cultivo, como ocurre con los Hongos Formadores de Micorrizas Arbusculares (HFMA).

El análisis económico, en forma conjunta con los análisis agronómicos y estadísticos, permite contar con criterios adicionales a los biológicos para la selección de una tecnología. En el caso de la biofertilización, la capacidad biológica de la asociación planta-microorganismos en forma simbiótica (HFMA) o asimbiótica (BSP, BFN) en inoculación individual o mixta, debe no solo permitir una adecuada nutrición de la planta y una sustitución de los fertilizantes de síntesis química, sino proporcionar a los agricultores ventajas económicas por reducción de costos o incremento de ingresos (cantidad y/o calidad de producto). El análisis de la relación beneficio/costo permite ver estos efectos y hacer una comparación entre alternativas tecnológicas para que en forma conjunta con las respuestas biológicas permitan

establecer las recomendaciones más adecuadas para el sistema de producción de uchuva en diferentes regiones productivas.

Este trabajo se realizó con financiación del MADR y el apoyo de la empresa Novacampo S.A. y de Corpoica. Se agradece al Laboratorio de Microbiología de Suelos, CBB y a Corpoica por el suministro de las cepas de Bacterias Solubilizadoras de Fosfato y Fijadoras de Nitrógeno.

MATERIALES Y MÉTODOS

El análisis económico planteado para la evaluación de la tecnología seleccionada fue el de beneficio/costo. Para la realización de este análisis se partió de la recolección de la información de todos los costos generados en el establecimiento de los ensayos de uchuva con la participación del agricultor.

Así, se registraron los datos de cantidades, productos, frecuencias de aplicación, jornales y materiales, entre otros. Igualmente se realizó una colecta detallada de la producción. En los casos en que por condiciones ambientales o por el tiempo de evaluación restringido no se alcanzaron a recolectar todos los datos de cosecha, se realizó una aproximación a 40 pases de cosecha para tener valores similares en las diferentes evaluaciones.

Los análisis que se presentan en este informe corresponden a la finca Guadalajara, localizada en Granada, Cundinamarca, dado que allí se establecieron los tres tipos de ensayos. Con el agricultor se realizó en el 2009 un levantamiento detallado de la información, que fue ajustado en los ensayos posteriores de acuerdo con los tratamientos evaluados, el desarrollo del cultivo y las producciones obtenidas (cantidad y calidad).

Para el primer caso, relacionado con evaluación de HFMA en Granada, se incluye la información detallada del proceso de análisis económico.



Figura 1. Toma de muestra de suelos para determinación conjunta con el agricultor de la fertilización del cultivo. Finca Guadalajara, Granada, Cundinamarca.



Figura 2. Inoculación de plántulas. A) Biofertilizantes; B) Aplicación de BSF y BFN; C) Aplicación de HFMA.

Inicialmente se tomaron muestras de suelo, con el fin de realizar el análisis químico como base para la determinación de las cantidades necesarias de fertilizantes, de acuerdo con cada uno de los tratamientos a evaluar.

Los tratamientos que se van a evaluar económicamente corresponden a los siguientes experimentos:

Inoculación con HFMA. Los tratamientos evaluados fueron 7: tres tratamientos testigo con 100, 50 y 10% de fertilización; y cuatro tratamientos de inoculación con HFMA: *Glomus*; *Acaulospora mellea*; *Glomus* + *Acaulospora* y Glomygel (comercial *Glomus*). Los tratamientos de inoculación recibieron 50% de fertilización química.

Inoculación con Bacterias solubilizadoras de Fosfato - BSF y Bacterias Fijadoras de Nitrógeno - BFN. Los tratamientos evaluados fueron: un aislamiento de HFMA (*Glomus* + *Acaulospora*); dos cepas de BFN (1 y 2); dos cepas de BSP (1 y 2) y testigos para cada tipo de bacteria. Los tratamientos con inoculación de HFMA recibieron el 50% de la fertilización total, mientras que los de BFN y BSP el 50% de fertilización nitrogenada y fosfórica, respectivamente.

Mezcla de BFN + BSP + HFMA. Se establecieron tratamientos con HFMA (mezcla *Glomus* + *Acaulospora*); BNF1 + BSP2; BFN2 + BSP1; BNF1 + BSP2 + HFMA; BFN2 + BSP1 + HFMA; testigo 50%; y testigo 100%. Los tratamientos con HFMA recibieron 50% de fertilización química, mientras que los de bacterias 50% de fertilización nitrogenada y fosfórica.

Durante el año 2009 se recopiló información detallada de los costos relacionados con el establecimiento y manejo de 67 plantas de uchuva, según los insumos requeridos y con cerca de 42 pases de cosecha. Para todos los ensayos evaluados se consideraron costos del año 2009, 40-42 pases de cosecha, y se compararon con la estructura de costos publicada por el Sistema de Información de Precios del Sector Agropecuario (SIPSA), para un promedio regional de producción de uchuva.



Figura 3. Plantaciones de uchuva, Granada. A) Agricultor Diego Castañeda; B) Planta de uchuva; C) Frutos de uchuva.

RESULTADOS

Análisis económicos de ensayo de evaluación de HFMA

Los tratamientos evaluados fueron 7, como se mencionó anteriormente. El trasplante se realizó el 21 de mayo de 2009 y se evaluaron 67 plantas por tratamiento. Para hacer las conversiones se consideraron 1666 plantas/ha.

Se mostrarán en forma detallada los pasos seguidos para el establecimiento de los costos de producción, análisis de la producción obtenida y análisis económico. Para los otros casos de estudio solamente se presentarán los resultados más importantes, que permitan ver los beneficios económicos del uso de la tecnología de biofertilización.

Tabla 1.1. Plan de fertilización. Ensayo evaluación HFMA, finca Guadalajara, Granada.

PLAN DE FERTILIZACIÓN	COSTO COMERCIAL	COSTO/kg	T100	T50	T10
SIEMBRA	\$ /50kg	\$/kg	g/Planta		
Cal dolomítica	8.000	160	300	150	30
Urea	90.000	1.800	200	100	20
10-30-10	110.000	2.200	300	150	30
2 mdt					
Superfosfato triple	90.000	1.800	100	50	10
4 mdt					
Sulfato de magnesio (kieserita)	96.400	1.928	150	75	15
Agrimins	95.000	1.900	100	50	10
10-30-10	110.000	2.200	300	150	30
8 mdt					
Sulfato de magnesio (kieserita)	96.400	1.928	150	75	15
10-20-20	103.000	2.060	150	75	15



En las tablas 1.1. a 1.8 se pueden observar en forma detallada los planes de fertilización, cantidad de fertilizantes aplicados, costos de fertilizantes, cantidades y costos de agroquímicos, cantidades y costos de materiales e insumos para el mantenimiento del cultivo, labores, tutorio y costos de mano de obra en cada una de las labores realizadas. Por su parte, en la Tabla 1.9 se consignaron los costos de producción y en la Tabla 1.10 el balance económico.

