

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
INTERCULTURAL DE LA AMAZONÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL ACUÍCOLA**



---

---

**Efecto de la procedencia HMA, dosis de inoculación y fertilización en  
el desarrollo de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en etapa de  
vivero**

---

---

***TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGROFORESTAL ACUÍCOLA***

**PRESENTADO POR:**

**BACH. WILLS GEERAL BARTRA RIVERA.**

**YARINACocha – PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado la salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres por darme este valioso regalo y la oportunidad de poder desenvolverme en la sociedad.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, por haberme dado la oportunidad de formarme profesionalmente.

A los docentes de la Carrera Agroforestal Acuícola, por su orientación académica e impartirme sus conocimientos y experiencias.

Al Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana, por el financiamiento brindado para la ejecución del trabajo de tesis.

A mi asesora Ena Vilma Velazco Castro y Co-asesora Krystel Clarissa Rojas Mego, por la notable dirección de este estudio, su confianza depositada en mí y por sus atinados comentarios y sugerencias, para el desarrollo y culminación del trabajo de tesis.

A los Ingenieros, Nadia Masaya Panduro Tenazoa, José Sánchez Choy Sánchez, Juan Pérez Marín; por la observación, recomendación y revisión del presente trabajo de investigación.

## ÍNDICE

	Página.
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN .....	xiii
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	1
2.1 Antecedentes del Problema. ....	1
2.2 Bases Teóricas .....	6
2.3 Variables .....	15
III. MÉTODO .....	16
3.1 Tipo y Nivel de Investigación.....	16
3.2 Método de la Investigación.....	16
3.3 Diseño de la Investigación.....	26
3.4 Población y Muestra. ....	31
3.5 Descripción de Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos. ....	31
3.6 Análisis estadístico. ....	31
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	32
4.1 Efecto de la procedencia del inóculo de HMA en el desarrollo del cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) en la etapa de vivero. ....	32
4.2 Efecto de las dosis de inoculación del HMA en el desarrollo del cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) en la etapa de vivero. ....	35
4.3 Efecto de la fertilización en el desarrollo del cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.) en la etapa de vivero. ....	38
4.4 Efecto de las Interacciones procedencia, dosis de inoculación y fertilización en el desarrollo del cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.), en etapa de vivero. ....	40

4.5 Determinación de la presencia de HMA, en cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.), en etapa de vivero .....	50
V. CONCLUSIONES .....	51
VI. RECOMENDACIONES.....	52
VII. BIBLIOGRAFÍA .....	53
7.1 Referencias bibliográficas físicas .....	53
7.2 Referencias bibliográficas en línea (on line) .....	55
8. ANEXOS.....	61
8.1 Operacionalización de variables .....	61
8.2 Otras evidencias de la investigación.....	62
8.3 Iconografía.....	80

## ÍNDICE DE CUADROS

En el texto:

Página.

1. Morfotipos de esporas más abundantes en siete lugares de la cuenca baja del río Aguaytía, Ucayali .....	12
2. Registro meteorológico durante la etapa de vivero del experimento 2015 .....	17
3. Parámetros físico químicos de sustratos .....	19
4. Ubicación de las procedencias de inóculo de HMA empleadas. ....	22
5. Método no sistemático de estimación de colonización HMA en raíces .....	25
6. Esquema del análisis de varianza de los tratamientos (ANOVA) .....	28
7. Factores y niveles de los tratamientos.....	29
8. Tratamientos del experimento con sus combinaciones de cuatro procedencias de HMA con tres dosis de inóculo HMA y dos tipos de fertilización en etapa de vivero. ....	29
9. Medias obtenidas del efecto de la procedencia, en altura de la planta de cacao en etapa de vivero a los 90 dds. ....	34
10. Prueba de promedios de Tukey del efecto de la procedencia, en diámetro de la planta de cacao en etapa de vivero a los 30 y 60 dds. ....	34
11. Prueba de promedios de Tukey del efecto de la dosis del inóculo, en altura de la planta de cacao en etapa de vivero a los 60, 75 y 90 dds. ....	37
12. Prueba de promedios de Tukey del efecto de la dosis del inóculo, en diámetro de la planta de cacao en etapa de vivero a los 30 y 60 dds. ....	37
13. Medias obtenidas del efecto de la fertilización, en altura de la planta de cacao en la etapa de vivero a los 60, 75 y 90 dds. ....	39

14. Medias obtenidas del efecto de la fertilización, en el diámetro de la planta de cacao en etapa de vivero a los 60, 75 y 90 dds. ....	40
15. Medias obtenidas del efecto de la procedencia*dosis, en altura de la planta de cacao en etapa de vivero. ....	41
16. Medias obtenidas del efecto de la procedencia*dosis, en el diámetro de la planta de cacao en etapa de vivero. ....	42
17. Prueba de promedios de Tukey, obtenidos del efecto de la procedencia*fertilización, en altura de la planta de cacao en etapa de vivero. ....	43
18. Medias obtenidas del efecto de la procedencia*fertilización, en el diámetro de la planta de cacao en etapa de vivero. ....	45
19. Medias obtenidas del efecto de la procedencia*fertilización, en altura de la planta de cacao en etapa de vivero. ....	46
20. Medias obtenidas del efecto de la dosis*fertilización, en el diámetro de la planta de cacao en etapa de vivero. ....	46
21. Comparación múltiple de medias entre tratamientos para el número de hojas de cacao en etapa de vivero a los 90 dds. ....	48
22. Medias obtenidas del efecto de la procedencia*dosis*fertilización, en altura de la planta de cacao en etapa de vivero. ....	49
23. Medias obtenidas del efecto de la procedencia*dosis*fertilización, en el diámetro de la planta de cacao en etapa de vivero. ....	50
En el Anexo:	
1A. Frecuencia por bloques. ....	65
2A. Frecuencia por factor procedencia de inóculo. ....	66
3A. Frecuencia por factor dosis de inóculo. ....	66

4A. Frecuencia por factor fertilizantes. ....	66
5A. Pruebas de normalidad para altura, diámetro y número de hojas.....	67
6A. Prueba de homogeneidad de varianzas para altura y diámetro de tallo de cacao .....	68
7A. Cuadrados medios del análisis de varianza (factorial) para altura de plantas de cacao en etapa de vivero a los 30 dds. ....	68
8A. Cuadrados medios del análisis de varianza (factorial) para altura de plantas de cacao en etapa de vivero a los 60 dds. ....	69
9A. Cuadrados medios del análisis de varianza (factorial) para altura de plantas de cacao en etapa de vivero a los 75 dds. ....	70
10A. Cuadrados medios del análisis de varianza (factorial) para altura de plantas de cacao en etapa de vivero a los 90 dds. ....	71
11A. Cuadrados medios del análisis de varianza (factorial) para el diámetro de plantas de cacao en etapa de vivero a los 30 dds. ....	72
12A. Cuadrados medios del análisis de varianza (factorial) para el diámetro de plantas de cacao en etapa de vivero a los 60 dds. ....	73
13A. Cuadrados medios del análisis de varianza (factorial) para el diámetro de plantas de cacao en etapa de vivero a los 75 dds. ....	74
14A. Cuadrados medios del análisis de varianza (factorial) para el diámetro de plantas de cacao en etapa de vivero a los 90 dds. ....	75
15A. Estadísticos descriptivos. ....	76
16A. Resultado del análisis de variables con prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.....	76
17A. Comparaciones múltiples de medias entre tratamientos para el diámetro de plantas de cacao en etapa de vivero a los 45 dds. ....	77



18A. Comparaciones múltiples de medias entre tratamientos para el número de hojas de plantas de cacao en etapa de vivero a los 60 dds. ....	78
19A. Comparaciones múltiples de medias entre tratamientos para el número de hojas de plantas de cacao en etapa de vivero a los 75 dds. ....	79
20A. Número de esporas iniciales en cada procedencia del inóculo.....	80
21A. Descripción biológica de la procedencia del inóculo. ....	81
22A. Caracterización fisicoquímico de las muestras de suelo, por sustrato.....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

En el texto:

Página.

1. Proceso de infección del hongo micorriza .....	11
2. Medias marginales estimadas del efecto de la interacción procedencia*fertilización, en altura de la planta de cacao en la etapa de vivero a los 75 dds .....	44
3. Promedio de la evaluación de colonización del HMA en raíces a los 90 dds .....	51
4. Promedio de la evaluación de número de esporas del HMA en suelos a los 90 dds .....	52

En el anexo:

1A. Arreglo de tratamientos y bloques en vivero .....	83
2A. Acondicionamiento y nivelación del área del vivero.....	84
3A. Acondicionamiento del tinglado del vivero .....	84
4A. Aplicación del abono orgánico al sustrato .....	85
5A. Acondicionamiento y distribución de las bolsas .....	85
6A. Experimento para la producción de plántones de cacao instalado .....	86
7A. Inoculación con Hongos Micorriza Arbuscular .....	86
8A. Evaluación de la variable altura.....	87
9A. Evaluación de la variable diámetro.....	87

## RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de la procedencia de hongos micorrizas arbuscular (HMA), niveles de inoculación y fertilización, en el desarrollo de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.), en etapa de vivero. Se empleó un diseño de bloques completos al azar (BCA) con arreglo factorial 4A (procedencia) x 3B (dosis de inóculo) x 2C (nivel de fertilización) y tres repeticiones, haciendo un total de 24 tratamientos. El trabajo consistió en tres fases: 1) campo: obtención y colecta del fruto; 2) vivero: obtención de los plantones (evaluándose altura, diámetro y hojas); 3) laboratorio: evaluación de colonización y número de esporas de (HMA) en cacao. Resultados obtenidos a los 30 días de instalado (dds) evidencian diferencias altamente significativas ( $p \leq 0,01$ ) en el factor procedencia para la variable diámetro siendo superior el AGR 1 (Caserío Milagros). En el factor dosis del inóculo, se encontró diferencias significativas en la variable altura de planta a los 60, 75 y 90 dds y en la variable diámetro a los 30 y 60 dds con las dosis de 25 y 70 g.planta<sup>-1</sup>. El factor fertilizante mostró diferencias altamente significativas para la variable diámetro a los 75 y 90 dds presentando siendo superior el fertilizante orgánico. Así mismo, la interacción de los factores procedencia\*fertilización arrojó significancia para la variable altura a los 75 dds. Resultando mejor el AGR 1 con fertilización orgánica. La presencia de (HMA) fue mayor en el tratamiento 6. Recomendando así incluir especificidad de (HMA), análisis foliar y tipos de sustratos.

Palabras Claves: cacao, (*Theobroma cacao* L.), dosis de inoculantes, HMA, agroecosistemas.

## ABSTRACT

The objective of the study was to determine the effect of the origin of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), inoculation and fertilization levels, on the development of cocoa plants (*Theobroma cacao* L.), in the nursery stage. A randomized complete block design (BCA) with factorial arrangement 4A (provenance) x 3B (inoculum dose) x 2C (fertilization level) and three repetitions was used, making a total of 24 treatments. The work consisted of three phases: 1) field: obtaining and collecting the fruit; 2) nursery: obtaining the seedlings (evaluating height, diameter and leaves); 3) laboratory: evaluation of colonization and number of spores of (AMF) in cocoa. Results obtained after 30 days of installation (dds) show highly significant differences ( $p \leq 0.01$ ) in the factor of origin for the variable diameter, with AGR 1 being higher (Caserío Milagros). In the dose factor of the inoculum, significant differences were found in the plant height variable at 60, 75 and 90 dds and in the variable diameter at 30 and 60 dds with the doses of 25 and 70 g.plant<sup>-1</sup>. The fertilizer factor showed highly significant differences for the diameter variable at 75 and 90 dds, with organic fertilizer being higher. Likewise, the interaction of the origin \* fertilization showed significance for the height variable at 75 dds; turning out better AGR 1 with organic fertilization. The presence of (AMF) was greater in treatment 6; recommending to include specificity of (AMF), foliar analysis and types of substrates.

**Keywords:** cocoa, (*Theobroma cacao* L.), doses of inoculants, HMA, agroecosystems.

## I. INTRODUCCIÓN

El cacao es una especie originaria del Bosque húmedo tropical (Bh-t) de la región amazónica del noreste de América del Sur, cuya importancia radica en su alto contenido de aceites finos, el cual lo hace importante para la elaboración de chocolate, confitería, como también en la industria cosmética y la industria farmacéutica (Reátegui, 2011).

El Perú, presenta condiciones adecuadas para el desarrollo de esta planta, tal es el caso que a nivel nacional la superficie cacaotera es aproximadamente 84 437 mil hectáreas, de las cuales la Región San Martín posee 28 984 ha (34%) ubicándola en el primer lugar, en comparación a la Región Ucayali con 1 854 ha (2.1%), entre cultivares nativos e introducidos de cacao (híbridos y clones) (MINAG y DEVIDA, 2012). Asimismo, el MINAG (2008) indica que el 70% de la superficie instalada en Ucayali son plantaciones menores a 2 ha; el 25% de 2 a 5 ha, y el 5% de 5 a 10 ha, situadas en los distritos de Aguaytia, Irazola, Neshuya y Campo verde.

Debido a su gran extensión sembrada ha despertado diversas investigaciones, que se han centrado intensamente en el estudio agronómico o botánico del árbol de cacao; sin embargo, sobre el conocimiento del efecto del Hongo Micorriza Arbuscular (HMA) en relación al desarrollo de plántulas a nivel de vivero, se carece de información por la escasa investigación en nuestro país. A pesar de los muchos beneficios para el ecosistema amazónico.

Los hongos micorrizas arbusculares (HMA) cumplen un rol en la rizósfera de la planta, favoreciendo la nutrición mineral, principalmente en cuatro aspectos: fisiología y desarrollo de la planta, crecimiento y morfología de las raíces, procesos de absorción y disponibilidad de nutrientes (Blanco y Salas, 1997).

Hoy en día en la mayoría de viveros se desconoce acerca de la inoculación con HMA, esta práctica, restringe a la planta de su simbionte nativo en sus etapas iniciales de crecimiento que puede ser de seis meses o más. Otras prácticas de vivero tales como el uso de fungicidas y dosis altas de fertilizantes, tienden a reducir el potencial de micorrizas del suelo usado como sustrato (Ruiz, 1992). Por todo lo expuesto se desarrolló el presente estudio, siguiendo los siguientes objetivos:

## **1. Objetivo general:**

- ✓ Determinar el efecto de la procedencia del HMA, dosis de inoculación y fertilización en el desarrollo de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en etapa de vivero.

