

Evaluación de tres dosis de *Pseudomonas fluorescens*, en remolacha roja (*Beta vulgaris L.*) en dos localidades de la sabana de Bogotá en condiciones agroecológicas diferentes.

Brehtness Vera Q.

Recibido el 25 de noviembre de 2009. Aprobado el 16 de febrero de 2010

Resumen

El presente artículo es el resultado de la investigación realizada con un grupo de colaboradores de la Fundación de Asesoría para el Sector Rural Ciudad de Dios (FUNDASES) en dos localidades de la Sabana, una ubicada en Puente Piedra (Vivero Coraflor) y otra en el centro de investigación de CORPOICA Tibaitatá (lote Vitrina 71). En ambos ensayos se determinó la dosis correcta para obtener un mayor rendimiento en campo de remolacha (*Beta vulgaris L.*) partiendo de unas condiciones edafoclimáticas en los suelos de la Sabana de Bogotá, donde los tratamientos que presentaron mejores resultados fueron aquellos en los que se aplicaron *Pseudomonas fluorescens* T3 y T4, con aplicación radicular a los ocho y cuarenta días después de la siembra, estableciendo un manejo como protocolo a seguir para las siguientes siembras. El manejo agronómico convencional en el cultivo de remolacha, reaccionó positivamente a la implementación de prácticas biotecnológicas cuyos microorganismos ejercen una colonización eficiente en la rizósfera, reflejado finalmente en los rendimientos por unidad de área cosechada.

Palabras clave

Pseudomonas fluorescens, Rizósfera, Biotecnología, Rendimiento, Edafoclimáticas.

Abstract

The present article is the result of an research which realized with a group of collaborators of the foundation To advise for the rural sector God's city (FUNDASES) foundation, and it took place in two main places of La Sabana; the first, located in Puente Piedra (Coraflor Vivero) and the second one, is the Center of Research CORPOICA Tibaitatá (lote Vitrina 71). In both cases, aimed to determine the correct dosis to obtain a higher productivity in the field of the beet (*Beta vulgaris L.*) based on some edafoclimatic conditions in the Sabana (flatland) of Bogotá D.C. the best results were seen when *P. fluorescens* T3 and T4 were applied, such procedure was followed every eight and forty days time following each growing period. The agronomic conventional managing in the culture (culturing) of beet, react positively to the implementation of biotechnological practices which microorganisms exercise an efficient settling in the rizosphere, reflected finally in the performances (yields) for unit of harvested area.

Keywords

Pseudomonas fluorescens, Rizosphere, Biotechnology, productivity, edafoclimatic.

Bási

I. Introducción

A través del tiempo la exploración del mundo microscópico conllevó a encontrar un variado número de organismos con diversos comportamientos en su metabolismo; es así, como las pruebas para el desarrollo de nuevas tecnologías se basan en la introducción de bacterias y hongos eficientes que entren a poblar, competir y beneficiar a las plantas en la alimentación y contrarrestar individuos ya presentes en el suelo, para el buen desarrollo del cultivo en sus estados fenológicos (Alexander, 1981).

El estudio de la microbiología desde hace más de trescientos años, muestra como los procariotas son de valiosa importancia para los procesos transformadores del ambiente en la compensación y balanceo de los procesos biogeoquímicos que afectan la materia orgánica e inorgánica del suelo.

A su vez, en el siglo XX se investigó el aislamiento y comportamiento por separado de *P. fluorescens*, microorganismos que coadyuvan en los procesos de recirculación de nutrientes y facilitan la toma de elementos esenciales para el desarrollo de las plantas tal como sucede con el fósforo. Los microorganismos se establecen en la rizósfera de la planta y realizan intercambio, en el cual las plantas ofrecen exudados a la microfauna y microflora.