El plan de fertilización se realizó a partir del análisis de suelos, de los requerimientos de las plantas de uchuva y de las prácticas que realiza el agricultor para la siembra y mantenimiento del cultivo. Los insumos empleados son los que normalmente utiliza el agricultor y que son de fácil acceso en la zona de producción (tablas 1.1, 1.2. y 1.3). En el Anexo 1 se reporta el análisis de suelo, donde se encontró que este presentaba un pH ligeramente ácido, con bajos niveles de fósforo, calcio, magnesio, cobre y boro. Igualmente se encontraron niveles bajos de aluminio. De acuerdo con este análisis se realizó la recomendación, no solo considerando los niveles mínimos requeridos por el cultivo, sino cantidades que permitan mantener o mejorar las características químicas de los suelos.

Tabla 1.2. Cantidad de fertilizante empleado en cada uno de los tratamientos evaluados, Granada HFMA.

PLAN DE FERTILIZACIÓN	T100	T50	T10	Glomus	A. mellea	Glomus Acaulospora	Glomygel
SIEMBRA	kg/tratamiento						
Cal dolomítica	20	10	2	10	10	10	10
Urea	13	7	1	7	7	7	7
10-30-10	20	10	2	10	10	10	10
2 mdt							
Superfosfato triple	7	3	1	3	3	3	3
4 mdt							
Sulfato de Mg (kieserita)	10	5	1	5	5	5	5
Agrimins	7	3	1	3	3	3	3
10-30-10	20	10	2	10	10	10	10
8 mdt							
Sulfato de Mg (kieserita)	10	5	1	5	5	5	5
10-20-20	10	5	1	5	5	5	5

Los datos relacionados con el uso de agroquímicos se obtuvieron durante el tiempo de duración del ensayo, de acuerdo con las aplicaciones que realizó el agricultor en el cultivo. Estos datos pueden variar según las condiciones de clima, que pueden favorecer o no la presencia de plagas y enfermedades. Las aplicaciones se realizaron en forma similar para todos los tratamientos, y para efecto de este y de los demás análisis se consideraron como un costo constante (Tabla 1.4).

Tabla 1.3. Costo de fertilización por parcela (67 plantas) y por hectárea para cada uno de los tratamientos evaluados. Granada, HFMA.

	T100	T50	T10	Glomus	<i>A. mellea</i>	<i>Glomus + Acaulospora</i>	Glomygel
	Costo/tratamiento (67 plantas)*						
SIEMBRA							
Cal dolomítica	\$3.216	\$1.608	\$322	\$1.608	\$1.608	\$1.608	\$1.608
Urea	\$24.120	\$12.060	\$2.412	\$12.060	\$12.060	\$12.060	\$12.060
10-30-10	\$44.220	\$22.110	4.422	\$22.110	\$22.110	\$22.110	\$22.110
2 mdt							
Superfosfato triple	\$12.060	\$6.030	\$1.206	\$6.030	\$6.030	\$6.030	\$6.030
4 mdt							
Sulfato de Mg	\$19.376	\$9.688	\$1.938	\$9.688	\$9.688	\$9.688	\$9.688
Agrimins	\$12.730	\$6.365	\$1.273	\$6.365	\$6.365	\$6.365	\$6.365
10-30-10	\$44.220	\$22.110	\$4.422	\$22.110	\$22.110	\$22.110	\$22.110
8 mdt							
Sulfato de Mg	\$19.376	\$9.688	\$1.938	\$9.688	\$9.688	\$9.688	\$9.688
10-20-20	\$20.703	\$10.352	\$2.070	\$10.352	\$10.352	\$10.352	\$10.352
	\$200.022	\$100.011	\$20.002	\$100.011	\$100.011	\$100.011	\$100.011
Costo de fertilización/ha	\$4.973.676	\$2.486.838	\$497.368	\$2.486.838	\$2.486.838	\$2.486.838	\$2.486.838

Tabla 1.4. Cantidades y costos de agroquímicos empleados en el cultivo.

Tipo de Insumo	Nombre	Cantidad - No. aplicaciones	Unidad	\$/Unidad *	\$Total
Insecticida	Temick	1	kg	\$22.000	\$22.000
	Efectrina 200	2	100 ml	\$5.000	\$10.000
	Teldor	2	100 ml	\$8.000	\$16.000
	Camtombe	1	100 ml	\$12.500	\$12.500
	Abasacx 100 cc	1	100 ml	\$18.000	\$18.000
Subtotal					\$78.500
Total \$/ha					\$278.851



Tipo de Insumo	Nombre	Cantidad - No. aplicaciones	Unidad	\$/Unidad *	\$Total
Fungicidas	Vitavax	3	kg	\$12.000	\$36.000
	Persist 500	2	500 ml	\$13.000	\$26.000
	Fitoraz	1	500 ml	\$14.000	\$14.000
	Score	4	120 ml	\$23.000	\$92.000
	Amistar	1	100 g	\$22.000	\$22.000
	Antracol	1	30 g	\$14.000	\$14.000
	Daconil 720 SC	1		\$18.000	\$18.000
	Difezol 250 EC	1	120 ml	\$15.000	\$15.000
Subtotal					\$237.000
Total \$/ha					\$841.881

Tabla 1.5. Costo de tutorado, Granada HFMA.

Insumo	Cantidad	Unidad	\$/Unidad	\$Total
Alambre No. 14	50	kg	\$2.840	\$142.000
Grapa 1 1/4 x 9 x 25	2	kg	\$3.100	\$6.200
Puntilla 4 x 25	1	kg	\$3.000	\$3.000
Limatones	165	poste	\$1.500	\$247.500
Parales	20	poste	\$1.100	\$22.000
Fibra x 3.000 m	2	rollo	\$8.620	\$17.240
Hilaza 8/2	3	cono	\$10.344	\$31.032
Hilaza	1	cono	\$11.850	\$11.850
Hilaza	2	cono	\$11.207	\$22.414
Hilaza	2	cono	\$10.000	\$20.000
Hilaza	2	cono	\$11.003	\$22.006
Subtotal				\$545.242
Total				\$1.936.828

Para la determinación de costos de tutorado se consideró el método empleado por el agricultor –tutorado en V–, con uso de alambre para la realización del colgado de las plantas. Los postes empleados fueron de madera, obtenidos en la zona de producción. Se emplearon dos tipos de hilazas, razón por la que se observan diferentes precios del cono. Estos costos son iguales para todos los tratamientos, y por ello en observaciones posteriores se considerarán constantes (Tabla 1.5).

