

**INFLUENCIA DEL RIEGO SOBRE LA POBLACIÓN DE HONGOS
MICORRÍZICOS Y FERTILIZACIÓN FOSFÓRICA EN EL CULTIVO DE CACAO
(THEOBROMA CACAO L)**

**INFLUENCE OF IRRIGATION ON THE POPULATION OF MYCORRHIZAL
FUNGI AND PHOSPHORUS FERTILIZATION IN COCOA CULTIVATION
(THEOBROMA CACAO L)**

Pedro Luis Segura Silva¹
Gustavo Adolfo Vásquez Galarza²
Eduardo Neptalí Colina Navarrete³
Segundo Mesías Vásquez Contreras⁴
Vicente Francisco Vásquez Moran⁵

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia del riego sobre la población de hongos micorrízicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao. Se utilizó cacao tipo forastero CCN-51 establecido. Los tratamientos estudiados fueron sistemas con riego y sin riego, con dosis sin fósforo y con fósforo interaccionado con productos a base de micorrizas como Micor en dosis de 1,0 L; Bioremedy en dosis de 400 g y Huxtable micorriza en dosis de 1000 g. Se aplicó el diseño experimental "Bloques al azar", en arreglo factorial A x B x C, con 12 tratamientos y 3 repeticiones, aplicando la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. Se evaluaron los datos de análisis de suelo y microbiológico, análisis foliar, porcentaje de colonización de micorrizas, conteo de esporas, diámetro y longitud de mazorca, número de mazorcas por árbol y semillas por mazorca, rendimiento por hectárea y análisis económico. Se determinó que la influencia del riego sobre la población de hongos micorrízicos y fertilización fosfórica obtuvo respuestas favorables en el cultivo de cacao; el mayor porcentaje de colonización y conteo de esporas se presentó aplicando el sistema con riego, utilizando 40 kg/ha de Fósforo con Huxtable micorriza en dosis de 1000 g/ha; el diámetro y longitud de mazorca obtuvieron diferencias altamente significativas en todos los Factores e interacciones; en el número de mazorcas/árbol y semillas por mazorca reportó mejores promedios aplicando riego interaccionados con aplicación de 40 kg/ha de fósforo y el producto Huxtable micorriza

Recepción: 1 de Marzo de 2024 / Evaluación: 1 de de Abril de 2024 / Aprobado: 2 de mayo de 2024

¹Ingeniero Agrónomo por la Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador. Técnico Agrícola. Email: egurapedro@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6532-345X>.

²Master en Agroecología y Agricultura Sostenible por la Universidad Agraria del Ecuador. Docente en la Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Km 7,5 vía Babahoyo-Montalvo, Ecuador. Email: gvasquez@utb.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1731-122X>.

³Master en Agroecología y Agricultura Sostenible por la Universidad Agraria del Ecuador. Docente en la Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Km 7,5 vía Babahoyo-Montalvo, Ecuador. Email: ncolina@utb.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9739-9235>.

⁴Magister en Riego y Drenaje por la Universidad Agraria del Ecuador. Técnico Agrícola. Agrícola La Julia, Ecuador. Email: svasquezc79@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1920-2859>.

⁵Magister en Gestión Agroempresarial por la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador. Docente del Ministerio de Educación. Email: vicentevásquez5@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2871-6065>.

en dosis de 1000 g/ha y el mayor rendimiento del cultivo se mostró en el sistema con riego, utilizando 40 kg/ha de Fósforo con Huxtable micorriza en dosis de 1000 g/ha.

Palabras clave: Cacao, fertilización, fósforo, hongos, micorrizas.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the influence of irrigation on the population of mycorrhizal fungi and phosphorus fertilization in cocoa cultivation. Established CCN-51 foreign type cocoa was used. The treatments studied were systems with irrigation and without irrigation, with doses without phosphorus and with phosphorus interacted with mycorrhizal-based products such as Micor in doses of 1.0 L; Bioremedy in doses of 400 g and Huxtable mycorrhiza in doses of 1000 g. The experimental design "Random Blocks" was applied, in a factorial arrangement A x B x C, with 12 treatments and 3 repetitions, applying the Tukey test at 95% probability. Data from soil and microbiological analysis, foliar analysis, percentage of mycorrhizal colonization, spore count, ear diameter and length, number of ears per tree and seeds per ear, yield per hectare and economic analysis were evaluated. It was determined that the influence of irrigation on the population of mycorrhizal fungi and phosphorus fertilization obtained favorable responses in the cocoa crop; The highest percentage of colonization and spore count occurred applying the system with irrigation, using 40 kg/ha of Phosphorus with Huxtable mycorrhiza at a dose of 1000 g/ha; Cob diameter and length obtained highly significant differences in all Factors and interactions; in the number of ears/tree and seeds per ear, better averages were reported by applying irrigation interacted with the application of 40 kg/ha of phosphorus and the Huxtable mycorrhiza product at a dose of 1000 g/ha and the highest crop yield was shown in the system with irrigation, using 40 kg/ha of Phosphorus with Huxtable mycorrhiza in doses of 1000 g/ha.

Keywords: Cocoa, fertilization, phosphorus, fungi, mycorrhizae.

Introducción

Corbera y Nápoles (2019), mencionan que en los procesos de producción agrícola sostenible se ha prestado especial interés al uso de microorganismos benéficos del suelo, que mediante la actividad simbiótica inducen la mejora de la nutrición de las plantas, coadyuvan a tolerar condiciones adversas de producción y, consecuentemente, promueven el crecimiento y la producción de los cultivos. Por estas razones dichos microorganismos benéficos se han considerado agentes de fertilización biológica o biofertilizantes.

Para Latacela et al. (2018), con la utilización de las micorrizas como biofertilizantes no se suprime la aplicación de fertilizantes, sino que fertilizar se vuelve más eficiente y puede disminuirse la dosis a aplicar desde comúnmente 50-80 % y en ocasiones hasta un 100 %. Se plantea que, de las cantidades de fertilizantes aplicadas, sólo se aprovecha un 20 %, y el resto normalmente se filtra o se lixivia sin remedio; con la aplicación de los hongos micorrízicos, se recupera un porcentaje mucho mayor; ya que las hifas del micelio pueden captar más nutrimentos hasta 40 veces mayor.

Portilla et al. (2020), aclaran que la actividad fosfatásica varía inter e intraespecífica mente, está influenciada por la madurez fisiológica de la planta y tiene diferente respuesta a las variadas formas de fósforo orgánico e inorgánico del suelo. Otra estrategia de evasión es producida por los beneficios de la asociación de las plantas con hongos micorrízicos, conocida como simbiosis mutualista la cual se da entre hongos del orden glomales (Clase Zigomicetes) y las raíces de las plantas superiores. Esta simbiosis mutualista no es específica a la planta que coloniza y tiende a ser generalista en la selección de su hospedero. El tipo de micorriza más importante y ampliamente distribuido es la micorriza arbusculares.

