

INFLUENCIA DEL RIEGO EN LA DINAMICA POBLACIONAL DE GRUPOS FUNCIONALES DE MICROORGANISMOS ASOCIADOS A LA RIZOSFERA DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq.)¹

Carlos Bolaños², Hugo Orellana³, Gustavo Bernal⁴ y Rocío Morales⁵

RESUMEN

Se evaluó el efecto del riego en la dinámica poblacional de microorganismos asociados a la rizósfera de tres Híbridos "TENERA" de palma aceitera. En la plantación del CIPAL, se instalaron parcelas con y sin riego conteniendo a los Híbridos: ASD, INIAP e IRHO. Se utilizó un diseño de Parcela Dividida con tres repeticiones. Se determinó que, las bacterias heterótrofas más comunes fueron *Arthrobacter* spp, *Pseudomonas* spp y *Bacillus* spp; mientras que el actinomiceto común fue *Streptomyces* spp. Las poblaciones registradas para las bacterias heterótrofas cuando el estrés hídrico correspondió a 28cbs, fueron de 7.43×10^6 UFC/gss (unidades formadoras de colonias por gramo de suelo seco), en las parcelas con riego, y de 5.86×10^6 UFC/gss en parcelas sin riego. Las poblaciones de actinomicetales fueron 2.81×10^6 UFC/gss en las parcelas con riego y de 3.18×10^6 UFC/gss en las parcelas sin riego. No hubo diferencias estadísticas en las variables evaluadas. Los hongos pertenecieron a los géneros *Penicillium* spp, *Trichoderma* spp, *Aspergillus* spp, *Rhizopus* spp, *Gliocladium* spp, *Geotrichum* spp, *Cladosporium* spp, *Cunningamella* spp y *Mucor* spp. Las poblaciones de hongos fueron de 4.49×10^3 UFC/gss, en parcelas con riego, y de 1.81×10^4 UFC/gss en las sin riego. Los niveles de micorrizas fluctuaron entre 13.6% y 21.9% en las parcelas con y sin riego. El género micorrízico aislado fue *Glomus* spp. Las poblaciones de solubilizadores de fósforo fueron de 6.64×10^5 UFC/gss en las parcelas con riego, y de 2.91×10^4 UFC/gss en las sin riego. En las variables hongos, micorrizas y solubilizadores de fósforo se detectó diferencias estadísticas entre los tratamientos Con y Sin riego. No se observaron diferencias en el factor híbridos.

Descriptor: Micorriza, actinomicetos, solubilización, tensiómetro, evapotranspiración, lámina.

INTRODUCCION

La palma (*Elaeis guineensis* J.) es uno de los cultivos más importantes del Ecuador, tanto por su extensión que abarca las 207285 ha, como por su impacto socio-económico y por constituirse en una alternativa para la extracción de bio-combustible limpio y renovable.

Uno de los propósitos fundamentales del sector palmicultor del país es, incrementar la producción del cultivo, superando los factores limitantes que lo aquejan, entre los cuales se encuentra el déficit hídrico en verano. Al respecto, Calvache (1998), indica que la palma aceitera es un cultivo que demanda grandes cantidades de agua, desde la germinación de la semilla hasta la cosecha del último racimo, al finalizar la vida productiva de la planta. Lamentablemente, la precipitación en Ecuador es irregular, por lo que es necesario tratar de mantener el nivel de humedad del suelo en un estado óptimo, sobre todo considerando que, el reservorio del agua en la agricultura es el suelo, y que el agotamiento de esta reserva por el consumo del cultivo exige una recarga artificial, la cual se produce mediante el riego.

Por otro lado, la palma aceitera es un cultivo que requiere importantes cantidades de macro y micro nutrientes, para lo cual, se debe incorporar abonos sintéticos a costa de grandes inversiones de capital y del consecuente deterioro para el ambiente. Por este motivo, Bernal (2006), manifiesta que el uso de tecnologías biológicas para incrementar la población de micorrizas y microbios solubilizadores de fósforo, podría contribuir a la nutrición mineral de la palma. De manera general, toda técnica que permita

¹ Resumen de Tesis, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador.

² Becario Tesista de ANCUPA, estudiantes de Facultad de Ciencias Agrícolas, UCE.

³ Director de Tesis, Facultad de Ciencias Agrícolas.

⁴ Microbiólogo de Suelos, Ph.D., Director de Investigaciones ANCUPA.

⁵ Responsable de Laboratorio de Microbiología, ANCUPA (Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera).

disminuir la incorporación de nutrientes, es un aporte en miras a acelerar el proceso de innovación tecnológica, que se inclina hacia la conservación, y utilización de los recursos naturales con respeto al ambiente.