## **2. Objetivos específicos.**

- ✓ Determinar el efecto de la procedencia del inóculo de Hongo Micorriza Arbuscular en el desarrollo de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la etapa de vivero.
- ✓ Determinar el efecto de la dosis de inoculación del Hongo Micorriza Arbuscular en el desarrollo de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la etapa de vivero.
- ✓ Determinar el efecto de la fertilización en el desarrollo de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la etapa de vivero.
- ✓ Determinar el efecto de las interacciones procedencia, dosis de inoculación y fertilización en el desarrollo de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en etapa de vivero.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Antecedentes del problema

Rojas *et al.* (2014), realizaron un estudio sobre la abundancia y diversidad de HMA asociados con cacao *Theobroma cacao L.* en tres diferentes agroecosistemas (AGR), ubicados en el distrito de Irazola, provincia de Padre Abad, región Ucayali, en la Amazonía peruana. Los AGR incluyeron: 1) Cacao en monocultivo (AGR-1), 2) Cacao asociado con *Inga edulis* – guaba (AGR-2), y 3) cacao con cobertura de kudzu (*Pueraria phaseoloides*) (AGR-3). Realizando cuatro evaluaciones del número de esporas de HMA, siendo la abundancia mayor en el AGR-3, con 1 100 a 780 esporas por 100 g de suelo, seguido por los AGR-2 y AGR-1. Por otro lado, registraron una diversidad alta de HMA en el AGR-2, seguido por los AGR-1 y AGR-3; identificaron 29 especies de HMA, pertenecientes a los generos: *Acaulospora*, *Ambispora*, *Archeospora*, *Cetraspora*, *Clareideoglosum*, *Diversispora*, *Fuscutata*, *Glomus*, *Kuklospora*, *Pacispora*, *Paraglosum* y *Sclerocystis*.

Mientras que Del Valle (2013), evaluó el efecto de las micorrizas en diferentes parámetros (altura, área foliar, número de hojas, peso seco) en las plantas de cacao, instaló un vivero con cinco tratamientos: T1 (plantas testigo, suelo sin inoculación de micorrizas), T2 (suelo inoculado con *Glomus mosseae* y esterilizado), T3 (suelo inoculado con *G. mosseae* sin esterilizar), T4 (suelo inoculado con *Rhizophagus manihotis* y esterilizado), T5 (suelo inoculado con *R. manihotis* sin esterilizar), durante un periodo de cuatro meses observándose mejor resultado en los tratamientos con inóculos de *Rhizophagus manihotis*, encontrando una mayor respuesta en todos los parámetros estudiados; en cuanto al análisis micorrizico este arrojó un resultado similar con una mayor presencia de esporas así como mayor colonización micorrizica en el tratamiento de suelo inoculado con *Rhizophagus manihotis* sin esterilizar.

Por otro lado, Ruiz *et al.* (2010) desarrollaron una tecnología de inoculantes basados en micorrizas nativas para optimizar el crecimiento y desarrollo inicial de especies agroforestales en áreas degradadas en la cuenca del río Aguaytía, donde se evaluaron 6 especies de valor comercial: *Bactris gasipaes* (pijuayo), *Theobroma cacao* (cacao), *Guazuma crinita* (bolaina), *Calicophyllum spruceanum* (capirona), *Swietenia macrophylla* (caoba), y *Amburana cearensis* (ishpingo) las que fueron inoculadas con

25 g de HMA al momento del repique. Utilizaron obteniendo un Diseño de Bloques Completo al azar con 9 tratamientos y 3 repeticiones, siendo incluidos un inóculo comercial (INCO) y un testigo sin inóculo. El material del inóculo fue ubicado en 1) Campo verde (BPCV), 2) suelo degradado Campo verde (SDCV), 3) Nueva Requena (BPNR), 4) Neshuya Curimaná (BPNC), 5) Von Humboldt (BPAVH), 6) Shambillo (BPASH), 7) y San Alejandro (BPSA). El resultado indicó ninguna diferencia estadística significativa entre los tratamientos y que la mayor altura registrada fue de INCO: 38,68 cm, teniendo al menor con BPSA: 34,98 cm, mientras que en diámetro el mejor resultado tuvo el Testigo: 0,97 cm y el menor lo tuvo SDCV: 0,87 cm, en cuanto a la colonización el tratamiento INCO alcanza un 19,11%, siendo los menores porcentajes de colonización en los tratamientos BPCV y BPSA con 6,48% y 5,3% respectivamente. Además, el tratamiento testigo también presentó colonización por HMA de 8,39 %.

Mientras que Ramírez y López (2011), aplicaron Nitrafos Micorrizado en vivero de cacao, donde contaba con 200 plantas de cacao patrón IMC 67 en bolsas de 2 Kg de suelo, las cuales se dividieron en dos tratamientos, T0: 100 plantas de cacao con la práctica tradicional y T1: 100 plantas con aplicación de 300 g de Nitrafos Micorrizado, de cada tratamiento se seleccionó 10 plantas al azar, evaluando altura de planta, número de hojas, raíz y colonización micorrizal, donde se midió dos plantas al azar por tratamiento. También se midió las variables peso radicular y peso aéreo al final del ensayo. Los resultados obtenidos para la variable altura a los 45 días después de la siembra (dds) para el T1 fue de 24 cm y para el T0 de 22,5 cm, para la variable número de hojas fue de 11,3 y 9,5 para el T1 y T0 respectivamente, por otra parte el peso seco total fue para el T1: 10,88g y el T0: 6,17g. En la evaluación de colonización el T1 evidencio un 42% mientras que el T0 no evidenció colonización. Lo que le llevo a concluir que las plántulas tratadas con Nitrafos Micorrizado (300 g/planta) presentaron una excelente respuesta debido a su aumento de altura y numero de hojas, indicando que tuvieron una mejor absorción de los nutrientes del suelo, lo que se traduce en un desarrollo óptimo de la planta.

Así mismo, Aguirre *et al.* (2007) mencionan haber evaluado el efecto de la biofertilización en vivero de cacao (*Theobroma cacao* L) con *Azospirillum brasilense* (A.b.) y *Glomus intraradices* (G.i.), usando macetas de 5l de capacidad y un diseño experimental completamente al azar, con ocho tratamientos que consideraron efectos



simples de los inoculantes y las combinaciones de los mismos, un testigo sin inocular en las dos condiciones de suelo y cuatro repeticiones por tratamiento, las variables evaluadas fueron altura de la planta, número de hojas y biomasa. Los resultados obtenidos a los 30 días en altura vario de 14,89 a 18,70 cm presentando diferencias significativas siendo el mayor valor para el tratamiento inoculado con A. b. en suelo sin tratar (18,70 cm) seguido de los tratamientos A.b + G.i en suelo sin tratar, Gi en suelo sin tratar y el testigo con suelo tratado, con valores de 17,99, 17,96 y 15,98 respectivamente, a los 60 dds la altura vario de 17,88 a 20,11 cm y no hubo diferencias significativas mostrando respuestas diferentes a los obtenidos a los 30 dds, a los 90 dds si hubo diferencias significativas en el cual el testigo sin tratar presentó mayor valor con 25,77 cm seguido de los suelo sin tratar; para la variable número de hojas presento a los 90 dds el rango de valores fue de 9,13 a 12,37 hojas/planta siendo superior el tratamiento G.i con suelo sin tratar 12,37 hojas/planta, seguido del tratamiento con A.b + G.i en suelo sin tratar 11,25 hojas/lanta frente al testigo tratado 9,13 hojas/planta, lo que les llevó a concluir que la biofertilización del cacao en vivero con los microorganismos utilizados, solos o combinados, favorece el desarrollo de plantas de cacao en vivero.

También, Pinoargote (2011), estudió alternativas de sustratos orgánicos y el uso de biofertilizante micorrizico para la producción de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en vivero, donde empleo 36 tratamientos producto de la combinación de los factores: sustrato (seis proporciones de sustrato: tierra agrícola, materia orgánica, pulpa de café descompuesto (PCD) y biofertilizante (seis dosis: 0, 10, 20, 30, 40, 50 g), donde las variables evaluadas fue altura de la planta y diámetro. Los resultados obtenidos a los 60 dds indicaron que la mayor altura fue de 21,97 cm con sustrato sin PCD y con 40 g.funda<sup>-1</sup> del biofertilizante micorrizico, y la menor altura de 16,53 cm logrado por la que se desarrolló con sustrato del 20% de PCD y que no recibió biofertilizacion, a los 150 días la mayor altura lograda fue de 59,53 cm con un 40% de PCD y 30g.funda<sup>-1</sup> del biofertilizante, mientras que la menor altura fue de 44,93 cm con un 10 y 20% de PCD y sin biofertilizante; en cuanto al diámetro a los 60dds se obtuvo un 4,58 mm utilizando el sustrato de 10% de PCD y 40 g.funda<sup>-1</sup> del biofertilizante y teniendo un valor mínimo de 3,68 mm con el sustrato de 20% de PCD y 30 g.funda<sup>-1</sup> del biofertilizante, así mismo a los 150 días el mayor valor fue de 8,70 mm para el tratamiento con un 20% de PCD y 50 g.funda<sup>-1</sup> del biofertilizante, mientras que el valor mínimo fue de 6,90 mm para el tratamiento con 50% de PCD y 40 g.funda<sup>-1</sup> del

biofertilizante. Lo que llevo a concluir que las plantas de cacao obtuvieron un mejor desarrollo en sustrato con pulpa de café descompuesto más biofertilizante con micorriza.

Por su lado, Ormeño *et al.* (s.f.), establecieron un bioensayo a nivel de vivero con el fin de evaluar el efecto de diferentes tipos de abonos orgánicos en la calidad de los suelos y el crecimiento de las plántulas de cacao, un testigo y 8 tratamientos, con 4 réplicas de 25 plántulas de cacao (híbrido San Juan) cada uno para un total de 100 plantas por tratamiento. El testigo (sustrato sin aplicación de abonos, T4), Té de Estiércol 30% (T1), Té de estiércol 20% (T2), Té de Estiércol 10% (T3), Humus Líquido de Lombriz (elaborado por los productores) 7% (T5), Compost (cáscaras de cacao) 50% más Humus de Lombriz 7% (T6), Té de Compost 30% (T7), Té de Compost 10% (T8) y Té de Compost 20% (T9). Se evaluaron altura, diámetro, hojas y raíz (longitud, número, diámetro), los resultados después de cuatro meses indicaron que los mejores valores en altura fue con los tratamientos T3: 25,0, T2: 24,5 y T1: 21,7cm, mientras que el mínimo fue el T9: 15,7 cm, así mismo el mejor diámetro resulto en el T4: 5,2 mm y el menor T2: 2,2 mm, por otra parte la variable número de hojas no evidencio diferencia significativas entre tratamientos y los datos adicionales de longitud, número y diámetro de raíz evidenciar mejor desarrollo el T2, lo que conlleva a concluir que el mejor tratamiento para el desarrollo de las plántulas de cacao fue el Té de Estiércol (20%), por presentar las mismas, buena altura total y mejor desarrollo radicular, lo que le da mejores condiciones a las plantas para el trasplante en campo.

Otro estudio realizado por López *et al.*, (2007), investigaron el efecto de la fertilización inorgánica sobre la disponibilidad de nutrimentos en el suelo, el nivel nutricional del cacao y la presencia de esporas de hongos micorrízicos, en una plantación en producción, trabajando con dosis de nutrientes que fueron en gramos por árbol: 45 de nitrógeno (N), y 0, 45, 90 y 135 g.árbol<sup>-1</sup> de fósforo (P) y potasio (K), las cuales combinadas constituyeron 16 tratamientos, repetidos tres veces. Encontrando que en el segundo año de evaluación, se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos con fósforo ( $\alpha = 1\%$ ), aumentando la disponibilidad. Observándose interacción entre los niveles de P y K. La dosis de potasio de 45, 90 y 135 g.planta<sup>-1</sup> favoreció la disponibilidad de fósforo en el suelo. Después del 1er año de evaluación, los niveles de P, Ca y Mg en planta se incrementaron significativamente. Además el fósforo disponible afectó significativamente el número

de esporas de hongos micorrízicos en los sistemas de producción de cacao, el número de esporas disminuyó al incrementarse las dosis de P.

Mientras que Palencia (2009), manifiesta que en las nuevas tecnologías para instalar viveros y producir clones de cacao (*Theobroma cacao L*), se debe aplicar úrea en dosis de 100 gramos por 20 litros de agua en plántulas de 45 días. A los 75 días de edad de las plántulas, se deben hacer aplicaciones de nitrógeno, fósforo y potasio en una relación 15-45-30 de los tres (3) elementos, respectivamente. En términos de cantidades se pueden suministrar tres (3) gramos de nitrógeno, nueve (9) gramos de fósforo y seis (6) gramos de potasio para plántulas que crecen en bolsas de tres (3) kilogramos de sustrato. También indica cuando el suelo utilizado como sustrato para la nutrición de plántulas en vivero es muy pobre en fósforo, se recomienda adicionar 20 gramos de suelo micorrizado, y 10 gramos de  $P_2O_5$  por bolsa de 3 kilogramos de sustrato, cuando el patrón tiene 15 días de edad. Así mismo manifiesta que en la producción de viveros de cacao, es una estrategia viable utilizar Micorrizas para aumentar y potencializar la flora microbiana de los sustratos. Los efectos en el vivero pueden permitir la producción de plantas con una calidad fisiológica adecuada para el trasplante; sin embargo el verdadero efecto beneficioso del hongo debe manifestarse en el campo, una vez las plantas sean llevadas a su lugar definitivo de crecimiento.

Además Montañez (2009), Evaluó el efecto de la inoculación con HMA sobre plantas de aguacate en suelos provenientes de los Llanos Orientales, durante la fase de vivero. Donde utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo 3 x 3 x 3, de la combinación se obtuvieron 27 tratamientos, la unidad experimental estaba representada por una planta, se tuvieron ocho repeticiones para un total de 216 unidades experimentales. Después de 7 meses obtuvo el T16: 60 cm de altura y el T3: 26,75 cm de altura; en cuanto al promedio de número de esporas el T26: 17,75 g/suelo y el T27: 00 g/suelo; mientras que la colonización fue T7: 98,25 y T6: 1,75. Concluyendo que los mejores resultados, en cuanto a altura, porcentaje de colonización y número de esporas por gramo de suelo se obtuvieron en plantas de aguacate de la variedad Común inoculadas con micorriza.

Otros estudios por Mecinas (1990), en el bosque de Dantas Huánuco, en el cual encontró que, la inoculación con hongos micorriza arbuscular tuvo una alta micorrización en plantas de *Cedrela* y *Copaifera*, pero tuvo poco efecto sobre

*Cedrelinga*. La infección por micorriza vesículo arbuscular en las raíces de los árboles (63 a 97%) y de la regeneración natural (65 a 98%) del Bosque, así como de las plántulas en el Ensayo del vivero (89%) de *Cedrela odorata*, fue alta, por lo que pudiera suponerse sea una especie “altamente dependiente de MVA” o “micotrofa obligatoria”. Los árboles de *Cedrelinga catenaeformis* mostraron un amplio rango de infección por MVA en las raíces (9 a 45%) y, las plántulas en el Ensayo del vivero no tuvieron infección, por lo cual podríamos sugerir se trate de una especie “más o menos dependiente de MVA” o micotrofa facultativa. Y aunque la *Copaifera reticulata* estuvo en el Bosque, los dos tipos de micorrizas (MVA y ME), se pudo apreciar que la infección por MVA fue alta, por lo que también se trataría de una especie micotrofa obligatoria.

## 2.2. Bases teóricas

### A. Generalidad del cacao

#### 1. Clasificación Taxonómica

Reátegui (2011), indica que la clasificación botánica para cacao es el siguiente:

**Reino:** *Plantae (plantas)*  
**Subreino:** *Tracheobionta (plantas vasculares)*  
**División:** *Magnoliophyta (plantas con flores, angiospermas)*  
**Clase:** *Magnoliopsida (dicotiledóneas)*  
**Subclase:** *Dilleniidae*  
**Orden:** *Malvales*  
**Familia:** *Sterculiaceae*  
**Subfamilia:** *Byttnerioideae*  
**Género:** *Theobroma*  
**Especie:** *cacao* L.