Corbera y Nápoles (2019), sostienen que teniendo en cuenta los resultados de las investigaciones con estos biofertilizantes a nivel mundial, se ha venido trabajando en el empleo de inoculaciones conjuntas de rizobios y hongos micorrízicos arbusculares (MA) en los cultivos, lográndose incrementos en el crecimiento y rendimiento de las plantas, y destacándose la importancia de esta práctica conjunta.

Carrillo et al. (2020), comentan que el incremento en absorción de fósforo por plantas micorrizadas puede ser producido por mayor exploración física del suelo; aumento del movimiento dentro de la hifa; incremento en su almacenamiento, eficiencia en la transferencia del elemento a las raíces de la planta y su eficiente utilización dentro de la planta.

Morales (2018), afirman que se prevé que la temperatura de la superficie mundial aumentará de 1,5-2 0C a finales de este siglo y es probable que este aumento de temperatura afecte a todos los ámbitos de la vida, causando grandes impactos negativos en la productividad agrícola, amenazando así la producción y la seguridad alimentarias mundiales. Se prevé que este aumento de temperatura afecte la productividad de los cultivos de varias maneras, incluyendo alteraciones en la biología de las plantas y su interacción con patógenos.

Barrer (2018), define que los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) son microorganismos del suelo que forman simbiosis con el 80 % de las plantas terrestres, formando arbusculos, vesículas (en algunas especies) e hifas, dentro de las células corticales de las plantas que colonizan. Su distribución además de amplia, ya que se encuentran en todos los ecosistemas y suelos, puede ser muy heterogénea en un mismo sitio en cuanto a variedad y cantidad, lo que es un requisito importante para que la planta obtenga el máximo beneficio de la asociación. Esta asociación simbiótica entre el hongo y la planta, actúa como un complemento de la raíz de la planta en la toma de nutrientes, especialmente en la absorción de P, aumento de la tolerancia a condiciones de stress abiótico, mejoramiento de la calidad del suelo, fijación de N₂ y aumento en la diversidad y productividad de las plantas en un ecosistema determinado.

Según Sarabia (2021), la gran mayoría de las plantas captan los nutrientes por medio de interacciones que establecen con los microorganismos que viven en la rizósfera, especialmente con aquellos que se han denominado simbiosites. De estos simbiosites de la raíz, los hongos denominados micorrizas arbusculares (HMA), son las asociaciones más comunes que se establecen con la mayoría de las especies de plantas, y probablemente son, en cantidad, las más importantes. Esta simbiosis facilita la captación de fósforo, un nutriente limitante en la mayoría de los suelos. También influye directa o indirectamente en la absorción de otros iones minerales (N, K, Ca, Mg, Fe, Mn).

Lovera y Cuenca (2020), relatan que las micorrizas arbusculares (MA) han sido estudiadas intensamente en los últimos años y actualmente son indiscutibles sus efectos en la nutrición mineral de las plantas, especialmente en la captación de elementos de escasa movilidad en el suelo como P, Cu y Zn, y en la protección contra agentes patógenos.

Morales (2018), expone que los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) han sido utilizados en varios cultivos expuestos a condiciones de estrés abióticos dadas sus propiedades de realizar una simbiosis mutuamente beneficiosa con el sistema radical de las plantas.

Barrer (2018), asegura que también es importante notar que el HMA permite a la planta usar de manera más eficiente los nutrientes del suelo, razón por la cual se pueden reducir los problemas de contaminación del este por el exceso de fertilizantes químicos, si hay una reducción en la aplicación de los mismos. A pesar del vasto conocimiento adquirido sobre esta simbiosis en distintos cultivos de interés agronómico y económico, como cacao, palma de aceite, maíz, papa y café, aún hay procesos en las etapas de reconocimiento planta-hongo.

Carrillo et al. (2020), estiman que, si bien se considera que aproximadamente el 80% de las plantas pertenecen a familias capaces de formar micorrizas arbusculares, aparentemente no

existe especificidad taxonómica; es decir, cualquier planta hospedera puede establecer la simbiosis con cualquiera de las 200 especies de hongos micorrízicos arbusculares descritas hasta el presente. Sin embargo, evidencias recientes obtenidas con técnicas moleculares indican que las plantas son colonizadas preferencialmente por ciertas especies de hongos micorrízicos arbusculares en base a sus efectos diferenciales sobre el crecimiento vegetal.

Sarabia (2021), argumenta que las micorrizas arbusculares promueven un mayor crecimiento de las plantas especialmente en aquellos suelos donde estos nutrientes son escasos. Brindan una mayor tolerancia al déficit hídrico. Además, juegan un papel muy importante en la protección contra patógenos de las raíces a través de diversos mecanismos de acción, entre los que se encuentran el micoparasitismo, la lisis enzimática, la antibiosis, la competencia por espacio o por nutrientes, y la inducción de resistencia en la planta. Los HMA también son utilizados para procesos de biorremediación ya que éstos pueden inmovilizar metales que pueden dañar a las plantas. El hongo por su parte, depende completamente de la planta para obtener los carbohidratos que requiere para su desarrollo.

Orrico et al. (2021), refieren que una de estas interacciones, formada por los hongos micorrízicos arbusculares y la porción radical de más del 90 % de especies vegetales, ha sido ampliamente estudiada. Esta simbiosis conocida como micorriza ha demostrado ser un fenómeno con gran potencial para la agricultura, ya que presenta beneficios nutricionales, al facilitar la absorción de nutrientes y la inducción de resistencia a enfermedades y en el aumento de la tolerancia a condiciones ambientales extremas. Las bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR) son otro grupo de microorganismos rizosféricos de gran interés para la agricultura, ya que benefician al desarrollo y nutrición vegetal, además han demostrado poseer propiedades importantes como agentes de control biológico contra muchos patógenos.

Lovera y Cuenca (2020), describen que dado que la morfología de la colonización micorrízica que se produce en las raíces de las plantas es de escaso valor taxonómico, la taxonomía de los hongos micorrízicos arbusculares se basa fundamentalmente en la morfología de sus esporas: forma, color, tamaño, grosor, tipo y naturaleza de las paredes que la constituyen, conexión hifal, ornamentaciones, etc., utilizándose la densidad de esporas de hongos micorrízicos arbusculares (número de esporas/100g de suelo), como una medida de la importancia de las distintas especies de hongos micorrízicos arbusculares en los suelos.