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se desarrolló en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador y en el Centro de Investigaciones de Palma Aceitera (CIPAL), perteneciente a la Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Africana (ANCUPA), ubicado en la provincia de Esmeraldas, cantón La Concordia, a una altitud de 264 m.s.n.m, con una temperatura promedio de 24.2°C, heleofanía de 626 h/luz, humedad relativa 87.76% y precipitación anual de 2881.2 mm.

Para analizar los resultados se utilizó el diseño experimental de “Parcela Dividida”, con tres repeticiones. La parcela grande correspondió al riego (r1=Con Riego; r2=Sin Riego) y la sub parcela a híbridos (h1=ASD, h2=INIAP, h3=IRHO). Las variables evaluadas fueron: población total de bacterias heterótrofas y actinomicetales, de microbios solubilizadores de fósforo, de hongos y de micorrizas. Se realizaron dos evaluaciones cada 60 días: la primera en época húmeda durante el mes de junio y la segunda en época seca en el mes de agosto.

En la plantación del CIPAL, con la ayuda de un barreno limpio de 4 centímetros de diámetro, en cada sitio de muestreo distanciado a 1 metro del estípite y a una profundidad de 10 centímetros, se tomaron ocho submuestras de suelo. Las submuestras se depositaron en un recipiente plástico limpio para formar una muestra compuesta. De esta muestra se recogió 1 kilogramo, se lo enfundó y etiquetó debidamente para su respectivo procesamiento.

Los análisis microbiológicos se procesaron en el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador. Para el análisis micorrízico, en el sitio de estudio, se tomó una muestra de 200 g de rizósfera cercana a la palma, a fin de obtener las raicillas, que se colocaron en una funda etiquetada, de cuyas muestras se recolectó las raicillas menores a 2mm de diámetro, para su inmediato análisis. Para determinar las poblaciones microbianas totales y grupos funcionales, se pesó 10 gramos de la muestra de suelo.

Dentro de la cámara de flujo laminar se mezcló los 10 gramos de suelo con 90 mililitros de agua destilada estéril para formar una dilución de 10^{-1} . De esta dilución se tomó una alícuota de 10 mililitros y se la vertió en un volumen de agua de 90 mililitros para formar una dilución de 10^{-2} . Se repitió sucesivamente este procedimiento hasta llegar a la dilución de (10^{-5}) . De cada dilución se tomó una alícuota de 1 mililitro y se la vertió en una caja Petri. Posteriormente, se vertió en la misma caja Petri 25 mililitros del medio de cultivo específico. Inmediatamente, mediante movimientos circulares, se homogenizó la dilución con el medio de cultivo y se depositaron los aislamientos en las cámaras de incubación reguladas a 37°C para bacterias y a 27°C para hongos.

RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo a los resultados generados dentro de la presente investigación, las poblaciones microbianas registradas se diferenciaron numéricamente y estadísticamente, en las diferentes variables. Probablemente, debido a la residualidad de la humedad invernal, la diferencia hídrica entre las parcelas Con y Sin riego fue baja, por lo cual, se realizó la aplicación del riego con una mínima lámina de agua. De este modo, los resultados se discutirán en base a las diferencias detectadas en las diversas parcelas tratamientos. Por lo tanto se muestra un ADEVA general para los cinco grupos funcionales. En vista que los coeficientes de variación (CV) en esta investigación fueron elevados, se realizó transformación de datos, pero, para los cuadros de promedios se mantuvo los datos reales.

BACTERIAS HETEROTROFAS

Primera evaluación (junio)

En el ADEVA, Tabla 1, se observa que no existe significación estadística para los factores Riego, Híbridos y para la interacción Riego por Híbridos, al igual que para las repeticiones. Los coeficientes de variación fueron de 5.7% para el error tipo (a) y de 4.8% para el error tipo (b); el promedio general del experimento fue de 8.67×10^6 UFC/gss.

Para el factor Riego, Tabla 2, se observa que la población más elevada de bacterias heterótrofas correspondió a los tratamientos sin riego (9.17×10^6 UFC/gss), mientras que, la más baja se obtuvo en los tratamientos con riego (8.18×10^6 UFC/gss). En la primera evaluación, esencialmente, debido a que la muestra de suelo se obtuvo en un suelo saturado de humedad (precipitación de 5.6mm), y debido también a que las diferencias hídricas entre parcelas fueron mínimas, no hubo diferencia en las poblaciones.

Para Híbridos, en la Tabla 2, se observa que la población más elevada correspondió al Híbrido IRHO (1.34×10^7 UFC/gss), mientras que, la más baja se obtuvo con el Híbrido ASD (5.28×10^6 UFC/gss), Las diferencias entre los números de bacterias registradas en el germoplasma aparentemente se debieron, a la influencia de los exudados de las plantas en la reproducción bacteriana.