Tabla 1.6. Costo material vegetal.

Tratamiento	Costo/ bandeja	No. Alvéolos	Insumo	Costo/ha
T100	\$21.600	72	Plantas	\$499.800
T50	\$21.600	72	Plantas	\$499.800
T10	\$21.600	72	Plantas	\$499.800
Glomus	\$25.200*	72	Plantas	\$583.100
Acaulospora	\$25.200*	72	Plantas	\$583.100
Glomus+Acaulospora	\$25.200*	72	Plantas	\$583.100
Glomygel	\$25.200*	72	Plantas	\$583.100

*Incluye costo de inoculante/bandeja

Con relación al material vegetal, se consideraron los costos de semilla y plantulaje (bandejas, turba, soluciones nutritivas) tanto para los testigos como para los tratamientos de inoculación. En el valor del material vegetal se considera el costo del inoculante y de la inoculación/bandeja; por eso se ve una diferencia entre testigos y tratamientos de inoculación (Tabla 1.6).

En otros gastos se incluyeron algunos materiales que fueron comprados por el agricultor, necesarios para el establecimiento y mantenimiento del cultivo. Estos gastos son similares para todos los tratamientos y se pueden considerar constantes (Tabla 1.7).

Tabla 1.7. Otros gastos.

Descripción	Cantidad	\$Unidad	\$ Total
Guantes	2	\$6.500	\$13.000
Guantes hilo	2	\$3.500	\$7.000
Azadón 3118	4	\$76.000	\$76.000
Botas	1	\$45.000	\$45.000
Machete +Funda	1	\$17.500	\$17.500
Canastillas nuevas	135	\$6.466	\$1.012.576
Canastillas usadas	20	\$5.607	\$112.080
SUBTOTAL			\$1.283.156
Total/ha			\$4.558.077

**Tabla 1.8.** Mano de obra.

Labor	Jornales	\$	\$/ha
Adecuación	3	\$75.000	\$266.418
Siembra	1,5	\$40.000	\$142.090
Aplicaciones	21	\$420.000	\$1.491.940
Control fitosanitario	11		
Fertilización	10,5		
Labor	28	\$560.000	\$1.989.254
Desyerbe	6		
Plateo	1		
Colgada	19		
Podas	2		
TOTAL		\$1.095.000	\$3.889.702

Con relación a la utilización de mano de obra, es necesario considerar que el costo del jornal fue de \$25.000, correspondiente al valor promedio en el 2009 en esta zona de producción. Los costos de adecuación del terreno, controles fitosanitarios, aplicación de fertilizantes, podas, desyerbes y colgada de plantas es similar entre tratamientos, por lo que se pueden considerar constantes (Tabla 1.8). Las variaciones se pueden observar en la cosecha cuando se presentan diferencias entre tratamientos, pero este valor será considerado posteriormente en la cosecha.

Los costos totales por tratamiento se pueden observar en la Tabla 1.9. En esta tabla se realizó una consolidación de los costos detallados que se habían consignado en las tablas anteriores. Como se mencionó anteriormente, solamente se observaron variaciones en los costos de cosecha, insumos (fertilizantes) y servicio de la deuda por ser un porcentaje (9%) de los costos directos. Los demás costos directos e indirectos pueden considerarse constantes para todos los tratamientos evaluados. Adicionalmente, se incluyeron los costos de producción de referencia publicados por SIPSA para el 2009, para la zona de Cundinamarca.

Tabla 1.9. Costos de producción/ha para tratamientos de inoculación con HFMA, finca Guadalajara, Granada, Cundinamarca, 2009.

ÍTEM	Referencia Nacional SIPSA 2009	T100	T50	T10	Glomus	Acaulospora	Glomus + Acaulospora	Glomygel
COSTO DIRECTO	\$19.337.216	\$23.834.696,9	\$20.721.361,5	\$15.168.762,7	\$21.532.339,3	\$22.492.580,5	\$25.040.317,3	\$23.057.883,8
Adecuación terreno	\$106.167	\$266.417,91	\$266.417,91	\$266.417,91	\$266.417,91	\$266.417,91	\$266.417,91	\$266.417,91
Siembra	\$318.500	\$142.089,552	\$142.089,552	\$142.089,552	\$142.089,552	\$142.089,552	\$142.089,552	\$142.089,552
Mantenimiento cultivo	\$4.548.833	\$3.481.194,03	\$3.481.194,03	\$3.481.194,03	\$3.481.194,03	\$3.481.194,03	\$3.481.194,03	\$3.481.194,03
Cosecha	\$5.512.500	\$4.887.880,6	\$4.518.447,76	\$1.413.791,04	\$5.179.164,18	\$6.060.119,4	\$8.397.492,54	\$6.578.746,27
Insumos	\$6.636.057	\$11.152.284,3	\$8.665.446,08	\$6.675.975,52	\$8.748.746,08	\$8.748.746,08	\$8.748.746,08	\$8.748.746,08
Materiales	\$2.215.158	\$1.936.828,01	\$1.936.828,01	\$1.936.828,01	\$1.936.828,01	\$1.936.828,01	\$1.936.828,01	\$1.936.828,01
Servicio de la deuda (9%)	\$1.740.349,35	\$1.968.002,49	\$1.710.938,1	\$1.252.466,65	\$1.777.899,58	\$1.857.185,55	\$2.067.549,13	\$1.903.861,97
COSTO INDIRECTO*	\$2.644.815	\$1.677.953	\$1.677.953	\$1.677.953	\$1.677.953	\$1.677.953	\$1.677.953	\$1.677.953
Arriendo	\$1.097.837	\$1.097.837	\$1.097.837	\$1.097.837	\$1.097.837	\$1.097.837	\$1.097.837	\$1.097.837
Administración	\$580.116	\$580.116	\$580.116	\$580.116	\$580.116	\$580.116	\$580.116	\$580.116
Imprevistos 2	\$966.861							
COSTO TOTAL	\$23.722.380,4	\$25.512.649,9	\$22.399.314,5	\$16.846.715,7	\$23.210.292,3	\$24.170.533,5	\$26.718.270,3	\$24.735.836,8

*Arriendo y administración se tomaron de la referencia de SIPSA, 2009.



Los mayores costos se registraron para el tratamiento con inoculación con mezcla de *Glomus* + *Acaulospora*, que alcanzaron cifras cercanas a 27 millones de pesos por el incremento en costos de cosecha y de servicio de la deuda. Estos costos de cosecha se deben a los incrementos en producción generados por este tratamiento. El tratamiento con 100% de fertilización química también presenta valores altos, fundamentalmente por los costos de fertilizantes y al servicio de la deuda, alcanzando unos costos de \$25.512.650; ligeramente superiores a los del promedio regional de SIPSA, que alcanzan valores de \$23.722.380.