Los elementos fijados en compuestos insolubles de hierro y aluminio son separados por acción de hongos y bacterias para que la planta los pueda tomar y aprovechar en la formación de azúcares y almidón. El empleo de microorganismos (Bacterias-Hongos) en la producción agrícola, día a día alberga importancia y protagonismo a estos individuos, debido a los beneficios que han demostrado tener estos pequeños seres vivos, tanto a nivel de laboratorio como de campo con la ventaja de disminuir las aplicaciones de abonos de síntesis química y hacer más aprovechables los elementos encapsulados en las fracciones del suelo para la nutrición de la planta.

En este trabajo se presenta el estudio del efecto de la eficiencia de diferentes dosis de *P. fluorescens* sobre el rendimiento de tubérculos de remolacha roja *Beta vulgaris L.* en dos localidades de la sabana de Bogotá, cuyo impacto social se ve reflejado en la transferencia de biotecnología aplicadas al agro.

II. Metodología

El trabajo se desarrolló en un periodo de seis meses en dos localidades de la Sabana de Bogotá, que se ubicaron en las veredas, San José y Puente Piedra (municipio de Mosquera y Madrid, respectivamente).

Las condiciones en cada sector difieren en características climáticas y edáficas.

El cultivo fue plantado por siembra directa y se realizaron labores de adecuación de terreno de manera mecánica. Para la toma de datos de tubérculos cosechados se tuvo en cuenta el peso obtenido por cada aforo hecho en 0,5m² por tratamiento de 3,9m² de área.

Se trabajaron bloques compuestos por cinco tratamientos a los cuales se realizaron enmiendas según diagnóstico previo al análisis de suelos. Los resultados obtenidos para las variables de rendimiento y calidad de remolacha, se evaluaron por medio de un análisis de varianza y pruebas comparativas de Duncan con el fin de comparar las mejores medias en rendimiento.

Luego de haber cosechado los tubérculos de remolacha, se tomó una muestra al azar de una raíz por cada tratamiento y se trasladaron al laboratorio. Se maceraron los centros de los tubérculos con el fin de obtener el jugo, depositando una gota de la mezcla en el refractómetro, para observar el contenido de °Brix encontrado en cada tratamiento, así se obtuvo:

El Ensayo N° 1.

Determinado como "Lote vitrina 71 Tibaitatá" se localizó en las coordenadas geográficas 4°41'22,73"N y 74°12'99"O; en el municipio de Mosquera, Departamento de Cundinamarca, Vereda San José, a una altura de 2.640 m.s.n.m. con temperatura promedio de 13.2 °C y una precipitación promedio anual de 631mm.

Preparación del terreno

Se mecanizó el terreno, dos pases de arado de disco y uno de rastra, seguido de esta labor se levantaron eras de 3.9 m² (1,3m de ancho X 3m de largo X 0,25m de alto), el área total efectiva del tratamiento fue de 78 m² y el área efectiva por replicación fue de 15,6 m². Las correcciones edáficas fueron sobre cada tratamiento: 78 gr/3,9 m² de triple quince (15-15-15), 27,3 gr/3,9 m² de micronfos y 780 gr/3,9 m² de compost.

Bloques	Tratamientos				
I	T3 (1)	T2 (2)	T4 (3)	T1 (4)	T5 (5)
II	T4 (6)	T1 (7)	T3 (8)	T5 (9)	T2 (10)
III	T1 (11)	T2 (12)	T4 (13)	T3 (14)	T5 (15)
IV	T1 (16)	T4 (17)	T5 (18)	T2 (19)	T3 (20)

Tabla 1. Distribución de tratamientos Ensayo N1. Lote vitrina 71 Tibaitatá. Comité Técnico de Investigación de FUNDASES

El Ensayo N°2.

Determinado como "Granja Vivero Coraflor" se localizó en las coordenadas geográficas 44°6'08,23"N y 74°13'12"O; en la Vereda Puente Piedra del municipio de Madrid. Localizado a 2543 m.s.n.m., precipitación promedio anual de 1000 mm y una temperatura promedio de 14 °C. Las parcelas del ensayo se ubicaron en el costado occidental de la granja.

