

Efecto del sistema de labranza sobre la microbiota en la rizosfera en el cultivo del frijol *Vigna unguiculata* (L) Walp bajo las condiciones de la planicie de Maracaibo

Maritzabel Materán^{1*}, Werner Gutiérrez², Carlos Medrano², Katiuska Acosta³,
Rixio Santos³ y Douglas Esparza⁴

¹Departamento de Ciencias Sociales y Económicas. ²Departamento de Botánica.

³Departamento Fitosanitario. ⁴Departamento de Estadística.

Facultad de Agronomía, La Universidad del Zulia, Apartado 15205. Maracaibo, Venezuela.

Recibido: 07-05-99 Aceptado: 13-02-01

Resumen

Para evaluar el efecto del sistema de labranza sobre la población de hongos, bacterias, protozoarios y algas en la rizosfera en el cultivo del frijol se llevó a cabo un ensayo en la granja "Ana María Campos" de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia, ubicada en el municipio San Francisco, estado Zulia, zona clasificada como bosque muy seco tropical. El diseño estadístico fue un arreglo 3x2 de parcelas divididas en el tiempo en un diseño experimental completamente al azar con cinco repeticiones. Se detectaron diferencias significativas para el factor sistema de labranza, momento de muestreo y la interacción entre ambos, exceptuando este último para protozoarios; donde el sistema de siembra directa influyó sobre bacterias y protozoarios, el sistema convencional sobre algas y el barbecho sobre hongos; el momento de muestreo en floración influyó sobre bacterias y protozoarios y el de cosecha sobre hongos y algas. Para el factor profundidad de muestreo se encontró diferencias sólo para la población de bacterias y algas, ambas a una profundidad de 10 centímetros, la interacción profundidad y momento de muestreo sólo fue significativa para protozoarios. La principal influencia sobre los microorganismos la tiene el momento de muestreo, pero el efecto ejercido por la siembra directa es apreciable y debe seguir estudiándose.

Palabras clave: Microorganismo; labranza; *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

Effect of the tillage system on the rhizosphere microbiotic of cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walp under Maracaibo plateau conditions

Abstract

With the purpose of evaluating the tillage system on fungi, bacteria, protozoon and algae population in the rhizosphere of cowpea culture, a experiment was conducted in the farm "Ana Maria Campos" of the Agronomy Faculty belonging to the University of Zulia, situated in the

* Autor para la correspondencia. E-mail: mmateran@latinmail.com/wernergutierrez@cantv.net.

municipality of San Francisco, state of Zulia, which is a region classified as a very dry tropical wood. The statistical design was an arrangement 3 x 2 of plots divided in the time through an experimental design totally at random with fine repetitions. It were detected significant differences to the interaction between them, with the exception of the latest for protozoan, where the direct seeding system was an influence on bacteria and protozoan; the conventional system on algae, and the fallow on fungi; the time of sampling in blossom was influential on bacteria and protozoan, the conventional system on algae and the fallow on fungi; in blossom was an influence on bacteria and protozoan and the time of harvesting on fungi and algae. To the factor depth of sampling it were found differences only for the population of bacteria and algae, to a depth of 10 cm, both. The interaction depth and time of sampling only was significant to protozoans. The principal influence on the microorganisms was the time of sampling, but the effect exerted for the direct seeding is appreciable and must be studied.

Key words: Microorganisms; tillage; *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

Introducción

Tanto la agricultura mundial como nacional presentan problemas de baja productividad siendo la pérdida del suelo productivo uno de los factores más influyentes, debido al mal uso en la aplicación del sistema de labranza convencional. En los alrededores de Maracaibo cuyos suelos son predominantemente arenosos y excesivamente labrados, tienen la tendencia a presentar problemas de baja fertilidad química, física y biológica.

Uno de los componentes del suelo es la microbiota, aún cuando constituyen menos del 1% de su volumen total, es esencial para la producción de cultivos y la fertilidad del suelo, puesto que intervienen en la formación y estabilización de la estructura del mismo, mejorando sus propiedades físico-químicas. Y lo más importante es su papel en la descomposición y mineralización de la materia orgánica, componente fundamental de un suelo productivo.