González et al. (2020), difunden que los hongos micorrízicos arbusculares son hongos cosmopolitas que se asocian en las raíces de la mayoría de las especies vegetales (> 85%) y les proporcionan múltiples beneficios: mayor transporte de nutrimentos, protección en condiciones de estrés, como: patógenos de hábitos radicales, salinidad, sequía, acidez y elementos tóxicos. También son responsables de influenciar la diversidad vegetal y productividad en ecosistemas naturales.

González et al. (2020), indican que los hongos micorrízicos arbusculares tienen una importante ventaja con respecto a otros hongos y microorganismos del suelo, debido a que tienen un abastecimiento constante directo de C orgánico desde su hospedante. Sus hifas parecen permanecer viables por mayor tiempo, por lo que su participación en la estabilidad de agregados se considera de mayor importancia.

De acuerdo con Alarcón et al. (2021), como alternativa de manejo para la adaptación de las plantas a condiciones ex-vitro, los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) podrían ser utilizados para incrementar su capacidad de supervivencia, crecimiento y aprovechamiento nutricional.

González et al. (2020), manifiestan que las hifas micorrízicas son el componente mayor de los hongos del suelo donde se desarrollan plantas, en particular cuando son micorrízicas; esto es, son susceptibles de la colonización por estos hongos. De la longitud hifal en el suelo, los hongos micorrízicos arbusculares contribuyen con una enorme proporción. En comparación

con la raíz, el área de la superficie por unidad de volumen de las hifas de hongos micorrízicos arbusculares puede ser aproximadamente 100 veces más. Esta cantidad de hifas varía en los ecosistemas y presenta valores promedio comunes de 0,5 a 5 m (de hifa por gramo de suelo) en suelos cultivados y de hasta 20 m en suelos no perturbados.

Trejo (2021), divulga que los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) son microorganismos rizosféricos simbióticos de más del 80 % de las plantas. El efecto benéfico de los HMA (definido como efectividad) en la promoción del crecimiento y/o nutrición de las plantas parece estar definido por la riqueza de especies y por la procedencia de su aislamiento.

Latacela et al. (2018), manifiesta que el mayor porcentaje de colonización del hongo se dio en el sistema de aplicación bajo superficie con 44.84%. El tratamiento aplicado con 100 kg/ha N + 70 kg/ha P (68.13%) fue estadísticamente superior a los otros tratamientos. Las interacciones mostraron significancia en sistema bajo sombra tratado con 100 kg/ha N + 70 kg/ha P (67.62%), que fue estadísticamente superior.

Materiales y métodos

El presente trabajo experimental se realizó en los terrenos de propiedad del Sr. Víctor Velasco Veloz, en el cantón Montalvo, entre las coordenadas geográficas de 010 79' 17" de Latitud Sur y 790 29' 44" de Longitud Oeste, con una altura de 54 msnm. La zona tiene un clima tropical, con una temperatura media anual de 25,0 °C, precipitación anual 1 460 mm, humedad relativa de 83,75 %2. El suelo es profundo de textura arcillosa, drenaje y fertilidad regular. Se utilizaron materiales campo y material vegetal tipo forastero CCN-51, con una edad de cinco años de establecida. Se estudiaron dos factores; a) c dosis de producto a base de hongos micorrízicos aplicado con fertilizantes fosfóricos y, b) manejo del cultivo de cacao. Se evaluaron los tratamientos como se indica en la siguiente Tabla 1:

Tabla 1. *Tratamientos estudiados*

Tratamientos			
Nº	Factor A Sistemas de riego	Factor B Dosis de fósforo/ha	Factor C Fuente de micorriza/ha
T1	Con riego	0	Micor 1,0 L
T2			Bioremedy 400 g
T3			Huxtable micorriza 1000 g
T4		40 kg	Micor 1,0 L
T5			Bioremedy 400 g
T6			Huxtable micorriza 1000 g
T7	Sin riego	0	Micor 1,0 L
T8			Bioremedy 400 g
T9			Huxtable micorriza 1000 g
T10		40 kg	Micor 1,0 L
T11			Bioremedy 400 g
T12			Huxtable micorriza 1000 g

Para el desarrollo y evaluación estadística del ensayo se aplicó el diseño experimental "Bloques al azar", en arreglo factorial A x B x C, con 12 tratamientos y 3 repeticiones. Se empleó la prueba de significancia estadística de Tukey al 95 % de probabilidades para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos. Se realizó un conteo general de mazorcas de todo calibre antes de las aplicaciones de los fertilizantes, con el objetivo de verificar la población inicial y determinar el efecto de los tratamientos. El control de malezas se realizó mediante desyerbas manuales dirigidas entre plantas y entre calle, esta labor se efectuó cada 30 días. El ensayo se lo realizó en dosis sistemas de riego (con riego y sin riego) por tanto la aplicación de riego se efectuó mediante sistema de aspersion. Se efectuaron dos ciclos de podas. Una poda de formación a los 60 días después de instalado el ensayo. Una poda fitosanitaria a entradas de época lluviosa, para eliminar brotes muertos, chupones basales y escobas. Para el efecto se utilizaron tijeras de poda, serruchos curvos y pasta cúprica en el mes. Las herramientas fueron desinfectadas con una solución de formolina y las heridas curadas con oxido cuproso en pasta. Las dosis de fertilizante químico a base de fósforo se aplicaron de acuerdo con los tratamientos. Además, se aplicó fertilizante nitrogenado en dosis de 120 kg/ha de manera mensual a partir de la implementación del ensayo. Los microelementos se aplicaron de manera foliar con los productos Metalosato Boro y Metalosato Zinc en dosis de 300 cc/ha cada 2 meses y 200 g/planta de materia orgánica. Se utilizaron reguladores de pH para evitar pérdidas por calidad de agua. La cosecha se realizó en cada parcela experimental de forma manual cuando las mazorcas alcanzaron su madurez fisiológica.

Previo al establecimiento del ensayo y al final de este se tomaron muestras de suelos, entre planta y en el área de crecimiento de las mismas, para proceder a su análisis microbiológico (conteo de esporas de micorrizas), con el fin de determinar sus cantidades.