En la interacción RxH, Tabla 2, se detecta que la población más alta correspondió a la interacción sin riego con el Híbrido IRHO con 1.46×10^7 UFC/gss, en tanto que la más baja se registró en la interacción con riego por el Híbrido ASD con 4.91×10^6 UFC/gss. Cabe destacar que en esta variable no interactuaron los factores en estudio.

Las poblaciones bacterianas detectadas pertenecieron a los géneros *Arthrobacter* spp, *Pseudomonas* spp y *Bacillus* spp, cuya identidad a nivel de género se determinó en base a sus características morfológicas y culturales. Estas bacterias según Bernal (2006), son propias de la rizósfera y se caracterizan por producir hormonas (auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno, etc.), que incrementan tanto la longitud y número de raíces de los cultivos, como el peso seco del material vegetal.

Tabla 1. Análisis estadístico de las poblaciones microbianas registradas en época húmeda y seca, en las áreas rizosféricas de varios híbridos “Tenera” de Palma Aceitera.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS									
		BACTERIAS HETERÓTROFAS		BACTERIAS ACTINOMICETALES		SOLUBILIZADORES FÓSFORO		HONGOS TOTALES		INFECCIÓN MICORRÍZICA %	
		UFC/gss**		UFC/gss		UFC/gss		UFC/gss			
		Eval. 1	Eval. 2	Eval. 1	Eval. 2	Eval. 1	Eval. 2	Eval. 1	Eval. 2	Eval. 1	Eval. 2
Total	17										
Repeticiones	2	0.119ns	0.013ns	0.172ns	0.026ns	0.189ns	0.019ns	0.032ns	0.014ns	0.253ns	0.336ns
Riego	1	0.0025ns	0.043ns	0.104ns	0.012ns	0.007ns	0.51*	0.062ns	1.746*	0.881ns	7.156*
Error (a)	2	0.151	0.021	0.085	0.024	0.183	0.052	0.186	0.049	0.223	0.228
Híbridos	2	0.138ns	0.0007ns	0.090ns	0.0022ns	0.022ns	0.018ns	0.138ns	0.563*	0.306ns	0.060ns
R x H	2	0.004ns	0.0003ns	0.077ns	0.030ns	0.043ns	0.024ns	0.389ns	0.322ns	0.968*	0.635ns
Error (b)	8	0.11	0.017	0.041	0.018	0.102	0.047	0.473	0.099	0.114	1.43
Promedio		8.67×10^6	6.65×10^6	6.73×10^6	2.99×10^6	2.02×10^5	6.43×10^5	1.10×10^4	1.15×10^4	12.55%	17.51%
CV (a) (%)		5.7	2.2	4.3	2.4	8.2	4.1	11.4	5.8	13.5	11.2
CV (b) (%)		4.8	1.9	3	2.1	6.1	3.9	18.2	8.2	9.6	29.5

* Significa diferencias estadísticas al 5% por prueba de Fisher.

** Unidades formadoras de colonias por gramo de suelo seco.

Segunda evaluación (agosto)

En el ADEVA, Tabla 1, se observa que no existe significación estadística para los factores Riego, Híbridos y para la interacción Riego por Híbridos, al igual que para las repeticiones. Los coeficientes de variación fueron de 2.2% para el error tipo (a) y de 1.9% para el error tipo (b); el promedio general del experimento fue de 6.65×10^6 UFC/gss.

La segunda evaluación se realizó en el mes de agosto, y en época seca, cuando se registró la cifra de 28cbs en el tensiómetro, para cubrir las necesidades del cultivo, se incorporó una lámina de riego de 0.9mm, una hora antes del muestreo. Para el factor Riego, Tabla 2, se observa que no existen diferencias estadísticas significativas en las poblaciones bacterianas, sin embargo, en todos los muestreos analizados, las poblaciones en las parcelas con riego (7.43×10^6 UFC/gss) fueron mayores que en las sin riego (5.86×10^6 UFC/gss), lo que permite explicar que, a pesar de las mínimas diferencias poblacionales, existe un efecto que puede ser acumulativo a través del tiempo, sobre todo si se ensayan métodos que minimicen la subestimación poblacional que se obtiene al utilizar el método de conteo de esporas viables en placas (CVP.)

Para Híbridos, en la Tabla 2, se observa que la población más elevada correspondió al Híbrido ASD (6.86×10^6 UFC/gss), mientras que, la más baja se obtuvo con el híbrido IRHO (6.53×10^6 UFC/gss).