El frijol ocupa el segundo lugar en alimentos de grano en Venezuela, aporta 23% de proteína y sirve tanto para la alimentación humana como animal. Por su adaptabilidad a nuestras condiciones es de gran potencial, sin embargo surge la necesidad de implementar nuevas técnicas de labranza como es el caso de la siembra directa, la cual

permite aumentar los rendimientos del cultivo, respetando los diferentes componentes bióticos del sistema suelo, lo cual garantizará tener una producción sostenida en el tiempo.

Por ello el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del sistema de labranza sobre la microbiota en la rizosfera en el cultivo del frijol bajo las condiciones de la planicie de Maracaibo.

Materiales y Métodos

El material experimental utilizado fue la especie *Vigna unguiculata* (L.) Walp., perteneciente a la familia de las Leguminosas, sub familia Papilionide. El genotipo empleado fue el mutante ON 30(6) el cual presenta porte erecto, con hábito de crecimiento determinado y ciclo de 67 días, rendimiento promedio de 1200 kg/ha, con granos de testa blanca e hilum negro.

El experimento se llevó a cabo en la Granja Experimental "Ana María Campos" de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia, situada a 10°33' LN, 71°43' LO, a 30 msnm, zona de vida clasificada como bosque muy seco tropical según Holdrige, con precipitación anual de 400 a 600 mm y distribución bimodal, una evapotranspiración de 2100 mm, temperatura media de 28°C y una humedad relativa de

76%; suelo con pH de 5 a 6 y textura franco-arenosa, presentando un horizonte argílico entre los 20 y 30 cm de profundidad (2).

Manejo cultural del cultivo

Establecimiento de parcelas experimentales: Tanto para el sistema de siembra directa, como el sistema convencional y patrón (barbecho), se estableció un área de siembra de 40x10 m².

Acondicionamiento del suelo: cinco días antes de la siembra en la parcela del sistema de siembra directa se dio un pase de rotativa con el objeto de acondicionar las malezas en el terreno. En la parcela del sistema convencional se dio un pase de rotativa, 3 pases de rastra cruzada y un pase de rolo nivelador, y el barbecho quedó en su condición natural.

Siembra: para ambos sistemas se usó una semilla por punto sembrada a 4 cm de profundidad, con distancia entre hilo de 0,5 m y 0,2 m entre plantas.

Fertilización: para todos los sistemas se realizó una semana después de la siembra aplicando 200 kg/ha de fórmula completa 12-24-12.

Riego: Se aplicó riego por aspersión dos veces por semana, hasta los 55 días aproximadamente, esto para todos los lotes (labranza convencional, barbecho y siembra directa).

Control de plagas y enfermedades: Se observó focos de infestación de áfidos (*Aphis gossypii*) para lo cual se aplicó el insecticida malatión a una dosis de 1 litro PC/ha, aproximadamente a los 30 días de sembrado el cultivo.

Control de malezas: Se aplicó fluazifop-butil en una dosis de 1 litro PC/ha, postemergente a las malezas, 10 días después de la siembra, realizando una limpieza ligera a mano a los 30 días de sembrado el cultivo.

Cosecha: Se realizó a mano a los 67 días después de la siembra.

Metodología de laboratorio

Se llevó a cabo en el laboratorio de Diagnóstico de Enfermedades en Plantas de la Unidad Técnica Fitosanitaria de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia, y constó de dos fases: aislamiento y cuantificación.

Dentro de la fase de aislamiento se aplicó una metodología para bacterias y hongos, y otra para algas y protozoarios.

Aislamiento de bacterias y hongos:

Se hizo a través del método de Platos de dilución (3), utilizándose diluciones desde 10⁻³ hasta 10⁻⁵, a partir de las cuales se tomaron 1 mL y se sembraron en placas de petri con 15 mL de agar nutritivo en el caso de las bacterias y PDA (papa-dextrosa-agar) con 4 gotas de ácido láctico para hongos. Se incubaron a 27°C por 48 horas para bacterias y 72 horas para hongos.