Los tratamientos de inoculación con Glomygel, *Acaulospora* y *Glomus* presentan costos de producción entre 24,7 y 23,2 millones de pesos/ha, debido también a los costos de cosecha. Los tratamientos con 50 y 105 de fertilización presentan los menores costos de producción, 22,3 y 16,8 millones de pesos/ha por la reducción tanto en costos de fertilizantes como disminuciones en costos de cosecha.

Tabla 1.10. Costos de cosecha y análisis económico HFMA, Granada.

Parámetro	Referente Nal. SIPSA	T100	T50	T10	<i>Glomus</i>	<i>Acaulospora</i>	<i>Glomus</i> + <i>Acaulospora</i>	Glomygel
Producción (kg/ha)	\$17.833	\$17.108	\$15.815	\$4.948	\$18.127	\$21.210	\$29.391	\$23.026
Exportación (\$)	\$31.386.080	\$30.599.696	\$28.563.197	\$3.394.164	\$32.270.669	\$38.275.728	\$57.753.009	\$43.601.955
Nacional (\$)	\$3.566.600	\$1.800.772	\$1.575.688	\$2.372.384	\$1.965.184	\$2.124.523	\$1.345.531	\$1.611.097
Valor producción (\$)	\$34.952.680	\$32.400.467	\$30.138.885	\$5.766.548	\$34.235.852	\$40.400.251	\$59.098.540	\$45.213.052
Costo de producción (\$)	\$23.722.380	\$20.544.346	\$17.431.011	\$11.878.412	\$18.241.989	\$19.202.230	\$21.749.967	\$19.767.533
Beneficio/ costo	1,5	1,6	1,7	0,5	1,9	2,1	2,7	2,3

En la Tabla 1.10 se puede observar la información relacionada con producción, porcentaje de producto para exportación o consumo nacional que tiene precio diferencial en el mercado, el valor de la producción, costos y relación beneficio/costo.

Inicialmente se presentan los resultados relacionados con la producción obtenida con cada tratamiento, encontrándose que todos los tratamientos con inoculación presentaron producciones en kg/ha superiores a los testigos y al promedio regional reportado por SIPSA. El tratamiento *Glomus* + *Acaulospora* presentó los valores más altos de producción, alcanzando 29.391 kg/ha, Glomygel 23.026 kg/ha, *Acaulospora* 21.210 y *Glomus* 18.127 kg/ha, mientras que el tratamiento con 100% de fertilización solamente produjo 17,08. El tratamiento *Glomus* + *Acaulospora* produjo 12.283 kg/ha más que el tratamiento con 100% de fertilización, permitiendo incrementos en producción y sustitución de 50% de fertilización.

El valor de fruta exportable fue de 57,7 millones de pesos para el tratamiento *Glomus + Acaulospora*, con valores superiores en cerca de 5,5 millones de pesos al testigo 100% que produjo fruta de exportación por valor de 30,5 millones de pesos. En cuanto a producción nacional, este tratamiento produjo valores inferiores al testigo, pero el valor total de la producción fue muy superior. Es de anotar que todos los tratamientos de inoculación presentaron mayores valores de producción que los testigos y que el promedio regional de SIPSA.

Finalmente, aunque los costos de producción del tratamiento *Glomus + Acaulospora* fueron los mayores, la relación beneficio/costo fue la más favorable, alcanzando valores de 2,7. Nuevamente todos los tratamientos de inoculación mostraron mayores relaciones beneficio/costo que los tratamientos testigo y el promedio SIPSA, que fue de 1,5. El tratamiento testigo con 50% de fertilización solamente tuvo una relación de 1,7 y el testigo con 10% de fertilización, y aunque tuvo los menores costos, también tuvo la menor producción y por tanto la menor relación beneficio/costo, de tan solo 0,5.

Se puede concluir que los tratamientos de inoculación con HFMA en la finca Guadalajara de Granada, en Cundinamarca, permitieron incrementar la producción y la calidad de uchuva y generar mayores ingresos a los productores con relaciones beneficio/costo entre 1,9 y 2,7.

Análisis económico ensayo de evaluación bacterias (BSP y BFN)

Los tratamientos evaluados fueron: un aislamiento de HFMA (*Glomus + Acaulospora*) como dos cepas de BFN (1 y 2); dos cepas de BSP (1 y 2) y testigos para cada tipo de bacteria. Los tratamientos con inoculación de HFMA recibieron el 50% de la fertilización total, mientras que los de BFN y BSP el 50% de fertilización nitrogenada y fosfórica, respectivamente. Los datos de producción consideraron 40 pases de cosecha y se mantuvo la estructura de costos de Granada de 2009.

La aplicación de fertilizantes fue diferencial para cada tipo de tratamiento evaluado. Mientras en el tratamiento HFMA se aplicó el 50% de la fertilización, para BFN se aplicó el 50% de la fertilización nitrogenada y el 100% del resto de nutrientes; pero para las BSP se aplicó el 50% de la fertilización fosfórica y el 100% de los demás nutrientes. Por esa razón, cuando se aplicaron fertilizantes compuestos fue



necesario incrementar las dosis de N para BSP y de P para BFN, y aplicar KCl para compensar la reducción de potasio en el fertilizante compuesto (Tabla 2.1.); de ahí las variaciones en los costos de fertilizantes entre tratamientos.

En la Tabla 2.2 se pueden observar los costos por tratamiento. Solamente se consideraron variaciones en los costos de cosecha, dependiendo de la producción estimada, de insumos dependiendo de los costos de fertilizantes y del costo de plántulas (\$499.800/ha en tratamientos sin inocular y \$583/ha en tratamientos inoculados).

Tabla 2.1. Costos de fertilización (\$) por tratamiento, ensayos bacterias.

	T100	T50	Tratamientos de inoculación	BFN	BSP
	Costos \$/tratamiento (67 plantas)				
Siembra					
Cal Dolomítica	3.216	1.608	1.608	1.608	1.608
Urea	24.120	12.060	12.060	6.030	36.180
10-30-10	44.220	22.110	22.110	11.050	11.050
2mdt					
Superfosfato Triple	12.060	6.030	6.030	18.090	3.015
4mdt					
KCL				18.090	18.090
Sulfato de Magnesio (Kieserita)	19.376	9.688	9.688	19.373	19.373
Agrimis	12.730	6.365	6.365	12.730	12.730
10-30-10	44.220	22.110	22.110	11.050	11.050
8 mdt					
Sulfato de Magnesio (Kieserita)	19.376	9.688	9.688	19.376	19.376
10-20-20	20.703	10.352	10.352	5.176	5.176
	200.022	100.011	100.011	122.573	137.648
Costo de fertilización \$/ha	4.973.676	2.486.838	2.486.838	3.047.860	3.422.710

Tabla 2.2. Costos de producción por tratamiento bacterias, Granada.