#### 2. Distribución

Dostert *et al.* (2011), indican que el área de distribución natural a nivel mundial de *Theobroma cacao* se extiende desde la región de la cuenca del Amazonas y las Guayanas hasta el sur de México. Después de la llegada de los europeos a América, el cultivo del cacao se ha expandido al Caribe, Asia y África y es

hoy día pantropical, principalmente cultivado. Entre los productores más importantes son Costa de Marfil, Ghana e Indonesia. Así mismo, la ocurrencia de *Theobroma cacao* en Perú se ha documentado para ocho departamentos (Cajamarca, Cuzco, Huánuco, Junín, Loreto, Madre de Dios, Piura y San Martín) entre los 0-500 msnm, posiblemente haya más departamentos implicados que tengan el hábitat adecuado, como Ayacucho, Pasco y Ucayali.

### **3. Descripción del cacao en vivero**

Casallas (2013), indica que el vivero es el sitio donde nace y se desarrollan las plantas de cacao en sus primeros meses de vida. De las condiciones o cuidado que tenga la planta, dependerá en gran medida el éxito que tenga en el campo. Hay que tener en cuenta que la planta de cacao se siembra para muchos años, por lo que todos los cuidados que se tomen para llevar al cultivo una planta sana, vigorosa y con buena raíz, son fundamentales para asegurar la productividad. La preparación de la tierra o el sustrato para llenar la bolsa donde crecerá la planta de cacao es de vital importancia, tanto que se podría asegurar que es el 70% del éxito de un vivero. Idealmente el sustrato debería estar compuesto por una relación proporcional 1:1:1 o sea una de tierra, una de arena y una de materia orgánica.

### **4. Requerimientos nutricionales de cacao**

Mora (s.f.), menciona que el requerimiento nutricional en la etapa de vivero del cacao en g/planta es de 2.4 de nitrógeno (N), 0.6 de fósforo (P), 2.4 de potasio (K), 2.3 de calcio (Ca), 1.1 de magnesio (Mg), 0.04 manganeso (Mn) y 0.01 de zinc (Zn) respectivamente. Asimismo, López (2011), indica que a partir de un mes hasta los 4.5 meses y con una frecuencia de cada 15 días, se debe aplicar fertilizante foliar comercial a una dosis de 2.5 ml por litro de agua. Para complementar se adicionarán 5 g de fertilizante triple de calcio por planta aplicados cada mes.

Otra recomendación realizada por Mendoza (2013), manifiesta que se debe aplicar al suelo (sustrato) en proporción de 2 g de compuestos granulados de Nitrógeno, Fósforo y Potasio – NPK (por ejemplo, en concentraciones de 12-12-17, más micro elementos), para garantizar un buen crecimiento. Se realiza cuando los plantones tienen dos meses de edad, repitiéndose cuando los plantones tengan cuatro meses,

para que al momento del injerto el prendimiento sea alto. Además, se deben realizar aplicaciones foliares, rico en Nitrógeno, medio en Fósforo y menor en Potasio – NPK (por ejemplo, en concentraciones de 11-8-6, más micro elementos), cada ocho días junto con el insecticida y fungicida, a dosis de una cucharada en 10 litros de agua. Además el MINAG (2012), recomienda realizar otras prácticas de fertilización con aplicaciones frecuentes (cada 15 días) a razón de 10 a 25% de concentración de biol por mochila, también pueden ser mezclas de preparados caseros.

## 5. Producción de plantón

Consiste en producir la cantidad de plantas necesarias y que éstas sean buenas, fuertes y sanas, para que “prendan” cuando se instale en campo definitivo y crezcan bien, para cumplir con el objetivo de la plantación. El plantón de calidad es el punto final de un buen trabajo de vivero y el punto de inicio de una plantación exitosa (Uday, 2006).

Para llevar, a cabo la producción de plantones se debe realizar las siguientes actividades:

- a. **Riego:** Los plantones necesitan el agua para transportar los nutrientes y alimentos, debemos evitar que al regar el agua se evapore y debemos tratar de que el suelo la absorba, el riego se realizará de acuerdo a las condiciones de precipitación del lugar, comúnmente se realiza cada tercer día (López, 2011).
- b. **Desmalezado:** Las malezas que se desarrollen en las bolsas se eliminarán manualmente cada 15 días (Gómez *et al.* 2014).
- c. **Poda de raíces:** Si los envases (sobre todo las bolsas) se dejan mucho tiempo en la tierra, la raíz principal se “salen” y empieza a crecer en el cantero. Para evitarlo o corregirlo se realiza la poda de la raíz que sobresalen de las bolsas o envases (Uday, 2006).
- d. **Fertilización:** Se realiza con la finalidad de suplir en determinados elementos esenciales para el crecimiento de las plantas (Aguirre *et al.* 2013).

- e. **Control Fitosanitario:** Periódicamente se debe inspeccionar las plántulas para verificar que no tengan enfermedades. De presentarse plantas enfermas es preciso averiguar la causa que genera el problema (Uday, 2006).

## **B. Micorrizas**

### **1. Generalidades**

La Micorriza Arbuscular, es dentro de las micorrizas, la más antigua que se conoce y probablemente se originó hace 350 a 460 millones de años y se consideró que fue importante en la colonización del ambiente terrestre por las plantas. Es una asociación endosimbiótica lo que significa que el “hongo” invade el interior de la raíz; el término que proviene de los vocablos griego *mike*=hongo y *rrhiza*=raíz (significa literalmente “raíz fúngica”) fue empleado por primera vez por Frank en 1885 (Allen 1991, citado por Ruíz *et al.* 2011).

### **2. Clasificación de las micorrizas**

Se pueden distinguir tres grupos fundamentales según la estructura de la micorriza formada: 1) Ectomicorrizas o formadoras de manto; 2) Ectendomicorrizas, que incluye Arbutoides y Monotropoides; y las 3) Endomicorrizas, caracterizadas por la colonización intracelular del hongo, y que a su vez se subdividen en Ericoides, Orquidoides y Arbusculares (Read 1999, citado por Ruíz *et al.* 2011).

### **3. Ventajas y beneficios de la micorriza arbuscular**

Las ventajas proporcionadas por la micorrización para las plantas son numerosas. Gracias a ella, la planta es capaz de explorar más volumen de suelo del que alcanza con sus raíces, al sumársele en esta labor las hifas del hongo; también capta con mayor facilidad ciertos elementos (Fósforo, Zinc y Cobre principalmente) y agua del suelo. La protección brindada por el hongo hace que, además, la planta sea más resistente a los cambios de temperatura y la acidificación del suelo derivada de la presencia de Azufre, Magnesio y Aluminio. Las plantas asociadas con hongos micorrícicos absorben y transportan hacia la raíz más intensivamente aquellos

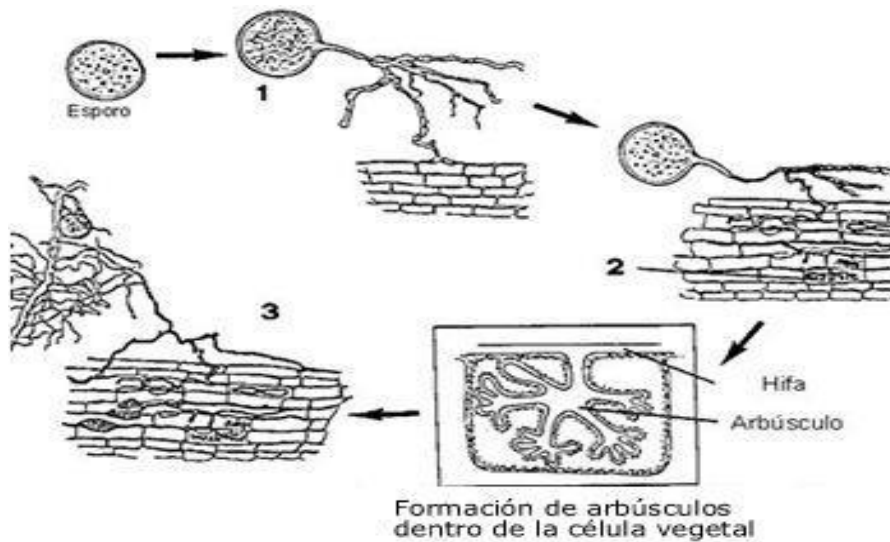
elementos nutritivos que son poco disponibles para la planta (Sierverding, 1989). Por si todo esto fuera poco, algunas reacciones fisiológicas del hongo inducen a la raíz a mantenerse activa durante más tiempo que si no estuviese micorrizada (Miller y Jastrow, 2000).

#### **4. Proceso de infección del hongo micorriza arbuscular**

En la figura 1, se muestra el proceso de infección del hongo micorriza. Donde se da la simbiosis (biotrófica) obligado y no pueden ser cultivados en ausencia del hospedante. La producción de dióxido de carbono estimula el crecimiento del hongo hacia la raíz, se considera que esta molécula es esencial para la formación de la simbiosis, pues favorece el crecimiento de la hifa y está relacionada con el catabolismo de los lípidos en el micelio. La colonización por el hongo se produce en plantas de 7-8 semanas de desarrollo. La entrada del hongo se produce por la epidermis y exodermis. Allí se ubican los apresorios. La arquitectura de la raíz determina la eficiencia de la formación de la micorriza. En el interior de la raíz, la distribución y velocidad de crecimiento del hongo está regulado por los canales de aire del parénquima (Hernández *et al.* 2003).

La colonización de la raíz involucra la formación de hifas intercelulares y arbusculos dentro de las células del parénquima. Estos realizan la transferencia de compuestos carbonados desde la planta al hongo y nutrientes inorgánicos desde el hongo a la planta. A diferencia de la relación planta patógeno, las asociaciones planta - micorrizas inician una respuesta que no alcanza los niveles necesarios para impedir la infección (Hernández *et al.* 2003).





**Figura 1. Proceso de infección del hongo micorriza.**

1. Germinación del hongo en el suelo; 2. Desarrollo del hongo en la raíz; 3. Corte transversal de la raíz y observación de las estructuras formadas. Fuente: Hernández *et al.* 2003.

### **5. Procedencia e importancia de los hongos micorriza arbuscular (HMA) nativos**

Ruíz *et al.* (2010), manifiesta que el uso de varias procedencias de HMA es porque en cada zona puede haber diferentes especies que difieren en beneficios para las plantas, unos pueden ser más efectivas que otras. La categorización o identificación de los mismos es básicamente por el morfotipo y que no son comunes para todos los lugares muestreados, lo cual podría estar asociado a cierta afinidad de éstos con determinadas especies vegetales.

A continuación, se muestra en el Cuadro 1 algunos morfotipos encontrados por Ruíz *et al.* (2010), en diferentes procedencias de la región Ucayali.

**Cuadro 1. Morfotipos de esporas más abundantes en siete lugares de la cuenca baja del río Aguaytía, Ucayali.**

<b>Lugar</b>	<b>Morfotipos de <i>Glomus</i></b>
Bosque primario Campo Verde	Esporas Amarillas
Bosque residual Nueva Requena	Racimo, esporas pequeñas, hialinas
Bosque primario Curimaná	Esporas amarillas brillante
Bosque primario Von Humboldt	Racimo, Pequeño, marrón claro
Bosque primario Shambillo	Racimo, esporas blancas, grandes y pequeñas
Bosque primario San Alejandro	Racimo, esporas pequeñas, hialinas

Fuente: Ruíz *et al.* (2010)

### **C. Fertilización**

Es la aplicación de cualquier material orgánico o inorgánico, natural o sintético, que se adiciona al suelo con la finalidad de suplir en determinados elementos esenciales para el crecimiento de las plantas (Aguirre *et al.* 2013).

Para la elección del fertilizante depende del clima, forma del nutrimento, pureza, salinidad, solubilidad en el agua y el costo. Por ejemplo, en climas frescos del 25 al 50% del Nitrógeno deberá aplicarse en forma de nitratos en cambio en climas calientes se usa más en base de amonio debido a que es más económico y rápidamente se transforma en nitrato (De la Cerda, s.f.).

#### **1. Tipo de fertilización**

##### **a. Fertilización mineral**

Los fertilizantes minerales son aquellos constituidos por compuestos inorgánicos, con esto se pretende lograr un aumento de la productividad del sistema agrícola suministrando a las plantas algunos de los elementos esenciales que necesitan mediante productos químicos de síntesis (Ancin, 2011).

## **b. Fertilización orgánica**

En su sentido más amplio, un abono orgánico es un residuo animal y/o vegetal más o menos transformado, que posee una cierta riqueza en materia orgánica y que usualmente también contiene elementos esenciales para las plantas (Ancin, 2011).

## **2. Función de los nutrientes**

Todos y cada uno de los elementos nutritivos juegan un papel específico en la nutrición vegetal (Serrano *et al.* 2010). La FAO (2002), lo divide en dos categorías (clasificación cuantitativa): a) Macronutrientes, divididos en nutrientes primarios y secundarios; b) Micronutrientes o microelementos.

### **a. Macronutrientes**

Son los nutrientes que a continuación se describe y detalla, primarios (Nitrógeno, Fósforo y Potasio) y secundarios (Magnesio, Azufre y Calcio):

#### **A. Macronutrientes.**

Serrano *et al.* (2010), a continuación describe y detalla los nutrientes primarios (nitrógeno, fósforo y potasio) y secundarios (Magnesio, Azufre y Calcio).

- i. El nitrógeno**, factor de crecimiento y desarrollo. Es absorbido del suelo bajo forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) o de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) (FAO 2002). Interviene en la multiplicación celular y se considera factor de crecimiento; es necesario para la formación de los aminoácidos, proteínas, enzimas, etc. De modo que, el aporte del nitrógeno en cantidades óptimas conduce a la obtención de forrajes y granos con mayor contenido proteico, además muy recientemente se ha demostrado la relación directa del nitrógeno con el contenido en vitaminas.

- ii. **El fósforo**, factor de precocidad. Juega un papel importante en el transporte, almacenamiento y transferencia de energía (FAO 2002). Estimula el desarrollo de las raíces y favorece la floración y cuajado de los frutos, además de formar parte de fosfolípidos, enzimas, etc. Es considerado factor de precocidad, ya que activa el desarrollo inicial de los cultivos y favorece la maduración.
- iii. **El potasio**, factor de calidad. Activa más de 60 enzimas (substancias químicas que regulan la vida), por ello juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas). Mejora la actividad fotosintética; aumenta la resistencia de la planta a la sequía, heladas y enfermedades; promueve la síntesis de lignina, favoreciendo la rigidez y estructura de las plantas; favorece la formación de glúcidos en las hojas a la vez que participa en la formación de proteínas; aumenta el tamaño y peso en los granos de cereales y en los tubérculos.
- iv. **El magnesio**, Es el constituyente central de la clorofila, el pigmento verde de las hojas que funciona como un aceptador
- v. de la energía provista por el sol (FAO, 2002). Activa numerosas enzimas del metabolismo de las proteínas y glúcidos. Favorece el transporte y acumulación de azúcares en los órganos de reserva y el del fósforo hacia el grano, al igual que el calcio, es constituyente de las paredes celulares. Influye en los procesos de óxido-reducción.
- vi. **El azufre**, Es un constituyente esencial de proteínas y también está involucrado en la formación de la clorofila (FAO 2002). Es componente de aminoácidos azufrados como la cisteína y la metionina, forma parte de vitaminas, proteínas, coenzimas y glucósidos, además participa en las reacciones de óxido-reducción formando parte de la ferredoxina.