Aislamiento de algas y protozoarios:

Se realizó a través del método de Platos de suelo (3), se tomó un gramo de suelo y se colocó en 25 mL de solución CHU-NO y en placas de petri con 15 mL del medio Agar-agua solidificado + 5 mL de agua destilada para algas y protozoarios respectivamente; las algas se incubaron a luz natural por 1 semana a una temperatura de 27°C y los protozoarios por 5 días a la misma temperatura.

En lo que respecta a la fase de cuantificación, igualmente se aplicaron dos metodologías, la cuantificación de bacterias y hongos se realizó mediante el conteo directo de las colonias a través del cuenta colonias y multiplicando luego por el factor de dilución correspondiente. Mientras que en la cuantificación de algas y protozoarios el conteo fue directo al microscopio con la ayuda de la cámara Neubauer, mediante la fijación de estos microorganismos con lugol (1 gota de lugol por cada 3 mL de muestra).

Metodología estadística

Se estudiaron tres factores de estudio, sistema de labranza (SL), profundidad de

muestreo (PM) y momento de muestreo (MM). Dentro del factor sistema de labranza se evaluaron tres niveles barbecho (S0), labranza convencional (S1) y siembra directa (S2). Para el factor profundidad de muestreo se estudiaron 2 niveles 0-10 cm (P1) y 10-20 cm (P2); y para el factor momento de muestreo se evaluaron tres niveles, antes del acondicionamiento del terreno (M1), floración (M2) y cosecha (M3).

De la combinación de los factores de estudio con sus respectivos niveles resultaron un total de 18 tratamientos (Tabla 1).

La unidad experimental estuvo representada por las muestras de suelo que se tomaron a las diferentes profundidades, para cada sistema de labranza en los distintos momentos de muestreo durante el ciclo del ensayo. Cada parcela experimental (barbecho, labranza convencional y siembra directa) estuvo representada por un área de 40 m de largo por 10 m de ancho. Dentro de esta área se ubicaron al azar cinco subparcelas de 4 m² dentro de las cuales se tomaron las muestras de suelo para la evaluación de la población de microorganismos.

Tabla 1
Descripción de los tratamientos

Trat.	Sistema de labranza	Prof. de muestreo (cm)	Momento de muestreo
1	Barbecho	0 - 10	Antes del acondicionamiento
2	Barbecho	0 - 10	Floración
3	Barbecho	0 - 10	Cosecha
4	Barbecho	10 - 20	Antes del acondicionamiento
5	Barbecho	10 - 20	Floración
6	Barbecho	10 - 20	Cosecha
7	Convencional	0 - 10	Antes del acondicionamiento
8	Convencional	0 - 10	Floración
9	Convencional	0 - 10	Cosecha
10	Convencional	10 - 20	Antes del acondicionamiento
11	Convencional	10 - 20	Floración
12	Convencional	10 - 20	Cosecha
13	Siembra directa	0 - 10	Antes del acondicionamiento
14	Siembra directa	0 - 10	Floración
15	Siembra directa	0 - 10	Cosecha
16	Siembra directa	10 - 20	Antes del acondicionamiento
17	Siembra directa	10 - 20	Floración
18	Siembra directa	10 - 20	Cosecha

En las parcelas bajo labranza convencional y siembra directa se estableció el frijol como se describió anteriormente, mientras que el barbecho consistió en dejar el terreno con su vegetación natural, en la cual predominaban las especies *Cenchrus ciliaris* L., *Dactyloctenium aegyptium* L. Rit., *Ipomoea quinquefolia* L y *Euphorbia hypericifolia* L., principalmente.

Las variables respuestas evaluadas fueron: a) Número de bacterias/g de suelo (NBGS), b) Número de hongos/g de suelo (NHGS), c) Número de algas/g de suelo (NAGS) y d) Número de protozoarios/g de suelo (NPGS).

El diseño estadístico utilizado fue un arreglo 3 x 2 de parcelas divididas en el tiempo en un diseño experimental completamente al azar con cinco (5) repeticiones, donde el factor sistema de labranza y profundidad de muestreo ocuparon la parcela principal y la parcela secundaria fue representada por el momento de muestreo.

El procesamiento de la información experimental se realizó mediante el uso de análisis de la varianza para probar el efecto de los factores de estudio sobre las distintas variables respuestas medidas. Se realizaron pruebas de separación de medias para aquellos efectos que resultaron significativos por el método de medias por mínimos cuadrados (LSMeans), del procedimiento general de modelos lineales (PRDC GLM), del paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) (5).

