



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo para la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Influencia del riego sobre la población de hongos micorrizicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*)”

AUTOR:

Pedro Luis Segura Silva

TUTOR:

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, MSc.

Babahoyo-Los Ríos-Ecuador

2019



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo experimental, presentado al H. Consejo Directivo
De la Facultad, como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Influencia del riego sobre la población de hongos micorrizicos y fertilización
fosfórica en el cultivo de cacao”.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN:

Ing. Agr. Rosa Guillén Mora Mg. Ing. Agric.

PRESIDENTE

Ing. Agr. David Mayorga Arias
Mg. Ing. Agric. MBA

PRIMER VOCAL

Ing. Agr. Luis Sánchez Jaime, MSc

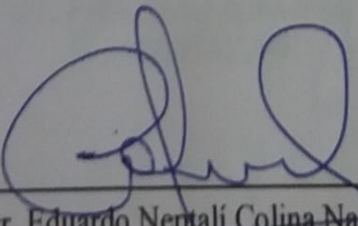
SEGUNDO VOCAL

CERTIFICACIÓN

El suscrito certifica:

Que el trabajo titulado "Influencia del riego sobre la población de hongos micorrízicos y la fertilización fosfórica en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*)", realizado por el egresado Pedro Luis Segura Silva; ha sido dirigido y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la Universidad Técnica de Babahoyo.

Babahoyo, 10 de Junio del 2019

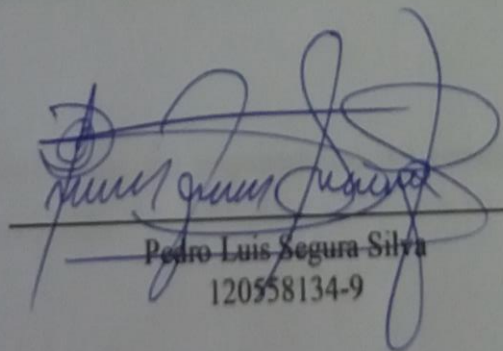


Ing. Agr. Eduardo Neptali Colina Navarrete, MSc
Asesor

AUTORIZACIÓN

Yo, Pedro Luis Segura Silva autorizo a la Universidad Técnica de Babahoyo, la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución; el trabajo de grado titulado, "Influencia del riego sobre la población de hongos micorrízicos y la fertilización fosfórica en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*)", cuyo contenido, ideas y criterios son de exclusiva responsabilidad y autoría.

Babahoyo, 17 de Junio del 2019



Pedro Luis Segura Silva
120558134-9

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

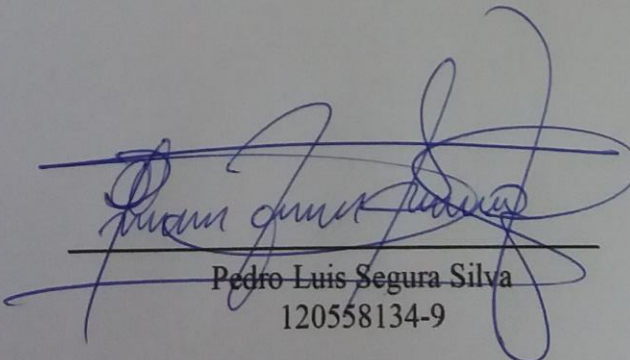
Pedro Luis Segura Silva

Declaro que:

El trabajo de investigación "Influencia del riego sobre la población de hongos micorrizicos y la fertilización fosfórica en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*)", ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las paginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de esta investigación.

Babahoyo, 17 de Junio del 2019



Pedro Luis Segura Silva
120558134-9

DEDICATORIA

Mi trabajo de titulación está dedicado a Dios por bendecirme y haberme dado la sabiduría para culminar mi carrera profesional, a mis padres Pedro Segura y América Silva que han sido mi pilar fundamental, a mi hermana Katty Segura que ha estado conmigo apoyándome y a mis demás familiares.

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios que no me desamparo y me dio las fuerzas para seguir adelante.

A mis familiares por el apoyo incondicional que me brindaron hasta alcanzar mi objetivo.

A mi padrino Francisco Minda que estuvo pendiente de mi desempeño académico.

A mis docentes, a la facultad y a mi querida Universidad Técnica de Babahoyo quien me formo para ser un buen profesional con buena ética y valores, recordare y atesorare por siempre los gratos momentos que viví en esta honorable institución.

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	2
1.1.1. General	2
1.1.2. Específicos.....	2
II. MARCO TEÓRICO.....	3
.....	11
III.MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1. Ubicación y descripción del sitio experimental.....	12
3.2. Material genético	12
3.3. Factores estudiados	12
3.4. Métodos.....	12
3.5. Tratamientos.....	13
3.6. Diseño experimental	13
3.7. Análisis de varianza.....	14
3.7.1. Características del área experimental	14
3.8. Manejo del ensayo.....	14
3.8.1. Control de malezas	15
3.8.3. Riego	15
3.8.4. Podas.....	15
3.8.5. Fertilización.....	15
3.8.6. Cosecha.....	15
3.9. Datos evaluados.....	16
3.9.1. Análisis de suelo y microbiológico	16
3.9.2. Porcentaje de colonización de micorrizas.....	16
3.9.3. Conteo de esporas	16
3.9.4. Diámetro de mazorca	17
3.9.5. Longitud de mazorca.....	17
3.9.6. Número de mazorcas por árbol	17
3.9.7. Número de semillas por mazorca	17
3.9.8. Rendimiento por hectárea	17
3.9.9. Análisis económico	17
IV. RESULTADOS	18
4.1. Análisis de suelo y microbiológico.....	18

4.3. Porcentaje de colonización de micorrizas	19
4.4. Conteo de esporas	21
4.5. Diámetro de mazorca	23
4.6. Longitud de mazorca.....	25
4.7. Número de mazorcas por árbol	27
4.8. Número de semillas por mazorca	29
4.9. Rendimiento por hectárea	31
4.10. Análisis económico	33
V. CONCLUSIONES	35
VI. RECOMENDACIONES.....	37
RESUMEN	38
SUMMARY	39
LITERATURA CITADA.....	40
ANEXOS	57

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en la influencia del riego sobre la población de hongos micorrizicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao. UTB, 2019...	13
Cuadro 2. Porcentaje de colonizacion, en la influencia del riego sobre la población de hongos micorrizicos en el cultivo de cacao. UTB, 2019.....	18
Cuadro 3. Conteo de esporas, en la influencia del riego sobre la población de hongos micorrizicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao. UTB, 2019...	22
Cuadro 4. Diámetro de mazorca, en la influencia del riego sobre la población de hongos micorrizicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao. UTB, 2019...	24
Cuadro 5. Longitud de mazorca, en la influencia del riego sobre la población de hongos micorrizicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao. UTB, 2019...	24
Cuadro 6. Mazorcas por árbol, en la influencia del riego sobre la población de hongos micorrizicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao. UTB, 2019...	26
Cuadro 7. Semillas por mazorca, en la influencia del riego sobre la población de hongos micorrizicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao. UTB, 2019...	28
Cuadro 8. Rendimiento, en la influencia del riego sobre la población de hongos micorrizicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao. UTB, 2019	32
Cuadro 9. Análisis económico/ha, en la influencia del riego sobre la población de hongos micorrizicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao. UTB, 2019...	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Verificación del tamaño de las parcelas experimentales.	57
Fig. 2. Monitoreos constantes en el cultivo.....	58
Fig. 3. Desarrollo de las labores en el cultivo de cacao.....	58
Fig. 4. Peso de las semillas, para transformar en rendimiento en kg/ha.....	58

I. INTRODUCCIÓN

El Ecuador, País conocido como el primer productor de cacao fino y de aroma, tiene a este cultivo como uno de los principales generadores de divisas y fuentes de trabajo para la población rural. Existen aproximadamente 243 146 ha, están destinadas a la producción de este cultivo, siendo las provincias de Los Ríos, Guayas y Manabí, las que tienen el mayor hectareaje. De toda esta área solamente en 2 294 ha, se fertilizan o manejan la nutrición de las plantas y tan solo 2 272 aplican fungicidas (Carrillo *et al.*, 2010).