ÍTEM	REFERENTE NACIONAL (SIPSA, 2009)	HFMA- T1	BSP1-T2	BSP2-T3	BFN1-T4	BFN2-T5	T50	T-100
COSTO DIRECTO \$/ha	19337216	15781736	15436238	15494164	14871002	15015194	13924508	16598544
Adecuación terreno	106167	266417	266417	266417	266417	266417	266417	266417
Siembra	318500	142089	142089	142089	142089	142089	142089	142089
Mantenimiento cultivo	4548833	3481194	3481194	34811904	3481194	3481194	3481194	3481194
Cosecha	5512500	4740305	4127445	4180588	3983730	4116016	3119727	3928016
Insumos	6636057	3911822	4207711	4207711	3832861	3832861	3828522	5473476
Materiales	2215158	1936828	1936828	1936828	1936828	1936828	1936828	1936828
Servicio deuda (9%)	1740349	1303079	1274551	1279334	1227880	1239786	1149730	13770522
COSTOS ASIGNADOS \$/ha	1677953	1677953	1677953	1677953	1677953	1677953	1677953	1677953
Arriendo	1097837	1097837	1097837	1097837	1097837	1097837	1097837	1097837
Administración 1	580116	580116	580116	580116	580116	580116	580116	580116
COSTO TOTAL \$/ha	21015169	17459689	17114191	17172117	16548955	16693147	15602462	18276497

Los costos de producción fueron mayores en el referente nacional, alcanzando \$21 millones/ha, seguido por el T100% que alcanzó valores cercanos a \$18 millones/ha, debido fundamentalmente a los fertilizantes y cosecha. El tratamientos con HFMA presentó valores ligeramente superiores a los \$17 millones de pesos, y los menores costos se presentaron en el testigo con 50% de fertilización, con 15,6 millones de pesos/ha. Los costos del tratamiento con HFMA se redujeron por los



menores costos de fertilización y en el caso de los tratamientos con BFN y del testigo con 50%, debido a fertilización y cosecha.

En la Tabla 2.3. se pueden observar los datos de cosecha estimada (se tuvieron en cuenta 40 pases de cosecha para este análisis). Las mayores producciones se obtuvieron con el T1 correspondiente a HFMA, seguida de los tratamientos con BSP, BFN, testigo 100 y testigo 50. Los mayores valores de fruto tipo exportación y producción total se alcanzaron con los tratamientos T1, T2, T4 y T7.

Tabla 2.3. Análisis económico. Ensayo de inoculación con HFMA, BFN y BSP.

PARÁMETRO	Referente SIPSA	HFMA-T1	BSP1-T2	BSP2-T3	BFN1-T4	BFN2-T5	T-50%-T6	T-100-T7
Producción (kg/ha)	17.833	16.591	14.446	14.632	13.943	14.406	10.919	13748
Exportación (\$)	31.386.080	26.544.000	19.364.000	15.508.000	18.680.000	13.546.000	14.632.000	18426000
Nacional (\$)	3.566.600	331.800	476.900	687.600	460.000	763.800	360.400	453700
Valor Producción (\$)	34.952.680	26.875.800	19.840.900	16.195.600	19.140.000	14.309.800	14.992.400	18.879.700
Costo de Producción (\$)	21015169015	17459689,1	17114191,2	17172117	16548955	16693147,4	15602462	18276497
Relación Beneficio/Costo	1,66	1,54	1,16	0,94	1,16	0,86	0,96	1,03

Al hacer la relación beneficio/costo, se encontró que el tratamiento 1 con HFMA alcanzó las mejores relaciones con 1,54, seguido por los tratamientos BSP1 y BSP2 con 1,16 y con 100% de fertilización con 1,03.

En este caso, los tratamientos con BSP2 y BFN2 presentaron relaciones beneficio/costo menores que los tratamientos testigo con 100% de fertilización y BFN2 menores que el testigo con 50% de fertilización. Los resultados obtenidos con los tratamientos con HFMA, BSP1 y BFN1 muestran claramente los beneficios de la utilización de microorganismos con potencial biofertilizante. No todas las cepas presentan el mismo comportamiento, y como se puede observar en los resultados anteriores, algunas de ellas pueden producir mayores beneficios que otras.

Tal como se ve en la Tabla 2.3, la producción en kg/ha como tal no es necesariamente definitiva para la selección de una cepa específica, pues la producción del tratamiento T4 fue de solo 13.943 kg/ha, con valores menores a los presentados por los tratamientos T3 (14.632 kg/ha) y T5 (14.496 kg/ha), que solo tuvieron una relación beneficio/costo de 0,9 y 0,81 respectivamente, inferior a la obtenida con T4 (1,09).

Evaluación económica, ensayo de mezclas de biofertilizantes

Con el fin de contar con resultados comparables, se tomó para este análisis el ensayo establecido en la finca Guadalajara en Granada, donde se trabajaron 7 tratamientos de inoculación mixta, como se describen a continuación: T1= HFMA; T2= BNF1 + BSP2; T3= BFN2 + BSP1; T4= BNF1 + BSP2 + HFMA; T5= BFN2 + BSP1 + HFMA; testigo 50%; y testigo 100%. Como en el caso anterior, los análisis se hicieron con los costos de producción detallados para el primer caso de estudio, manteniendo los costos de 2009-2010 y considerando un número similar de pases de cosecha.

En la Tabla 3.1 se pueden observar los costos de fertilización para cada tratamiento. Es de anotar que en este caso se presentan diferentes patrones de fertilización. El testigo 100% con la cantidad de fertilizante de acuerdo con las prácticas del agricultor y el análisis de suelos, mientras que el testigo con 50% de fertilización y los tratamientos con HFMA a los que se les aplicó el 50% de la fertilización recomendada. Los tratamientos con inoculación de bacterias solas, con el 50% de la dosis de nitrógeno y fósforo, pero con el 100% de los demás nutrientes. En este caso fue necesario compensar con KCl para suplir las reducciones de K realizadas en los fertilizantes compuestos.

De esta forma, el tratamiento con 100% de fertilización presentó los mayores costos, seguido de los tratamientos con mezclas de bacterias. Los menores costos se presentaron en el testigo con 50% y con los tratamientos que incluyeron HFMA. Los fertilizantes empleados son los que rutinariamente emplea el agricultor y que son de fácil consecución en la zona de producción.