Resultados y Discusión

Número de bacterias por gramo de suelo (NBGS). El análisis de varianza para esta variable indica efectos significativos ($P < 0.01$) para los factores sistema de labranza, profundidad de muestreo y momento de muestreo, e igualmente para las interacciones sistema de labranza por momento de muestreo y para la interacción de los tres factores, pero no así para la interacción sistema de labranza por profundidad de mues-

Tabla 2
Número de bacterias por gramo de suelo
Factor sistema de labranza (SL)

Sistema de labranza	Nº de bacterias/g de suelo
Siembra directa (S2)	$1,5 \times 10^7$ a
Convencional (S1)	$1,1 \times 10^7$ b
Barbecho (S0)	$9,4 \times 10^6$ b

Medias mínimas cuadráticas. Medias seguidas de letras distintas difieren significativamente ($P < 0.01$).

treo y profundidad de muestreo por momento de muestreo.

La prueba de separación de medias para el sistema de labranza (Tabla 2), indica diferencias para el sistema de siembra directa (S2), en comparación al sistema convencional (S1) y barbecho (S0). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Hernández y otros (6), quienes bajo siembra directa encontraron los mayores valores de bacterias aeróbicas. Se conoce que un mayor tamaño en la comunidad bacteriana está relacionado directamente con el contenido de materia orgánica (7), lo cual puede explicar este resultado, ya que bajo siembra directa el manejo de residuos permite iniciar la acumulación de materia orgánica en el suelo.

En relación a la profundidad de muestreo la prueba de separación de medias en la Tabla 3 señala que la profundidad de 0-10 cm tiene la mayor población de bacterias seguida por la profundidad 10-20 cm. Los resultados concuerdan con lo indicado por Mui y otros (8), quienes afirman como regla general, que al aumentar la profundidad disminuye la microflora del suelo, especialmente los organismos aeróbicos debido a los cambios en la atmósfera del mismo.

Para el factor momento de muestreo (MM) la prueba de medias (Tabla 4) muestra diferencias significativas entre los tres momentos de muestreos estudiados, obteniendo el mayor valor el M2 (floración), siguiendo

Tabla 3

Número de bacterias por gramo de suelo
Factor profundidad de muestreo (PM)

Profundidad de muestreo	Nº de bacterias/g de suelo
0-10 cm (P1)	$1,3 \times 10^7$ a
10-20 cm (P2)	$9,1 \times 10^6$ b

Media mínimas cuadráticas. Medias seguidas de letras distintas difieren significativamente ($P < 0.01$).

Tabla 4

Número de bacterias por gramo de suelo.
Factor momento de muestreo (MM)

Momento de muestreo	Nº de bacterias/g de suelo
Floración (M2)	$1,5 \times 10^7$ a
Cosecha (M3)	$1,2 \times 10^7$ b
Antes del acondicionamiento del terreno (M1)	$5,7 \times 10^6$ c

Media mínimas cuadráticas. Medias seguidas de letras distintas difieren significativamente ($P < 0.01$).

Tabla 5

Número de bacterias por gramo de suelo.
Interacción momento de muestreo (MM) y sistema de labranza (SL)

Interacción MM X SL	Nº de bacteria/g de suelo
M2 x S1	$1,7 \times 10^7$ a
M2 x S0	$1,5 \times 10^7$ ab
M3 x S2	$1,4 \times 10^7$ abc
M3 x S1	$1,3 \times 10^7$ bcd
M2 x S2	$1,2 \times 10^7$ cd
M3 x S0	$1,1 \times 10^7$ cd
M1 x S2	$9,8 \times 10^6$ d
M1 x S1	$5,2 \times 10^6$ e
M1 x S0	$1,9 \times 10^6$ f

Media mínimas cuadráticas. Medias seguidas de letras distintas difieren significativamente ($P < 0.01$).

el M3 (cosecha) y el M1 (antes del acondicionamiento del terreno). Estos resultados confirman lo reportado por Acosta y otros (9), quienes señalan que las poblaciones microbianas están influenciadas por la presencia o ausencia del cultivo frijol en el suelo; y Acosta (3), indica que en la floración es cuando el cultivo presenta su mayor actividad metabólica y por ende una mayor diversidad de excreciones por la raíz. Igualmente, pudo haber influido que tanto para el momento del primer muestreo (antes de la preparación), como para el tercero (cosecha) la humedad del suelo era menor por la no-aplicación uniforme de riego, siendo diversos los investigadores que reportan un alto efecto de la humedad del suelo sobre la población microbiana (7,9).