Preparación del terreno

Se realizó un pase con desbrozadora y dos de reboto, se hizo trazado de repeticiones, parcelación total de los tratamientos y se levantaron eras. El área total efectiva de los 20 tratamientos distribuidos en cuatro bloques fue de 78 m² y el área efectiva por replicación en bloque de cinco tratamientos fue de 19,5 m². Se aplicaron enmiendas a cada uno de los veinte tratamientos de 78 gr/ 3,9 m² de triple quince (15-15-15), 3,9 gr/3,9 m² de bórax y 27,3 gr/3,9 m² de micronfos al suelo.

Bloques	Tratamientos				
I	T5 (1)	T2 (2)	T3 (3)	T4 (4)	T1 (5)
II	T2 (6)	T5 (7)	T4 (8)	T1 (9)	T3 (10)
III	T3 (11)	T2 (12)	T1 (13)	T4(14)	T5 (15)
IV	T1 (16)	T3 (17)	T5 (18)	T2(19)	T4 (20)

Tabla 2. Distribución de tratamientos Ensayo N°2. Granja Vivero Coraflor. Comité Técnico de Investigación de FUNDASES

Al terminar las labores de mecanización, se procedió a sembrar las semillas en las camas de 1,30 metros de ancho por 3 metros de largo por 0,25 metros de alto. Después de haber germinado las semillas, se dejaron ciento cincuenta y seis plántulas de remolacha por tratamiento (3,9m²) distribuidas en cuatro surcos.

Número de tratamientos	8 (DDS)	40 (DDS)	Total dosis aplicada	Disolución empleada por aplicación. (Agua)
T1	0	0	0	6,6lt
T2	0,4 cc /3,9 m ²	0,70 cc/3,9 m ²	1,10 cc/3,9 m ²	6,6lt
T3	0,8 cc /3,9 m ²	1,17 cc/3,9 m ²	1,97cc/3,9 m ²	6,6lt
T4	1,17 cc /3,9 m ²	1,56 cc/3,9 m ²	2,73 cc/3,9 m ²	6,6lt
T5	0,39 gr/3,9 m ²	-----	0,39 gr/3,9 m ²	6,6lt

Tabla 3. Dosificación de los Tratamiento Aplicados. Comité Técnico de Investigación de FUNDASES.

*DDS: Días Después de Siembra

Se aplicaron en "drench" (asperjado al suelo en contorno a la rizósfera y a capacidad de campo) a nivel del suelo dos dosis del producto *P. fluorescens* (BP1) una primera a los ocho días después de la siembra (DDS) y otra a los cuarenta DDS. Las dosis aplicadas

por tratamiento y la cantidad empleada de agua en dosis asperjada al suelo fue 6,6lt. por unidad de área tratada: 15,6 m². Al momento de la aplicación en el tratamiento (T1) testigo absoluto, se aplicaron 6,6 litros de agua únicamente; para los tratamientos (T2, T3 y T4) se aplicaron *P. fluorescens*, mientras que para el tratamiento cinco (T5) testigo comercial se hizo una sola aplicación de *Penicillium janthinelluma* (Fosfosol) a los ocho DDS.

Tratamientos	Repeticiones				Promedio Kg
	I	II	III	IV	
T1	0,695	0,710	0,750	0,700	0,71
T2	1362	1321	1,229	1,358	1,31
T3	1349	1410	1517	1520	1,44
T4	1219	1279	1370	1502	1,34
T5	0,924	0,860	0,744	0,934	0,86

Tabla 4. Resultados de rendimiento promedio de la remolacha en el ensayo N°1 localizado en Tibaitatá. Comité Técnico de Investigación de FUNDASES