El porcentaje de colonización de micorrizas estuvo definido con el crecimiento de las micorrizas en planta tratada a determinado proceso de fertilización contra plantas no tratadas, para el efecto se utilizará la siguiente formula:

$$DM = (M - NM) / NM \times 100$$

M: Crecimiento de la planta tratada

NM: Crecimiento de la planta no tratada

Para la determinación de la población de esporas micorrízicas de suelo, se empleó el método de "tamizado en húmedo y decantación" de Nicolson y Gerdemann (1968), se expresará en g/100 gss (gramos de suelo seco). El método se detalla a continuación:

- Se toma una muestra de un kilogramo de suelo de los sitios de muestreo. Se seca a 17 C° durante 5 días.
- Se tamiza el suelo para liberar materiales extraños (piedras, arenas), se mezcla y se toma 50 g de suelo.
- En 500 ml de agua corriente se licua el suelo por espacio de 5 segundos y se deja reposar por 30 segundos, repitiendo la operación 3 veces.
- Se pasó esta suspensión a través de tres tamices en serie de 0,425, 0,25 y 0,045 mm. En este último se recoge el suelo limoso, mediante un chorro de agua que pasa el papel de filtro
- De la cantidad de suelo obtenido se toma un gramo de suelo el cual se repartió en 4 tubos de ensayo, se adiciono 300 mL de agua destilada y se centrifugo a 250 revoluciones por minuto durante 5 minutos.
- La suspensión se pasó por un papel filtro y se observaron en el estereoscopio para realizar la respectiva lectura.

El diámetro de la mazorca se midió en 10 mazorcas por tratamiento al azar, tomando la lectura en el centro de la mazorca. Para esto se utilizó un metro flexible y se expresó en cm.

La longitud de la mazorca se midió en 5 mazorcas por tratamiento al azar, tomando la lectura desde el ápice de crecimiento hasta el pedúnculo floral. Se expresó en centímetros.

El número de árboles por mazorcas se evaluó escogiendo cinco árboles por tratamiento, en los cuales se contaron todas las mazorcas comerciales obtenidas durante el periodo del ensayo.

El número de semillas por mazorcas se evaluó en 5 mazorcas por tratamiento, tomando el total de semillas presentes y que no tengan defectos de forma.

Para determinar el rendimiento por hectárea se tomó con relación al rendimiento por planta y la densidad poblacional del ensayo.

Resultados

En el Tabla 2 se observan los resultados del análisis de conteo de esporas realizado a los tratamientos. El mayor incremento de esporas se presentó en el tratamiento Con riego + 40 kg/ha P + Huxtable micorriza 1000 g/ha con 1178 esporas/gss más comparados con la muestra inicial. En el tratamiento Sin riego + 0 kg/ha P + Huxtable micorriza 1000 g se dio el menor incremento siendo este negativo (-30 esporas/gss).

Tabla 2. Análisis microbiológicos, en la influencia del riego sobre la población de hongos micorrízicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao.

Tratamiento	Micorrizas	Conteo	Conteo	Diferencia
		Inicial	Final	
		Esporas/gss		Esporas/gss
Con riego 0 kg/ha P	Micor 1,0 L	411	678	267
Con riego 0 kg/ha P	Bioremedy 400 g	411	711	300
Con riego 0 kg/ha P	Huxtable micorriza 1000 g	411	816	405
Con riego 40 kg/ha P	Micor 1,0 L	411	1411	1000
Con riego 40 kg/ha P	Bioremedy 400 g	411	1401	990
Con riego 40 kg/ha P	Huxtable micorriza 1000 g	411	1589	1178
Sin riego 0 kg/ha P	Micor 1,0 L	411	377	-34
Sin riego 0 kg/ha P	Bioremedy 400 g	411	375	-36
Sin riego 0 kg/ha P	Huxtable micorriza 1000 g	411	381	-30
Sin riego 40 kg/ha P	Micor 1,0 L	411	494	83
Sin riego 40 kg/ha P	Bioremedy 400 g	411	470	59
Sin riego 40 kg/ha P	Huxtable micorriza 1000 g	411	498	87

gss: gramos de suelos seco.

En la Tabla 3 se observan los promedios de porcentaje de colonización. El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas para el Factor A (sistemas de riego, Factor B (Dosis de Fósforo/ha), Factor C (Fuentes de micorrizas/ha) e interacciones. El coeficiente de variación fue 6,18 %. En el Factor A, el sistema con riego obtuvo 57,3 % de colonización, estadísticamente superior al sistema sin riego con 33,7 %. En el Factor B, la dosis de 40 kg/ha de fósforo superó los promedios con 52,6 %, estadísticamente superior cuando no se aplicó fósforo con 38,4 %. En el Factor C, Huxtable micorriza en dosis de 1000 g reportó 50,1 % de colonización de micorrizas, estadísticamente superior al resto de promedios, cuyo menor valor correspondió a Micor en dosis de 1,0 L/ha con 39,3 % de colonización de micorrizas. En las interacciones, sobresalió el uso del sistema con riego, utilizando 40 kg/ha de Fósforo con Huxtable micorriza en dosis de 1000 g con 66,0 %; estadísticamente igual al empleo de sistema con riego, utilizando 40 kg/ha de Fósforo con Bioremedy 400 g y Micor 1,0 L y superiores

estadísticamente al resto de interacciones, siendo el menor promedio para el sistema sin riego, sin aplicación de fósforo con Micor 1,0 L/ha con 13,7 %.

Tabla 3. Porcentaje de colonización, en la influencia del riego sobre la población de hongos micorrízicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao.

Tratamientos			Porcentaje de colonización
Factor A Riego	Factor B Fósforo/ha	Factor C Fuente de micorriza/ha	
Con riego			57,3 a
Sin riego			33,7 b
	0		38,4 b
	40 kg		52,6 a
		Micor 1,0 L	39,3 c
		Bioremedy 400 g	47,0 b
		Huxtable micorriza 1000 g	50,1 a
Con riego	0		51,4 b
	40 kg		63,1 a
Sin riego	0		25,3 d
	40 kg		42,0 c
	0	Micor 1,0 L	29,5 e
		Bioremedy 400 g	41,2 d
		Huxtable micorriza 1000 g	44,5 cd
	40 kg	Micor 1,0 L	49,2 bc
		Bioremedy 400 g	52,8 ab
		Huxtable micorriza 1000 g	55,7 a
Con riego		Micor 1,0 L	52,3 b
		Bioremedy 400 g	59,0 a
		Huxtable micorriza 1000 g	60,5 a
Sin riego		Micor 1,0 L	26,3 d
		Bioremedy 400 g	35,0 c
		Huxtable micorriza 1000 g	39,7 c
	0	Micor 1,0 L	45,3 c
		Bioremedy 400 g	54,0 b
		Huxtable micorriza 1000 g	55,0 b
Con riego		Micor 1,0 L	59,3 ab
	40 kg	Bioremedy 400 g	64,0 a
		Huxtable micorriza 1000 g	66,0 a
	0	Micor 1,0 L	13,7 f
		Bioremedy 400 g	28,3 e
		Huxtable micorriza 1000 g	34,0 de
Sin riego		Micor 1,0 L	39,0 cd
	40 kg	Bioremedy 400 g	41,7 cd
		Huxtable micorriza 1000 g	45,3 c
Promedio general			45,5
		Factor A	**
		Factor B	**
		Factor C	**
		Interacción A x B	**
		Interacción B x C	**
		Interacción A x C	**
		Interacción A x B x C	**

Coeficiente de Variación (%)

6,18

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey.