La prueba de separación de medias para la interacción momento de muestreo y sistema de labranza se presenta en la Tabla 5. La interacción M2 x S1 es superior y con diferencias significativas a M3 x S1, M2 x S2, M3 x S0, M1 x S2, M1 x S1, M1 x S0, no así con M2 x S0 y M3 x S2, y estos dos últimos difieren significativamente con M1 x S2, M1 x S1 y M1 x S0, confirmando de esta manera el efecto no sólo individual sino en conjunto que ejercen ambos factores sobre la población de bacterias y que fue explicado anteriormente, aun cuando puede afirmarse por las diferencias entre las medias que el principal efecto lo ejerce el momento de muestreo.

Número de hongos por gramo de suelo (NHGS)

El análisis de la varianza para el número de hongos por gramo de suelo muestra diferencias significativas ($P < 0,01$) para el factor momento de muestreo y diferencias significativas ($P < 0,05$) para el factor sistema de labranza, y la interacción entre ambos. No se detectaron diferencias significativas para el factor profundidad de muestreo y el resto de las interacciones.

Para el factor sistema de labranza la prueba de separación de medias se presenta

en la Tabla 6. Existe similitud entre la población del sistema barbecho (S0) y convencional (S1), y diferencias significativas de estos con el sistema de siembra directa (S2). Estos resultados son diferentes a lo reportado por Borie (4), quien afirma que el aumento de los microorganismos en suelos bajo cero labranza comparado con aquellos de labranza tradicional se debe al aumento de materia orgánica fácilmente disponible que se produce bajo este sistema, siendo los hongos, los microorganismos que inician las primeras etapas de descomposición de los residuos orgánicos. También los resultados obtenidos pueden deberse al complejo comportamiento de los microorganismos en el suelo, en el cual influyen diversos factores tanto en forma individual como inter-relacionados (8).

En la Tabla 7 se presenta el número de hongos por gramo de suelo para el factor momento de muestreo. Se observa que los momentos de cosecha (M3) y floración (M2) son similares, presentando estas diferencias significativas con el momento de muestreo antes del acondicionamiento del terreno (M1). Estos resultados difieren de los reportados por Acosta y otros (9), quienes afirman que las diferencias entre poblaciones de hongos desarrolladas en el suelo con o sin la presencia del cultivo de frijol no son significativas, y con los reportados por Cardosos y Freitas (1), los cuales afirman que en contraste con sus efectos sobre las bacterias, las raíces no alteran apreciablemente las cifras totales de hongos.

La Tabla 8 presenta la prueba de separación de medias para la interacción momento de muestreo y sistema de labranza, observándose que las interacciones M2 x S1, M2 x S0, M3 x S2, M3 x S1, M3 x S0 difieren significativamente con M2 x S2, M1 x S0, M1 x S1 y M1 x S2, y estas dos últimas presentan diferencias significativas con M2 x S2. Estos resultados reflejan que el factor momento de muestreo ejerció mayor influencia sobre las poblaciones de hongos en el suelo que el factor sistema de labranza,

Tabla 6
Número de hongos por gramo de suelo.
Factor sistema de labranza (SL).

Sistema de labranza	Nº de hongos/g de suelo
Barbecho (S0)	2,7 x 10 ⁴ a
Convencional (S1)	2,6 x 10 ⁴ a
Siembra directa (S2)	1,9 x 10 ⁴ b

Media mínimas cuadráticas. Medias seguidas de letras distintas difieren significativamente ($P < 0.05$).

Tabla 7
Número de hongos por gramo de suelo
Factor momento de muestreo (MM).