Tratamientos	Repeticiones					TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV			
T1	13,9	14,2	15,0	14,0	57,1	14,2	
T2	27,2	26,4	24,5	27,1	105,2	26,3	
T3	26,9	28,2	30,3	30,4	115,8	28,9	
T4	24,3	25,5	27,4	30,0	107,2	26,8	
T5	18,4	17,2	14,8	18,6	69,0	17,2	
TOTAL	110,7	111,5	112,0	120,1	454,3	22,7	

Tabla 5. Resultados de Rendimiento promedio de remolacha en Ton /Ha en el Ensayo N°1 localizado en Tibaitatá. Comité Técnico de Investigación de FUNDASES

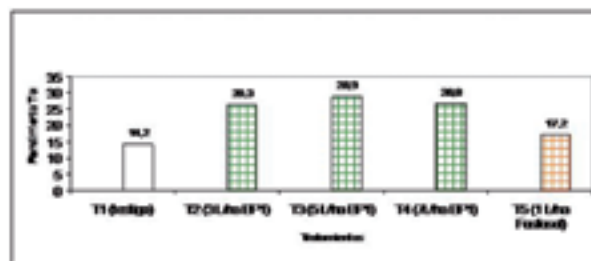


Figura 1. Resultados del rendimiento promedio en ton/ha en el ensayo con BP1 en remolacha en el ensayo ubicado en Tibaitatá. Comité Técnico de Investigación de FUNDASES

Fuentes de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F (tab)
Repeticiones	3	11,53			
Tratamientos	4	678,06	169,51	67,26**	5,41(1%)
Error	12	30,3	2,52		3,26(5%)
Total	19	709,89	172,03		

Tabla 6. Análisis de varianza. Rendimiento promedio de remolacha Ton/ha en el ensayo N°1 localizado en Tibaitatá. Comité Técnico de Investigación de FUNDASES

CV= 6,9%

Hay diferencias altamente significativas a nivel del 1% y 5%**

Análisis de los promedios por pruebas comparativas múltiples de Duncan al nivel del 1% para rendimiento de remolacha en el Ensayo 1 ubicado en Tibaitatá.

$$S X = \sqrt{\frac{2,52}{4}} = 0,79$$

Valores de P	2	3	4	5
AES (D)	4.32	4.55	4.68	4.76
SX= 0,79				
ALS (D)	3,4	3,5	3,6	3,7

Tratamientos	T1	T5	T2	T4	T3
Media	14,2	17,2	26,3	26,8	28,9
upación Duncan	b		a		

Los promedios unidos por la misma línea no son diferentes significativamente al nivel del 1 %.

En las tablas 4 y 5, y en la figura 1 se observan los resultados obtenidos de rendimiento de remolacha en el ensayo ubicado en Tibaitatá. Todos los tratamientos con el producto BP1 fueron efectivos en aumentar el rendimiento de remolacha si se comparan con el testigo (T1) y el tratamiento (T5) testigo comercial (Fosfosol). Según el Análisis de Varianza Tabla 6, hubo diferencias significativas entre tratamientos. La prueba de comparación múltiple de Duncan muestra que no se presentaron diferencias entre los tratamientos con BP1, tampoco hubo diferencias entre los tratamientos testigo (T1) y el testigo comercial (T5). El tratamiento donde se presentó el mayor valor en rendimiento fue el tratamiento 3 con una diferencia con el testigo de 50,8%.

Tratamientos	Repeticiones				Promedio Kg
	I	II	III	IV	
T1	1,96	1,88	1,7	1,93	1,76
T2	2,61	2,5	2,69	2,72	2,48
T3	2,7	2,89	2,83	3,21	2,91
T4	2,99	3,1	3,04	3,46	3,33
T5	1,61	1,83	1,8	1,93	1,77

Tabla 7. Resultados de Rendimiento promedio de remolacha en Kg/0,5 m² en el Ensayo N°2 localizado en el Vivero Coraflor. Comité Técnico de Investigación de FUNDASES