En la Tabla 3.2 se pueden observar los costos de producción determinados para cada uno de los tratamientos evaluados. Como se mencionó anteriormente, los costos diferenciales están relacionados con insumos y cosecha. En insumos las variaciones son debidas fundamentalmente a los costos de fertilización y al de plántulas, ya que es en este ítem donde se incluye el costo del biofertilizante. En este aspecto tenemos un costo de plántulas para los testigos sin ningún tipo de biofertilizante, con valores de \$499.800/ha para testigos; un costo para tratamientos con aplicación individual de bacterias u HFMA con costo de \$583.100/ha; y un costo para los tratamientos con inoculación mixta bacterias – HFMA, ya que requiere de dos tipos de inoculante diferentes.

Tabla 3.1. Costos de fertilización para los diferentes tipos de tratamientos de mezclas evaluados, Granada.

	T100	T50 y HFMA	Tratamientos de inoculación Bacterias solas	Tratamientos de inoculación Bacterias +HFMA
	Costos \$/tratamiento (67 plantas)			
SIEMBRA				
Cal Dolomítica	3216	1608	3216	1608
Urea	24120	12060	12060	12060
10-30-10	44220	22110	22110	22110
2 mdt				
Superfosfato Triple	12060	6030	6030	6030
4 mdt				
KCl			6030	
Sulfato de Magnesio (Kieserita)	19376	9688	19376	9688
Agrimins	12730	6365	12730	6365
10-30-10	44220	22110	22110	22110
8 mdt				
Sulfato de Magnesio (Kieserita)	19376	9688	19376	9688
10-20-20	20703	10352	10352	10352
	200022	100011	133390	100011
Costo de fertilización \$/ha	4973676	2486838	3316841	2486838

Igualmente se presentan costos diferenciales en la cosecha, ya que dependiendo de la cantidad de producto se registran diferentes valores relacionados con mano de obra en la cosecha, clasificación de fruto y diferente cantidad de canastillas. Los demás costos pueden considerarse constantes.

En la Tabla 3.3 se pueden observar los datos de producción, valor y costo de producción para cada tratamiento, básicos para la determinación de la relación beneficio/costo asociado a cada tipo de tratamiento evaluado.

El tratamiento 5 (BFN2 + BSP1 + HFMA) presentó las mayores producciones, superando a los demás tratamientos evaluados, seguido por los tratamientos T2 (BNF1 + BSP2), testigo con 100% de fertilización y por el tratamiento 1 correspondiente a HFMA. Los tratamientos T3 y T4 presentaron menores valores de producción y el tratamiento con 50% de fertilización presentó los menores valores. Este dato permite afirmar que los incrementos en producción de los tratamientos de inoculación por encima de la producción del testigo con 50% son debidos al efecto benéfico de los microorganismos evaluados y que los tratamientos que igualaron o superaron al testigo con 100% de fertilización fueron capaces de sustituir el 50% de la fertilización.

Tabla 3.2. Costos de producción para cada uno de los tratamientos de mezclas evaluados.

ÍTEM	REFERENTE (SIPSA, 2009)	T1	T2	T3	T4	T5	50%	100%
COSTO DIRECTO \$/ha	19337216	16048628	17316639	16355767	15233550	11009602	14908758	18676707
Adecuación terreno	106167	266418	266418	266418	266418	266418	266418	266418
Siembra	318500	142090	142090	142090	142090	142090	142090	142090
Mantenim. cultivo	4548833	3481194	3481194	3481194	3481194	3481194	3481194	3481194
Cosecha	5512500	4706313	4956269	4074736	3875182	5773342.02	3743860	4713856
Insumos	6636057	4190670	5104026	5104026	4274023	4274023	4107370	6594208
Materiales	2215158	1936828	1936828	1936828	1936828	1936828	1936828	1936828
Servicio de la deuda (9%)	1740349	1325116	1429814	1350476	1257816	909050	1230998	1542113
COSTOS ASIGNADOS ** \$/ha	1677953	1677953	1677953	1677953	1677953	1677953	1677953	1677953
Arriendo	1097837	1097837	1097837	1097837	1097837	1097837	1097837	1097837
Administración 1	580116	580116	580116	580116	580116	580116	580116	580116
COSTO TOTAL \$/ha	21015169	17726582	18994592	18033721	16911504	12687555	16586711	20354660

T1= HFMA; T2= BNF1 + BSP2; T3= BFN2 + BSP1; T4= BNF1 + BSP2 + HFMA; T5= BFN2 + BSP1 + HFMA; testigo 50%; y testigo 100%.

* Los costos de material vegetal incluyen el inoculante.

**Arriendo y administración tomado de datos de SIPSA, 2009.



Los tratamientos 5 y 1, además de tener altos niveles de producción, también presentaron los mayores volúmenes de fruta tipo exportación, observándose además una mejora en la calidad debida al tratamiento aplicado. Lo anterior se relaciona con los valores obtenidos en la producción, que incluyen cantidad y calidad del producto, encontrándose que el T5 presentó los mayores valores seguido por T1, T2 y testigo 100% de fertilización. El tratamiento con 50% de fertilización presentó los menores valores de producción.

Considerando los parámetros anteriores y relacionándolos con los costos de producción, se puede obtener la relación beneficio/costo para cada tratamiento. En este ensayo se encontró que el tratamiento 5 (BFN2 + BSP1 + HFMA) presentó la mayor relación beneficio/costo, alcanzando valores de 2,66, seguido del tratamiento 1 (HFMA, 1,68) y T2 (BNF1 + BSP2, 1,53). La menor relación beneficio/costo se obtuvo en el tratamiento T4 (BNF1 + BSP2 + HFMA), que no alcanzó a superar al testigo con 50% de fertilización, posiblemente por tener bajos niveles de fruta de calidad para exportación, unido a mayores costos de fertilización.

Tabla 3.3. Análisis económico de relación beneficio/costo en ensayos de evaluación de inoculación mixta en uchuva, finca Guadalajara, Granada, Cundinamarca.