Momento de muestreo	Nº de hongos/g de suelo
Cosecha (M3)	3,5 x 10 ⁴ a
Floración (M2)	3,2 x 10 ⁴ a
Antes del acondicionamiento del terreno (M1)	5,5 x 10 ³ b

Media mínimas cuadráticas. Medias seguidas de letras distintas difieren significativamente ($P < 0.01$).

Tabla 8
Número de hongos por gramo de suelo.
Interacción momento de muestreo (MM) y sistema de labranza (SL).

Interacción MM x SL	Nº de hongos/g de suelo
M2 x S1	4,0 x 10 ⁴ a
M2 x S0	3,9 x 10 ⁴ a
M3 x S2	3,7 x 10 ⁴ a
M3 x S1	3,6 x 10 ⁴ a
M3 x S0	3,2 x 10 ⁴ a
M2 x S2	1,7 x 10 ⁴ b
M1 x S0	1,0 x 10 ⁴ bc
M1 x S1	4,5 x 10 ³ cd
M1 x S2	1,9 x 10 ³ d

Media mínimas cuadráticas. Medias seguidas de letras distintas difieren significativamente ($P < 0.05$).

corroborados por las últimas tres medias cuyas interacciones son M1 x S0, M1 x S1 y M1 x S2.

Número de protozoarios por gramo de suelo (NPGS)

El análisis de varianza para esta variable presentó efectos significativos ($P < 0,01$) para el factor momento de muestreo y su interacción con la profundidad de muestreo; y efectos significativos ($P < 0,05$) para el sistema de labranza y la interacción de los tres factores. Para el factor profundidad de muestreo y su interacción con el sistema de labranza no se observaron efectos significativos.

La Tabla 9 presenta la prueba de separación de medias para el número de protozoarios por gramo de suelo para el factor sistema de labranza, mostrando que el sistema de siembra directa posee diferencias con el sistema barbecho; y el sistema convencional no presentó diferencias con ninguno de los dos.

Esto es explicado por Garassini (10), quien afirma, que en suelos húmedos y húmidos es donde más abundan los protozoarios. La no diferencia estadística con respecto a labranza convencional puede ser debida a que la acumulación de materia orgánica en siembra directa es todavía insuficiente para afectar significativamente la población de protozoarios, debiendo causar mayores variaciones en ciclos sucesivos de siembra.

Para el factor momento de muestreo (MM) la prueba separación de medias presentada en la Tabla 10, indica diferencias entre los tres MM, obteniendo la mayor población el M2, siguiendo el M3 y por último el M1. Resultados similares han sido encontrados por Acosta (3), lo cual podría estar relacionado con el mayor grado de humedad en el suelo para el momento de la floración por las razones ya expuestas, e indirectamente por el mayor número de bacterias, aspecto este que favorece un aumento de población de protozoarios por ser estos considerados bacteriofagos (1).

La prueba de separación de medias para la interacción momento de muestreo y profundidad de muestreo (Tabla 11), indica que la interacción M2 x P2 es superior y difiere significativamente del resto de las interacciones, M3 x P1, M3 x P2 y M2 x P1 los cuales son similares entre si, pero difieren significativamente de M1 x P1 y M1 x P2. Estos resultados indican que el efecto ejercido por el momento de muestreo sobre la población de protozoarios en el suelo depende de la profundidad a la cual se realiza el muestreo.

Número de algas por gramo de suelo (NAGS)

El análisis de varianza indica efectos significativos ($P < 0,01$) para el factor momento de muestreo y la interacción de este con el sistema de labranza, además efectos significativos ($P < 0,05$) para los factores sis-

Tabla 9

Número de protozoarios por gramo de suelo.
Factor sistema de labranza (SL)

Sistema de labranza	Nº de protozoarios /g de suelo
Siembra directa (S2)	$8,4 \times 10^5$ a
Convencional (S1)	$6,6 \times 10^5$ ab
Barbecho (S0)	$5,9 \times 10^5$ b

Media mínimas cuadráticas. Medias seguidas de letras distintas difieren significativamente ($P < 0,05$).

Tabla 10

Número de protozoarios por gramo de suelo.
Factor momento de muestreo (MM)

Momento de muestreo	Nº de protozoarios /g de suelo
Floración (M2)	$9,9 \times 10^5$ a
Cosecha (M3)	$7,7 \times 10^5$ b
Antes del acondicionamiento del terreno (M1)	$3,3 \times 10^5$ c

Media mínimas cuadráticas. Medias seguidas de letras distintas difieren significativamente ($P < 0,01$).