Mientras la demanda mundial de alimentos aumenta, el manejo sustentable de los suelos es uno de los principales retos, ya que una elevada producción de granos está ligada al incremento de consumo de nutrientes. La deficiencia de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, así como materia orgánica constituyen los problemas de suelos más relevantes, por ello la rotación de cultivos y la fertilización son las prácticas de manejo estratégicas para reducir la brecha de rendimiento. Mediante este contexto aparecen los productos a base a microorganismos benéficos para los suelos, dentro de éstos se destacan las rizobacterias y los hongos micorrizógenos (HMA), debido a que su utilización en la agricultura incrementa la productividad de los cultivos.

Los productos a base de hongos micorrízicos son de vital importancia, porque establecen una simbiosis entre las plantas y dichos hongos en los diferentes ecosistemas agrícolas y naturales. Las micorrizas son asociaciones simbióticas mutualistas que se establecen entre las raíces de las plantas y ciertos hongos del suelo; su principal efecto es promover el crecimiento y desarrollo de las plántulas, lo que se produce porque ayudan a la absorción de nutrientes como N, K, Ca, Mg, B, Fe y en especial el ion fosfato.

La utilización de estos microorganismos resulta factible para los sistemas de producción agrícola ya que una vez que se asocian a las plantas realizando diferentes funciones como: incremento en la absorción de nutrientes minerales y agua, mayor resistencia a las toxinas, incremento de la traslocación y solubilización

de elementos esenciales, protección contra patógenos radicales y aumento de la tolerancia ante condiciones adversas abióticas.

El bajo rendimiento del cultivo de cacao, debido al desconocimiento de hongos micorrícicos y fertilización fosfórica aplicados con riego y sin riego, para el desarrollo de plantas de cacao es una de las principales problemáticas.

Por lo expuesto, se evaluó la influencia del riego sobre la población de hongos micorrícicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao.

1.1. Objetivos

1.1.1. General

Evaluar la influencia del riego sobre la población de hongos micorrizicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao.

1.1.2. Específicos

- Evaluar la influencia de productos comerciales de hongos micorrízicos sobre el cultivo de cacao CCN-51.
- Determinar la dosis de fósforo más influyente sobre la producción de cacao.
- Analizar económicamente de los tratamientos en estudio.

II. MARCO TEÓRICO

Kalvatchet (2016) difunde que *Theobroma cacao*, es una de las más importantes especies de bosques húmedos tropicales. Las semillas de cacao son la fuente del cacao comercial: chocolate y manteca de cacao. Las semillas fermentadas son tostadas, rotas y esparcidas para dar un polvo del cual se obtiene la grasa. Este es el cacao del cual se obtiene y se prepara la popular bebida. En la preparación del chocolate, este polvo es mezclado con azúcar, sabores artificiales, y grasa extra de cacao. Las semillas de cacao son la mayor cosecha económica del mundo tropical pero, solamente cerca del 10% por peso fresco de la fruta es comercializado, aunque varios productos comerciales promisorios pueden ser obtenidos de este fruto.

Latacela *et al.* (2018) informa que el cacao es uno de los rubros de mayor relevancia en la estructura agrícola productiva de Ecuador y fuente de ingreso para miles de familias campesinas. Se cultiva en Los Ríos (Vinces, Babahoyo, Palenque Baba, Pueblo Viejo, Catarama y Ventanas), Guayas (Naranjal, Balao y Tenguel) y El Oro (Machala y Santa Rosa), en mayor cantidad. El promedio de área sembrada por agricultor es de 3 hectáreas, los rendimientos anuales fluctúan entre 300 a 500 kg /ha de cacao seco.

Quintero y Díaz (2015) indican que el comercio mundial de productos primarios, entre ellos el cacao en grano, es de significativa importancia, dado que la producción y el comercio de estos bienes constituyen la base de la economía nacional de la mayoría de los países subdesarrollados. Sin embargo es de hacer notar que la importancia relativa de las exportaciones de productos primarios con respecto al valor total de exportaciones de los países subdesarrollados ha venido declinando.

De acuerdo Latacela *et al.* (2018), en el caso de la fertilización, hay muy pocos estudios de investigación, por lo cual se encuentra muy poca información sobre las dosis y épocas de aplicación de fertilizantes de acuerdo con la edad y grado de sombrero de las plantaciones en las diferentes zonas productoras del país.

La creencia del cacao es poco productivo, desalienta los proyectos de desarrollo vinculados al cultivo. Además una huerta sin tecnología agrícola contribuye a que el problema se mantenga con productividades de 0.25 toneladas métricas por hectárea. La nueva investigación apunta a lograr mejorar prácticas culturales (principalmente fertilización) para mejorar el sistema de cultivo.

Quintero y Díaz (2015) manifiestan que de las almendras de cacao, fermentadas y secas (o sin fermentar) se obtienen subproductos y productos finales a través de procesos industriales. Los primeros son la pasta o licor, la manteca, la torta y el polvo de cacao. Los productos finales de cacao son principalmente los chocolates y demás artículos elaborados a base de chocolate, tales como coberturas, golosinas, barras de chocolate amargo, de leche, blanco, con frutas, nueces, bombones, entre otros. Además, la manteca de cacao se emplea en la industria farmacéutica y en la elaboración de cosméticos.

Latacela et al. (2018) divulgan que los hongos micorrízicos son especies con la capacidad de colonizar el exterior o interior de las raíces de absorción de plantas, para obtener compuestos orgánicos esenciales. Las micorrizas son capaces de absorber, acumular y transferir los principales macro y micro nutrientes, y el agua a la planta más rápidamente que las raíces sin micorrizas. Décadas de investigación muestran que las micorrizas incrementan la tolerancia de las plantas a la sequía, compactación, altas temperaturas del suelo, metales pesados, salinidad, toxinas orgánicas e inorgánicas y extremos de pH del suelo.

Portilla *et al.* (2014) explican que la alimentación es uno de los principales problemas a los que se enfrenta el mundo actual. Este es agravado por el acelerado crecimiento demográfico; sobre todo en países en vías de desarrollo. La investigación agrícola se presenta como alternativa de solución, ya que su objetivo es incrementar el rendimiento y el contenido proteico de los cultivos, además de buscar que éstos sean cada vez más eficientes en condiciones climáticas y edáficas adversas.

Latacela *et al.* (2018) expresan que las micorrizas poseen características tanto químicas como físicas y a su vez biológicas que determinan la fertilización y

conservación de los agro sistemas, la actividad de estos microorganismos influye en la cinética que se lleva a cabo en los suelos cultivados como no cultivado tales como: la mineralización e inmovilización de nutrientes y su participación activa en el ciclo de los nutrientes del suelo.

Portilla *et al.* (2014) señalan que las inversiones en fertilizantes, para el incremento en rendimiento de grano, son generalmente bajas. La fertilización con fósforo tiene mayor erogación en la producción en el mundo. El problema de disponibilidad de fósforo para las plantas está relacionado con suelos de pH ácido. En ellos sólo de 8 a 10 % de la fertilización fosfatada es utilizada y el resto es rápidamente inmovilizado.

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.* (2014) considera que se puede decir que lograr incrementos en la eficiencia de los cultivos en la obtención de fósforo puede incidir directamente en los costos de producción además de conservar las fuentes no renovables de fósforo. La adaptación de las plantas a este estrés nutrimental puede lograrse mediante tolerancia y evasión, ésta última estrategia es más común para la adaptación a suelos ácidos. Ejemplos de evasión son: cambios inducidos por la raíz en la rizósfera, tales como el incremento de pH; liberación de agentes quelatantes para eliminar la toxicidad del aluminio soluble, alta actividad de ectoenzimas (por ejemplo fosfatasa ácida) e incremento del volumen de suelo explorado por las raíces vía micorrizas. La actividad fosfatásica se refiere a la reacción enzimática que llevan a cabo un grupo de enzimas denominadas fosfatasas, las cuales son un tipo especial de exudado de raíz que catalizan la hidrólisis de los ésteres y anhídridos del ácido fosfórico.