PARÁMETRO	Referente Nal. SIPSA	T1	T2	T3	T4	T5	T 50%	T-100%
Producción (kg/ha)	17.833	16.471	17.346	14.261	13.562	20.206	13.103	16.498
Exportación (\$/ha)	31.386.080	26.354.400	23.244.000	19.108.800	12.746.400	27.079.200	17.558.400	22.111.200
Nacional (\$/ha)	3.566.600	3.294.000	5.720.400	4.706.400	7.186.800	6.668.328	4.325.532	5.445.321
Valor Producción (\$/ha)	34.952.680	29.648.400	28.964.400	23.815.200	19.933.200	33.746.400	21.883.200	27.555.600
Costo de Producción (\$/ha)	21.015.169	17.726.582	18.994.592	18.033.721	16.911.504	12.687.555	16.586.711	20.354.660
Relación Beneficio/ Costo	1,66	1,68	1,53	1,32	1,18	2,66	1,32	1,35

Se puede concluir que los tratamientos de inoculación mixta T5 (BFN2 + BSP1 + HFMA) y la inoculación individual con HFMA (T1), o con mezcla de bacterias (BNF1 + BSP2- T2), generan los mayores beneficios económicos a los agricultores y permiten la sustitución del 50% de la fertilización del cultivo en el caso de los tratamientos con HFMA y de fertilizantes nitrogenados y fosfóricos en el caso de mezcla de bacterias.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos a nivel de finca de agricultores muestran que la asociación de plantas de uchuva con aislamientos eficientes de HFMA, BSP y BFN, solas o en mezclas, permite la sustitución de fertilización química de síntesis, mejorando el desarrollo de la planta, y la producción y calidad de frutos. Estos resultados están de acuerdo con lo planteado por Goverde y colaboradores (2000), quienes muestran que la simbiosis de plantas con HFMA produce efectos benéficos en supervivencia y productividad en cantidad y calidad de productos. Igualmente y tal como lo plantean muchos investigadores (Fitter, 1991; Fitter and Meryweather, 1992; Jakobsen *et al.*, 1992; Tilman *et al.*, 1996; Smith *et al.*, 2000; Lodge, 2000; Klironomos, 2003; Kernaghan, 2005; Ramírez *et al.*, 2008; Roveda *et al.*, 2008), se presentaron respuestas diferenciales dependiendo del tipo de microorganismos (HFMA, BSP o BFN), el aislamiento, la especie vegetal con la cual se establece la interacción y el ambiente en el cual se desarrolla la simbiosis o la interacción. En este sentido, sobresalen los aislamientos de HFMA con los géneros *Glomus* sp. + *Acaulospora* sp. o *Acaulospora* sp., las BFN y las mezclas de HFMA con BFN y BSP. Sin embargo, además de la respuesta biológica de cada uno de los microorganismos, el análisis económico de las tecnologías evaluadas permite tener un criterio adicional de selección de las mejores asociaciones planta microorganismos.

Análisis económico con Hongos Formadores de Micorrizas Arbusculares:

A pesar de que los costos de producción del tratamiento *Glomus* + *Acaulospora* fueron los mayores, la relación beneficio/costo fue la más favorable, alcanzando valores de 2,7. Como se mencionó anteriormente, todos los tratamientos de inoculación mostraron mayores relaciones beneficio/costo que los tratamientos testigo y que el promedio regional (1,5). El tratamiento testigo con 50% de fertilización solamente tuvo una relación de 1,7 y el testigo con 10% de fertilización, y aunque tuvo los menores costos también tuvo la menor producción y por tanto la menor relación beneficio/costo, de tan solo 0,5.

Se puede concluir que la inoculación con HFMA en la finca Guadalajara de Granada Cundinamarca, permitió incrementar la producción y la calidad de uchuva y generar mayores ingresos a los productores con relaciones beneficio/costo entre 1,9 y 2,7. El uso de la mezcla de *Glomus* + *Acaulospora* permitió la sustitución del 50% de fertilización en cantidades de 250 kg/ha de cal dolomita, 10-30-10, sulfato de magnesio, agrimins y 10-20-20; 175 kg/ha de urea y 75 kg/ha de superfosfato triple, por valor aproximado de \$2.500.000 (\$ de 2009), con una relación beneficio/costo de 2,7 e incrementos en producción de 12000 y 13500 kg/ha con respecto a los testigos con 100 y 50% de fertilización química, respectivamente.



Análisis económico ensayos de evaluación de BSP y BFN

El análisis de la relación beneficio/costo para los ensayos de evaluación de BSP y BFN mostró que el tratamiento de referencia con HFMA alcanzó las mejores relaciones con 1,54, seguido por los tratamientos BSP1 y BFN1 con 1,16 y el tratamiento con 100% de fertilización con 1.

En este caso los tratamientos con BSP2 y BFN2 presentaron relaciones beneficio/costo menores que los tratamientos testigo, con 100% de fertilización y BFN2 menores que el testigo con 50% de fertilización. Los resultados obtenidos con los tratamientos con HFMA, BSP1 y BFN1 muestran claramente los beneficios de la utilización de microorganismos con potencial biofertilizante. No todas las cepas presentan el mismo comportamiento, y como se puede observar en los resultados anteriores, algunas de ellas pueden producir mayores beneficios que otras. Los resultados anteriores permiten ver cómo la variable producción en kg/ha como tal no es necesariamente un parámetro definitivo para la selección de una cepa específica, pues como se pudo observar, la producción del tratamiento T4 fue de solo 13.943 kg/ha, con valores menores a los presentados por los tratamientos T3 (14.632 kg/ha) y T5 (14.496 kg/ha), pero que solo tuvieron una relación beneficio/costo de 0,94 y 0,86 respectivamente, inferior a la obtenida con T5 (0,96).

El uso de las BFN1 y BSP1, individualmente, permitió reducciones en fertilización química por valor cercano a \$2 millones con BFN1 y de \$1,5 millones con BSP, con relaciones beneficio/costo de 1,09 e incrementos en producción de 3000 y 4000 kg/ha con BFN y BSP, respectivamente, con relación al testigo con 50% de fertilización química.

Ensayos de evaluación de mezclas de BSP, BFN y HFMA

El tratamiento 5 (BFN2+BSP1+HFMA) presentó la mayor relación beneficio/costo alcanzando valores de 2,66, seguido del tratamiento 1 (HFMA, 1,68) y T2 (BNF1+BSP2, 1,53). La menor relación beneficio/costo se obtuvo en el tratamiento T4 (BNF1+BSP2+HFMA), que no alcanzó a superar al testigo con 50% de fertilización, posiblemente por tener bajos niveles de fruta de calidad para exportación, unido a mayores costos de fertilización.

Se puede concluir que los tratamientos de inoculación mixta T5 (BFN2+BSP1+HFMA), y la inoculación individual con HFMA o con mezcla de bacterias (BFN1+ BSP2), generan los mayores beneficios económicos a los agricultores y permiten la sustitución del 50% de la fertilización del cultivo en el caso de los tratamientos con HFMA y de fertilizantes nitrogenados y fosfóricos en el caso de mezcla de bacterias.

La mezcla de HFMA (*Glomus* + *Acaulospora*) + BFN2 +BSP1, permitió la reducción del 50% de la fertilización química de síntesis por un valor cercano a 2,5 millones de pesos, con una relación beneficio/costo de 2,6 e incrementos en producción de 3700 y 7000 kg/ha con relación a los testigos con 100 y 50% de fertilización química de síntesis, respectivamente.