- vii. El calcio,** Es esencial para el crecimiento de las raíces y como un constituyente del tejido celular de las membranas (FAO 2002). Es necesario en la división y crecimiento de la célula, es el elemento estructural de paredes y membranas celulares, y es básico para la absorción de elementos nutritivos, además participa junto con el magnesio en la activación de las enzimas del metabolismo de glúcidos y proteínas.

## **B. Micronutrientes o microelementos**

FAO (2002), indica que los micronutrientes o microelementos son: i) Hierro; el cual interviene en la síntesis de la clorofila y en la captación y transferencia de energía en la fotosíntesis y en la respiración, ii) Manganeso; ligado al Hierro en la formación de clorofila, iii) Zinc; siendo fundamental en la formación de auxinas, que son las hormonas del crecimiento, iv) Cobre; participa en la fotosíntesis y en el metabolismo de las proteínas, v) Molibdeno; interviene en la fijación del Nitrógeno del aire en las leguminosas, al igual que en la transformación de nitratos en el interior de la planta, vi) Boro; interviene en el transporte de azúcares, además participa en la regulación interna del crecimiento por las hormonas vegetales, en la fecundación, en la absorción de agua, en la síntesis de ácidos nucleicos y en el mantenimiento de la integridad de la membrana celular, vii) Cloro, tiene una actividad ligada a la fotosíntesis y participa en el mantenimiento de la turgencia celular.

### **2.3. Variables en estudio**

#### **a) Variables independientes**

- Procedencia del inóculo (Caserío el Milagro, Universidad Nacional de Ucayali, Caserío Mar de Plata y Caserío Tahuantinsuyo)
- Dosis de inóculos de micorriza (25, 50 y 75 g.planta<sup>-1</sup>)
- Fertilización en vivero (Orgánico e inorgánico)

#### **b) Variables dependientes y/o repuestas**

- Altura de planta (cm)
- Diámetro de planta (mm)
- Número de hojas (unidades)
- Colonización (%)
- Número de esporas/10 g de suelo.

### **III. MÉTODO**

#### **3.1. Tipo y nivel de investigación**

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

Este estudio fue tipificado aplicado (Carrasco *et al.* 2006), ya que para el desarrollo de la misma se utilizó las teorías de la micología en el manipuleo de los hongos micorrizas arbusculares (HMA) y la propagación de plantas para la obtención de los plántones de cacao.

##### **3.1.2. Nivel de investigación**

Los alcances definidos a través de la medición y análisis de la información correspondieron a una investigación de nivel experimental ya que manipularon las variables independientes (procedencia, dosis de HMA y niveles de fertilización) en relación al efecto en el desarrollo de los plántones de cacao en etapa de vivero.

#### **3.2. Método de la investigación**

##### **3.2.1. Lugar de ejecución**

La investigación se realizó en 09-12-14 al 30-05-15 en las instalaciones del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP – Ucayali), localizado en el Km. 12.400 de la Carretera Federico Basadre Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali, con coordenadas UTM 539599.78 m E - 9071534.82 m S, altitud de 154 m.s.n.m.

:

##### **3.2.2. Características climáticas**

En el cuadro 2, se muestra los registros meteorológicos durante el estudio, coincidiendo dichos valores con lo expresado por OIGE (2016), donde describe la zona como cálido, húmedo y con prominentes lluvias concentradas en todo el año. Así mismo, indica que la elevada precipitación pluvial alcanza una media anual de 2 000 mm la cual varía durante el año, con una temperatura que fluctúa entre los 19,7 °C y

30,6°C, registrándose la más alta entre mayo y agosto, y las mínimas entre diciembre y marzo.

**Cuadro 2. Registro meteorológico durante la etapa de vivero del experimento 2015**

Variables	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Temperatura Máxima (°C)	30.2	30.7	31.3	30.9
Temperatura Promedio (°C)	26.5	26.9	27.2	26.8
Temperatura Mínima (°C)	22.7	23.1	23.1	22.7
Humedad Relativa (%)	83.1	85.7	84.4	84.4
Precipitación (mm)	109.5	112.1	141.9	272.5

Fuente: Estación Meteorológica de la Universidad Nacional de Ucayali, 2015.

### 3.2.3. Material experimental

El material experimental fue colectado del Km 31 de la carretera Federico Basadre interior margen izquierdo 4 km en el Caserío Mojaral del distrito de Campo Verde, en el fundo perteneciente al señor Luis Murrieta; con coordenadas UTM 52 41 02 m E – 90 60 20 2.00 m S, a una altitud de 256 m.s.n.m.

### 3.2.4. Procedimiento

#### a) Etapa de campo

Se desarrolló de la siguiente manera:

#### i. Selección de plantas madres de cacao (*Theobroma cacao* L.)

El material empleado para el estudio fue recomendado por la empresa Alianza cacao siendo este el cacao común, y para ser seleccionadas las plantas madres debían cumplir las siguientes características; ser las más productivas y sobre todo ser las resistentes a plagas y enfermedades como moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif) y escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*).



## **ii. Selección de mazorcas de cacao (*Theobroma cacao* L.)**

En la selección de mazorcas de cacao, se buscó que los frutos no presenten problemas fitosanitarios, como moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif) y escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*), con la finalidad de obtener plantones sanos y/o tolerantes a enfermedades.

### **b) Etapa de vivero**

Consistió en los siguientes pasos:

#### **i. Preparación del sustrato**

El sustrato utilizado fue una proporción de 2:1 se empleó 4 m<sup>3</sup> de tierra agrícola y 2 m<sup>3</sup> de arena para obtener 1 152 bolsas llenas de sustrato. Se realizó el tamizado con malla metálica de un cuarto (1/4) de pulgada y mezclado de ambos componentes hasta conseguir la homogeneidad del sustrato. Para los tratamientos con fertilización orgánica se adicionaron en la preparación de sustrato 4 kg de roca fosfórica y 5 kg de guano de isla en 1 m<sup>3</sup> de sustrato.

#### **ii. Análisis físico – químico de sustrato**

Homogenizado, del sustrato se procedió a retirar dos muestras de suelo, la primera de 500 g del sustrato puro (arena + tierra agrícola) y la segunda del sustrato GI + RF (arena + tierra agrícola + guano de isla + roca fosfórica), las cuales fueron rotuladas y enviadas al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Molina, para el respectivo análisis y comparación del nivel de fertilización de cada sustrato empleado como se muestra en el Cuadro 3. Adquirido el resultado del análisis físico químico del suelo, se procedió a contrastar los valores obtenidos y los óptimos según (García, 2017). Indicando que el sustrato puro (arena + tierra agrícola) registra un pH ligeramente ácido con bajo nivel de materia orgánica, fósforo y potasio, asimismo el sustrato GI + RF (arena + tierra agrícola + guano de isla + roca fosfórica), presenta un pH moderadamente ácido, con bajo nivel de fósforo, con un nivel medio de materia orgánica y potasio (Díaz, 2015). Estas características, pertenecen a un

suelo con aptitud para cultivos permanentes de calidad agronómica baja (C3s), según la clasificación por capacidad de uso mayor.

**Cuadro 3. Parámetros físico químicos de sustratos.**

Descripción	pH	M.O %	P Ppm	K Ppm	Textura	Cationes cambiabiles (meq/100g)			
						Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
						Sustrato GI+RF	6.03	2.25	5.3
Sustrato puro	6.46	1.99	1.9	109	*Fr. A.	5.88	1.28	0.37	0.05

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria la Molina 2015.

\* Franco arenoso; GI: Guano de Isla; RF: Roca fosfórica.

### iii. Llenado de bolsas

Para esta actividad se utilizaron bolsas negras de polietileno de 4 kg de capacidad y con dimensiones de 15 cm x 27,2 cm y 0,2 mm de espesor con perforaciones en la base. Con el objetivo de poseer bolsas en perfectas condiciones, las puntas de estas fueron insertadas hacia el interior, antes del llenado y en el momento del llenado se compacto el sustrato con ligeros golpes en el piso.

### iv. Acondicionamiento de bolsas en vivero

Llenada las bolsas, se procedió a distribuir los tratamientos y repeticiones dejando 10 cm de ancho entre cada columna de tratamientos y 42 cm entre cada columna de las repeticiones (Figura 2A). El área empleada en la distribución de los tratamientos y repeticiones fue de 5 m x 10 m, a efectos de un mejor manejo (espaciamiento, riego y desmalezado de las bolsas con plantones) a los 49 días después de siembra (dds) el ensayo se amplió el área a 10 m x 10 m. Siempre manteniendo la misma distribución de los tratamientos y entre repeticiones para evitar generar el error experimental.

#### **v. Obtención y selección de la semilla de cacao (*Theobroma cacao* L.)**

Para obtener las semillas se procedió a cortar de forma transversal las mazorcas de cacao con un cuchillo, una vez abierto, se procedió a seleccionar las semillas de la parte central de la mazorca, obteniendo así 4 Kg de semilla de 60 mazorcas de cacao, el tamaño de las semillas osciló entre  $20.5 \pm 1.5$  mm razón por la cual se bloquearon, cabe señalar que el criterio para la selección de semilla de cacao fue recomendado por la empresa Alianza Cacao del Perú.

#### **vi. Preparación de la semilla de cacao (*Theobroma cacao* L.)**

Las semillas fueron refregadas con arena y aserrín para conseguir la eliminación completa del mucilago, posteriormente se enjuago con agua para obtener semillas libre de impurezas.

#### **vii. Pre germinado de la semilla de cacao (*Theobroma cacao* L.)**

Las semillas se colocaron en tinas por un periodo de tres días, las mismas que fueron cubiertas con agua corriente en un 100%. Posteriormente, se realizó recambios de agua diariamente hasta el día tres, periodo en el cual todas las semillas empezaron a pre germinar, observando la emisión de la radícula.

#### **viii. Preparación del inóculo**

Los inóculos de HMA fueron obtenidos de camas de multiplicación del Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana (IIAP-Ucayali) siete días antes de la instalación de los plántones, el inóculo provino de plantas trampas de maíz (*Zea mays*) variedad Marginal 28 Tradicional cuyo ciclo de cultivo ya había culminado; se procedió a retirar la parte aérea seca del área de extracción y se colectó la muestra del inóculo de un área de  $2800 \text{ cm}^2$  y 15 cm de profundidad, colocándolo en una bolsa negra de plástico grande la que a su vez se colocó en un saco blanco de polietileno. El contenido obtenido a base de suelo y raicillas finas (terciarias) se homogenizó y se volvió colocar en las bolsas para su uso al momento de la siembra de las semillas; asimismo, el inóculo estaba compuesto por una gran diversidad biológica (Cuadro 22A) de HMA.

### ix. Siembra e inoculación de la semilla pre-germinada

En las bolsas llenas con el sustrato se procedió a realizar una pequeña perforación en la parte central con ayuda de un tubo de PVC 2", para adicionar en dicha área los inóculos de las diferentes procedencias (Cuadro 4), con sus respectivos niveles del factor dosis de inoculación (25, 50, 75 g) según correspondía, así mismo antes de aplicar el inóculo se realizó el conteo de número de esporas a cada procedencia (Cuadro 21A) el mismo que consistió en la aplicación del método de tamizado, húmedo y decantado. La semilla pre-germinada se colocó encima del inóculo, en posición vertical (la punta radicular hacia abajo), se cubrió con el inóculo la mitad de la semilla.

**Cuadro 4. Ubicación de las procedencias de inóculo de HMA empleadas**

P*	Código	Coordenadas UTM		Agro-ecosistema	Zona
		E	S		
1	AGR-1	494352	9028651	Asociado con cobertura kudzu	Caserío Milagros Distrito Von Humbolth
2	AGR-2	546907	9070612	Multiclona	Universidad Nacional de Ucayali, Distrito Manantay
3	AGR-3	490557	9036656	Asociado con guaba	Caserío Mar de Plata Distrito Von Humbolth
4	AGR-4	474911	9026121	Asociado con cobertura ushpica	Caserío Tahuantinsuyo Distrito Irazola

Fuente: \*Rojas K. 2016.

\*P: Procedencia; AGR-1= Agro-ecosistema con cobertura de Kudzu (*Pueraria phaseoloides*); AGR-2= Agro-ecosistema multiclona; AGR-3= Agro-ecosistema con guaba (*Inga edulis*); AGR-4= Agro-ecosistema con cobertura de ushpica (*Commelina sp.*).

## **x. Aplicación de los niveles de fertilización**

La aplicación de los fertilizantes se dividió en dos momentos, la primera a los 49 dds y la segunda a los 82 dds; optando por el método localizado, el cual consistió en la apertura de un canal de 1 cm de ancho, posteriormente la aplicación del fertilizante y para concluir se cubrió el canal con tierra y hojarasca.

La preparación de los fertilizantes se detalla a continuación:

Fertilización orgánica: 4 Kg de roca fosfórica y 5 Kg de guano de isla en 1 m<sup>3</sup> de sustrato.

Fertilización inorgánica: 8 g (2 g urea, 4 g superfosfato triple y 2 g cloruro de potasio) en 1 m<sup>3</sup> de sustrato.

## **xi. Manejo en vivero**

**a) Riego**, no fue uniforme en el tiempo, ya que se basó en las condiciones ambientales de cada día, principalmente en la presencia de precipitaciones, y los días de riego se realizó presurizado mediante la adaptación de una pistola de riego en la manguera de distribución de agua y de manera intermitente por 10 minutos, en la mañana y en la tarde; se empleó un caudal de 0.18 litros por segundo, siendo un total de 216 litros de agua al día.

**b) Maleza y humedad**, se empleó plástico de polietileno de color azul para evitar la presencia de maleza en los espacios abiertos, se colocó como un falso piso debajo de las bolsas cubriendo toda el área de 10 m x 10 m.

**c) Intensidad de luz (sombra)**, se empleó malla rashell de 80% y 50% de sombra de color verde para evitar la luz directa en el manejo de los plantones. El tiempo que se manejó los plantones con malla de 80 % de sombra fue hasta los 79 dds; posterior a ello, se empleó la malla de 50 % de sombra.

## **xii. Evaluación de las variables en los plántones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en vivero**

Para la evaluación de crecimiento se tomó en cuenta las recomendaciones de \*Fasabi (comunicación personal, 2014) como se detalla a continuación; el mismo, que se registró a partir de los 30 dds hasta 90 dds, siendo evaluado cada 15 días las variables respuestas en las instalaciones del Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana.

- a) Altura; se tomó desde la base del tallo hasta la base del ápice. Empleándose una regla graduada en cm de metal de 100 cm de longitud y se midió cada 15 días, en las primeras horas de la mañana.
- b) Diámetro; se registró entre la base del cuello radicular y la base del tallo. El instrumento empleado fue un calibrador vernier digital de 150 mm y se midió cada 15 días.
- c) Número de hojas; se registró a través de observaciones directas cada 15 días y se registró en la ficha descriptiva del desarrollo de los plántones de cacao.