Corbera y Nápoles (2013) 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.

Portilla *et al.* (2014) 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 arbuscular.

Corbera y Nápoles (2013) 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.

Portilla *et al.* (2014) 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 °C 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.

Morales (2018) reporta que en las plantas, las altas temperaturas no sólo afectan los procesos fisiológicos básicos como la fotosíntesis, la respiración, la estabilidad de la membrana, sino que también modifican las hormonas endógenas y los metabolitos primarios y secundarios.

Según Sarabia (2014), 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 simbiontes. De estos simbiontes 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).

Barrer (2018) determina que desde el punto de vista nutricional, el crecimiento de la planta debido al aumento en la absorción de P es el principal beneficio que obtiene del HMA, por la baja disponibilidad de este elemento, característico en los suelos tropicales. Sin embargo, si el P no es un elemento limitante en el suelo, la simbiosis puede llegar a ser reducida o hasta inhibida si se encuentran altos niveles en el suelo.

Lovera y Cuenca (2017) 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 basto 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.

Lovera y Cuenca (2017) 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 (2014) 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.

Lovera y Cuenca (2017) apuntan que aunque está especificidad no es absoluta, puede influir de un modo importante, no solo en la productividad de las comunidades vegetales sino también en la diversidad, relaciones competitivas y funcionamiento general de los ecosistemas naturales. Tomando esto en consideración, una disminución de la diversidad de hongos micorrízicos arbusculares podría reducir la velocidad de recuperación de los ecosistemas perturbados y determinar, en cierta medida, la composición de especies de la comunidad vegetal a establecerse luego de una perturbación.

Orrico *et al.* (2013) 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 (2017) 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.* (2014) 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.

Lovera y Cuenca (2017) informan que con el advenimiento de las técnicas de biología molecular, se ha comenzado a caracterizar las diversas especies de hongos micorrízicos arbusculares presentes en las raíces de las plantas en base a la comparación de sus secuencias de ADN, pero el problema de la significación estadística del muestreo en el campo con estas técnicas aún dista mucho de estar resuelto, por lo que la cuantificación de esporas, aún con sus limitaciones, sigue siendo la medida de diversidad de hongos micorrízicos arbusculares más utilizada.

González *et al.* (2014) 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.* (2015), 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 nutrimental.

González *et al.* (2014) 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 (2014) 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.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción de sitio experimental

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 01° 79' 17" de Latitud Sur y 79° 29' 44" de Longitud Oeste, con una altura de 54 msnm¹.

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.

3.2. Material genético

Se empleó como material de estudio, el cultivo de cacao establecido tipo forastero CCN-51.

3.3. Factores estudiados

Variable dependiente: dosis de producto a base de hongos micorrízicos aplicado con fertilizantes fosfóricos.

Variable independiente: manejo del cultivo de cacao.

3.4. Métodos

Se utilizaron los métodos: inductivo-deductivo, deductivo-inductivo y experimental.

¹ Datos tomados de anuario Instituto Geográfico Militar, 2018.

² Datos obtenidos de la estación Meteorológica INAHMI-UTB, 2017.

3.5. Tratamientos

Los tratamientos estudiados se describen a continuación:

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en la influencia del riego sobre la población de hongos micorrizicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao. UTB, 2019

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

3.6. Diseño experimental

De acuerdo con los tratamientos planteados en la presente trabajo experimental se utilizó el diseño experimental "Bloques al azar", en arreglo factorial A x B x C, con 12 tratamientos y 3 repeticiones.

Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de variancia y para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

3.7. Análisis de varianza

El análisis de varianza se desarrolló bajo el siguiente esquema:

Fuente de variación	Grados de libertad
Repetición	: 2
Tratamiento	: 11
Factor A	: 1
Factor B	: 1
Factor C	: 2
Interacción A x B	: 1
Interacción B x C	: 2
Interacción A x C	: 2
Interacción A x B x C	: 2
Error experimental	: 22
Total	: 35

3.7.1. Características del área experimental

Descripción	Dimensión
Ancho de parcela	: 12,0 m
Longitud de parcela	: 18,0 m
Área de la parcela	: 216,0 m ²
Área total del experimento	: 8 064 m ²

3.8. Manejo del ensayo

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. Posteriormente se efectuaron todas las labores que requiere el cultivo de cacao para su normal desarrollo.

3.8.1. Control de malezas

El control de malezas se realizó mediante desyerbas manuales dirigidas entre plantas y entre calle, esta labor se efectuó cada 30 días.

3.8.2. Control fitosanitario

No se aplicó insecticidas ni fungicidas para medir de manera correcta la influencia del hongo.

3.8.3. Riego

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 aspersión.

3.8.4. Podas

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.

3.8.5. Fertilización

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.

3.8.6. Cosecha

La cosecha se realizó en cada parcela experimental de forma manual cuando las mazorcas alcanzaron su madurez fisiológica.

3.9. Datos evaluados

Para determinar los resultados se evaluaron los datos siguientes:

3.9.1. Análisis microbiológico

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.

3.9.2. Porcentaje de colonización de micorrizas

Estuvo definido con el crecimiento de la planta micorrizada contra plantas no micorrizadas a determinado proceso de inoculación, para el efecto se utilizó la siguiente fórmula (Bagyaraj y Stürmer, 2004):

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

DM: Porcentaje de colonización

M: Crecimiento de la planta de arroz tratada

NM: Crecimiento de la planta no tratada

3.9.3. Conteo de esporas

Para la determinación de la población de esporas micorrízicas de suelo, se empleó el método de “tamizado en húmedo y decantación” (Gerdemann y Nicolson, 1963), citado por (CIAT, 1983), se expresó en g/100 gss (gramos de suelo seco). El método se detalla a continuación:

1. Se tomó una muestra de un kilogramo de suelo de los sitios de muestreo. Se secó a 17 °C durante 5 días.
2. Se tamizó el suelo para liberar materiales extraños (piedras, arenas), se mezcló y se tomó 50 g de suelo.
3. En 500 ml de agua corriente se licuó el suelo por espacio de 5 segundos y se dejó reposar por 30 segundos, repitiendo la operación 3 veces.
4. Se pasó esta suspensión a través de tres tamices en serie de 0,425; 0,25 y 0,045 mm. En este último se recogió el suelo limoso, mediante un chorro de agua que

pasa el papel de filtro.

5. De la cantidad de suelo obtenido se tomó un gramo de suelo el cual se repartió en 4 tubos de ensayo, se adicionó 300 ml de agua destilada y se centrifugó a 250 revoluciones por minuto durante 5 minutos.
6. La suspensión se pasó por un papel filtro y se observarán en el estereoscopio para realizar la respectiva lectura.

3.9.4. Diámetro de 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.

3.9.5. Longitud de 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.

3.9.6. Número de mazorcas por árbol

Se evaluó escogiendo cinco arboles por tratamiento, en los cuales se contaron todas las mazorcas comerciales obtenidas durante el periodo del ensayo.

3.9.7. Número de semillas por mazorca

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

3.9.8. Rendimiento por hectárea

Se tomó con relación al rendimiento por planta y la densidad poblacional del ensayo.

3.9.9. Análisis económico

Se consideró los ingresos y egresos, para luego calcular la utilidad o beneficio neto, por cada tratamiento.

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis microbiológico

En el Cuadro 1 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).

Cuadro 1. Análisis microbiológicos, en la influencia del riego sobre la población de hongos micorrizicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao. UTB, 2019.

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.

4.2. Porcentaje de colonización de micorrizas

En el Cuadro 2 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 %.

Cuadro 2. Porcentaje de colonización, en la influencia del riego sobre la población de hongos micorrizicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao. UTB, 2019.

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
Sin riego		Huxtable micorriza 1000 g	34,0 de
	40 kg	Micor 1,0 L	39,0 cd
		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

4.3. Conteo de esporas

Los valores de conteo de esporas se registran en el Cuadro 3. 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.

Cuadro 3. Conteo de esporas, en la influencia del riego sobre la población de hongos micorrizicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao. UTB, 2019.