Tratamientos	Repeticiones					TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV			
T1	39,2	37,6	34,0	38,6	149,4	37,3	
T2	52,2	50,0	53,8	54,4	210,4	52,6	
T3	54,0	57,8	56,6	54,2	222,6	55,6	
T4	59,8	62,0	60,8	61,0	243,6	60,9	
T5	32,2	36,6	37,6	38,6	145,0	36,2	
TOTAL	237,4	244,0	242,8	246,8	971,0	48,5	

Tabla 8. Resultados de rendimiento promedio de remolacha en Ton /Ha en el Ensayo N°2 localizado en el Vivero Coraflor. Comité Técnico de Investigación de FUNDASES

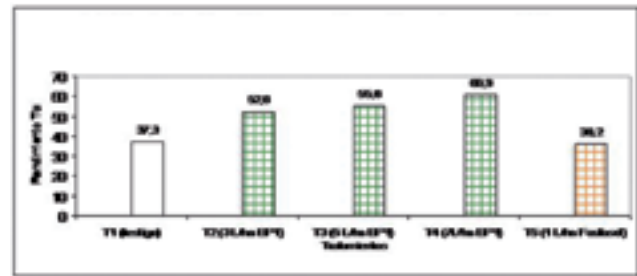


Figura 2. Resultados del rendimiento promedio en ton/ha en el ensayo con BP1 en remolacha ubicado en el Vivero Coraflor. Comité Técnico de Investigación de FUNDASES

Fuentes de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F (tab)
Repeticiones	3	9,31			
Tratamientos	4	1984,26	496,06	107,83**	5,41(1%)
Error	12	55,22	4,60		3,26(5%)
Total	19	2048,79	500,66		

Tabla 9. Análisis de varianza. Rendimiento promedio de remolacha en Ton/Ha en el ensayo N°2 localizado en el Vivero Coraflor. Comité Técnico de Investigación de FUNDASES

CV= 4,42%

Hay diferencias altamente significativas a nivel del 1% y 5%**

Análisis de los promedios por pruebas comparativas múltiples de Duncan al nivel del 1% para rendimiento de remolacha en el Ensayo 2 ubicado en el Vivero Coraflor.

$$S X = \sqrt{\frac{4,60}{4}} = 1,07$$

Valores de P	2	3	4	5
AES (D)	4.32	4.55	4.68	4.76
SX= 0,79				
ALS (D)	4,6	4,8	5,0	5,1

Tratamientos	T1	T5	T2	T4	T3
Media	36,2	37,3	52,6	55,6	60,9
upación Duncan					
	c	c	b	b	a

Los promedios unidos por la misma línea no son diferentes significativamente al nivel del 1 %.

En las tablas 4 y 5 y en la figura 2 se observan los resultados para rendimiento obtenidos en el ensayo ubicado en el Vivero Coraflor. En los datos, se aprecia que todos los tratamientos con BP1 fueron efectivos en aumentar el rendimiento de remolacha en comparación con el testigo T1 y el testigo comercial T5. El análisis de varianza tabla 6 muestra que hubo diferencias significativas entre los tratamientos. La prueba de Duncan señala que hubo diferencias al nivel de 1% entre los tratamientos con BP1 siendo el tratamiento 4 el de mayor valor con una diferencia con el testigo de 38,7%. No se presentaron diferencias entre el testigo T1 y el testigo comercial T5.

La tendencia fue muy similar en Tibaitatá y en el Vivero Coraflor sin embargo, los valores de rendimiento obtenidos en el Vivero Coraflor fueron más altos que en Tibaitatá, la razón se puede deber a que en el Vivero Coraflor hay una mayor cantidad de materia orgánica en el suelo, este pudo beneficiar a que las bacterias solubilizadoras de fósforo y otros microorganismos actuaran de tal manera que las plantas de remolacha desarrollan un mayor rendimiento.