En la interacción RxH, Tabla 2, se detecta que la población más alta de bacterias heterótrofas para la segunda evaluación, correspondió a la interacción con riego por el Híbrido INIAP, con una población de 1.05×10^7 UFC/gss mientras que la más baja ocurrió en la interacción sin riego por INIAP con 5.68×10^6 UFC/gss. Cabe destacar que en esta variable no interactuaron los factores en estudio.

BACTERIAS ACTINOMICETALES

En el ADEVA, Tabla 1, se observa que no existe significación estadística para los factores Riego, Híbridos y para la interacción Riego por Híbridos, al igual que para las repeticiones. Los coeficientes de variación fueron de 4.3% para el error tipo (a) y de 3% para el error tipo (b); el promedio general del experimento fue de 6.73×10^6 UFC/gss.

Para el factor Riego, Tabla 2, se consigna un promedio poblacional de 5.43×10^6 UFC/gss, en las parcelas con riego (CR) y de 8.03×10^6 UFC/gss en las sin riego. Estos resultados permiten aproximarse al criterio de que probablemente dentro de la presente variable existe un efecto acumulativo de la humedad en las unidades experimentales.

Para Híbridos, en la Tabla 2, se observa que la población más elevada correspondió al ASD (7.74×10^6 UFC/gss), seguida por los Híbridos INIAP (5.43×10^6 UFC/gss) e IRHO (7.02×10^6 UFC/gss). Estas diferencias matemáticas probablemente se debieron, a la influencia de los exudados de las plantas en la reproducción bacteriana.

En la interacción RxH, Tabla 2, se detecta que la población más alta correspondió a la interacción sin riego con el Híbrido IRHO con 7.75×10^7 UFC/gss, en tanto que la más baja se registró en la interacción con riego por el Híbrido ASD con 7.24×10^6 UFC/gss. Cabe destacar que en esta variable no interactuaron los factores en estudio.

De acuerdo a las características morfológicas de las bacterias, el género preponderante fue *Streptomyces* spp, que formó sobre el medio de cultivo, colonias compactas de consistencia algodonosa y olor a tierra, tal como se describen en la literatura (Delgado 1999, Paul y Clark 1989, Baltz 2007).

Segunda evaluación (agosto)

En el ADEVA, Tabla 1, se observa que no existe significación estadística para los factores Riego, Híbridos y para la interacción Riego por Híbridos, al igual que para las repeticiones. Los coeficientes de variación fueron de 2.4% para el error tipo (a) y de 2.1% para el error tipo (b); el promedio general del experimento fue de 2.99×10^6 UFC/gss.

Para el factor Riego, Tabla 2, no se detectó diferencias estadísticas significativas de las poblaciones actinomicetales en las parcelas con y sin riego; sin embargo, las mayores poblaciones promedios se registraron en las parcelas sin riego (3.18×10^6 UFC/gss), versus las poblaciones más bajas encontradas en las parcelas con riego (2.81×10^6 UFC/gss).

Las mayores poblaciones actinomicetales detectadas en las parcelas sin riego, se debe probablemente, a que este tipo de bacterias por sus características morfológicas resisten las condiciones de sequía. Al respecto, Alexander (1980), menciona que mediante estructuras conidiales, los actinomicetos pueden resistir a la desecación o diferentes condiciones desfavorables hasta cuando nuevos sustratos orgánicos se hagan aprovechables, asegurando la sobrevivencia de su población.

Para Híbridos, en la Tabla 2, se observa que la población más elevada correspondió al Híbrido INIAP (3.20×10^6 UFC/gss), mientras que, la más baja se obtuvo con el híbrido IRHO (2.78×10^6 UFC/gss).

En la interacción RxH, Tabla 2, se detecta que la población más alta de actinomicetos, para la segunda evaluación, correspondió a la interacción con riego por el Híbrido INIAP, con una población de 2.50×10^7 UFC/gss mientras que la más baja ocurrió en la interacción sin riego por ASD con 2.62×10^6 UFC/gss. Cabe destacar que en esta variable no interactuaron los factores en estudio.

El análisis de las interacciones de los factores en estudio, indica que las poblaciones de bacterias actinomicetales fueron inferiores en todas las interacciones para el muestreo realizado en la época seca (segunda evaluación mes de agosto), lo que permite inferir que a pesar de que estas bacterias son termo tolerantes, su población se ve afectada en la época de estrés hídrico, tal como lo indican Paul y Clark (1989).

SOLUBILIZADORES DE FOSFORO

Primera evaluación (junio)

En el ADEVA, Tabla 1, se observa que no existe significación estadística para los factores Riego, Híbridos y para la interacción Riego por Híbridos, al igual que para las repeticiones. Los coeficientes de variación fueron de 8.2% para el error tipo (a) y de 6.1% para el error tipo (b); el promedio general del experimento fue de 2.02×10^5 UFC/gss.