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
	0	Micor 1,0 L	136,3 c
		Bioremedy 400 g	146,7 b
		Huxtable micorriza 1000 g	147,0 ab
Con riego		Micor 1,0 L	151,3 ab
	40 kg	Bioremedy 400 g	152,0 ab
		Huxtable micorriza 1000 g	157,0 a
	0	Micor 1,0 L	86,7 f
		Bioremedy 400 g	93,3 ef
		Huxtable micorriza 1000 g	97,0 e
Sin riego		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

4.4. Diámetro de mazorca

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 % (Cuadro 4).

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.

Cuadro 4. Diámetro de mazorca, en la influencia del riego sobre la población de hongos micorrizicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao. UTB, 2019.

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
	0	Micor 1,0 L	9,5 e
		Bioremedy 400 g	9,7 d
		Huxtable micorriza 1000 g	10,0 c
	40 kg	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
	0	Micor 1,0 L	10,6 c
		Bioremedy 400 g	10,8 bc
		Huxtable micorriza 1000 g	10,9 b
Con riego		Micor 1,0 L	11,4 a
	40 kg	Bioremedy 400 g	11,5 a
		Huxtable micorriza 1000 g	11,6 a
	0	Micor 1,0 L	8,4 g
		Bioremedy 400 g	8,5 g
		Huxtable micorriza 1000 g	9,1 f
Sin riego		Micor 1,0 L	9,4 ef
	40 kg	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

4.5. Longitud de mazorca

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 el Cuadro 5.

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).

Cuadro 5. Longitud de mazorca, en la influencia del riego sobre la población de hongos micorrizicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao. UTB, 2019.

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
		Huxtable micorriza 1000 g	20,7 bc
Con riego		Micor 1,0 L	20,9 ab
	40 kg	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
		Huxtable micorriza 1000 g	19,7 e
Sin riego		Micor 1,0 L	19,7 e
	40 kg	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	**
Coeficiente de Variación (%)			0,48

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

**= altamente significativo

4.6. Número de mazorcas por árbol

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 % (Cuadro 6).

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).

Cuadro 6. Mazorcas por árbol, en la influencia del riego sobre la población de hongos micorrizicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao. UTB, 2019.

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
	0	Micor 1,0 L	59 bc
		Bioremedy 400 g	64 ab
		Huxtable micorriza 1000 g	64 a
Con riego		Micor 1,0 L	66 a
	40 kg	Bioremedy 400 g	66 a
		Huxtable micorriza 1000 g	67 a
	0	Micor 1,0 L	49 e
		Bioremedy 400 g	54 de
		Huxtable micorriza 1000 g	54 de
Sin riego		Micor 1,0 L	55 cd
	40 kg	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

4.7. Número de semillas por mazorca

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 el Cuadro 7.

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.

Cuadro 7. Semillas por mazorca, en la influencia del riego sobre la población de hongos micorrizicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao. UTB, 2019.

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
		Huxtable micorriza 1000 g	38 ab
Con riego		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
		Huxtable micorriza 1000 g	33 cd
Sin riego		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

4.8. Rendimiento por hectárea

En el Cuadro 8 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.

Cuadro 8. Rendimiento, en la influencia del riego sobre la población de hongos micorrizicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao. UTB, 2019.

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
		Huxtable micorriza 1000 g	1136,5 b
Con riego		Micor 1,0 L	1142,1 b
	40 kg	Bioremedy 400 g	1207,2 a
		Huxtable micorriza 1000 g	1226,9 a
	0	Micor 1,0 L	855,3 f
		Bioremedy 400 g	893,3 f
		Huxtable micorriza 1000 g	941,1 e
Sin riego		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

4.9. Análisis económico

Cuando se aplicó Micorrizas nativas en un sistema de cacao con riego + 40 kg/ha P + Huxtable micorriza 1000 g/ha, se logró un mayor margen económico \$953,05 en comparación al tratamiento Sin riego + 0 kg/ha P + Micor 1,0 L /ha, el cual tuvo \$353,71 de utilidad neta.

Cuadro 9. Análisis económico/ha, en la influencia del riego sobre la población de hongos micorrizicos y fertilización fosfórica en el cultivo de cacao. UTB, 2019.

Tratamiento	Micorrizas	kg/ha	Ingresos	Costo 1	Costo 2	Costo 3	Costo 4	Costo Total	Utilidad Neta
Con riego 0 kg/ha P	Micor 1,0 L	993,2	1857,47	633	285	262	76,48	1256,48	600,99
Con riego 0 kg/ha P	Bioremedy 400 g	1071,8	2004,47	633	285	273	82,54	1273,54	730,93
Con riego 0 kg/ha P	Huxtable micorriza 1000 g	1136,5	2125,47	633	285	269	87,52	1274,52	850,95
Con riego 40 kg/ha P	Micor 1,0 L	1142,1	2135,94	633	285	292	87,95	1297,95	837,99
Con riego 40 kg/ha P	Bioremedy 400 g	1207,2	2257,69	633	285	303	92,96	1313,96	943,73
Con riego 40 kg/ha P	Huxtable micorriza 1000 g	1226,9	2294,53	633	285	329	94,48	1341,48	953,05
Sin riego 0 kg/ha P	Micor 1,0 L	855,3	1599,57	633	285	262	65,86	1245,86	353,71
Sin riego 0 kg/ha P	Bioremedy 400 g	893,3	1670,64	633	285	273	68,79	1259,79	410,85
Sin riego 0 kg/ha P	Huxtable micorriza 1000 g	941,1	1760,03	633	285	269	72,47	1259,47	500,56
Sin riego 40 kg/ha P	Micor 1,0 L	977,3	1827,73	633	285	292	75,26	1285,26	542,47
Sin riego 40 kg/ha P	Bioremedy 400 g	978,0	1829,04	633	285	303	75,31	1296,31	532,73
Sin riego 40 kg/ha P	Huxtable micorriza 1000 g	990,8	1852,98	633	285	329	76,30	1323,30	529,68

Costos (1): Costos de mantenimiento

Costos (2): Costos de agroquímicos

Costos (3): Costos de fertilización

Costos (4): Costos de cosecha

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

V. CONCLUSIONES

Por 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.

VI. RECOMENDACIONES

Por lo anteriormente detallado, se recomienda:

- Aplicar el sistema con riego, utilizando 40 kg/ha de Fósforo con Huxtable micorriza en dosis de 1000 g/ha en el cultivo de cacao.
- Efectuar el mismo ensayo bajo otras condiciones edafo-agroecológicas.
- Realizar ensayos en el cultivo de cacao con otros parámetros de evaluación.

RESUMEN

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 01° 79' 17" de Latitud Sur y 79° 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 %. El suelo es profundo de textura arcillosa, drenaje y fertilidad regular. Se empleó como material de estudio, el cultivo de cacao establecido tipo forastero CCN-51. 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. De acuerdo con los tratamientos planteados en la presente trabajo experimental se utilizó 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 efectuaron prácticas agrícolas como control de malezas, control fitosanitario, riego, podas, fertilización y cosecha. Para determinar los resultados 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. Por los resultados obtenidos se determinó que 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 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 claves: cacao, fertilización, fósforo, hongos, micorrizas.