En cuanto a los resultados obtenidos por la prueba de Duncan, el coeficiente de varianza CV= 4,42%; deduce que el T4 es reproducible en campo al seguir el protocolo establecido en el manejo y dosificación en la investigación realizada, con una diferencia altamente significativa. Las características del T3, del Ensayo N°1, con coeficiente de varianza igual al 6,9 por ciento cumple el mismo patrón empleado anteriormente. La aplicación de insumos biotecnológicos, es el valor agregado al trabajo realizado en campo.

Contenido de grados Brix Ensayo N°1.

Se hizo la medición de los grados brix ya que se consideró que esta es una medida con la cual se establecen el grado de nutrición que tiene la planta.

Entre mayor sea el índice de refracción en un cultivo mayor será el contenido de azúcar, contenido mineral, contenido de proteína y densidad. Esto da como resultado un sabor más dulce, un producto más nutritivo con un contenido más bajo de nitratos y de agua y estableciendo las características para almacenar.

Será un cultivo más resistente al ataque de insectos, lo que disminuiría la aplicación de insecticidas. Los cultivos con un alto contenido de azúcar tienen un menor punto de congelación lo que los hace más resistentes a las heladas. Los cultivos que se examinan y contienen un valor bajo de grados brix no contienen suficiente fósforo biológicamente activo ni calcio (28).

Se encontró para el contenido grados brix en remolacha, que el tratamiento en el que hubo una mayor concentración de azúcares fue el tratamiento T4, 10°Brix, seguido por los tratamientos T3, T4 y T2 con resultados de 9.0, 8.5 y 6.5°Brix respectivamente (figura 3). El tratamiento T3 presentó los mejores rendimientos al igual que los mayores contenidos de °Brix. Aunque el hongo *P. janthinellum* reflejó el mayor contenido en porcentaje en grados Brix superando a las bacterias de los tratamientos T2, T3 y T4 y al tratamiento T1 testigo absoluto, este último en un 50 por ciento no logró obtener buenos rendimientos en cuanto a peso/unidad de área.

En cuanto a la respuesta del T5 en este ensayo, se deduce que el potencial salino de los suelos de Tibaitatá, según ICA (1985) es un indicador determinante para lograr la fijación y captación de carbohidratos para la planta, reflejado en la caracterización organo-léptica del producto final.

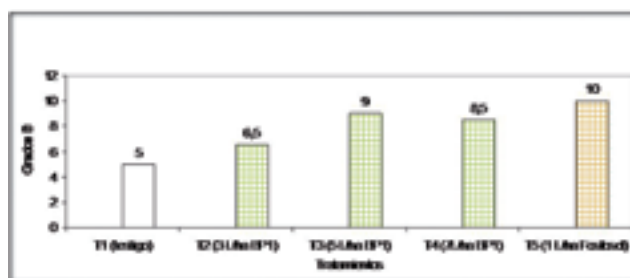


Figura 3. Índice de Refracción - Grados Brix, Ensayo N°1 Tibaitatá. Comité Técnico de Investigación de FUNDASES

Contenido de grados Brix Ensayo N°2.

Los datos obtenidos en el ensayo N°2 Granja Vivero Coraflor figura 4, no presentaron diferencias significativas entre tratamientos con *P. fluorescens*, ni tampoco entre los tratamientos testigo absoluto (T1) y tratamiento comercial (T5), se estima que aunque las diferencias no fueron significativas en porcentaje de Grados Brix sí hay un acercamiento al rango de

concentración para el tubérculo en estudio, que es de alrededor de 10 Grados Brix en la escala.

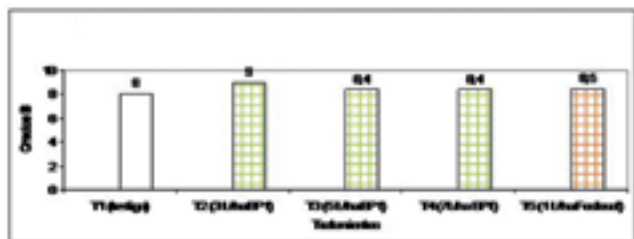


Figura 4. Índice de Refracción - Grados Brix, Ensayo N°2 Vivero Coraflor. Comité Técnico de Investigación de FUNDASES

Aunque el tratamiento T2 (figura 4.) presentó los mejores contenidos de azúcares, fue el que menor rendimiento en peso tuvo en campo de las tres dosis aplicadas de bacterias *P. fluorescens*.