Para el factor Riego, Tabla 3, se observa que la población más elevada de solubilizadores de Fósforo, correspondió a los tratamientos sin riego (2.18×10^5 UFC/gss), mientras que, la más baja se obtuvo en los tratamientos con riego (1.86×10^6 UFC/gss). En la primera evaluación, esencialmente, debido a que la muestra de suelo se obtuvo en un suelo saturado de humedad (precipitación de 5.6mm), y debido también a que las diferencias hídricas entre parcelas fueron mínimas, no hubo diferencia estadística en las poblaciones.

La diferencia aritmética registrada, puede deberse probablemente, tanto al método de evaluación utilizado, como al clima y a la historia de cultivo del suelo, tal como lo expresa Fernandez (2004). Al respecto, se considera que el número de microorganismos solubilizadores de fosfatos inorgánicos varía ampliamente de un suelo a otro (Kucey 1983).

Para Híbridos, en la Tabla 3, se observa que las diferencias aritméticas entre ellos no alcanzaron estadísticamente niveles significativos; de todos modos, en el Híbrido ASD se registró la población de 2.71×10^5 UFC/gss, que fue superior a las poblaciones de los Híbridos INIAP 1.6×10^5 UFC/gss e IRHO 1.75×10^5 UFC/gss.

En la interacción RxH, Tabla 3, se detecta que la población más alta correspondió a la interacción sin riego por el Híbrido ASD con 3.23×10^5 UFC/gss, en tanto que la más baja se registró en la interacción con riego por el Híbrido INIAP con 1.57×10^5 UFC/gss. Cabe destacar que en esta variable no interactuaron los factores en estudio.

Tabla 2. Promedios para las variables bacterianas en el estudio de la influencia del riego e híbridos en la dinámica poblacional de microbios en Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). La Concordia 2007.

FACTORES	Bacterias heterótrofas UFC/gss		Bacterias actinomicetales UFC/gss	
	Eval.1	Eval. 2	Eval.1	Eval. 2
Riego				
r1 Con riego	8.18×10^6	7.43×10^6	5.43×10^6	2.81×10^6
r2 Sin riego	9.17×10^6	5.46×10^6	8.03×10^6	3.18×10^6
Híbridos				
h1 ASD	5.28×10^6	6.86×10^6	7.74×10^6	3.01×10^6
h2 INIAP	7.33×10^6	6.56×10^6	5.43×10^6	3.20×10^6
h3 IRHO	1.43×10^7	6.53×10^6	7.02×10^7	2.78×10^6
Interacciones				
r1 x h1	4.91×10^6	7.18×10^6	7.24×10^6	3.40×10^6
r1 x h2	7.37×10^6	1.05×10^7	2.77×10^6	2.50×10^7
r1 x h3	1.23×10^7	7.22×10^6	6.28×10^7	2.53×10^6
r2 x h1	5.65×10^6	7.74×10^6	8.24×10^6	2.62×10^6
r2 x h2	7.28×10^6	5.68×10^6	8.09×10^6	3.89×10^6
r2 x h3	1.46×10^7	5.91×10^6	7.75×10^7	3.02×10^6

Segunda evaluación (agosto)

En el ADEVA, Tabla 1, se observa que existe significación estadística para el factor Riego, en el mes de estrés hídrico; no existe significación estadística para el factor Híbridos y para la interacción Riego por Híbridos, al igual que para las repeticiones. Los coeficientes de variación fueron de 4.1% para el error tipo (a) y de 3.9 % para el error tipo (b); el promedio general del experimento fue de 6.43×10^5 UFC/gss.

Para el factor Riego, Tabla 3, se observa que el promedio poblacional en los tratamientos con riego (6.64×10^5 UFC/gss), fue superior al estimativo poblacional registrado en las parcelas sin riego (2.91×10^5 UFC/gss). Probablemente, las diferencias en el número de microorganismos en las parcelas con riego y sin riego se debió, a que la humedad permitió a los microbios continuar con su actividad metabólica en lugar de un posible receso por efecto de la sequía.

Para Híbridos, en la Tabla 3, se observa que el valor más alto registrado fue en el Híbrido ASD (5.21×10^5 UFC/gss), seguido por el Híbrido INIAP (5.14×10^5 UFC/gss) y por último el Híbrido IRHO (3.97×10^5 UFC/gss). Las poblaciones de bacterias solubilizadoras de fósforo registradas en los híbridos fueron mayores en la segunda evaluación, probablemente debido, a la mayor cantidad de hongos del género *Penicillium* spp en las parcelas.