**= altamente significativo

Los valores de conteo de esporas se registran en la Tabla 4. El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas para el Factor A (sistemas de riego, Factor B (Dosis de Fósforo/ha), Factor C (Fuentes de micorrizas/ha) e interacciones. El coeficiente de variación fue 2,65 %. En el Factor A, el sistema con riego presentó 148,4 esporas, estadísticamente superior al sistema sin riego con 109,8 esporas. En el Factor B, la dosis de 40 kg/ha de fósforo alcanzó el valor de 140,4 esporas, estadísticamente superior cuando no se aplicó fósforo con 117,8 esporas. En el Factor C, Huxtable micorriza en dosis de 1000 g demostró 134,3 esporas, estadísticamente superior al resto de promedios, cuyo menor valor correspondió a Micor en dosis de 1,0 L/ha con 122,7 esporas. En las interacciones, el uso del sistema con riego, utilizando 40 kg/ha de Fósforo con Huxtable micorriza en dosis de 1000 g obtuvo 157,0 esporas, estadísticamente igual al empleo de sistema con riego, utilizando 40 kg/ha de Fósforo con Bioremedy dosis de 400 g y Micor dosis de 1,0 L; sistema con riego, sin emplear Fósforo con el producto Huxtable micorriza en dosis de 1000 g y superiores estadísticamente al resto de interacciones, siendo el menor promedio para el sistema sin riego, sin aplicación de fósforo con Micor 1,0 L/ha con 86,7 esporas.

Tabla 4. Conteo de esporas, en la influencia del riego sobre la población de hongos micorrízicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao.

Tratamientos			Conteo de esporas
Factor A Riego	Factor B Fósforo/ha	Factor C Fuente de micorriza/ha	
Con riego			148,4 a
Sin riego			109,8 b
	0		117,8 b
	40 kg		140,4 a
		Micor 1,0 L	122,7 c
		Bioremedy 400 g	130,4 b
		Huxtable micorriza 1000 g	134,3 a
Con riego	0		143,3 b
	40 kg		153,4 a
Sin riego	0		92,3 d
	40 kg		127,3 c
	0	Micor 1,0 L	111,5 d
		Bioremedy 400 g	120,0 c
		Huxtable micorriza 1000 g	122,0 c
	40 kg	Micor 1,0 L	133,8 b
		Bioremedy 400 g	140,8 a
		Huxtable micorriza 1000 g	146,5 a
Con riego		Micor 1,0 L	143,8 b
		Bioremedy 400 g	149,3 ab
		Huxtable micorriza 1000 g	152,0 a
Sin riego		Micor 1,0 L	101,5 d
		Bioremedy 400 g	111,5 c
		Huxtable micorriza 1000 g	116,5 c
		Micor 1,0 L	136,3 c

Con riego	0	Bioremedy 400 g	146,7 b
		Huxtable micorriza 1000 g	147,0 ab
		Micor 1,0 L	151,3 ab
40 kg		Bioremedy 400 g	152,0 ab
		Huxtable micorriza 1000 g	157,0 a
		Micor 1,0 L	86,7 f
Sin riego	0	Bioremedy 400 g	93,3 ef
		Huxtable micorriza 1000 g	97,0 e
		Micor 1,0 L	116,3 d
40 kg		Bioremedy 400 g	129,7 c
		Huxtable micorriza 1000 g	136,0 c
	Promedio general		129,1
		Factor A	**
		Factor B	**
		Factor C	**
		Interacción A x B	**
		Interacción B x C	**
		Interacción A x C	**
		Interacción A x B x C	**
Coeficiente de Variación (%)			2,65

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey.

**= altamente significativo

En la variable diámetro de mazorca, el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas para el Factor A (sistemas de riego, Factor B (Dosis de Fósforo/ha), Factor C (Fuentes de micorrizas/ha) e interacciones. El coeficiente de variación fue 0,87 % (Tabla 5). En el Factor A, el sistema con riego presentó 11,1 cm de diámetro, estadísticamente superior al sistema sin riego con 9,2 cm. En el Factor B, la dosis de 40 kg/ha de fósforo detectó 10,5 cm, estadísticamente superior cuando no se aplicó fósforo con 9,7 cm. En el Factor C, Huxtable micorriza en dosis de 1000 g demostró 10,4 cm, estadísticamente superior al resto de promedios, cuyo menor valor correspondió a Micor en dosis de 1,0 L/ha con 9,9 cm. En las interacciones, el uso del sistema con riego, empleando 40 kg/ha de Fósforo con Huxtable micorriza en dosis de 1000 g reflejó 11,6 cm, estadísticamente igual al uso de sistema con riego, utilizando 40 kg/ha de Fósforo con Bioremedy dosis de 400 g y Micor dosis de 1,0 L y superiores estadísticamente a las demás interacciones, siendo el menor promedio para el sistema sin riego, sin aplicación de fósforo con Micor 1,0 L/ha con 8,4 cm.

Tabla 5. Diámetro de mazorca, en la influencia del riego sobre la población de hongos micorrízicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao.

Tratamientos			Diámetro de mazorca
Factor A Riego	Factor B Fósforo/ha	Factor C Fuente de micorriza/ha	
Con riego			11,1 a
Sin riego			9,2 b
	0		9,7 b
	40 kg		10,5 a
		Micor 1,0 L	9,9 c
		Bioremedy 400 g	10,1 b
		Huxtable micorriza 1000 g	10,4 a

Con riego	0		10,7 b
	40 kg		11,5 a
Sin riego	0		8,7 d
	40 kg		9,6 c
	40 kg	Micor 1,0 L	9,5 e
		Bioremedy 400 g	9,7 d
		Huxtable micorriza 1000 g	10,0 c
		Micor 1,0 L	10,4 b
		Bioremedy 400 g	10,5 b
		Huxtable micorriza 1000 g	10,8 a
Con riego		Micor 1,0 L	11,0 b
		Bioremedy 400 g	11,1 ab
		Huxtable micorriza 1000 g	11,2 a
Sin riego		Micor 1,0 L	8,9 d
		Bioremedy 400 g	9,0 d
		Huxtable micorriza 1000 g	9,5 c
Con riego	0	Micor 1,0 L	10,6 c
		Bioremedy 400 g	10,8 bc
		Huxtable micorriza 1000 g	10,9 b
	40 kg	Micor 1,0 L	11,4 a
		Bioremedy 400 g	11,5 a
		Huxtable micorriza 1000 g	11,6 a
Sin riego	0	Micor 1,0 L	8,4 g
		Bioremedy 400 g	8,5 g
		Huxtable micorriza 1000 g	9,1 f
	40 kg	Micor 1,0 L	9,4 ef
		Bioremedy 400 g	9,5 e
		Huxtable micorriza 1000 g	9,9 d
Promedio general			10,1
		Factor A	**
		Factor B	**
		Factor C	**
		Interacción A x B	**
		Interacción B x C	**
		Interacción A x C	**
		Interacción A x B x C	**
Coeficiente de Variación (%)			0,87

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey.