Se afirma que el comportamiento se debe a las condiciones de suelo y clima en el que se desarrollaron los dos ensayos, dado que los suelos de Tibaitatá son arcillosos y han sido labrados bajo prácticas culturales convencionales heredados de finales de los años 70, mientras que los suelos del Vivero Coraflor son arenosos y con un mayor contenido de materia orgánica, además de ser suelos tratados bajo dirección de producción orgánica.

Se encontró en las lecturas realizadas tanto en el Ensayo N°1 en Tibaitatá y en el Ensayo N°2 Vivero Coraflor, que los valores expresados en °Brix obtenidos en todos los tratamientos con *P. fluorescens*, fueron superiores a los registrados en el tratamiento testigo absoluto (T1).

III. Conclusiones

- Los tratamientos BP1 (*P. fluorescens*) incrementaron el rendimiento de remolacha con respecto al tratamiento T1 (testigo absoluto) y el tratamiento T5 (Testigo comercial). Se observaron diferencias altamente significativas según el Análisis de Varianza. El mayor valor en relación kg/m² según la prueba de Duncan se obtuvo tanto en el Ensayo N°1 como en el Ensayo N°2 en el tratamiento T3 y tratamiento T4 respectivamente con relación al testigo absoluto. Estos resultados coinciden con lo descrito por Faggioli *et al.*, (2008).
- La dosis que presentó los mayores rendimientos en cuanto a kg/m² fue la aplicada al tratamiento T3 en el Ensayo N°1 correspondiente a 1.97cc/3,9m² la cual es representativa a 5 Lt/ha y para el Ensayo N°2 la cantidad de *P. fluorescens* asperjada en el tratamiento T4 alcanzó los mayores beneficios al dosificarse 2,73cc/3,9m² indicando que para suelos en condiciones similares a las evaluadas deben ser empleados 7lt/ha en la producción de remolacha.

- Los resultados de rendimiento promedio con *P. fluorescens* superaron a los demás tratamientos, ubicándose las tres dosis aplicadas en los picos de las gráficas mientras que los tratamientos testigo absoluto y comercial fueron en ambos ensayos los de menor rendimiento ubicándose muy por debajo de los rangos de los otros tratamientos.

- El Ensayo N°2, mostró los mejores rendimientos promedio en cuanto a las aplicaciones hechas respecto al Ensayo N°1 el peso obtenido en tubérculos cosechados en el Ensayo N°2, superó a la producción del Ensayo N°1, en un 116%.

- Se encontró que en las lecturas realizadas con el refractómetro tanto para el Ensayo N°1 ubicado en Tibaitatá como para el Ensayo N°2 Granja Vivero Coraflor, los valores obtenidos en °Brix en todos los tratamientos con *P. fluorescens* fueron superiores a los obtenidos en el testigo absoluto (T1).

- Entre mayor sea el índice de refracción en un cultivo mayor será el contenido de azúcar, contenido mineral, contenido de proteína y densidad. Esto sustenta los resultados obtenidos en campo pues las características organolépticas del producto final cumplen con los requerimientos de calidad que exige el mercado nacional.

IV. Referencias

[1] Agronegocios, (2008). Marzo 17 Fertilizantes abonando el mercado a grandes pasos. La República. Bogotá-Colombia. pp. 22-23.

[2] Alexander M. (1981). *Introducción a la microbiología del suelo*, 2da Impresión, México, Libro y editores, pp. 335-360.