En la interacción RxH, Tabla 3, se detecta que la población más alta correspondió a la interacción con riego por el Híbrido INIAP, con 7.64×10^5 UFC/gss, mientras la más baja ocurrió en la interacción sin riego por el Híbrido INIAP con 4.32×10^5 UFC/gss. Cabe destacar que en esta variable no interactuaron los factores en estudio.

POBLACION DE HONGOS

Primera evaluación (junio)

En el ADEVA, Tabla 1, se observa que no existe significación estadística para los factores Riego, Híbridos y para la interacción Riego por Híbridos, al igual que para las repeticiones. Los coeficientes de variación fueron de 11.4% para el error tipo (a) y de 18.2% para el error tipo (b); el promedio general del experimento fue de 1.10×10^4 UFC/gss.

Para el factor Riego, Tabla 2, se observa que la población más elevada de hongos correspondió a los tratamientos sin riego (1.17×10^4 UFC/gss), mientras que, la más baja se obtuvo en los tratamientos con riego (1.03×10^4 UFC/gss). En la primera evaluación, esencialmente, debido a que la muestra de suelo se obtuvo en un suelo saturado de humedad (precipitación de 5.6mm), y debido también a que las diferencias hídricas entre parcelas fueron mínimas, no hubo diferencia en las poblaciones-

En un estudio similar, Aciego et al. (1999), determinaron que en el inicio de la época lluviosa, la población promedio de hongos para su experimento fue de $1,1 \times 10^4$ hongos por gramo de suelo seco (gss). Los valores registrados por estos investigadores se encuentran dentro de un rango similar a los obtenidos dentro del presente ensayo.

Las poblaciones de hongos identificadas correspondieron a los géneros *Aspergillus* spp, *Penicillium* spp, *Trichoderma* spp, *Rhizopus* spp, *Gliocladium* spp, *Geotrichum* spp, *Cladosporium* spp, *Cunninghamella* spp y *Mucor* spp, lo que concuerda con el reporte de Farrow (1954) (citado por Pfenning y Abreu, 2006), quien en los suelos tropicales del Brasil, aislaron con frecuencia a los géneros *Penicillium* spp, *Aspergillus* spp, *Fusarium* spp, *Trichoderma* spp, *Chaetomium* spp y *Cunninghamella* spp.

Para Híbridos, en la Tabla 3, se observa que el híbrido que albergó el mayor número de hongos fue IRHO con 1.36×10^4 UFC/gss, seguido por el Híbrido INIAP con 1.01×10^4 UFC/gss; y por último el Híbrido ASD con 9.3×10^3 UFC/gss.

En la interacción RxH, Tabla 3, se detecta que la población más alta correspondió sin riego por el Híbrido IRHO con 1.66×10^4 UFC/gss, mientras que la más baja se registró en la interacción sin riego por el Híbrido INIAP con 5.79×10^3 UFC/gss.

Segunda evaluación (agosto)

En el ADEVA, Tabla 1, se observa que existe significación estadística para los factores Riego, Híbridos, no existió significación estadística para la interacción Riego por Híbridos, al igual que para las repeticiones. Los coeficientes de variación fueron de 5.8% para el error tipo (a) y de 8.2% para el error tipo (b); el promedio general del experimento fue de 1.15×10^4 UFC/gss.

Para el factor Riego, Tabla 2, se observa que la población más elevada de hongos correspondió a los tratamientos sin riego (1.81×10^4 UFC/gss), mientras que, la más baja se obtuvo en los tratamientos con riego (4.49×10^3 UFC/gss). Las diferencias estadísticas poblacionales significativas registradas en esta evaluación, probablemente se deben a una variación poblacional por acción del estrés hídrico en cuanto a géneros se refiere. En esta época, el género predominante fue *Penicillium* spp, que se considera dentro de la microflora zimógena, también conocida como flora oportunista del suelo.

Al respecto, Taylor y Parkinson (1964), indican que bajo condiciones de humedad reducida en la microflora de la superficie radial, predominan las especies del género *Penicillium* spp, especies que pronto desaparecen al aumentar el contenido de agua en el suelo; en cambio, *Fusarium* spp, *Cylindrocarpum* spp y *Gliocladium* spp, incrementan su población sobre las raíces en condiciones de humedad más elevadas.

Para Híbridos, en la Tabla 3, se observa que el híbrido que albergó el mayor número de hongos fue IRHO con 1.89×10^4 UFC/gss, seguido por el Híbrido ASD con 8.01×10^3 UFC/gss; y por último el Híbrido INIAP con 7.65×10^3 UFC/gss.