**= altamente significativo

En lo referente a longitud de mazorca, el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas para el Factor A (sistemas de riego, Factor B (Dosis de Fósforo/ha), Factor C (Fuentes de micorrizas/ha) e interacciones. El coeficiente de variación fue 0,48 %, según se refleja en la Tabla 6. En el Factor A, el sistema con riego superó el promedio (20,7 cm), estadísticamente superior al sistema sin riego (19,7 cm). En el Factor B, la dosis de 40 kg/ha de fósforo obtuvo mayor promedio (20,4 cm), estadísticamente superior cuando no se aplicó fósforo (20,0 cm). En el Factor C, Huxtable micorriza en dosis de 1000 g demostró mayor promedio (20,3 cm), estadísticamente igual al uso de Bioremedy en dosis de 400 g y superior estadísticamente al empleo de Micor en dosis de 1,0 L/ha (20,0 cm). En las interacciones, el uso del sistema con riego, empleando 40 kg/ha de Fósforo con Huxtable micorriza en dosis de 1000 g obtuvo mayor promedio (21,0 cm), estadísticamente igual al uso

de sistema con riego, utilizando 40 kg/ha de Fósforo con Bioremedy en dosis de 400 g y Micor en dosis de 1,0 L y superiores estadísticamente al resto de interacciones, siendo el menor promedio para el sistema sin riego, sin aplicación de fósforo con Bioremedy dosis de 400 g y Micor dosis de 1,0 L/ha (19,6 cm).

Tabla 6. Longitud de mazorca, en la influencia del riego sobre la población de hongos micorrízicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao.

Tratamientos			Longitud de mazorca
Factor A Riego	Factor B Fósforo/ha	Factor C Fuente de micorriza/ha	
Con riego			20,7 a
Sin riego			19,7 b
	0		20,0 b
	40 kg		20,4 a
		Micor 1,0 L	20,0 b
		Bioremedy 400 g	20,2 a
		Huxtable micorriza 1000 g	20,3 a
Con riego	0		20,4 b
	40 kg		21,0 a
Sin riego	0		19,6 d
	40 kg		19,8 c
	0	Micor 1,0 L	19,8 ab
		Bioremedy 400 g	20,0 a
		Huxtable micorriza 1000 g	20,2 a
	40 kg	Micor 1,0 L	20,3 d
		Bioremedy 400 g	20,4 c
		Huxtable micorriza 1000 g	20,4 bc
Con riego		Micor 1,0 L	20,5 b
		Bioremedy 400 g	20,7 a
		Huxtable micorriza 1000 g	20,8 a
Sin riego		Micor 1,0 L	19,6 c
		Bioremedy 400 g	19,7 c
		Huxtable micorriza 1000 g	19,8 c
	0	Micor 1,0 L	20,0 d
		Bioremedy 400 g	20,5 c
Con riego		Huxtable micorriza 1000 g	20,7 bc
	40 kg	Micor 1,0 L	20,9 ab
		Bioremedy 400 g	21,0 a
		Huxtable micorriza 1000 g	21,0 a
	0	Micor 1,0 L	19,6 e
		Bioremedy 400 g	19,6 e
Sin riego		Huxtable micorriza 1000 g	19,7 e
	40 kg	Micor 1,0 L	19,7 e
		Bioremedy 400 g	19,8 de
		Huxtable micorriza 1000 g	19,8 de
Promedio general			20,2
		Factor A	**
		Factor B	**
		Factor C	**
		Interacción A x B	**
		Interacción B x C	**

Interacción A x C	**
Interacción A x B x C	**
Coefficiente de Variación (%)	0,48

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey.

**= altamente significativo

En la variable mazorcas por árbol, el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas para el Factor A (sistemas de riego, Factor B (Dosis de Fósforo/ha), Factor C (Fuentes de micorrizas/ha) e interacciones. El coeficiente de variación fue 2,68 % (Tabla 7). En el Factor A, el sistema con riego superó el promedio (65 mazorcas/árbol), estadísticamente superior al sistema sin riego (55 mazorcas/árbol). En el Factor B, la dosis de 40 kg/ha de fósforo obtuvo mayor promedio (62 mazorcas/árbol), estadísticamente superior cuando no se aplicó fósforo (57 mazorcas/árbol). En el Factor C, Huxtable micorriza en dosis de 1000 g alcanzó mayor promedio (61 mazorcas/árbol), estadísticamente igual al uso de Bioremedy en dosis de 400 g y superior estadísticamente al empleo de Micor en dosis de 1,0 L/ha (58 mazorcas/árbol). En las interacciones, el uso del sistema con riego, utilizando 40 kg/ha de Fósforo con Huxtable micorriza en dosis de 1000 g sobresalió (67 mazorcas/árbol), estadísticamente igual al empleo de sistema con riego, utilizando 40 kg/ha de Fósforo con Bioremedy dosis de 400 g y Micor en dosis de 1,0 L; sistema con riego, sin emplear Fósforo con el producto Huxtable micorriza en dosis de 1000 g y superiores estadísticamente al resto de interacciones, siendo el menor promedio para el sistema sin riego, sin aplicación de fósforo con Micor 1,0 L/ha (49 mazorcas/árbol).

Tabla 7. Mazorcas por árbol, en la influencia del riego sobre la población de hongos micorrízicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao.

Tratamientos			Mazorcas por árbol
Factor A Riego	Factor B Fósforo/ha	Factor C Fuente de micorriza/ha	
Con riego			65 a
Sin riego			55 b
	0		57 b
	40 kg		62 a
		Micor 1,0 L	58 b
		Bioremedy 400 g	60 a
		Huxtable micorriza 1000 g	61 a
Con riego	0		62 b
	40 kg		67 a
Sin riego	0		52 d
	40 kg		57 c
	0	Micor 1,0 L	54 c
		Bioremedy 400 g	59 b
		Huxtable micorriza 1000 g	59 b
	40 kg	Micor 1,0 L	61 ab
		Bioremedy 400 g	62 ab
		Huxtable micorriza 1000 g	63 a
Con riego		Micor 1,0 L	63 a
		Bioremedy 400 g	65 a
		Huxtable micorriza 1000 g	66 a
Sin riego		Micor 1,0 L	52 c
		Bioremedy 400 g	56 b

		Huxtable micorriza 1000 g	56 b
Con riego	0	Micor 1,0 L	59 bc
		Bioremedy 400 g	64 ab
		Huxtable micorriza 1000 g	64 a
	40 kg	Micor 1,0 L	66 a
		Bioremedy 400 g	66 a
		Huxtable micorriza 1000 g	67 a
Sin riego	0	Micor 1,0 L	49 e
		Bioremedy 400 g	54 de
		Huxtable micorriza 1000 g	54 de
	40 kg	Micor 1,0 L	55 cd
		Bioremedy 400 g	57 cd
		Huxtable micorriza 1000 g	58 cd
Promedio general			60
		Factor A	**
		Factor B	**
		Factor C	**
		Interacción A x B	**
		Interacción B x C	**
		Interacción A x C	**
		Interacción A x B x C	**
Coeficiente de Variación (%)			2,68

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey.