### **c) Etapa de laboratorio**

Esta etapa se llevó a cabo en las instalaciones del laboratorio de pruebas biológicas del IIAP-Ucayali, a los 90 días después de la siembra (dds) con una muestra al azar de 9 plantas por tratamiento para evaluar la colonización en raíces y el número de esporas en suelo.

#### **i. Evaluación de colonización de HMA en raíces de cacao**

Se empleó la metodología sugerida por Ruiz *et al.* (2011), donde:

- 1) Se seleccionaron raíces finas (terciarias) de plántones de cacao, las cuales se colocaron en tubos de ensayo debidamente rotulados.

- 2) A cada tubo de ensayo de 25 ml de capacidad, se agregó KOH al 10% hasta cubrir las raíces por 24 horas, realizando recambio de KOH a 12 horas, lo cual permitió la remoción de los pigmentos, posterior a ello se sometieron los tubos de ensayo a baño maría por una hora a una temperatura de 90°C.
- 3) Una vez concluido el tiempo se eliminó el KOH y se agregó el colorante (Tinta rojo + vinagre) a cada tubo de ensayo hasta cubrir las raíces.
- 4) Incorporado el tinte en los tubos, se dejó en baño maría por 15 minutos más, al término se retiró el colorante y se enjuagó 1 vez con agua corriente.
- 5) La evaluación de colonización, consistió en colocar 10 segmentos de raíces con tamaño aproximado de 1 cm de longitud en un porta objeto, sobre los cuales se agregó glicerol al 50% hasta cubrir la laminilla; luego se procedió a evaluar con ayuda de un microscopio. Estimando el porcentaje de colonización por el método no sistemático (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Método no sistemático de estimación de colonización HMA en raíces**

<b>Intensidad</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Descripción</b>
1	0-5	Escasas zonas colonizadas
2	6-25	Zonas pequeñas
3	26-50	Zonas más extensas
4	51-75	Sólidamente colonizada
5	76-100	Sin zonas no colonizadas

Fuente: Ruiz *et al.* 2011

## **ii. Evaluación de la presencia de esporas de HMA en el sustrato de los plántones de cacao**

La evaluación de densidad de esporas se determinó a partir de 10 g de suelo por el método de tamizado, húmedo y decantado seguido de centrifugación

en sacarosa. A continuación se describe el procedimiento recomendado por Ruiz *et al.* (2011):

- 1) Los 10 g de suelo obtenidos de cada plantón seleccionado de cacao) se homogenizó en un vaso precipitado con agua, este contenido se agregó en una probeta de 1000 ml, al cual se realizó 5 movimientos de vaivén con la probeta; seguido del proceso de decantación por 15 segundos
- 2) Concluido el tiempo, se vertió el sobrenadante en tamices de 250 y 45  $\mu\text{m}$ . El contenido del tamiz de 45  $\mu\text{m}$  se colectó en tubos de centrifuga agregando agua hasta los 25 ml y completando hasta los 50 ml con solución azucarada al 45%.
- 3) Los tubos debidamente rotulados se centrifugaron a 2000 rpm/minuto. El sobrenadante se colectó en el tamiz de 45  $\mu\text{m}$  y con la ayuda de una piceta, se enjuagó a las esporas colectadas y se colectó en una placa petri.
- 4) La observación y conteo se realizó con ayuda de un estereoscopio a 40 x, la placa petri previamente debe ser marcada con líneas separadas para establecer campos de conteo en el estereoscopio. La concentración de esporas se expresó en números de esporas/10 g de suelo.

### **3.3. Diseño de la investigación**

Se aplicó un diseño experimental ya que se manipuló las variables independientes al tener diferentes procedencias, niveles de inóculo de HMA y diferentes niveles de fertilización, para proceder a evaluar el efecto en las variables dependientes como el diámetro la altura y el mayor número de hojas observados en el desarrollo de los plantones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la etapa de vivero.

#### **3.3.1. Diseño experimental**

El experimento se ajustó a un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con arreglo factorial de 4A (procedencias) x 3B (Dosis de inóculo) x 2C



(niveles de fertilización), teniendo un total de 24 tratamientos con tres repeticiones, 72 unidades experimentales y cada unidad experimental estuvo constituido por 16 plantas, utilizando 1152 plántones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en todo el experimento.

### 3.3.2. Modelo matemático

El modelo matemático utilizado para el análisis fue:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + C_k + AC_{ik} + BC_{jk} + ABC_{ijk} + B_l + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

$i = 1, 2, 3, 4$  (factor A)  $j = 1, 2, 3$  (factor B)  $k = 1, 2$  (factor C)

$l = 1, 2, 3$  (Bloque)

$\mu$  = Media general

Factor A = Procedencia de inóculo

Factor B = Dosis de inóculo

Factor C = Tipo de fertilizante.

A X B = interacción Procedencia x dosis de inóculo

A X C = interacción Procedencia x tipo de fertilizante.

B X C = interacción dosis de inóculo x tipo de fertilizante.

A X B X C = interacción procedencia x dosis de inóculo x tipo de fertilizante.

Bloque B<sub>l</sub> = de acuerdo al tamaño de la semilla. (Bloque I: 18.00- 19.99, II: 20.00-21.50, III: 21.51-22.26 mm).

$\varepsilon_{ijkl}$  = Error aleatorio

### 3.3.3. Esquema del análisis de Varianza

**Cuadro 6. Esquema del análisis de Varianza de los tratamientos (ANOVA)**

<b>FV</b>	<b>GI</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F<sub>c</sub>/F<sub>obs</sub></b>
Bloque B	B-1	SCB	CMB	CMB/CMError
Factor P	P-1	SCP	CMP	CMP/CMError
Factor D	D-1	SCD	CMD	CMD/CMError
Factor F	F-1	SCF	CMF	CMF/CMError
D*F	(D-1)(F-1)	SCD*F	CMD*F	CMD*F/CMError
P*D	(P-1)(D-1)	SCP*D	CMP*D	CMP*D/CMError
P*F	(P-1)(F-1)	SCP*F	CMP*F	CMP*F/CMError
P*D*F	(P-1)(D-1)(F-1)	SCP*D*F	CMP*D*F	CMP*D*F/CMError
Error	GI Error	SCError	CMError	
Total	(B*P*D*F*r) -1	SCt	CMt	

Dónde:

FV= Fuente de variación; GI= Grado de libertad; SC= Sumas de cuadrados; CM= Cuadrados medios; F<sub>c</sub>/F<sub>obs</sub>= F calculado; B= Bloque; P= Procedencia; D= Dosis; F= Fertilización.

### 3.3.4. Tratamiento

En el Cuadro 7 se muestra los factores y niveles de los tratamientos en estudio, así mismo, en el Cuadro 8 se muestra la combinación de los factores con sus respectivos niveles:

**Cuadro 7. Factores y niveles de los tratamientos**

<b>Factores</b>	<b>Niveles</b>
A= Procedencia del inóculo	a <sub>1</sub> AGR – 1
	a <sub>2</sub> AGR – 2
	a <sub>3</sub> AGR – 3
	a <sub>4</sub> AGR – 4
B= Dosis de inoculo	b <sub>1</sub> 25 g.planta <sup>-1</sup>
	b <sub>2</sub> 50 g.planta <sup>-1</sup>
	b <sub>3</sub> 75 g.planta <sup>-1</sup>
C= Fertilización	c <sub>1</sub> Fertilización en sustrato con Guano Isla y Roca Fosfórica
	c <sub>2</sub> Fertilización con N P K

Fuente: Elaboración Propia.

Dónde:

AGR-1= Agro-ecosistema con cobertura de Kudzu extraído del Caserío el Milagro.

AGR-2= Agro-ecosistema multiclonal extraído de la Universidad Nacional de Ucayali.

AGR-3= Agro-ecosistema con guaba extraído del Caserío Mar de Plata.

AGR-4= Agro-ecosistema con cobertura de ushpica extraído del Caserío Tahuantinsuyo.

25 g.planta<sup>-1</sup> = 25 g de inóculo por planta.

50 g.planta<sup>-1</sup> = 50 g de inóculo por planta.

75 g.planta<sup>-1</sup> = 75 g de inóculo por planta.

**Cuadro 8. Tratamientos del experimento con sus combinaciones de cuatro procedencias de HMA con tres dosis de inóculo HMA y dos tipos de fertilización en etapa de vivero**

<b>Tratamiento</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Dosis</b>	<b>Fertilización</b>
1	AGR – 1	25 g	Guano de isla + Roca fosfórica
2	AGR – 1	25 g	N-P-K
3	AGR – 1	50 g	Guano de isla + Roca fosfórica
4	AGR – 1	50 g	N-P-K
5	AGR – 1	75 g	Guano de isla + Roca fosfórica
6	AGR – 1	75 g	N-P-K
7	AGR – 2	25 g	Guano de isla + Roca fosfórica
8	AGR – 2	25 g	N-P-K
9	AGR – 2	50 g	Guano de isla + Roca fosfórica
10	AGR – 2	50 g	N-P-K
11	AGR – 2	75 g	Guano de isla + Roca fosfórica
12	AGR – 2	75 g	N-P-K
13	AGR – 3	25 g	Guano de isla + Roca fosfórica
14	AGR – 3	25 g	N-P-K
15	AGR – 3	50 g	Guano de isla + Roca fosfórica
16	AGR – 3	50 g	N-P-K
17	AGR – 3	75 g	Guano de isla + Roca fosfórica
18	AGR – 3	75 g	N-P-K
19	AGR – 4	25 g	Guano de isla + Roca fosfórica
20	AGR – 4	25 g	N-P-K
21	AGR – 4	50 g	Guano de isla + Roca fosfórica
22	AGR – 4	50 g	N-P-K
23	AGR – 4	75 g	Guano de isla + Roca fosfórica
24	AGR – 4	75 g	N-P-K

Fuente: Elaboración Propia.

### **3.4. Población y muestra**

Para el presente estudio se contó con una población de 1152 plántones de cacao repicados, siendo estos empleados como unidad de análisis los plántones de cacao en etapa de vivero; asimismo tuvo por tamaño de muestra 16 plantas/tratamiento, donde se empleó un muestreo aleatorio simple través de balotas.

### **3.5. Descripción de técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La evaluación de las variables de crecimiento: altura de planta (cm), diámetro de tallo (mm) y número de hojas, se realizó a través de la técnica de observación directa cada 15 dds durante un periodo de tres meses en el vivero del IIAP-Ucayali, empleando fichas descriptivas para cada variable.

Por otra parte las variables de porcentaje de colonización, crecimiento del número de esporas y el desarrollo radicular se midieron en el laboratorio del IIAP-Ucayali; siendo estos observados de manera directa y evaluada a través de cuadros descriptivos y fichas que indican o miden el grado de desarrollo del hongo en la planta ello se efectuó a los 90 dds.

### **3.6. Análisis estadístico**

Se realizó el análisis de varianza ( $p \leq 0.05$ ), para determinar el efecto de los factores y tratamientos, cuando hubo diferencias significativas se utilizó la prueba Tukey, con el 95 % de confianza para la comparación de medias, mediante el paquete estadístico IBM SPSS STATISTICS versión 22, para los valores que no cumplían los supuestos paramétricos se realizó la prueba Kruskal Wallis, utilizando el paquete estadístico InfoStat versión 2015.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Efecto de la procedencia del inóculo de HMA en el desarrollo del cacao (*Theobroma cacao* L.) en la etapa de vivero

Se muestra el ANVA (ver anexo cuadro 7A, 8A, 9A, 10A, 11A, 12A, 13A, 14A) para la variable altura y diámetro de la planta de cacao, que el análisis estadístico muestra que el factor procedencia del inóculo, respecto a la variable altura de planta, no existe significancia estadística ( $p \leq 0.05$ ), sin embargo, realizando el análisis descriptivo se observa que las plantas del tratamiento procedencia AGR 1 presentan el mayor crecimiento de altura con un 35.99 cm a los 90 dds, seguido de AGR 3 (35.47 cm) y AGR 4 (34.71), ver Cuadro 9. Asimismo, para la variable diámetro de la planta; sí se encontraron diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ) a los 30 dds y significativa ( $p \leq 0.05$ ) a los 60 dds respectivamente (ver anexo Cuadro 11A, 12 A).

Para la variable diámetro de planta se realizó la prueba de Tukey (Cuadro 10), con un nivel de significancia del ( $p \leq 0.05$ ), mostrando que el mayor diámetro de planta a nivel del ras del suelo a los 30 dds lo obtuvo la procedencia AGR 1 con 3,84 mm, seguido por las procedencias AGR 2 (3,78 mm) y AGR 3 (3,72 mm), en tal sentido, la procedencia AGR 1 fue estadísticamente superior al AGR 4 (3,64 mm). Así mismo a los 60 dds, este presentó un similar resultado donde la procedencia AGR 1 con 5.44 mm fue mayor, seguido por las procedencias AGR 2 (5,26 mm) y AGR 3 (5,25 mm), donde AGR 4 obtuvo menor resultado con 5,22 mm a los 60 dds.

El no encontrar diferencias estadísticas en las procedencias frente a la variable respuesta altura podría atribuirse a la ocurrencia y funcionalidad ecológica de los HMA. Así como la influencia del tipo del suelo y sus características físicas y químicas del mismo (Rojas 2010): las propiedades físicas del sustrato empleado (ver anexo Cuadro 23A) nos indica que por tratarse de un sustrato franco arenoso, este indicó de forma negativa en el desarrollo de los micelios- además, Tisdall. 1994, citado por Rojas 2010, manifiesta que la arquitectura tridimensional del micelio externo de los HMA incrementa la absorción de nutrientes para la planta y además contribuye en el estabilización de agregados al mantener físicamente unidas a las partículas del suelo. Además cabe resaltar que las procedencias venían de diferentes agroecosistemas cada una con sus características y propiedades específicas.

No obstante la variable respuesta diámetro tuvo significancia atribuyéndolo a la relativa tolerancia de algunos HMA, induciendo a ciertos HMA con características para persistir en ambientes específicos (Rojas, 2010), siendo este reflejado por la procedencia AGR 1 que es la que presenta menos diversidad biológica como inoculo (ver anexo Cuadro 22A), pero mejor resultado entre las procedencias atribuyendo tal vez a la especificidad y/o efectividad de los HMA manifestado por Ruiz et al. 2010 y Rojas 2010. Asimismo, esto también se puede ver reflejado en la relación esporas en 10 g de suelo<sup>-1</sup>), sin embargo la procedencia AGR 2 y AGR 3 fueron las que presentaron mayor número de esporas 84 y 70 esporas. 10 g suelo<sup>-1</sup> respectivamente. Estos datos coinciden relativamente con los obtenidos por Rojas *et al.* (2014), donde obtuvieron valores máximo y mínimo para AGR 2 y AGR 3 que oscila entre 110 a 78 esporas. 10 g de suelo<sup>-1</sup>, también determino que en abundancia de esporas entre las procedencias evaluadas existen diferencias significantes.