En la interacción RxH, Tabla 3, se detecta que la población más alta correspondió sin riego por el Híbrido IRHO con 2.98×10^4 UFC/gss, mientras que la más baja se registró en la interacción con riego por el Híbrido INIAP con 1.36×10^3 UFC/gss. Cabe destacar que en esta variable no interactuaron los factores en estudio.

PORCENTAJE DE COLONIZACION MICORRIZICA

Primera evaluación (junio)

En el ADEVA, Tabla 1, se observa que existió significación estadística para la interacción Riego por Híbridos, no existe significación estadística para los factores Riego, Híbridos al igual que para las repeticiones; los coeficientes de variación fueron de 13.5% para el error tipo (a) y de 9.6 % para el error tipo (b); el promedio general del experimento fue de 12.55%.

Para el factor Riego, Tabla 2, se observa que la infección más elevada de micorrizas correspondió a los tratamientos sin riego (14.15%), mientras que, la más baja se obtuvo en los tratamientos con riego (10.95%). En la primera evaluación, esencialmente, debido a que la muestra de suelo se obtuvo en un suelo saturado de humedad (precipitación de 5.6mm), y debido también a que las diferencias hídricas entre parcelas fueron mínimas, no hubo diferencia en las poblaciones.

Los niveles de endomicorrizas registradas en el presente ensayo indican que, el grado de infección del hongo en el sistema radical de la palma fue bajo. Este resultado concuerda con el de Játiva (2000), en la amazonía ecuatoriana, en donde encontró niveles poblacionales bajos de micorrizas en la rizósfera de palma aceitera. Esta circunstancia básicamente se atribuye a la ocurrencia de dos factores: por un lado no hubo inoculación micorrízica, y por otro, las condiciones del entorno no fueron las óptimas para el desarrollo fúngico, entre otras razones, debido al uso continuo de agroquímicos.

En la presente investigación se observó una mayor presencia del género *Glomus* spp. En el país, este género también ha sido identificado por Duicela et Al., 2003 en la provincia de Manabí.

Para Híbridos, en la Tabla 3, se observa que el nivel de infección más alto correspondió al Híbrido ASD donde se registró el nivel de 14.53% seguido por los niveles de los Híbridos INIAP 11.86% e IRHO 11.25%.

En la interacción RxH, Tabla 3, se detecta que la población más alta correspondió sin riego por el híbrido ASD con 19.04%, mientras que la más baja se registró en la interacción con riego por el híbrido ASD con 10.03%.

Segunda evaluación (agosto)

En la Tabla 1, resumen del ADEVA, se observa que existió significación estadística para el factor Riego, no existió significación estadística para el factor, Híbridos para la interacción Riego por Híbridos, al igual que para las repeticiones; los coeficientes de variación fueron de 11.2% para el error tipo (a) y de 29.5 % para el error tipo (b); el promedio general del experimento fue de 17.51%.

Para el factor Riego, Tabla 2, se observa que la infección más elevada de micorrizas correspondió a los tratamientos sin riego (21.95%), mientras que, la más baja se obtuvo en los tratamientos con riego (13.06). Las poblaciones en las parcelas con y sin riego difirieron estadísticamente; estos datos permiten aproximarse al criterio de que la asociación micorrízica se establece mejor en parcelas con estrés hídrico.

Al respecto, Gonzáles (2005) manifiesta que, las endomicorrizas contribuyen a mantener un estado hídrico adecuado durante los periodos de sequía, por lo que la simbiosis hongo-raíz, presenta un desarrollo propicio en las parcelas con estrés hídrico; de ahí que, probablemente esta sea la razón para tener mayores niveles de endófito en las parcelas sin riego.

Para Híbridos, Tabla 3, se observa que el nivel de infección más alto correspondió al Híbrido ASD donde se registró el nivel de 17.88% seguido por los niveles de los Híbridos IRHO 17.42% e INIAP 17.23%. En la interacción RxH, Tabla 3, indica que la población más alta correspondió a la interacción sin riego por el Híbrido ASD con 23.97%, mientras que la más baja se registró en la interacción con riego por el Híbrido ASD con 11.79%.

Tabla 3. Promedios para las variables solubilizadores de fósforo y fúngicas, en el estudio de la influencia del riego e híbridos en la dinámica poblacional de microbios en Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). La Concordia 2007.