En general, el uso de microorganismos con potencial biofertilizante, eficientes en su asociación con uchuva, permite incrementar no solamente los rendimientos/ha, sino la calidad e inocuidad del producto.



BIBLIOGRAFÍA

- **Fitter A.** (1991). Costs and benefits of mycorrhizas: implications for functioning under natural conditions. *Experientia* 47: 350-355.
- **Fitter AH and Meryweather JW.** (1992). Why are some plants more mycorrhizal than others? An ecological enquiry. In: Read D; Lewis D; Fitter A and Alexander I. (Eds.). *Mycorrhizas in Ecosystems*. CAB International, Wallingford. pp. 26-36.
- **Goverde M; van der Heijden MGA; Wiemken A; Sanders IR and Erhardt A.** (2000). Arbuscularmycorrhizal fungi influence life history traits of a lepidopteran herbivore. *Oecologia* 125: 362-369.
- **Jakobsen I; Abbott LK and Robson AD** (1992). External hyphae of vesicular-arbuscularmycorrhizal fungi associated with *Trifolium subterraneum* L. I. Spread of hyphae and phosphorus inflow into roots. *New Phytol* 120: 371-380.
- **Kernaghan G.** (2005). Mycorrhizal diversity: Cause and effect? *Pedobiología* 49: 511-520
- **Klironomos J.** (2003). Variation in plant response to native and exotic arbuscularmycorrhizal fungi. *Ecology* 84: 2292-2301.
- **Lodge DJ.** (2000). Ecto- or arbuscularmycorrhizas – which are best? *New Phytol* 146: 353-354.
- **Ramírez M; Roveda G; Bonilla R; Cabra L; Peñaranda A; López M; Serralde D; Tamayo A; Navas G y Díaz C.** (2008). Uso y Manejo de Biofertilizantes en el cultivo de la Uchuva. Produmedios. **Roveda G, Ramírez M, Charry C**, Ed. 58 p.
- **Roveda G; Cabra L; Ramírez M y Peñaranda A.** (2008). Efecto de las Micorrizas Arbusculares sobre la Aclimatación y Endurecimiento de Microplántulas de Mora (*Rubusglaucus*). *Revista Corpoica* (8) 1: 41-49.
- **Smith FA; Jakobsen I and Smith SE.** (2000). Spatial differences in acquisition of soil phosphate between two arbuscular mycorrhizal fungi in symbiosis with *Medicago truncatula*. *New Phytol* 147: 357-366.
- **Tilman D; Wedin D and Knops J.** (1996). Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. *Nature* 379: 718-720.



ANEXO 1. Análisis de suelos, finca Guadalajara, Granada, Cundinamarca.

RESULTADO ANÁLISIS LABORATORIO QUÍMICA DE SUELOS																			
		USUARIO: MARIANITA RAMÍREZ DIRECCIÓN: O TIBATATA MUNICIPIO:				VEREDA: ESTIBA FINCA: ESTIBA (S.A.A.M.) CULTIVO: UCHUVA				E. ANÁLISIS: COMPLETO ESTADO: POR ESTABLECER									
Ítem	Código de muestra	Prof. (cm)	Textura	pH	M.O. %	P mg/kg	S mg/kg	A+B cmol/kg	Sat. P/ %	Cationes de Cambio						Elementos Menores			
										Ca	Mg	K	Na	CaE	CaE	Ca	Mn	Zn	B
UCHUVA																			
Interpretación de Resultados Comenta en el suelo: <input type="checkbox"/> EA <input type="checkbox"/> Epa <input type="checkbox"/> Ato <input type="checkbox"/> NL <input type="checkbox"/> Dep <input type="checkbox"/> Dep <input type="checkbox"/> Ato <input type="checkbox"/> Ato <input type="checkbox"/> ND <input type="checkbox"/> Ato <input type="checkbox"/> Dep <input type="checkbox"/> Ato <input type="checkbox"/> Nde <input type="checkbox"/> Dep																			
Clasificación de FERTILIDAD																			
E.A.: Excesivamente Ácido				M.A.: Moderadamente Ácido				N.S.: No salino				F.S.: Fecundamiento Salino				N.L.: No Limitado			
E.C.: Deficiente Alkalina				M.A.: Muy Alkalina				L.S.: Ligero salino				M.F.S.: Muy Fecundamiento Salino				L.G.: Ligero salino Limitado			
								M.S.: Moderadamente Salino								N.B.: No Detectable			
Relaciones de Cationes			Valor	Interpretación			Saturación de Cationes			Valor	Interpretación								
Ca / Mg			1.0	Valores óptimos: 3 - 5			Saturación de Calcio (Ca)			34.4	% Deficiente								
Ca / K			1.3	Valores óptimos: 12 - 18			Saturación de Magnesio (Mg)			18.5	% Ideal								
Mg / K			0.7	Valores óptimos: 4 - 8			Saturación de Potasio (K)			25.6	% Excelente								
Ca + Mg / K			2.1	Valores óptimos: 12 - 23			Saturación de Sodio (Na)			31.5	% Nulo								
Métodos de Análisis																			
Técnica: Por Extracción						Cationes de Cambio: Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , K ⁺ , Na ⁺						Fecha de Emisión: 27 Nov 2009							
pH: Método cromático, solución suela: agua 1:2.5						Análisis de Aniones: 10 a pH 7.30						Fecha de Salida: 31 Dic 2009							
M.O.: Método Gravel (Walkley - Black) V200400						Oxígeno Consumido: Método Oxígeno (Sistema de Colorim)													
P: Método Orling (Bray II)						Elementos Menores (Ca, Fe, Mn, Zn) (Sistema V200400)													
S: Método Orling (Sistema Murex) (M)						B: Método (Sistema Murex) (M)													
NH4: Método Nesslerización, V2111 N						CEC: Conductividad Directa													
 JENNY RODRÍGUEZ OROZCO IN CH. DIRECTOR DEL LABORATORIO																			



Producción editorial:
Diagramación, impresión y encuadernación



www.produmédios.org

Terminó de imprimirse
en agosto de 2012 en
Bogotá, DC, Colombia
Tel: 8937710



Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
República de Colombia

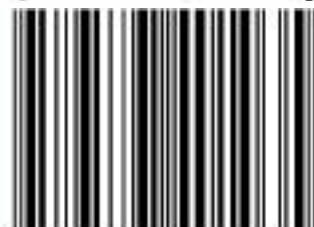


Prosperidad
para todos



www.corpoica.org.co

ISBN: 978-958-740-103-5



9 789587 401035