**= altamente significativo

El análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas para el Factor A (sistemas de riego, Factor B (Dosis de Fósforo/ha) e interacciones y no se presentaron diferencias significativas para el Factor C (Fuentes de micorrizas/ha). El coeficiente de variación fue 4,38 %, lo que se registra en la Tabla 8. En el Factor A, el sistema con riego presentó 38 semillas/mazorca, estadísticamente superior al sistema sin riego con 34 semillas/mazorca. En el Factor B, la dosis de 40 kg/ha de fósforo detectó 36 semillas/mazorca, estadísticamente superior cuando no se aplicó fósforo con 35 semillas/mazorca. En el Factor C, Huxtable micorriza en dosis de 1000 g y Bioremedy en dosis de 400 g alcanzaron 36 semillas/mazorca, estadísticamente superior a Micor en dosis de 1,0 L/ha con 35 semillas/mazorca. En las interacciones, el uso del sistema con riego, empleando 40 kg/ha de Fósforo con Huxtable micorriza en dosis de 1000 g reflejó 39 semillas/mazorca, estadísticamente igual al uso de sistema con riego, utilizando 40 kg/ha de Fósforo con Bioremedy dosis de 400 g y Micor dosis de 1,0 L; sistema con riego, sin Fósforo con Huxtable micorriza en dosis de 1000 g, Bioremedy dosis de 400 g y Micor dosis de 1,0 L; sistema sin riego, empleando 40 kg/ha de Fósforo con Huxtable micorriza en dosis de 1000 g y Bioremedy dosis de 400 g y superiores estadísticamente a las demás interacciones, cuyo menor promedio fue para el sistema sin riego, sin aplicación de fósforo con Micor 1,0 L/ha con 31 semillas/mazorca.

Tabla 8. Semillas por mazorca, en la influencia del riego sobre la población de hongos micorrízicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao.

Tratamientos			Semillas por mazorca
Factor A Riego	Factor B Fósforo/ha	Factor C Fuente de micorriza/ha	
Con riego			38 a
Sin riego			34 b
	0		35 b
	40 kg		36 a
		Micor 1,0 L	35
		Bioremedy 400 g	36
		Huxtable micorriza 1000 g	36
Con riego	0		37 a
	40 kg		38 a
Sin riego	0		32 c
	40 kg		35 b
	0	Micor 1,0 L	34 b
		Bioremedy 400 g	35 ab
		Huxtable micorriza 1000 g	35 ab
	40 kg	Micor 1,0 L	36 ab
		Bioremedy 400 g	37 a
		Huxtable micorriza 1000 g	37 a
Con riego		Micor 1,0 L	37 a
		Bioremedy 400 g	38 a
		Huxtable micorriza 1000 g	38 a
Sin riego		Micor 1,0 L	33 b
		Bioremedy 400 g	34 b
		Huxtable micorriza 1000 g	34 b
	0	Micor 1,0 L	37 abc
		Bioremedy 400 g	37 abc
Con riego		Huxtable micorriza 1000 g	38 ab
		Micor 1,0 L	38 ab
	40 kg	Bioremedy 400 g	38 ab
		Huxtable micorriza 1000 g	39 a
	0	Micor 1,0 L	31 d
		Bioremedy 400 g	33 cd
Sin riego		Huxtable micorriza 1000 g	33 cd
		Micor 1,0 L	34 bcd
	40 kg	Bioremedy 400 g	35 abcd
		Huxtable micorriza 1000 g	35 abcd
Promedio general			36
Factor A			**
Factor B			**
Factor C			**
Interacción A x B			**
Interacción B x C			**
Interacción A x C			**
Interacción A x B x C			**
Coeficiente de Variación (%)			4,38

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey.

**= altamente significativo

En la Tabla 9 se registran los valores de rendimiento en kg/ha. El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas para el Factor A (sistemas de riego, Factor B (Dosis de Fósforo/ha), Factor C (Fuentes de micorrizas/ha) e interacciones. El coeficiente de variación fue 1,43 %. En el Factor A, el sistema con riego obtuvo 1129,6 kg/ha, estadísticamente superior al sistema sin riego con 939,3 kg/ha. En el Factor B, la dosis de 40 kg/ha de fósforo superó los promedios con 1087,0 kg/ha, estadísticamente superior cuando no se aplicó fósforo con 981,9 kg/ha. En el Factor C, Huxtable micorriza en dosis de 1000 g reportó 1073,8 kg/ha, estadísticamente superior al resto de promedios, cuyo menor valor correspondió a Micor en dosis de 1,0 L/ha con 991,9 kg/ha. En las interacciones, sobresalió el uso del sistema con riego, utilizando 40 kg/ha de Fósforo con Huxtable micorriza en dosis de 1000 g con 1226,9 kg/ha estadísticamente igual al empleo de sistema con riego, utilizando 40 kg/ha de Fósforo con Bioremedy 400 g y superiores estadísticamente al resto de interacciones, siendo el menor promedio para el sistema sin riego, sin aplicación de fósforo con Micor 1,0 L/ha con 855,3 kg/ha.

Tabla 9. Rendimiento, en la influencia del riego sobre la población de hongos micorrízicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao.