De igual manera Del Valle (2013), evaluando el efecto de las micorrizas en diferentes parámetros (altura, área foliar, número de hojas, peso seco) en las plantas de cacao en vivero, demostró que el mejor resultado lo obtuvo con inóculos de *Rhizophagus manihotis*, en comparación a *Glomus mosseae* ya sea en sus diferentes tratamientos, encontrados así un mejor resultado en todo los parámetros estudiados. En este sentido algunas de las especies dentro de la procedencia AGR 1 presentaron mejor efectividad en cuanto al desarrollo de los plantones de cacao indistintamente de la variable respuesta.

**Cuadro 9. Medias obtenidas del efecto de la procedencia, en altura de la planta de cacao en etapa de vivero a los 90 dds.**

Factor	Nivel	Altura			
		30dds	60dds	75dds	90dds
		----- cm.planta <sup>-1</sup> -----			
Procedencia	AGR 1	<b>16.84 a</b>	<b>22.46 a</b>	<b>29.65 a</b>	<b>35.99 a</b>
	AGR 2	16.12 a	22.00 a	28.08 a	34.00 a
	AGR 3	16.30 a	22.26 a	28.62 a	35.47 a
	AGR 4	16.10 a	21.89 a	28.23 a	34.71 a

Fuente: Elaboración Propia.

\*Valores promedio en una misma columna seguida por diferente letra indican diferencias significativas ( $p < 0,01$ ;  $p < 0,05$ ) entre ellas; AGR 1= Caserío Milagros; AGR 2= Universidad Nacional de Ucayali; AGR 3= Caserío Mar de Plata; AGR 4= Caserío Tahuantinsuyo; dds= Días después de la siembra.

**Cuadro 10. Prueba de promedios de Tukey del efecto de la procedencia, en diámetro de la planta de cacao en etapa de vivero a los 30 y 60 dds.**

Factor	Nivel	Diámetro			
		30dds	60dds	75dds	90dds
		----- mm.planta <sup>-1</sup> -----			
Procedencia	AGR 1	<b>3.84 a</b>	<b>5.44 a</b>	<b>6.29 a</b>	7.20 a
	AGR 2	3.78 ab	5.26 ab	6.14 a	7.18 a
	AGR 3	3.72 ab	5.25 ab	6.22 a	<b>7.30 a</b>
	AGR 4	3.64 b	5.22 b	6.10 a	7.17 a

Fuente: Elaboración Propia.

\*Valores promedio en una misma columna seguida por diferente letra indican diferencias significativas ( $p < 0,01$ ;  $p < 0,05$ ) entre ellas; AGR 1= Caserío Milagros; AGR 2= Universidad Nacional de Ucayali; AGR 3= Caserío Mar de Plata; AGR 4= Caserío Tahuantinsuyo; dds= Días después de la siembra.



#### 4.2. Efecto de la dosis de inóculo en el desarrollo del cacao (*Theobroma cacao* L.) en la etapa de vivero

De acuerdo con el análisis de varianza (ver Cuadro 7A, 8A, 9A, 10A, 11A, 12A, 13A, 14A), para la variable altura y diámetro de la planta de cacao; el análisis estadístico del factor dosis del inóculo respecto a la variable altura de planta, muestra que existe significancia estadística ( $p \leq 0.05$ ), ver anexo Cuadro 8A, 9A, 10A, a los 60, 75 y 90 dds respectivamente. Así mismo la variable diámetro de la planta; se encontró diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ), a los 30 dds a los 60 dds respectivamente (Ver anexo Cuadro 11A, 12A).

En el análisis de comparación de medias se observa un comportamiento diferenciado por evaluación para ambas variables, tal es el caso que en la variable altura se realizó la prueba de Tukey (Cuadro 11) con un nivel de significancia del ( $p \leq 0.05$ ), donde a los 60 y 90 dds destaca la dosis de 75 g.planta<sup>-1</sup> (22,73 y 35,63 cm respectivamente) a los 75 dds la dosis de 25 g.planta<sup>-1</sup> con 29,24 cm, así mismo se tiene que la dosis de 50 g.planta<sup>-1</sup> registró la menor media en el tiempo y a los 90 dds registro una altura de 34,01 cm.

En la comparación de medias para la variable diámetro se realizó la prueba de Tukey (Cuadro 12) con un nivel de significancia del ( $p \leq 0.05$ ), en evaluaciones donde se encontró significancia a los 30 y 60 dds; teniendo así que la dosis de 25 g.planta<sup>-1</sup> presentó mayor media (3,81 y 5,38 mm respectivamente); sin embargo la dosis de menor media varío por evaluación, a los 30 dds fue la dosis de 75 g.planta<sup>-1</sup> y a los 60 dds la dosis de 50 g.planta<sup>-1</sup>. Así mismo el análisis descriptivo indica que la dosis de 75 g.planta<sup>-1</sup> obtuvo el mejor diámetro con 7.27 mm a los 90 dds.

Analizado os resultados de desarrollo con las diferentes dosis de inóculo de HMA, se evidencia mejor respuesta con dosis de 25 g.planta<sup>-1</sup>, hasta los 60 dds em ñas diferentes variables respuestas evaluadas, difiriendo así de lo manifestado por Ruiz *et al.*, (2010), donde indica que pese a existir diferencias descrtivas entre tratamientos el efecto de la inoculación con HMA no fue significativo posiblemente a la dosis baja de inoculante utilizado (25 g.planta<sup>-1</sup>), es probable que en dicho estudio no se ha ya evidenciado significancia por carecer de un inóculo de amplia diversidad biológica y/o efectividad que requería el objeto en estudio, toda vez que Ruiz *et al.* (2010),

manifiestan que puede haber especies que difieren en beneficios para las plantas donde unos pueden ser más efectivas que otras siendo esta teoría respaldada por Rojas (2010).

De igual manera Aguirre *et al.* (2007), mencionan que empleado abonos orgánicos en la fase de vivero de cacao (*Theobroma cacao L.*), con *Azospirillum brasilense* y *Glomus intraradices*, obtuvo mejor resultado frente al testigo hasta los 60 dds, pero sostiene que sus indicadores cambiaron significativamente para la variable respuesta altura resaltando el testigo con una media 25,77 cm a los 90 dds, este resultado difiere con los promedios obtenidos en este trabajo toda vez que a los 90 dds se obtuvo una media de 35,63 cm con 75 g.planta<sup>-1</sup> de inóculo siendo este valor significativo en comparación con los otros niveles. Por su lado Pinoargote (2011), estudiando alternativas de sustratos orgánicos y biofertilizantes micorrízicos, obtuvo mejor resultado en sus variables evaluadas altura y diámetro (21,97 cm y 4,58 mm respectivamente) empleando sustrato con el 10% de pulpa de café descompuesta con 40 g.planta<sup>-1</sup> de inóculo a los 60 dds, estos valores se encuentran reflejado en los rangos obtenidos de cada indicador (Cuadro 13, 14), estos resultados concluyeron que mejor respuesta se obtiene en las plántulas de cacao biofertilizadas (Aguirre *et al.* 2007 y Pinoargote 2011). En este caso, los microsimbiontes inoculados fueron eficaces en inducir mayor desarrollo en el tallo, efecto que según O'Keefe y Sylvia (1992) citado por Aguirre *et al.* (2007), se debe al incremento en la superficie de absorción externa que se presenta con el crecimiento del micelio.

Asímismo Palencia (2009), manifiesta que los efectos en el vivero pueden permitir la producción de plantas con una calidad fisiológica adecuada para el trasplante, pero el verdadero efecto beneficioso del hongo debe manifestarse en el campo una vez las plantas sean llevadas a su lugar definitivo de crecimiento.

**Cuadro 11. Prueba de promedios de Tukey del efecto de la dosis del inóculo, en altura de la planta de cacao en etapa de vivero a los 60, 75 y 90 dds.**

Factor	Nivel	Altura			
		30dds	60dds	75dds	90dds
		----- cm.planta <sup>-1</sup> -----			
Dosis	75 g.planta <sup>-1</sup>	<b>16.48 a</b>	<b>22.73 a</b>	28.93 ab	<b>35.63 a</b>
	25 g.planta <sup>-1</sup>	16.32 a	22.23 ab	<b>29.24 a</b>	35.49 b
	50 g.planta <sup>-1</sup>	16.22 a	21.50 b	27.78 b	34.01 b

Fuente: Elaboración Propia.

\*Valores promedio en una misma columna seguida por diferente letra indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre ellas.

0

**Cuadro 12. Prueba de promedios de Tukey del efecto de la dosis del inóculo, en diámetro de la planta de cacao en etapa de vivero a los 30 y 60 dds.**

Factor	Nivel	Diámetro			
		30dds	60dds	75dds	90dds
		----- mm.planta <sup>-1</sup> -----			
Dosis	25 g.planta <sup>-1</sup>	<b>3.81 a</b>	<b>5.38 a</b>	<b>6.23 a</b>	7.23 a
	50 g.planta <sup>-1</sup>	3.72 ab	5.21 b	6.09 a	7.14 a
	75 g.planta <sup>-1</sup>	3.71 b	5.28 ab	6.21 a	<b>7.27 a</b>

Fuente: Elaboración Propia.

\*Valores promedio en una misma columna seguida por diferente letra indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre ellas.

#### **4.3. Efecto de la fertilización en el desarrollo del cacao (*Theobroma cacao* L.) en la etapa de vivero.**

En referencia al efecto de fertilización se muestra el ANVA (ver anexo Cuadro 7A, 8A, 9A, 10A, 11A, 12A, 13A, 14A), para la variable altura y diámetro de la planta de cacao, así mismo el análisis estadístico del factor fertilización se realizó con un nivel de significancia del ( $p \leq 0.05$ ), obteniendo así para la variable altura de la planta significancia a los 30 y 60 dds sin embargo el nivel N-P-K fue aplicado a los 49 dds en tal sentido se asume un efecto del tipo de fertilización a partir de los 60 dds (Ver anexo Cuadro 8A), para la variable diámetro de la planta se encontró significancia a los 30, 75 y 90 dds (ver anexo Cuadro 13A, 14A), asumiendo un efecto en el tipo de fertilización a los 75 y 90 dds.

En el Cuadro 13, se evidencia en el análisis descriptivo, del factor fertilización en la variable altura de la planta, que el mejor crecimiento es obtenido por guano de isla + roca fosfórica (GI + RF) con 35 cm a los 90 dds y teniendo un menor indicador de crecimiento en altura de la planta la fertilización de N-P-K con 34,79 cm a los 90 dds.

Para la variable diámetro de la planta, el análisis de comparación de medias (Cuadro 14), refleja que el nivel de GI + RF presento mejor valor con 7.40 mm a los 90 dds y teniendo el menor el nivel de N-P-K con 7,03 mm a los 90 dds.

De igual manera Ormeño et al. S.f. establecieron bioensayos a nivel de vivero con el fin de evaluar el efectos de diferentes tipos de abonos orgánicos, donde después de cuatro meses obtuvieron el mejor resultado e altura (25 cm) con té de estiércol, mientras que en diámetro lo obtuvo el testigo (5,2 mm), estos resultados difieren de los obtenidos en la presente investigación toda vez que a los tres meses de evaluación se obtuvo valores de 35 cm en altura y 7,40 mm de diámetro, esto quizá se deba a la complejidad de la funcionalidad de los HMA y el tipo de fertilización empleada. Además Palencia (2009), indica que cuando el suelo utilizado como sustrato es bajo en fósforo recomienda la aplicación de 20 g.planta<sup>-1</sup> de inóculo más 10 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en bolsas de 3 kg, ya que con ello se aumenta y potencializa la flora microbiana del sustrato. Asimismo, la habilidad del sistema micorrízico para absorber nutrientes depende del desarrollo del micelio externo y es más evidente bajo condiciones de deficiencia de fósforo (Rivillas 1995 por Bolaños *et al.* 2000).

Así mismo resultados similares obtuvo Pinoargote 2011, empleando en el sustrato materia orgánica en forma de pulpa de café descompuesto más 40 g.funda<sup>-1</sup> del biofertilizante micorrizico obtuvo a los 60 dds una altura de 21,97 cm, valor cercano a lo obtenido en este trabajo.

Los resultados empleado muestran un nivel bajo de fósforo (Cuadro 23A), atribuyendo así la afirmación mencionada por Safir y Duniway, (1991) donde indica que a los altos niveles fósforo y la fertilización nitrogenada disminuyen el porcentaje de infección de las micorrizas, mientras que niveles moderados de P incrementa los niveles de nitrógeno y la infección por estos hongos. Otro factor químico del suelo que influye en el desarrollo es el efecto de la acidez del suelo ya que este mientras sea más acida inhibe la presencia de las micorrizas, así también reduce el desarrollo de las raíces o ambas variables (Avarado *et al.* 2004 y Ruiz *et al.* 2010)

Por su lado Jeffries y Barea, 1999, mencionan que la aplicación de estiércol y otras fuentes de materia orgánica influye sobre la estructura, pH, la cantidad de nutrientes y la retención de humedad en el suelo, todo esto influye directa o indirectamente sobre la eficiencia y el desarrollo de las micorrizas. La aplicación de fertilizantes orgánicos y materia orgánica incrementan la cantidad de micelios y la esporulación de las micorrizas arbusculares en el suelo.

De acuerdo al análisis de Cardona *et al.* (2008); el sustrato empleado en la presente investigación, es bueno para permitir la simbiosis con el HMA, toda vez que el pH es ligeramente a moderadamente acida, además presenta bajos niveles de materia orgánica, fósforo y potasio según sea el sustrato. Los HMA juegan un rol importante en la fertilidad de suelo y nutrición de planta, son capaces de tomar nutrientes del suelo y transferirlos a la planta hospedante por medio del micelio extraradical, el cual explora el suelo y provee un área extensa para la absorción de agua y nutrientes (Smith y Read, 2008 citado por Arévalo 2016).

**Cuadro 13. Medias obtenidas del efecto de la Fertilización, en altura de la planta de cacao en la etapa de vivero a los 60, 75 y 90 dds.**

Factor	Nivel	Altura		
		60dds	75dds	90dds
		-----cm.planta <sup>-1</sup> -----		
Fertilización	GI + RF	22.60 a	28.98 a	35.00 a
	N-P-K	21.70 b	28.19 a	34.79 a

Fuente: Elaboración Propia.

GI + RF= Guano de Isla + Roca Fosfórica; N-P-K= Nitrógeno-Fosforo-Potasio.

**Cuadro 14. Medias obtenidas del efecto de la Fertilización, en el diámetro de la planta de cacao en la etapa de vivero a los 60, 75 y 90 dds.**

Factor	Nivel	Diámetro		
		60dds	75dds	90dds
		-----mm.planta <sup>-1</sup> -----		
Fertilización	GI + RF	5.33 a	6.28 a	7.40 a
	N-P-K	5.23 a	6.08 b	7.03 b

Fuente: Elaboración Propia.

GI + RF= Guano de Isla + Roca Fosfórica; N-P-K= Nitrógeno-Fosforo-Potasio.

#### **4.4. Efecto de las interacciones procedencia, dosis de inoculación y fertilización en el desarrollo del cacao (*Theobroma cacao* L.), en etapa de vivero.**

Se muestra el ANVA (ver anexo Cuadro 7A, 8A, 9A, 10A, 11A, 12A, 13A, 14A) para la variable altura y diámetro de la planta con un nivel de significancia del ( $p \leq 0.05$ ), donde no se encontró diferencias significativas en el factor doble (procedencia\*dosis) de la interacción para ninguna de las evaluaciones de la variable altura tal como se evidencia en los Cuadro 7A, 8A, 9A, 10A del anexo; asimismo, en la variable diámetro no se encontró diferencias significativas (ver anexo Cuadro 11A, 12A, 13A, 14A).