SUMMARY

The present experimental work was carried out on the land owned by Mr. Víctor Velasco Veloz, in the canton Montalvo, between the geographic coordinates of 010 79` 17 "of South Latitude and 790 29` 44" of West Longitude, with a height of 54 msnm. The area has a tropical climate, with an average annual temperature of 25.0 ° C, annual rainfall of 1 460 mm, relative humidity of 83.75%. The soil is deep clay-like texture, drainage and regular fertility. The established CCN-51 foreign-grown type cocoa crop was used as study material. The treatments studied were systems with irrigation and without irrigation, with doses without phosphorus and with phosphorus interacted with products based on mycorrhizae such as Micor in a dose of 1.0 L; Bioremedy in doses of 400 g and Huxtable mycorrhiza in a dose of 1000 g. According to the treatments proposed in the present experimental work, the experimental design "Random blocks" was used, in factorial arrangement A x B x C, with 12 treatments and 3 repetitions, applying the Tukey test at 95% probability. Agricultural practices were carried out, such as weed control, phytosanitary control, irrigation, pruning, fertilization and harvesting. To determine the results, soil and microbiological analysis data, leaf 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. . Based on the results obtained, it was determined that the influence of irrigation on the population of mycorrhizal fungi and phosphoric fertilization obtained favorable responses in the cultivation of cocoa; the highest percentage of colonization and spore count was presented by applying the system with irrigation, using 40 kg / ha of Phosphorus with mycorrhizae Huxtable in 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 reported better averages applying irrigation interacted with application of 40 kg / ha of phosphorus and the product mycorrhiza Huxtable in doses of 1000 g / ha and the highest yield of the crop was shown in the system with irrigation, using 40 kg / ha of Phosphorus with mycorrhiza Huxtable in doses of 1000 g / ha.

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

LITERATURA CITADA

- Alarcón, A., Ferrera, R., González, M., Villegas, A. 2015. 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. Fern obtenidas por cultivo in vitro Terra Latinoamericana, vol. 18, núm. 3, pp. 211-218
- Bagyaraj, J. y Stürmer, S. 2004. Hongos micorrizógenos arbusculares (HMA). Disponible en <http://www.publicaciones.inecc.gob.mx/libros/667/cap7.pdf>
- Barrer, S. 2018. El uso de hongos micorrizicos arbusculares como una alternativa para la agricultura. Facultad de Ciencias Agropecuarias 124 Vol 7 No. 1.
- Carrillo, M.; Recalde, M.; Sánchez, J. (2010). 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 en <file:///C:/Users/Mary/Documents/TESIS%202018%20PRIMER%20SEMESTRE/SEGURA/11.-Miriam-Recalde.-Nutricion-del-cacao.-UTE-Ecuador.pdf>
- CIAT. 1983. Manual de Métodos para la Investigación de la Micorriza Vesículo - Arbuscular en el Laboratorio. Proyecto Micorriza. Disponible en http://ciat-library.ciat.cgiar.org/ciat_digital/CIAT/books/historical/198.pdf
- Corbera, J.; Nápoles, M., 2013. Evaluación de la inoculación conjunta bradyrhizobium elkanii-hongos micorrízicosarbusculares 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, vol. 31, núm. 4, pp. 43-50

- González, M., Gutiérrez, M., Wright, S., 2014. Hongos micorrízicos arbusculares en la agregación del suelo y su estabilidad. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. Terra Latinoamericana, vol. 22, núm. 4, pp. 507-514
- Kalvatchet, Z., Garzaro, D., Guerra, F. 2016. Theobroma cacao. Un nuevo enfoque para nutrición y salud. Agroalimentaria. N° 6.
- 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 February 2017 edition vol.13, No.6 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431
- Lovera, M., Cuenca, G. 2017. Diversidad de hongos micorrízicos arbusculares (hma) y potencial micorrízico del suelo de una sabana natural y una sabana perturbada de la gran sabana, Venezuela. Interciencia, versión impresa ISSN 0378-1844. INCI v.32 n.2
- 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, Versión impresa ISSN 0258-5936 versión On-line ISSN 1819-4087. cultrop vol.39 no.3
- Orrico, D, Ulloa, M., Medina, E. 2013. 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. Volumen 15, número 1. ISSN 1390-1117
- Portilla, I., Molina, E., Cruz, G., Ortiz, I., Manske, G. 2014. 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, vol. 16,

núm. 1, pp. 55-61

Quintero, M., Díaz, K. 2015. El mercado mundial del cacao. Agroalimentaria. versión impresa ISSN 1316-0354. Agroalim v.9 n.18.

Sarabia, M., Madrigal, R., Martínez, M., Carreón, Y. 2014. 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. 2014. Efectividad de siete consorcios nativos de hongos micorrízicos arbusculares en plantas de café en condiciones de invernadero y campo. *Revista chilena de historia natural*. Versión impresa ISSN 0716-078X. *Rev. chil. hist. nat.* vol. 84 no.1.

APÉNDICE

Porcentaje de colonización de micorrizas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% coloniz	36	0,98	0,97	6,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7909,19	13	608,40	77,02	<0,0001
Repeticiones	68,22	2	34,11	4,32	0,0262
Factor A	5017,36	1	5017,36	635,19	<0,0001
Factor B	1806,25	1	1806,25	228,67	<0,0001
Factor C	735,39	2	367,69	46,55	<0,0001
Factor A*Factor B	56,25	1	56,25	7,12	0,0140
Factor B*Factor C	136,50	2	68,25	8,64	0,0017
Factor A*Factor C	40,72	2	20,36	2,58	0,0987
Factor A*Factor B*Factor C..	48,50	2	24,25	3,07	0,0667
Error	173,78	22	7,90		
Total	8082,97	35			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,94288

Error: 7,8990 gl: 22

Factor A Medias n E.E.

Con riego 57,28 18 0,66 A

Sin riego 33,67 18 0,66 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,94288

Error: 7,8990 gl: 22

Factor B Medias n E.E.

40 kg 52,56 18 0,66 A

ninguna 38,39 18 0,66 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,88231

Error: 7,8990 gl: 22

Factor C Medias n E.E.

Huxtable micorriza 1000 g 50,08 12 0,81 A

Bioremedy 400 g 47,00 12 0,81 B

Micor 1,0 L 39,33 12 0,81 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,67900

Error: 7,8990 gl: 22

Factor A Factor B Medias n E.E.

Con riego 40 kg 63,11 9 0,94 A

Con riego ninguna	51,44	9 0,94	B
Sin riego 40 kg	42,00	9 0,94	C
Sin riego ninguna	25,33	9 0,94	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,05478

Error: 7,8990 gl: 22

Factor B	Factor C	Medias n	E.E.
40 kg	Huxtable micorriza 1000 g	55,67	6 1,15 A
40 kg	Bioremedy 400 g	52,83	6 1,15 A B
40 kg	Micor 1,0 L	49,17	6 1,15 B C
ninguna	Huxtable micorriza 1000 g	44,50	6 1,15 C D
ninguna	Bioremedy 400 g	41,17	6 1,15 D
ninguna	Micor 1,0 L	29,50	6 1,15 E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,05478

Error: 7,8990 gl: 22

Factor A	Factor C	Medias n	E.E.
Con riego	Huxtable micorriza 1000 g	60,50	6 1,15 A
Con riego	Bioremedy 400 g	59,00	6 1,15 A
Con riego	Micor 1,0 L	52,33	6 1,15 B
Sin riego	Huxtable micorriza 1000 g	39,67	6 1,15 C
Sin riego	Bioremedy 400 g	35,00	6 1,15 C
Sin riego	Micor 1,0 L	26,33	6 1,15 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=8,34744

Error: 7,8990 gl: 22

Factor A	Factor B	Factor C	Medias n	E.E.
Con riego 40 kg	Huxtable micorriza 1000 g		66,00	3 1,62 A
Con riego 40 kg	Bioremedy 400 g		64,00	3 1,62 A
Con riego 40 kg	Micor 1,0 L		59,33	3 1,62 A B
Con riego ninguna	Huxtable micorriza 1000 g		55,00	3 1,62 B
Con riego ninguna	Bioremedy 400 g		54,00	3 1,62 B
Sin riego 40 kg	Huxtable micorriza 1000 g		45,33	3 1,62 C
Con riego ninguna	Micor 1,0 L		45,33	3 1,62 C
Sin riego 40 kg	Bioremedy 400 g		41,67	3 1,62 C D
Sin riego 40 kg	Micor 1,0 L		39,00	3 1,62 C D
Sin riego ninguna	Huxtable micorriza 1000 g		34,00	3 1,62 D E
Sin riego ninguna	Bioremedy 400 g		28,33	3 1,62 E
Sin riego ninguna	Micor 1,0 L		13,67	3 1,62 F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Conteo esporas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Conteo esporas	36	0,99	0,98	2,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	20468,28	13	1574,48	134,64	<0,0001
Repeticiones	69,39	2	34,69	2,97	0,0723
Factor A	13378,78	1	13378,78	1144,03	<0,0001
Factor B	4578,78	1	4578,78	391,53	<0,0001
Factor C	835,72	2	417,86	35,73	<0,0001
Factor A*Factor B	1393,78	1	1393,78	119,18	<0,0001
Factor B*Factor C	20,39	2	10,19	0,87	0,4322
Factor A*Factor C	72,39	2	36,19	3,10	0,0654
Factor A*Factor B*Factor C..	119,06	2	59,53	5,09	0,0152
Error	257,28	22	11,69		
Total	20725,56	35			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,36402

Error: 11,6944 gl: 22

Factor A Medias n E.E.