Tabla 11

Número de protozoarios por gramo de suelo.
Interacción momento de muestreo (MM) y
profundidad de muestreo (PM)

Interacción MM x PM	Nº de protozoarios /g de suelo
M2 x P2	1,2 x 10 ⁶ a
M3 x P1	8,0 x 10 ⁵ b
M3 x P2	7,3 x 10 ⁵ b
M2 x P1	7,3 x 10 ⁵ b
M1 x P1	3,6 x 10 ⁵ c
M1 x P2	2,9 x 10 ⁵ c

Media mínimas cuadráticas. Medias seguidas de letras distintas difieren significativamente ($P < 0.01$)

temas de labranza y profundidad de muestreo. No hubo efectos significativos para el resto de las interacciones en estudio.

La prueba de separación de media (Tabla 12) para el factor sistema de labranza, indica diferencias significativas entre el sistema convencional y el barbecho, no existiendo diferencias de estos con respecto al sistema de siembra directa. Esto puede explicarse en el hecho que las algas viven independientemente del contenido de materia orgánica del suelo por ser organismos fitolitotróficos, viéndose estimulado su desarrollo por la presencia de luz (1,8), la cual bajo labranza convencional, incide mayormente sobre el suelo por estar éste libre de cobertura.

Para el factor profundidad de muestreo en la prueba de separación de medias (Tabla 13) está ocupando el primer lugar la profundidad 0 - 10 cm y el segundo lugar la profundidad de 10 - 20 cm. Estos resultados concuerdan con los reportados por Mui y otros (8) sugiriendo que a las algas se les encuentra en la parte superficial del suelo hasta unos 10 - 15 cm de profundidad, pues necesitan de la luz solar para realizar la función de fotosíntesis, ya que son organismos clorofílicos.

Tabla 12

Número de algas por gramo de suelo.
Factor sistema de labranza (SL)

Sistema de labranza	Nº de algas/g de suelo
Convencional (S1)	1,9 x 10 ⁶ a
Siembra directa (S2)	1,5 x 10 ⁶ ab
Barbecho (S0)	1,3 x 10 ⁶ b

Media mínimas cuadráticas. Medias seguidas de letras distintas difieren significativamente ($P < 0.05$).

Tabla 13

Número de algas por gramo de suelo.
Factor profundidad de muestreo (PM)

Profundidad de muestreo	Nº de algas/g de suelo
0 - 10 cm (P1)	1,7 x 10 ⁶ a
10 - 20 cm (P2)	1,4 x 10 ⁶ b

Media mínimas cuadráticas. Medias seguidas de letras distintas difieren significativamente ($P < 0.05$).

Con respecto al factor momento de muestreo en la Tabla 14 se presenta la prueba de separación de medias, donde se observa que la cosecha (M3) y la floración (M2) muestran diferencias significativas con respecto al momento de muestreo antes del acondicionamiento del terreno (M1). Iguales resultados reportaron Acosta y otros (9) lo cual confirma que las poblaciones de microalgas están influenciadas por la ausencia o presencia del cultivo frijol en el suelo, quizás esto esté más relacionado con la suplenencia de humedad al cultivo, lo cual favorece la presencia de mayor número de algas.

La prueba de separación de medias para la interacción del factor momento de muestreo y sistema de labranza (Tabla 15), indica la superioridad y diferencias significativas de la interacción M3 x S1, con el resto de las interacciones, exceptuando la interacción M2 x S2, pero esta también es similar a las interacciones M2 x S1 y M3 x S0, y estas a su vez difieren significativamente de

Tabla 14

Número de algas por gramo de suelo.
Factor momento de muestreo (MM).

Momento de muestreo	Nº de algas/g de suelo
Cosecha (M3)	2,1 x 10 ⁶ a
Floración (M2)	1,9 x 10 ⁶ a
Antes del acondicionamiento del terreno (M1)	5,9 x 10 ⁵ b

Media mínimas cuadráticas.
Medias seguidas de letras distintas difieren significativamente (P < 0.01)

Tabla 15

Número de algas por gramo de suelo.
Interacción momento de muestreo (MM) y sistema de labranza (SL).