En el Cuadro 15, se muestra que si estadísticamente no es significativo el ANVA, realizando el análisis descriptivo se observa que la interacción procedencia\*dosis (AGR 1 \* 75 g) presenta el mayor crecimiento en altura de la planta con un 37,09 cm a los 90 dds, seguido de AGR 1 \* 25 g (36,15 cm) y AGR 4 \* 25 g (36,11 cm), así mismo la menor altura logrado con el efecto doble (procedencia\*dosis) del HMA fue AGR 2 \* 50 g con 32,69 cm a los 90 dds.

**Cuadro 15. Medias obtenidas del efecto de la procedencia\*dosis, en altura de la planta de cacao en etapa de vivero.**

Dosis g.planta <sup>-1</sup>	Procedencia	Altura			
		30dds	60dds	75dds	90dds
		----- cm.planta <sup>-1</sup> -----			
25	AGR 1	17.05	22.50	29.65	36.15
	AGR 2	15.77	22.06	28.62	33.72
	AGR 3	16.14	21.71	29.08	35.97
	AGR 4	16.30	22.65	29.58	<b>36.11</b>
50	AGR 1	16.39	21.63	28.50	<b>34.71</b>
	AGR 2	15.74	20.77	26.87	32.69
	AGR 3	16.56	22.45	28.40	35.27
	AGR 4	16.18	21.12	27.34	33.37
75	AGR 1	17.09	23.23	30.81	<b>37.09</b>
	AGR 2	16.86	23.18	28.75	35.58
	AGR 3	16.18	22.62	28.39	35.17
	AGR 4	15.81	21.88	27.76	34.65

Fuente: Elaboración Propia.

AGR 1= Caserío Milagros; AGR 2= Universidad Nacional de Ucayali; AGR 3= Caserío Mar de Plata; AGR 4= Caserío Tahuantinsuyo; dds= Días después de la siembra.

Así mismo en el Cuadro 16, se evidencia que el análisis descriptivo de las medias (procedencia\*dosis), tuvo mejor crecimiento en diámetro de la planta, la doble interacción AGR 3 \* 25 g con 7,37 mm a los 90 dds, seguido de AGR 1 \* 25 g con 7,36 mm, no obstante el menor diámetro se obtuvo con el efecto doble (procedencia\*dosis) de HMA AGR 4 \* 50 g con 7,06 mm a los 90 dds.

**Cuadro 16. Medias obtenidas del efecto de la procedencia\*dosis, en el diámetro de la plantas de cacao en etapa de vivero.**

Dosis g.planta <sup>-1</sup>	Procedencia	Diámetro			
		30dds	60dds	75dds	90dds
		----- mm.planta <sup>-1</sup> -----			
25	AGR 1	3.92	5.56	6.47	7.36
	AGR 2	3.78	5.34	6.19	7.08
	AGR 3	3.79	5.26	6.18	<b>7.37</b>
	AGR 4	3.74	5.36	6.10	7.11
50	AGR 1	3.81	5.34	6.13	7.13
	AGR 2	3.75	5.21	6.05	7.18
	AGR 3	3.72	5.22	6.24	<b>7.19</b>
	AGR 4	3.61	5.07	6.93	7.06
75	AGR 1	3.80	5.41	6.27	7.11
	AGR 2	3.82	5.23	6.18	7.28
	AGR 3	3.66	5.26	6.25	<b>7.35</b>
	AGR 4	3.55	5.24	6.13	<b>7.35</b>

Fuente: Elaboración Propia.

AGR 1= Caserío Milagros; AGR 2= Universidad Nacional de Ucayali; AGR 3= Caserío Mar de Plata; AGR 4= Caserío Tahuantinsuyo; dds= Días después de la siembra.

Del análisis ANVA de los Cuadro 7A, 8A, 9A, 10A, 11A, 12A, 13A, 14A del anexo, con un nivel de significancia ( $p \leq 0.05$ ), para la variable altura y diámetro de la planta, producto del efecto doble procedencia\*fertilización de la interacción, se evidenció el caso de significancia a los 75 dds (Ver Cuadro 9A) en la variable altura de la planta. Así mismo la variable diámetro de la planta no presentó diferencias significativas en las evaluaciones (ver anexo Cuadro 11A, 12A, 13A y 14A).

Realizando el análisis estadístico con la prueba Tukey con un nivel de significancia de ( $p \leq 0.05$ ), se evidencia que el efecto doble (procedencia\*fertilización) de la interacción (Cuadro 17), fue mejor AGR 1 \* GI + RF con 31,29 cm de altura de la planta a los 75 dds, con lo cual se evidencia claramente la interacción (figura 2), así mismo en el análisis descriptivo se encontró que AGR 1 \* GI + RF tenía un crecimiento de 37,02 cm a los 90 dds, seguido de AGR 3 \* N-P-K con 36,10 cm y AGR 4 \* N-P-K con 35,16



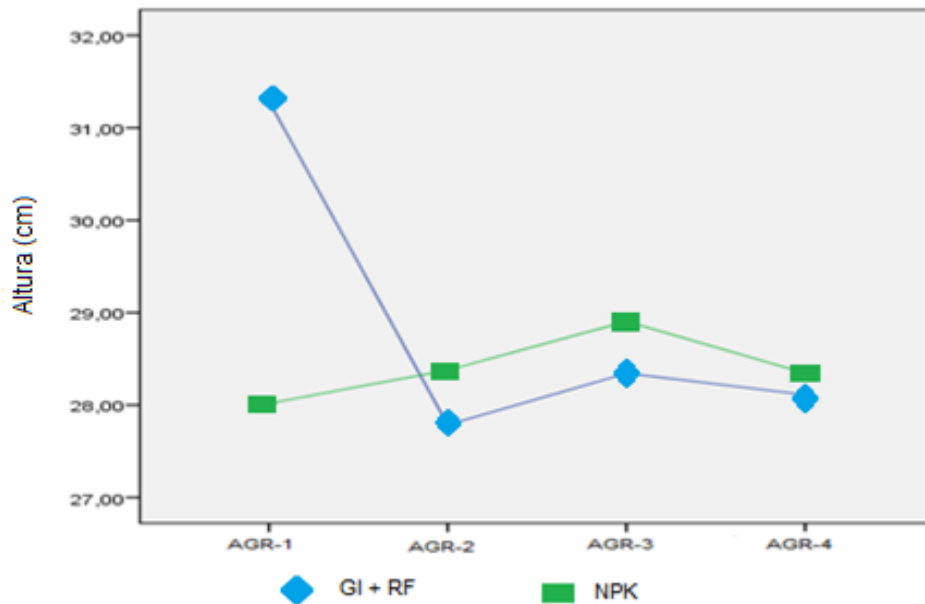
cm, no obstante el menor indicador de crecimiento lo presento AGR 2 \* GI + RF con 33,68 cm a los 90 dds.

**Cuadro 17. Prueba de promedios de Tukey, obtenidos del efecto de la procedencia\*fertilización, en altura de la planta de cacao en etapa de vivero**

Fertilización	Procedencia	Altura			
		30dds	60dds	75dds	90dds
		----- cm.planta <sup>-1</sup> -----			
GI + RF	AGR 1	16.81	23.63	<b>31.29 a</b>	<b>37.02</b>
	AGR 2	15.86	22.23	27.79 b	33.68
	AGR 3	15.86	22.57	28.34 b	34.85
	AGR 4	15.72	21.98	28.11 b	34.29
N-P-K	AGR 1	16.88	21.28	28.02 b	34.95
	AGR 2	16.39	21.78	28.38 b	34.32
	AGR 3	16.74	21.95	28.91 b	<b>36.10</b>
	AGR 4	16.47	21.79	28.35 b	35.16

Fuente: Elaboración Propia.

AGR 1= Caserío Milagros; AGR 2= Universidad Nacional de Ucayali; AGR 3= Caserío Mar de Plata; AGR 4= Caserío Tahuantinsuyo; dds= Días después de la siembra; GI + RF= Guano de Isla + Roca Fosfórica; N-P-K= Nitrógeno-Fosforo-Potasio.



**Figura 2. Medias estimadas del efecto de la interacción procedencia\*fertilización, en altura de la planta de cacao en la etapa de vivero a los 75 dds.**

GI + RF= Guano de Isla + Roca Fosfórica; N-P-K= Nitrógeno-Fosforo-Potasio.

Fuente: Elaboración Propia.

En el análisis descriptivo de comparación de medias (Cuadro 18), para el efecto doble (procedencia\*fertilización) de la interacción para la variable diámetro de la planta, se evidencia que AGR 3 \* GI + RF presenta mejor crecimiento con 7,47 mm a los 90 dds, seguido del tratamiento AGR 1 \* GI + RF con 7,42 mm y AGR 2 \* GI + RF con 7,40 mm, así mismo el que presentó menor diámetro de planta fue AGR 2 \* N-P-K con 6,96 mm a los 90 dds.

**Cuadro 18. Medias obtenidas del efecto de la procedencia\*fertilización, en el diámetro de la planta de cacao en etapa de vivero**

Fertilización	Procedencia	Diámetro			
		30dds	60dds	75dds	90dds
		----- mm.planta <sup>-1</sup> -----			
GI + RF	AGR 1	3.90	5.55	6.36	7.42
	AGR 2	3.84	5.30	6.28	7.40
	AGR 3	3.78	5.21	6.33	<b>7.47</b>
	AGR 4	3.63	5.27	6.14	7.31
N-P-K	AGR 1	3.78	5.32	6.22	6.98
	AGR 2	3.73	5.22	5.99	6.96
	AGR 3	3.67	5.28	6.12	<b>7.14</b>
	AGR 4	3.65	5.18	5.98	7.03

Fuente: Elaboración Propia.

AGR 1= Caserío Milagros; AGR 2= Universidad Nacional de Ucayali; AGR 3= Caserío Mar de Plata; AGR 4= Caserío Tahuantinsuyo; dds= Días después de la siembra; GI + RF= Guano de Isla + Roca Fosfórica; N-P-K= Nitrógeno-Fosforo-Potasio.

En los cuadros 7A, 8A, 9A, 10A, 11A, 12A, 13A, 14A del anexo, se muestra el ANVA para la variable altura y diámetro de la planta con un nivel de significancia ( $p \leq 0.05$ ), donde no se encontró diferencias significativas en el efecto doble (dosis\*fertilización) de la interacción para ninguna de las evaluaciones de la variable altura de la planta tal como se evidencia en el Cuadro 7A, 8A, 9A, 10A del anexo; así mismo en la variable diámetro no se encontró diferencias significativas (ver anexo Cuadros 11A, 12A, 13A, 14A) en el efecto doble (dosis\*fertilización).

El análisis matemático de las medias (Cuadro 19), muestran que el efecto doble (dosis\*fertilización) de la interacción, presento mejor respuesta la variable altura de la planta la interacción 75 g \* GI + RF con 35,81 cm a los 90 dds, seguido por 25 g \* N-P-K con 35,69 cm y 75 g \* N-P-K con 35,44 cm, así mismo menor respuesta la obtuvo la interacción 50 g \* GI + RF con 33,79 cm a los 90 dds.

**Cuadro 19. Medias obtenidas del efecto de la dosis\*fertilización, en altura de la planta de cacao en etapa de vivero**

Fertilización	Dosis g.planta <sup>-1</sup>	Altura			
		30dds	60dds	75dds	90dds
		----- cm.planta <sup>-1</sup> -----			
GI + RF	25	15.78	22.57	29.23	<b>35.28</b>
	50	15.95	21.61	27.88	33.79
	75	16.46	23.63	29.54	35.81
N-P-K	25	16.86	21.89	29.24	<b>35.69</b>
	50	16.49	21.38	27.68	34.21
	75	16.51	21.83	28.32	35.44

Fuente: Elaboración Propia.

GI + RF= Guano de Isla + Roca Fosfórica; N-P-K= Nitrógeno-Fosforo-Potasio.

De acuerdo al análisis descriptivo de medias (Cuadro 20), de la doble (dosis\*fertilización) interacción con la variable diámetro de la planta, se puede evidenciar que la mejor respuesta lo obtuvo la interacción (dosis\*fertilización) 50 g \* GI + RF con 7,43 mm a los 90 dds, seguido por 75 g \* GI + RF con 7,42 mm y 25 g \* GI + RF con 7,35 mm, así mismo obteniendo menor respuesta 75 g \* N-P-K con 7,12 mm a los 90 dds.

**Cuadro 20. Medias obtenidos del efecto de la dosis\*fertilización, en el diámetro de la plantas de cacao en etapa de vivero**

Fertilización	Dosis g.planta <sup>-1</sup>	Diámetro			
		30dds	60dds	75dds	90dds
		----- mm.planta <sup>-1</sup> -----			
GI + RF	25	3.81	5.40	6.29	7.35
	50	3.78	5.30	6.22	<b>7.43</b>
	75	3.78	5.30	6.33	7.42
N-P-K	25	3.81	5.37	6.18	7.11
	50	3.67	5.12	5.97	6.85
	75	3.64	5.26	6.08	<b>7.12</b>

Fuente: Elaboración Propia.

GI + RF= Guano de Isla + Roca Fosfórica; N-P-K= Nitrógeno-Fosforo-Potasio.

En referencia al efecto de la interacción procedencia\*dosis\*fertilización se muestra el ANVA en los Cuadros 7A, 8A, 9A, 10A, 11A, 12A, 13A, 14<sup>a</sup> del anexo, para la variable altura y diámetro de la planta con un nivel de significancia del ( $p \leq 0.05$ ), donde no se encontraron diferencias significativas en las interacciones de las variables altura y diámetro indistintamente sea el caso de las variables evaluadas. Así mismo los datos de las variables altura y diámetro a los 45 dds así como la variable número de hojas para todas las evaluaciones no cumplieron con los supuestos de normalidad y homocedasticidad por lo que se aplicó la prueba no paramétrica Kruskal Wallis (ver anexo Cuadro 16A) en los que se encontró diferencias significativas para la variable diámetro de la planta a los 45 dds donde se observa con la prueba de comparación múltiple que el tratamiento T1 es superior al resto de tratamientos (ver anexo Cuadro 17A), así mismo en el número de hojas se encontró diferencias significativas con los tratamientos T13 a los 60 dds, (Cuadro 18A), T5 a los 75 (Cuadro 19A) y 90 dds como se observa en el Cuadro 21 respectivamente.

En el Cuadro 22, se presenta los resultado de las medias obtenidos del efecto de la interacción procedencia\*dosis\*fertilización, frente a la variable respuesta altura de la planta; donde realizando el análisis descriptivo se evidencia que el mayor resultado se obtuvo de AGR 1 \* 75 g \* GI + RF con 40,02 cm de altura a los 90 dds, seguido de AGR 4 \* 25 g \* N-P-K con 36,90 cm y AGR 3 \* 25 g \* N-P-K con 36,51 cm, así mismo el menor resultado lo obtuvo AGR 2 \* 50 g \* GI + RF con 31,95 cm a los 90 dds.