Con riego 148,39 18 0,81 A

Sin riego 109,83 18 0,81 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,36402

Error: 11,6944 gl: 22

Factor B Medias n E.E.

40 kg 140,39 18 0,81 A

ninguna 117,83 18 0,81 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,50707

Error: 11,6944 gl: 22

Factor C Medias n E.E.

Huxtable micorriza 1000 g 134,25 12 0,99 A

Bioremedy 400 g 130,42 12 0,99 B

Micor 1,0 L 122,67 12 0,99 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,47645

Error: 11,6944 gl: 22

Factor A Factor B Medias n E.E.

Con riego 40 kg 153,44 9 1,14 A

Con riego ninguna 143,33 9 1,14 B

Sin riego 40 kg 127,33 9 1,14 C

Sin riego ninguna 92,33 9 1,14 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,15044

Error: 11,6944 gl: 22

Factor B	Factor C	Medias n	E.E.	
40 kg	Huxtable micorriza 1000 g	146,50	6 1,40	A
40 kg	Bioremedy 400 g	140,83	6 1,40	A
40 kg	Micor 1,0 L	133,83	6 1,40	B
ninguna	Huxtable micorriza 1000 g	122,00	6 1,40	C
ninguna	Bioremedy 400 g	120,00	6 1,40	C
ninguna	Micor 1,0 L	111,50	6 1,40	D

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)***Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,15044**

Error: 11,6944 gl: 22

Factor A	Factor C	Medias n	E.E.	
Con riego	Huxtable micorriza 1000 g	152,00	6 1,40	A
Con riego	Bioremedy 400 g	149,33	6 1,40	A B
Con riego	Micor 1,0 L	143,83	6 1,40	B
Sin riego	Huxtable micorriza 1000 g	116,50	6 1,40	C
Sin riego	Bioremedy 400 g	111,50	6 1,40	C
Sin riego	Micor 1,0 L	101,50	6 1,40	D

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)***Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=10,15681**

Error: 11,6944 gl: 22

Factor A	Factor B	Factor C	Medias n	E.E.	
Con riego 40 kg	Huxtable micorriza 1000 g		157,00	3 1,97	A
Con riego 40 kg	Bioremedy 400 g		152,00	3 1,97	A B
Con riego 40 kg	Micor 1,0 L		151,33	3 1,97	A B
Con riego ninguna	Huxtable micorriza 1000 g		147,00	3 1,97	A B
Con riego ninguna	Bioremedy 400 g		146,67	3 1,97	B
Con riego ninguna	Micor 1,0 L		136,33	3 1,97	C
Sin riego 40 kg	Huxtable micorriza 1000 g		136,00	3 1,97	C
Sin riego 40 kg	Bioremedy 400 g		129,67	3 1,97	C
Sin riego 40 kg	Micor 1,0 L		116,33	3 1,97	D
Sin riego ninguna	Huxtable micorriza 1000 g		97,00	3 1,97	E
Sin riego ninguna	Bioremedy 400 g		93,33	3 1,97	E F
Sin riego ninguna	Micor 1,0 L		86,67	3 1,97	F

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)***Diámetro de mazorca**Variable N R² R² Aj CV

Diametro 36 1,00 0,99 0,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	42,44	13	3,26	424,33	<0,0001
Repeticiones	0,27	2	0,14	17,74	<0,0001
Factor A	34,16	1	34,16	4440,82	<0,0001
Factor B	6,26	1	6,26	813,49	<0,0001
Factor C	1,33	2	0,67	86,61	<0,0001
Factor A*Factor B	0,06	1	0,06	8,23	0,0089
Factor B*Factor C	0,03	2	0,01	1,78	0,1926
Factor A*Factor C	0,30	2	0,15	19,69	<0,0001
Factor A*Factor B*Factor C..	0,02	2	0,01	1,06	0,3650
Error	0,17	22	0,01		
Total	42,61	35			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,06063

Error: 0,0077 gl: 22

Factor A Medias n E.E.

Con riego 11,10 18 0,02 A

Sin riego 9,15 18 0,02 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,06063

Error: 0,0077 gl: 22

Factor B Medias n E.E.

40 kg 10,54 18 0,02 A

ninguna 9,71 18 0,02 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08995

Error: 0,0077 gl: 22

Factor C Medias n E.E.

Huxtable micorriza 1000 g 10,39 12 0,03 A

Bioremedy 400 g 10,06 12 0,03 B

Micor 1,0 L 9,93 12 0,03 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,11481

Error: 0,0077 gl: 22

Factor A Factor B Medias n E.E.

Con riego 40 kg 11,48 9 0,03 A

Con riego ninguna 10,73 9 0,03 B

Sin riego 40 kg 9,61 9 0,03 C

Sin riego ninguna 8,69 9 0,03 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,15775

Error: 0,0077 gl: 22

Factor B Factor C Medias n E.E.

40 kg	Huxtable micorriza 1000 g	10,78	6 0,04	A
40 kg	Bioremedy 400 g	10,48	6 0,04	B
40 kg	Micor 1,0 L	10,38	6 0,04	B
ninguna	Huxtable micorriza 1000 g	10,00	6 0,04	C
ninguna	Bioremedy 400 g	9,65	6 0,04	D
ninguna	Micor 1,0 L	9,48	6 0,04	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,15775

Error: 0,0077 gl: 22

Factor A	Factor C	Medias n	E.E.
Con riego	Huxtable micorriza 1000 g	11,23	6 0,04 A
Con riego	Bioremedy 400 g	11,11	6 0,04 A B
Con riego	Micor 1,0 L	10,96	6 0,04 B
Sin riego	Huxtable micorriza 1000 g	9,54	6 0,04 C
Sin riego	Bioremedy 400 g	9,02	6 0,04 D
Sin riego	Micor 1,0 L	8,90	6 0,04 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,26051

Error: 0,0077 gl: 22

Factor A	Factor B	Factor C	Medias n	E.E.
Con riego 40 kg	Huxtable micorriza 1000 g		11,61	3 0,05 A
Con riego 40 kg	Bioremedy 400 g		11,46	3 0,05 A
Con riego 40 kg	Micor 1,0 L		11,36	3 0,05 A
Con riego ninguna	Huxtable micorriza 1000 g		10,86	3 0,05 B
Con riego ninguna	Bioremedy 400 g		10,77	3 0,05 B C
Con riego ninguna	Micor 1,0 L		10,55	3 0,05 C
Sin riego 40 kg	Huxtable micorriza 1000 g		9,94	3 0,05 D
Sin riego 40 kg	Bioremedy 400 g		9,49	3 0,05 E
Sin riego 40 kg	Micor 1,0 L		9,40	3 0,05 E F
Sin riego ninguna	Huxtable micorriza 1000 g		9,14	3 0,05 F
Sin riego ninguna	Bioremedy 400 g		8,54	3 0,05 G
Sin riego ninguna	Micor 1,0 L		8,40	3 0,05 G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Longitud de mazorca

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud	36	0,98	0,97	0,48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11,45	13	0,88	92,69	<0,0001
Repeticiones	0,03	2	0,01	1,57	0,2301
Factor A	8,86	1	8,86	932,69	<0,0001
Factor B	1,32	1	1,32	139,21	<0,0001
Factor C	0,42	2	0,21	21,93	<0,0001
Factor A*Factor B	0,40	1	0,40	41,78	<0,0001
Factor B*Factor C	0,13	2	0,07	6,89	0,0048
Factor A*Factor C	0,10	2	0,05	5,06	0,0156
Factor A*Factor B*Factor C..	0,19	2	0,10	10,20	0,0007
Error	0,21	22	0,01		
Total	11,66	35			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,06738*Error: 0,0095 gl: 22*