Interacción MM x SL	Nº de algas/g de suelo
M3 x S1	3,0 x 10 ⁶ a
M2 x S2	2,5 x 10 ⁶ ab
M2 x S1	2,1 x 10 ⁶ b
M3 x S0	1,9 x 10 ⁶ b
M3 x S2	1,3 x 10 ⁶ c
M2 x S0	1,2 x 10 ⁶ c
M1 x S0	6,9 x 10 ⁵ d
M1 x S2	5,8 x 10 ⁵ d
M1 x S1	5,3 x 10 ⁵ d

Media mínimas cuadráticas. Medias seguidas de letras distintas difieren significativamente (P < 0.01)

las interacciones M3 x S2, M2 x S0, M1 x S0, M1 x S2 y M1 x S1. Las medias de M1 x S0, M1 x S2 y M1 x S1 no difieren significativamente entre sí, pero sí con M3 x S2 y M2 x S0; reflejando de esta manera el efecto de ambos factores sobre la población de algas por gramo de suelo ya explicada anteriormente.

Conclusiones

El sistema de labranza afecta la microbiota presente en la rizosfera en el cultivo del frijol. Las bacterias y protozoarios son influenciados positivamente por el sistema de siembra directa, los hongos por el sistema barbecho y las algas por el sistema convencional. Igualmente, la microbiota en la rizosfera en el cultivo del frijol es afectada por el momento de muestreo. En la floración existe mayor población de todos los microorganismos evaluados, sin embargo, para las poblaciones de algas y hongos no existe diferencias entre los momentos de floración y cosecha.

La profundidad de muestreo sólo afecta las poblaciones de bacterias y algas siendo mayores sus poblaciones a una profundidad de 0-10 cm. La interacción del sistema de labranza y el momento de muestreo sólo afecta las poblaciones de bacterias, hongos y algas, pero es el momento de muestreo quien ejerce mayor influencia.

Agradecimiento

Los autores agradecen al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia (CONDES), por el apoyo financiero a esta investigación (Proyecto N° 1347-99).

Referencias Bibliográficas

- CARDOSO E., FREITAS S. En: *Microbiología do solo*, Sociedade Brasileira do Ciencia do solo (Brasil), p. 41-57, 1992.
- VALBUENA M. Evaluación de la mecanización y manejo de los suelos del sistema agroecológico de los alrededores de Maracaibo. En: *Memorias V Congreso Venezolano de Ingeniería Agrícola*, Maracaibo (Venezuela), p. 314-324.
- ACOSTA K. Evaluación de la microbiota de la rizosfera y rizoplano del cultivo frijol Vi-

- gna unguiculata* (L) Walp en un suelo de la planicie de Maracaibo (Mimeografiado), La Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía, Unidad Técnica Fitosanitaria, Maracaibo (Venezuela), pp. 72, 1994.
4. BORIE B.F. *Revista Frontera Agrícola*. 2 (1): 15-17, 1994.
 5. SAS (Statistical Analysis System). *User's guide*. Raleigh, North Carolina, 1979.
 6. HERNÁNDEZ R., LÓPEZ-HERNÁNDEZ D., SAN BLAS F. Estudio comparativo de la estabilidad estructural, contenido de nitrógeno, carbono y poblaciones microbianas en suelo de sabana, sometidos a la labranza convencional y no labranza. II Taller Nacional de Labranza. San Juan de los Morros, Guarico (Venezuela), p10, 1999.
 7. ALEXANDER M. *Microbiología del suelo*. México. Libros y Editoriales S.A., pp. 189, 1980.
 8. MUI S.A., BARAIBAR ROMANI V. *Efeito do factores do solo*. En: Microbiologia do solo. Sociedade Brasileira do Ciancia do solo (Brasil), pp. 5972, 1992.
 9. ACOSTA K.R., SANTOS S., SILVA D., ESPARZA. *Revista de la Facultad de Agronomía* 13: 13-25, 1996.
 10. GARASSINI L. *Microbiología Agraria*: 334-39, 1967.