[3] Avendaño, C; Arbeláez, G. & Rondón, G. (2006, enero-junio), Control biológico del marchitamiento vascular causado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* en frijol *Phaseolus vulgaris* L., mediante la acción combinada de *Entrophospora colombiana*, *Trichoderma* sp. y *Pseudomonas fluorescens*, en *Agro-nomía colombiana*, vol. 24, No.1.

[4] Casseres, E. (1981), *Producción de Hortalizas*, 3 ed., San José. Costa Rica, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

[5] Castro, H. (1998), *Fundamentos para el conocimiento y manejo de suelos agrícolas*, Tunja, Instituto Universitario Juan de Castellanos.

[6] Faggioli, V.; Cazorla, C.; Vigna, A. & Berti, M. (2007), Fertilizantes biológicos en maíz. Ensayo de inoculación con cepas de *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens*. INTA, Córdoba, Argentina, disponible en: <http://www.inta.gov.ar/mjuarez/info/documentos/Suelos/fertbio07.pdf>, recuperado el 28 de febrero de 2008.

- [7] Ferraris, G. & Couretot, L. (2007, abril), Uso de microorganismos favorables como alternativa para mejorar la nutrición fosforada de trigo, en *Agromercado*, No. 138, disponible en: http://www.agromercado.com.ar/pdfs/138_trigo_07.pdf, recuperado el 28 de febrero de 2008.
- [8] Ferraris, N. (s.f.), Inoculación con Microorganismos con efecto promotor de crecimiento (PGPM) en Trigo. Conocimientos actuales y experiencias realizadas en la Región Pampeana Argentina, en *Fertilizando*, disponible en: <http://www.fertilizando.com/articulos/Inoculacion%20Microorganismos%20pgpm%20tigo.asp>, recuperado el 11 del mayo de 2009.
- [9] Forero, R. B. (2000). Ecosistemas, Agricultura Ecológica u Orgánica y Visión de Colombia Global Tropical. En Memorias Curso de Agricultura Orgánica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (IICA). Colombia.
- [10] Fundación Hogares Juveniles Campesinos (FHJC), (2002), *Manual agropecuario, Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente*, Biblioteca del Campo, Bogotá, Editorial Quebecor World, pp. 432-596.
- [11] González G. (2006, 20 de abril), El fósforo y los microorganismos del suelo, Rizobacter Argentina S. A., disponible en: http://www.engormix.com/fosforo_microorganismos_suelo_s_articulos_683_AGR.htm, recuperado el 28 de febrero del 2008.
- [12] Guerrero, R (Ed.) (1988). *Fertilización de cultivo de clima frío*, segunda edición, Bogotá, Monómeros Colombo Venezolanos S. A.
- [13] Instituto Colombiano Agropecuario (1985), Programa Nacional de Hortalizas y Frutas, El cultivo de la Remolacha, Plegable de divulgación, Bogotá Colombia.
- [14] Linares, N. (1999). *Efecto de bacterias solubilizadoras de fósforo en la producción de cultivo de arroz* (Oriza sativa L.), Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía.
- [15] Lobo M. (1977). Pruebas regionales de variedades de remolacha en el oriente antioqueño. Colombia. Millar, C. E.; Turk, L. M. & Foth, H. D. (1985), *Fundamentos de la ciencia del suelo*, México D. F., CECSA.
- [16] Paulsen, I. et al. (2005), Complete genome sequence of the plant commensal *Pseudomonas fluorescens* Pf-5, en *Nature Biotechnology*, 23, pp. 873 – 878.
- [17] Romero M. (2003), Producción Ecológica Certificada de Hortalizas de Clima Frío, cuadernos del centro de investigación y asesorías agroindustriales CIAA, Fundación Universitaria Jorge Tadeo lozano. Bogotá, Colombia.
- [18] Wheeler, P & Ward , R. B. (Copyright 1998, 2006), *The Non-Toxic Farming Handbook*. Acres U.S.A. , Austin, Texas.

Breghtness Vera Q. Ingeniero en Agroecología de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, (UNIMINUTO), 2009.