Factor A	Medias	n	E.E.
----------	--------	---	------

Con riego	20,68	18	0,02 A
-----------	-------	----	--------

Sin riego	19,69	18	0,02 B
-----------	-------	----	--------

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)***Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,06738***Error: 0,0095 gl: 22*

Factor B	Medias	n	E.E.
----------	--------	---	------

40 kg	20,37	18	0,02 A
-------	-------	----	--------

ninguna	19,99	18	0,02 B
---------	-------	----	--------

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)***Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09996***Error: 0,0095 gl: 22*

Factor C	Medias	n	E.E.
----------	--------	---	------

Huxtable micorriza 1000 g	20,29	12	0,03 A
---------------------------	-------	----	--------

Bioremedy 400 g	20,22	12	0,03 A
-----------------	-------	----	--------

Micor 1,0 L	20,04	12	0,03 B
-------------	-------	----	--------

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)***Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12759***Error: 0,0095 gl: 22*

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.
----------	----------	--------	---	------

Con riego	40 kg	20,97	9	0,03 A
-----------	-------	-------	---	--------

Con riego	ninguna	20,38	9	0,03 B
-----------	---------	-------	---	--------

Sin riego	40 kg	19,77	9	0,03 C
-----------	-------	-------	---	--------

Sin riego	ninguna	19,60	9	0,03 D
-----------	---------	-------	---	--------

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,17530

Error: 0,0095 gl: 22

Factor B	Factor C	Medias n	E.E.		
40 kg	Huxtable micorriza 1000 g	20,41	6 0,04	A	
40 kg	Bioremedy 400 g	20,40	6 0,04	A	
40 kg	Micor 1,0 L	20,31	6 0,04	A	B
ninguna	Huxtable micorriza 1000 g	20,17	6 0,04		B C
ninguna	Bioremedy 400 g	20,04	6 0,04		C
ninguna	Micor 1,0 L	19,77	6 0,04		D

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)***Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,17530**

Error: 0,0095 gl: 22

Factor A	Factor C	Medias n	E.E.		
Con riego	Huxtable micorriza 1000 g	20,83	6 0,04	A	
Con riego	Bioremedy 400 g	20,75	6 0,04	A	
Con riego	Micor 1,0 L	20,46	6 0,04		B
Sin riego	Huxtable micorriza 1000 g	19,75	6 0,04		C
Sin riego	Bioremedy 400 g	19,69	6 0,04		C
Sin riego	Micor 1,0 L	19,61	6 0,04		C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)***Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,28949**

Error: 0,0095 gl: 22

Factor A	Factor B	Factor C	Medias n	E.E.		
Con riego 40 kg		Huxtable micorriza 1000 g	21,00	3 0,06	A	
Con riego 40 kg		Bioremedy 400 g	20,99	3 0,06	A	
Con riego 40 kg		Micor 1,0 L	20,94	3 0,06	A	B
Con riego ninguna		Huxtable micorriza 1000 g	20,66	3 0,06		B C
Con riego ninguna		Bioremedy 400 g	20,50	3 0,06		C
Con riego ninguna		Micor 1,0 L	19,98	3 0,06		D
Sin riego 40 kg		Huxtable micorriza 1000 g	19,83	3 0,06		D E
Sin riego 40 kg		Bioremedy 400 g	19,81	3 0,06		D E
Sin riego ninguna		Huxtable micorriza 1000 g	19,67	3 0,06		E
Sin riego 40 kg		Micor 1,0 L	19,67	3 0,06		E
Sin riego ninguna		Bioremedy 400 g	19,57	3 0,06		E
Sin riego ninguna		Micor 1,0 L	19,55	3 0,06		E

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)***Número mazorcas por árbol**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N mazorcas por arbol	36	0,95	0,93	2,68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1144,58	13	88,04	34,49	<0,0001
Repeticiones	7,17	2	3,58	1,40	0,2669
Factor A	870,25	1	870,25	340,87	<0,0001
Factor B	164,69	1	164,69	64,51	<0,0001
Factor C	74,67	2	37,33	14,62	0,0001
Factor A*Factor B	0,25	1	0,25	0,10	0,7573
Factor B*Factor C	22,89	2	11,44	4,48	0,0233
Factor A*Factor C	2,00	2	1,00	0,39	0,6805
Factor A*Factor B*Factor C..	2,67	2	1,33	0,52	0,6004
Error	56,17	22	2,55		
Total	1200,75	35			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,10456

Error: 2,5530 gl: 22

Factor A Medias n E.E.

Con riego 64,50 18 0,38 A

Sin riego 54,67 18 0,38 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,10456

Error: 2,5530 gl: 22

Factor B Medias n E.E.

40 kg 61,72 18 0,38 A

ninguna 57,44 18 0,38 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,63864

Error: 2,5530 gl: 22

Factor C Medias n E.E.

Huxtable micorriza 1000 g 60,92 12 0,46 A

Bioremedy 400 g 60,25 12 0,46 A

Micor 1,0 L 57,58 12 0,46 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,09157

Error: 2,5530 gl: 22

Factor A Factor B Medias n E.E.

Con riego 40 kg 66,56 9 0,53 A

Con riego ninguna 62,44 9 0,53 B

Sin riego 40 kg 56,89 9 0,53 C

Sin riego ninguna 52,44 9 0,53 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,87372

Error: 2,5530 gl: 22

Factor B Factor C Medias n E.E.

40 kg Huxtable micorriza 1000 g 62,67 6 0,65 A

40 kg	Bioremedy 400 g	61,67	6 0,65	A	B
40 kg	Micor 1,0 L	60,83	6 0,65	A	B
ninguna	Huxtable micorriza 1000 g	59,17	6 0,65		B
ninguna	Bioremedy 400 g	58,83	6 0,65		B
ninguna	Micor 1,0 L	54,33	6 0,65		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,87372

Error: 2,5530 gl: 22

Factor A	Factor C	Medias n	E.E.		
Con riego	Huxtable micorriza 1000 g	65,67	6 0,65	A	
Con riego	Bioremedy 400 g	65,00	6 0,65	A	
Con riego	Micor 1,0 L	62,83	6 0,65	A	
Sin riego	Huxtable micorriza 1000 g	56,17	6 0,65		B
Sin riego	Bioremedy 400 g	55,50	6 0,65		B
Sin riego	Micor 1,0 L	52,33	6 0,65		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,74565

Error: 2,5530 gl: 22

Factor A	Factor B	Factor C	Medias n	E.E.			
Con riego 40 kg	Huxtable micorriza 1000 g		67,00	3 0,92	A		
Con riego 40 kg	Micor 1,0 L		66,33	3 0,92	A		
Con riego 40 kg	Bioremedy 400 g		66,33	3 0,92	A		
Con riego ninguna	Huxtable micorriza 1000 g		64,33	3 0,92	A		
Con riego ninguna	Bioremedy 400 g		63,67	3 0,92	A	B	
Con riego ninguna	Micor 1,0 L		59,33	3 0,92		B	C
Sin riego 40 kg	Huxtable micorriza 1000 g		58,33	3 0,92		C	D
Sin riego 40 kg	Bioremedy 400 g		57,00	3 0,92		C	D
Sin riego 40 kg	Micor 1,0 L		55,33	3 0,92		C	D
Sin riego ninguna	Huxtable micorriza 1000 g		54,00	3 0,92			D E
Sin riego ninguna	Bioremedy 400 g		54,00	3 0,92			D E
Sin riego ninguna	Micor 1,0 L		49,33	3 0,92			E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Número semillas por mazorca

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N semillas/maz	36	0,79	0,67	4,38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	201,25	13	15,48	6,37	0,0001
Repeticiones	7,17	2	3,58	1,47	0,2509
Factor A	156,25	1	156,25	64,25	<0,0001
Factor B	26,69	1	26,69	10,98	0,0032
Factor C	7,17	2	3,58	1,47	0,2509
Factor A*Factor B	1,36	1	1,36	0,56	0,4623
Factor B*Factor C	0,39	2	0,19	0,08	0,9234
Factor A*Factor C	1,50	2	0,75	0,31	0,7377
Factor A*Factor B*Factor C..	0,72	2	0,36	0,15	0,8629
Error	53,50	22	2,43		
Total	254,75	35			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,07802

Error: 2,4318 gl: 22

Factor A Medias n E.E.