Tratamientos			Rendimiento (kg/ha)
Factor A Riego	Factor B Fósforo/ha	Factor C Fuente de micorriza/ha	
Con riego			1129,6 a
Sin riego			939,3 b
	0		981,9 b
	40 kg		1087,0 a
		Micor 1,0 L	991,9 c
		Bioremedy 400 g	1037,6 b
		Huxtable micorriza 1000 g	1073,8 a
Con riego	0		1067,2 b
	40 kg		1192,1 a
Sin riego	0		896,6 d
	40 kg		982,0 c
	0	Micor 1,0 L	924,2 d
		Bioremedy 400 g	982,6 c
		Huxtable micorriza 1000 g	1038,8 b
	40 kg	Micor 1,0 L	1059,7 b
		Bioremedy 400 g	1092,6 a
		Huxtable micorriza 1000 g	1108,8 a
Con riego		Micor 1,0 L	1067,6 c
		Bioremedy 400 g	1139,5 b
		Huxtable micorriza 1000 g	1181,7 a
Sin riego		Micor 1,0 L	916,3 e
		Bioremedy 400 g	935,7 e
		Huxtable micorriza 1000 g	965,9 d
	0	Micor 1,0 L	993,2 d
		Bioremedy 400 g	1071,8 c
Con riego		Huxtable micorriza 1000 g	1136,5 b
		Micor 1,0 L	1142,1 b
	40 kg	Bioremedy 400 g	1207,2 a
		Huxtable micorriza 1000 g	1226,9 a
		Micor 1,0 L	855,3 f
	0	Bioremedy 400 g	893,3 f

Sin riego	Huxtable micorriza 1000 g	941,1 e
	Micor 1,0 L	977,3 de
40 kg	Bioremedy 400 g	978,0 de
	Huxtable micorriza 1000 g	990,8 d
Promedio general		1034,5
	Factor A	**
	Factor B	**
	Factor C	**
	Interacción A x B	**
	Interacción B x C	**
	Interacción A x C	**
	Interacción A x B x C	**
Coeficiente de Variación (%)		1,43

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey.

**= altamente significativo

Discusión

Los resultados encontrados demuestran que existieron diferencias agronómicas también en cuanto al porcentaje de colonización y al conteo de esporas presentaron alta variabilidad en los datos estadísticos, observando diferencias entre ellos que puedan asegurar una marcada influencia en las fuentes de micorrizas esto concuerda con los resultados obtenidos por González et al (2014), que el mayor porcentaje de colonización del hongo se dio en el sistema de aplicación bajo superficie con 44.84%. El tratamiento aplicado con 100 kg/ha N + 70 kg/ha P (68.13%) fue estadísticamente superior a los otros tratamientos. Las interacciones mostraron significancia en sistema bajo sombra tratado con 100 kg/ha N + 70 kg/ha P (67.62%), que fue estadísticamente superior, que, según la presencia del hongo en las raíces, se modifica su morfología, promoviendo la ramificación y aumentando con esto su superficie de absorción.

Conclusiones

Mediante los resultados obtenidos se concluye:

- La influencia del riego sobre la población de hongos micorrizicos y fertilización fosfórica obtuvo respuestas favorables en el cultivo de cacao.
- El mayor porcentaje de colonización y conteo de esporas se presentó aplicando el sistema con riego, utilizando 40 kg/ha de Fósforo con Huxtable micorriza en dosis de 1000 g/ha.
- El diámetro y longitud de mazorca obtuvieron diferencias altamente significativas en todos los Factores e interacciones.
- En el número de mazorcas/árbol y semillas por mazorca reportó mejores promedios aplicando riego interaccionados con aplicación de 40 kg/ha de fósforo y el producto Huxtable micorriza en dosis de 1000 g/ha.
- El mayor rendimiento del cultivo se mostró en el sistema con riego, utilizando 40 kg/ha de Fósforo con Huxtable micorriza en dosis de 1000 g/ha.

Referencias bibliográficas

- Alarcón, A., Ferrera, R., González, M., Villegas, A. (2019). Hongos micorrízicos arbusculares en la dinámica de aparición de estolones y nutrición de plantas de fresa cv. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. Terra Latinoamericana, 18(3), 211-218.
- Barrer, S. (2018). El uso de hongos micorrízicos arbusculares como una alternativa para la agricultura. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 124(7), 1-15.

- Carrillo, M.; Recalde, M.; Sánchez, J. (2020). Manejo de la nutrición del cultivo de cacao (*Theobroma cacao*), Tipo Nacional y CCN-51 en etapa de establecimiento. XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Disponible enfile:///C:/Users/Mary/Documents/TESIS%202018%20PRIMER%20SEM ESTRE/SEGURA/11.-Miriam-Recalde.-Nutricion-del-cacao.-UTE-Ecua dor.pdf
- Corbera, J.; Nápoles, M., (2019). Evaluación de la inoculación conjunta bradyrhizobium elkanii-hongos micorrízicos arbusculares y la aplicación de un bioestimulador del crecimiento vegetal en soya cultivada en época de invierno. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas La Habana, Cuba. *Cultivos Tropicales*, 31(4), 43-50.
- González, M., Gutiérrez, M., & Wright, S. (2020). Hongos micorrízicos arbusculares en la agregación del suelo y su estabilidad. *Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. Terra Latinoamericana*, 22(4), 507-514.
- Latacela, W., Colina, E., Castro, C., Santana, D., León, L., García, G., Goyes, M., & Vera, M. (2018). Efectos de la fertilización nitrogenada y fosfatada sobre poblaciones de micorrizas asociadas al cultivo de cacao. *European Scientific Journal*, 13(6), 1857- 7431.
- Lovera, M., & Cuenca, G. (2020). Diversidad de hongos micorrízicos arbusculares (hma) y potencial micorrízico del suelo de una sábana natural y una sábana perturbada de la gran sabana, Venezuela. *Interciencia*, 32(2), 1-18.
- Morales, D., Rodríguez, L., Amico, J., Jerez, E., & Estrada, W. (2018). Efecto de dos bioestimulantes y hongos micorrízicos en plantas de tomate sembradas a altas temperaturas. *Cultivos Tropicales*, 39(3), 55-69.
- Nicolson, T. & Gerdemann, J. (1968). Mycorrhizal Endogone species. *Mycologia*, 60, 313-325.
- Orrico, D, Ulloa, M., & Medina, E. (2021). Efecto de los hongos micorrízicos arbusculares y pseudomonas fluorescens en el control de *Meloidogyne* spp. En plantas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*). *Revista Ciencia*, 15(1), 35-45.
- Portilla, I., Molina, E., Cruz, G., Ortiz, I., & Manske, G. (2020). Colonización micorrizica arbuscular, actividad fosfatasa y longitud radical como respuesta a estrés de fósforo en trigo y triticale cultivados en un andisol. *Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. Terra Latinoamericana*, 16(1), 55-61.
- Sarabia, M., Madrigal, R., Martínez, M., & Carreón, Y. (2021). Plantas, hongos micorrízicos y bacterias: su compleja red de interacciones. *Biológicas*, 12(1), 65–71.
- Trejo, D., Ferrera, D., García, D., Varela, L., Lara, L., & Alarcón, A. (2021). Efectividad de siete consorcios nativos de hongos micorrízicos arbusculares en plantas de café en condiciones de invernadero y campo. *Revista chilena de historia natural*, 84(1), 64-79.