FACTORES	Solubilizadores de P.UFC/gss		Hongos UFC/gss		Micorrizas %	
	Eval.1	Eval. 2	Eval.1	Eval. 2	Eval.1	Eval. 2
Riego						
r1 Con riego	1.86x10 ⁵	6.64x10 ⁵	1.03x10 ⁴	4.49x10 ³	10.95	13.06
r2 Sin riego	2.18x10 ⁵	2.91x10 ⁵	1.17x10 ⁴	1.81x10 ⁴	14.15	21.95
Híbridos						
h1 ASD	2.71x10 ⁵	5.21x10 ⁵	9.30x10 ³	8.01x10 ³	14.53	17.88
h2 INIAP	1.60x10 ⁵	5.14x10 ⁵	1.01x10 ⁴	7.65x10 ³	11.86	17.23
h3 IRHO	1.75x10 ⁵	3.97x10 ⁵	1.36x10 ⁴	1.89x10 ⁴	11.25	17.42
Interacciones						
r1 x h1	2.19x10 ⁵	7.43x10 ⁵	5.85x10 ³	5.08x10 ³	10.03	11.79
r1 x h2	1.57x10 ⁵	7.64x10 ⁵	1.44x10 ⁴	1.36x10 ³	12.49	14.94
r1 x h3	1.82x10 ⁵	5.25x10 ⁵	1.05x10 ⁴	7.92x10 ³	10.34	12.46
r2 x h1	3.23x10 ⁵	4.77x10 ⁵	1.28x10 ⁴	1.09x10 ⁴	19.04	23.97
r2 x h2	1.63x10 ⁵	4.32x10 ⁵	5.79x10 ³	1.40x10 ⁴	11.23	19.51
r3 x h3	1.67x10 ⁵	4.86x10 ⁵	1.66x10 ⁴	2.98x10 ⁴	12.16	22.38

CONCLUSIONES

- Bajo las condiciones del presente ensayo, en el cultivo de palma aceitera y en época seca a una tensión de 28cbs, no se encontraron diferencias significativas entre las poblaciones bacterianas.
- Bajo las mismas condiciones (28cbs), se encontraron diferencias significativas entre las poblaciones de hongos, micorrizas y organismos solubilizadores de fósforo.
- Las mayores poblaciones bacterianas se registraron en época lluviosa (7cbs).

- Las mayores poblaciones fúngicas se registraron en la época seca (28cbs).
- Los híbridos no ejercieron influencia en las poblaciones microbianas.

RECOMENDACIONES

- Utilizar las diluciones: 10-5 para registrar las poblaciones bacterianas, 10-4 para solubilizadores de fósforo y 10-3 para hongos.
- Correlacionar los estimativos poblacionales con los factores químicos y físicos del suelo, para inferir el comportamiento de los microorganismos en función de dichos factores.
- Efectuar riegos a un nivel de capacidad de campo para garantizar la presencia de bacterias degradadoras de materia orgánica y solubilizadoras de fósforo.
- Definir los umbrales de poblaciones microbianas efectivas, que coadyuven para el desarrollo óptimo del cultivo.

BIBLIOGRAFIA

- Aciego, J., D. Borges, y J. Rojas. 1999. Efecto de la labranza conservacionista sobre la dinámica de poblaciones microbianas de un suelo degradado del estado de Yaracuy. *Venesuelos*.(Ven.). 3(2):73-82.
- Bernal, G. 2006. La microbiología de suelos en el Ecuador, situación actual de la investigación. Décimo congreso ecuatoriano de la ciencia del suelo. Guayaquil - Ecuador. 14p.
- Calvache, M. 1998. Manejo del riego en el cultivo de la palma aceitera. *Revista El Palmicultor* N° 15. EC. Pag. 35 – 38.
- Duicela, L., R. corral, D. Farfán, y L. Cedeño. 2003. Identificación de micorrizas asociadas a la rizósfera. *Tecnologías para la producción de cultivos orgánicos*.
- Gonzales, C. 2005. Influencia de hongos micorrizógenos arbusculares (hma) en el desarrollo de plántulas de *Opuntia streptacantha* Lem. sometidas a sequía, en condiciones de invernadero. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas* (Chapingo). 8(1):5-10.
- Játiva, M. 2000. Efecto de las mycorrizas para la fijación de nutrientes en el sistema radicular de la palma africana. Investigador Principal del Programa de Agroforestería del INIAP, Estación Experimental Napo.31p.
- Kucey, R. 1983. Phosphate solubilizing bacteria and fungi in various cultivated and virgin Alberta soils.. *J. Soil Sci. (Can)*. 63:671-678.
- Paul, E. y F. Clark. 1989. *Soil Microbiology and Biochemistry*. Academies Press. 273p.
- Pfenning, L. y L. Abreu. 2006. *Diversity of Microfungi in Tropical Soils*. Massachusetts. CABI publishing. 394p.
- Taylor, G. y D. Parkinson. 1964. Plant nutrition management.. *Soil*.20.34-42p. En KUSTER, E. 1971. *Biología del suelo*. University College, Dublín Irlanda.