Con riego 37,67 18 0,37 A

Sin riego 33,50 18 0,37 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,07802

Error: 2,4318 gl: 22

Factor B Medias n E.E.

40 kg 36,44 18 0,37 A

ninguna 34,72 18 0,37 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,59927

Error: 2,4318 gl: 22

Factor C Medias n E.E.

Huxtable micorriza 1000 g 36,08 12 0,45 A

Bioremedy 400 g 35,67 12 0,45 A

Micor 1,0 L 35,00 12 0,45 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,04131

Error: 2,4318 gl: 22

Factor A Factor B Medias n E.E.

Con riego 40 kg 38,33 9 0,52 A

Con riego ninguna 37,00 9 0,52 A

Sin riego 40 kg 34,56 9 0,52 B

Sin riego ninguna 32,44 9 0,52 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,80467

Error: 2,4318 gl: 22

Factor B Factor C Medias n E.E.

40 kg Huxtable micorriza 1000 g 36,83 6 0,64 A

40 kg Bioremedy 400 g 36,50 6 0,64 A B

40 kg Micor 1,0 L 36,00 6 0,64 A B

ninguna	Huxtable micorriza 1000 g	35,33	6 0,64	A B
ninguna	Bioremedy 400 g	34,83	6 0,64	A B
ninguna	Micor 1,0 L	34,00	6 0,64	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,80467

Error: 2,4318 gl: 22

Factor A	Factor C	Medias n	E.E.
Con riego	Huxtable micorriza 1000 g	38,17	6 0,64 A
Con riego	Bioremedy 400 g	37,50	6 0,64 A
Con riego	Micor 1,0 L	37,33	6 0,64 A
Sin riego	Huxtable micorriza 1000 g	34,00	6 0,64 B
Sin riego	Bioremedy 400 g	33,83	6 0,64 B
Sin riego	Micor 1,0 L	32,67	6 0,64 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,63162

Error: 2,4318 gl: 22

Factor A	Factor B	Factor C	Medias n	E.E.
Con riego 40 kg	Huxtable micorriza 1000 g		38,67	3 0,90 A
Con riego 40 kg	Bioremedy 400 g		38,33	3 0,90 A B
Con riego 40 kg	Micor 1,0 L		38,00	3 0,90 A B
Con riego ninguna	Huxtable micorriza 1000 g		37,67	3 0,90 A B
Con riego ninguna	Micor 1,0 L		36,67	3 0,90 A B C
Con riego ninguna	Bioremedy 400 g		36,67	3 0,90 A B C
Sin riego 40 kg	Huxtable micorriza 1000 g		35,00	3 0,90 A B C D
Sin riego 40 kg	Bioremedy 400 g		34,67	3 0,90 A B C D
Sin riego 40 kg	Micor 1,0 L		34,00	3 0,90 B C D
Sin riego ninguna	Huxtable micorriza 1000 g		33,00	3 0,90 C D
Sin riego ninguna	Bioremedy 400 g		33,00	3 0,90 C D
Sin riego ninguna	Micor 1,0 L		31,33	3 0,90 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Rendimiento por hectárea

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rend	36	0,99	0,98	1,43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	485454,37	13	37342,64	171,60	<0,0001
Repeticiones	2187,87	2	1093,93	5,03	0,0159
Factor A	326020,06	1	326020,06	1498,13	<0,0001

Factor B	99570,75	1	99570,75	457,55	<0,0001
Factor C	40401,56	2	20200,78	92,83	<0,0001
Factor A*Factor B	3492,61	1	3492,61	16,05	0,0006
Factor B*Factor C	6518,76	2	3259,38	14,98	0,0001
Factor A*Factor C	7048,46	2	3524,23	16,19	<0,0001
Factor A*Factor B*Factor C..	214,31	2	107,15	0,49	0,6177
Error	4787,60	22	217,62		
Total	490241,98	35			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=10,19785

Error: 217,6184 gl: 22

Factor A Medias n E.E.

Con riego 1129,62 18 3,48 A

Sin riego 939,29 18 3,48 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=10,19785

Error: 217,6184 gl: 22

Factor B Medias n E.E.

40 kg 1087,05 18 3,48 A

ninguna 981,86 18 3,48 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=15,12874

Error: 217,6184 gl: 22

Factor C Medias n E.E.

Huxtable micorriza 1000 g 1073,82 12 4,26 A

Bioremedy 400 g 1037,60 12 4,26 B

Micor 1,0 L 991,94 12 4,26 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=19,31042

Error: 217,6184 gl: 22

Factor A Factor B Medias n E.E.

Con riego 40 kg 1192,06 9 4,92 A

Con riego ninguna 1067,18 9 4,92 B

Sin riego 40 kg 982,03 9 4,92 C

Sin riego ninguna 896,55 9 4,92 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=26,53165

Error: 217,6184 gl: 22

Factor B Factor C Medias n E.E.

40 kg Huxtable micorriza 1000 g 1108,85 6 6,02 A

40 kg Bioremedy 400 g 1092,64 6 6,02 A

40 kg	Micor 1,0 L	1059,66	6 6,02	B
ninguna	Huxtable micorriza 1000 g	1038,80	6 6,02	B
ninguna	Bioremedy 400 g	982,56	6 6,02	C
ninguna	Micor 1,0 L	924,23	6 6,02	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=26,53165

Error: 217,6184 gl: 22

Factor A	Factor C	Medias	n	E.E.
Con riego	Huxtable micorriza 1000 g	1181,71	6 6,02	A
Con riego	Bioremedy 400 g	1139,53	6 6,02	B
Con riego	Micor 1,0 L	1067,62	6 6,02	C
Sin riego	Huxtable micorriza 1000 g	965,94	6 6,02	D
Sin riego	Bioremedy 400 g	935,67	6 6,02	E
Sin riego	Micor 1,0 L	916,27	6 6,02	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=43,81425

Error: 217,6184 gl: 22

Factor A	Factor B	Factor C	Medias	n	E.E.
Con riego 40 kg	Huxtable micorriza 1000 g		1226,89	3 8,52	A
Con riego 40 kg	Bioremedy 400 g		1207,24	3 8,52	A
Con riego 40 kg	Micor 1,0 L		1142,05	3 8,52	B
Con riego ninguna	Huxtable micorriza 1000 g		1136,52	3 8,52	B
Con riego ninguna	Bioremedy 400 g		1071,82	3 8,52	C
Con riego ninguna	Micor 1,0 L		993,19	3 8,52	D
Sin riego 40 kg	Huxtable micorriza 1000 g		990,80	3 8,52	D
Sin riego 40 kg	Bioremedy 400 g		978,04	3 8,52	D E
Sin riego 40 kg	Micor 1,0 L		977,26	3 8,52	D E
Sin riego ninguna	Huxtable micorriza 1000 g		941,07	3 8,52	E
Sin riego ninguna	Bioremedy 400 g		893,30	3 8,52	F
Sin riego ninguna	Micor 1,0 L		855,28	3 8,52	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

ANEXOS





Figura 1 Ubicación del trabajo experimental



Figura 2 Verificación del tamaño de las parcelas experimentales



Figura 3. Monitoreos constantes en el cultivo



Figura 4 Control de malezas



Figura 5 Control fitosanitario



Figura 6 Apertura de módulos para el riego



Figura 7 Podas



Figura 8 Medición del diámetro de la mazorca



Figura 9 Medición de longitud de mazorcas



Figura 10 Número de semillas por mazorca



Figura 11 Número de mazorcas por árbol



Figura 12 Peso de semillas secas por mazorca