En cuanto al efecto de la interacción procedencia\*dosis\*fertilización (Cuadro 23), frente a la variable respuesta diámetro de la planta, se evidencia que el mayor resultado se obtuvo de AGR 2 \* 50 g \* GI + RF con 7,55 mm a los 90 dds, seguido de AGR 3 \* 75 g \* GI + RF con 7,52 mm y AGR 1 \* 50 g \* GI + RF con 7,46 mm, no obstante el menor indicador de crecimiento en diámetro lo obtuvieron AGR 1 \* 50 g \* N-P-K y AGR 1 \* 75 g \* N-P-K con 6,80 mm en ambos casos a los 90 dds.

De acuerdo al análisis de las interacciones es muy probable que los resultados obtenidos no se esté evidenciando claramente la importancia del efecto procedencia\*dosis\*fertilización debido a la complejidad y los diversos factores físico-químicos que afectan dicha interacción, coincidiendo así por lo manifestado por Ruiz *et al.* (2011), debido a que la efectividad o funcionamiento de un inoculo está condicionada por una serie de factores edáficos que de una u otra forma influyen en el

efecto real que las micorrizas pueden ejercer sobre una especie o un grupo de especies en particular, Palencia (2009) manifiesta que el verdadero efecto beneficiosa del hongo debe manifestarse en el campo una vez las plantas sean llevadas a su lugar definitivo de crecimiento.

**Cuadro 21. Comparación múltiple de medias entre tratamientos para el número de hojas de cacao en la etapa de vivero a los 90 dds**

<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>N° de hojas 90 dds</b>	
<b>5</b>	24	18.50	A
<b>13</b>	24	17.54	Ba
<b>16</b>	24	17.21	Abc
<b>19</b>	24	17.13	Abc
<b>7</b>	24	16.83	Abcd
<b>24</b>	24	16.83	Abcd
<b>20</b>	24	16.83	Abcd
<b>14</b>	24	16.79	Abcd
<b>23</b>	24	16.75	Abcd
<b>1</b>	24	16.67	Abcd
<b>12</b>	24	16.63	Abcd
<b>17</b>	24	16.54	Abcd
<b>18</b>	24	16.54	Abcd
<b>3</b>	24	16.50	Bcde
<b>8</b>	24	16.42	Bcde
<b>4</b>	24	16.21	Bcde
<b>21</b>	24	16.17	Bcde
<b>10</b>	24	15.92	Cde
<b>22</b>	24	15.92	Cde
<b>15</b>	24	15.92	Cde
<b>9</b>	24	15.83	Cde
<b>11</b>	24	15.54	Cde
<b>2</b>	24	15.46	De
<b>6</b>	24	14.88	E
sig	0.0359		

Fuente: Elaboración Propia.

**Cuadro 22. Medias obtenidas del efecto de la procedencia\*dosis\*fertilización, en altura de la planta de cacao en etapa de vivero**

Procedencia	Dosis g,planta <sup>-1</sup>	Fertilización	Altura cm			
			30dds	60dds	75dds	90dds
AGR - 1	25 g	GI + RF	16.81	23.14	31.07	36.34
AGR - 1	25 g	N-P-K	17.28	21.86	28.22	35.96
AGR - 1	50 g	GI + RF	16.21	22.32	29.70	34.70
AGR - 1	50 g	N-P-K	16.58	20.95	27.30	34.72
AGR - 1	75 g	GI + RF	17.40	25.43	33.10	<b>40.02</b>
AGR - 1	75 g	N-P-K	16.78	21.04	28.52	34.17
AGR - 2	25 g	GI + RF	15.32	22.22	27.77	34.04
AGR - 2	25 g	N-P-K	16.22	21.91	29.47	33.40
AGR - 2	50 g	GI + RF	15.22	20.68	26.54	31.95
AGR - 2	50 g	N-P-K	16.25	20.86	27.20	33.42
AGR - 2	75 g	GI + RF	17.03	23.79	29.05	35.05
AGR - 2	75 g	N-P-K	16.69	22.57	28.46	36.12
AGR - 3	25 g	GI + RF	15.31	21.87	28.42	35.42
AGR - 3	25 g	N-P-K	16.97	21.55	29.75	36.51
AGR - 3	50 g	GI + RF	16.28	22.57	27.96	34.67
AGR - 3	50 g	N-P-K	16.87	22.34	28.84	35.87
AGR - 3	75 g	GI + RF	15.97	23.27	28.65	34.45
AGR - 3	75 g	N-P-K	16.38	21.97	28.12	35.90
AGR - 4	25 g	GI + RF	15.66	23.06	29.67	35.31
AGR - 4	25 g	N-P-K	16.94	22.24	29.50	36.90
AGR - 4	50 g	GI + RF	16.09	20.87	27.31	33.84
AGR - 4	50 g	N-P-K	16.27	21.38	27.37	32.89
AGR - 4	75 g	GI + RF	15.41	22.00	27.36	33.72
AGR - 4	75 g	N-P-K	16.20	21.76	28.16	35.58

Fuente: Elaboración Propia.

GI + RF= Guano de Isla + Roca Fosfórica; N-P-K= Nitrógeno-Fosforo-Potasio.

**Cuadro 23. Medias obtenidas del efecto de la procedencia\*dosis\*fertilización, en el diámetro de la planta de cacao en etapa de vivero**

Procedencia	Dosis g,planta <sup>-1</sup>	Fertilización	Diámetro mm			
			30dds	60dds	75dds	90dds
AGR – 1	25 g	GI + RF	3.95	5.67	6.42	7.39
AGR – 1	25 g	N-P-K	3.90	5.45	6.51	7.32
AGR – 1	50 g	GI + RF	3.86	5.52	6.24	7.46
AGR – 1	50 g	N-P-K	3.76	5.16	6.03	6.80
AGR – 1	75 g	GI + RF	3.90	5.47	6.43	7.41
AGR – 1	75 g	N-P-K	3.70	5.34	6.11	6.80
AGR – 2	25 g	GI + RF	3.73	5.28	6.28	7.26
AGR – 2	25 g	N-P-K	3.84	5.40	6.10	6.90
AGR – 2	50 g	GI + RF	3.89	5.34	6.18	<b>7.55</b>
AGR – 2	50 g	N-P-K	3.61	5.08	5.92	6.82
AGR – 2	75 g	GI + RF	3.91	5.28	6.38	7.39
AGR – 2	75 g	N-P-K	3.73	5.18	6.97	7.18
AGR – 3	25 g	GI + RF	3.76	5.10	6.16	7.42
AGR – 3	25 g	N-P-K	3.82	5.43	6.19	7.32
AGR – 3	50 g	GI + RF	3.76	5.24	6.42	7.45
AGR – 3	50 g	N-P-K	3.69	5.20	6.07	6.92
AGR – 3	75 g	GI + RF	3.83	5.30	6.40	7.52
AGR – 3	75 g	N-P-K	3.50	5.22	6.10	7.17
AGR – 4	25 g	GI + RF	3.81	5.53	6.29	7.32
AGR – 4	25 g	N-P-K	3.68	5.20	5.91	6.89
AGR – 4	50 g	GI + RF	3.59	5.11	6.02	7.25
AGR – 4	50 g	N-P-K	3.63	5.02	5.85	6.86
AGR – 4	75 g	GI + RF	3.48	5.17	6.10	7.35
AGR – 4	75 g	N-P-K	3.63	5.31	6.16	7.34

Fuente: Elaboración Propia.

GI + RF= Guano de Isla + Roca Fosfórica; N-P-K= Nitrógeno-Fosforo-Potasio.



## V. CONCLUSIONES

- El efecto de las procedencias de los Hongos Micorriza Arbuscular empleadas en el desarrollo de plántones de cacao (*Theobroma cacao* L.) difiere significativamente para la variable diámetro de la planta a los 30 y 60 dds presentando mejor respuesta la procedencia Caserío Milagros.
- El efecto de las dosis de inoculación de Hongo Micorriza Arbuscular empleados en el desarrollo del cacao (*Theobroma cacao* L), en la etapa de vivero, difieren significativamente, en la variable altura de la planta a los 60, 75 y 90 dds y en la variable diámetro de la planta a los 30 y 60 dds siendo las dosis de 75 y 25 g.planta<sup>-1</sup> las que presentaron mejor respuesta.
- El efecto de la fertilización con Guano de isla + Roca fosfórica influye en el desarrollo del cacao (*Theobroma cacao* L.) en la etapa de vivero, en relación a las variables altura de la planta a los 60 dds y diámetro a los 75 y 90 dds.
- Se determinó efecto superior de la interacción procedencia de inóculo Caserío Milagros y fertilización con Guano de isla + Roca fosfórica para la variable altura de la planta a los 75 dds.
- La presencia de HMA en la variable respuesta colonización y número de esporas fue mayor en el tratamiento 6 con un 48 % y 169 esporas/10 g de suelo<sup>-1</sup>; respectivamente.

## VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las evaluaciones y datos obtenidos se recomienda lo siguiente:

- Realizar trabajos de aislamiento con los inóculos de las procedencias Caserío Milagros y Universidad Nacional de Ucayali para determinar especies superiores de Hongos Micorrizas Arbuscular (HMA), para cacao (*Theobroma cacao* L.).
- Investigar el tipo de sustrato a emplear en etapa de vivero para mejorar la efectividad del Hongos Micorrizas Arbuscular (HMA).
- Incluir análisis foliar para evaluar la asimilación de nutrientes en plantas micorrizadas.
- Reducir el número de tratamientos y plantas a evaluar, ya que esto permitirá observar con mayor detalle el desarrollo del cacao (*Theobroma cacao* L.).
- Evaluar la colonización periódicamente durante toda la etapa de vivero, para poder establecer el tiempo en el cual el HMA comienza a colonizar al hospedero.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

### 7.1. Referencias bibliográficas físicas

Bolaños, M. Rivillas, C. Suárez, S. 2000. Identificación de micorrizas arbusculares en suelos de la zona cafetera colombiana. *Cenicafe*, 51(4): 245-262.

Blanco, F. & Salas, E. 1997. Micorrizas en la agricultura: Contexto mundial e investigación realizada en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 21 (1): 55-67.

Carrasco. 2006. Metodología de la investigación científica. Pág. (43- 55).

Cardona, G. Peña, C. Arcos, A. 2008. Ocurrencia de hongos formadores de micorriza arbuscular asociado a ají (*Capsicum sp.*) en la amazonia colombiana. *Agronomía colombiana* 26(3): 459-470.

Díaz, E. 2015. Edafología Manual de Prácticas. Universidad Nacional de Ucayali (UNU) – Pucallpa. Perú. 99 p.

DRSAU. 2012. Informe situacional de la Dirección Regional Sectorial de Agricultura, (diapositivas).102 p.

Fasabi, L. 2014. Manejo de cacao en vivero (comunicación personal). Perú. Pucallpa, INIA.

Gobierno Regional de Ucayali - GOREU. 2009. Fortalecimiento del cultivo de cacao, en Padre Abad. Estudio definitivo. 198 pp.

Hernández, S. Fernández, C. Baptista, L. 2008. Metodología de la investigación, cuarta edición. Pág. 100-1013.

Iglesias, L. Salas, E. Leblanc, H.A. & Nygren. P. 2010. Morfología de los hongos micorrícicos arbusculares en las raíces de *Theobroma cacao* e

*Inga edulis* en un experimento de inoculación cruzada. *Tierra Tropical*, 6 (1): 33-44.

Jeffries, P. Barea, J. Arbuscular Mycorrhiza a key component of sustainable plant – soil ecosystems. En: The mycota IX, fungol associations. Edition Hock, 1999. 113 p.

Mecinas, L. 1990. Ocurrencia de micorrizas en tres especies forestales de la amazonia en el bosque de Dantas (Huánuco - Perú). 136 pp. Tesis para optar el Título de Ing. Forestal. (UNALM).

Ministerio de Agricultura (MINAG). 2008. El cultivo del cacao en el Perú: Zonas productoras. 96 p.

Ministerio de Agricultura (MINAG) y Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas (DEVIDA). 2012. Catálogo de Cultivares de cacao en el Perú. 112 p.

Miller, R. y Jastrow, J. 2000. Mycorrhizal fungi influence soil structure. En: Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function (Y Kapulnik y DD Douds Jr, eds), pp 3-18. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.

Reátegui, R. 2011. Manual de cultivo del cacao. Tingo María – Perú. 2 p.

Rojas, K. 2016. Procedencia de hongos micorriza arbusculares (comunicación personal). Perú. Pucallpa, Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana (IIAP).

Ruiz, P. 1992. Suelos Amazónicos. Significado de las micorrizas para la agroforestería en ultisoles de la Amazonia. 31pp Lima-Perú.

Ruiz, P. Meza, A. y Rojas, K. 2010. Ocurrencia de hongos de micorriza arbuscular (HMA) en la cuenca del río Aguaytía, Ucayali. Arequipa, Octubre 11-15-2010. (Diapositivas), 19p.

Ruiz, P. y Rojas, K. 2011. Manual técnico protocolos y procedimientos de evaluación de hongos micorriza arbuscular. Publicado por ASPERU. SRL. 20-23 pp.

Safir, G. y Duniway, J. Evaluation of plant response to colonization by vesicular – arbuscular mycorrhizal fungi, environmental variables. En: SCHENCK, N. C. Methods and Principles of mycorrhizal research. Florida: Third printing, APS, Press, 1991. p. 78.

Sieverding, E. y Toro, S. 1989. Influence of soil water regime on VA mycorrhiza, performance of different VAM fungal species with cassava. J. Agron. Crop Sci. 161:322-332.

Sieverding, E. 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems. GTZ Eschborn, Germany. 37p.

## **7.2. Referencias bibliográficas en línea (On Line)**

Aguirre, F. Yopez, D. 2013. Nutrición vegetal. Bogotá. (En línea). Consultado 15 ene. 2016. Disponible en: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/302570/formato\\_modulos\\_unad\\_302570.pdf](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/302570/formato_modulos_unad_302570.pdf)

Aguirre, J. Mendoza, M. Cadena, J. y Avendaño C. 2007, Efecto de la biofertilización en vivero del cacao (*Theobroma cacao* L) con *Azospirillum brasilense* Tarrand, Krieg *Et* *Döbereiner* y *Glomus intraradices* Schenk *et* *Smith*. (En línea). Consultado 05 de nov. 2015. Disponible en: <http://www.scielo.org.ve/pdf/inci/v32n8/art10.pdf>.

Alvarado, A. Chavarria, M. Guerrero, R. Boniche, J. Navarro, J. 2004. Características edáficas y presencia de micorrizas en plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f.) en Costa Rica. (En línea). Consultado 10 de jul. 2017. Disponible en: [http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v28n01\\_089.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v28n01_089.pdf).

- Ancín, María. 2011. Evaluación de diferentes tipos de fertilizantes químicos y orgánicos en la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L. var. *Alubia*) en el Distrito de San Juan de Castrovirreyna-Huancavelica (Perú). (En línea). Consultado 20 ene. 2016. Disponible en: <http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/3454/577423.pdf?sequence=1>.
- Arévalo, C. 2016. Prospección de la densidad de esporas y colonización de micorrizas en cacao silvestre de Ucayali y Madre de Dios. (En línea). Consultado 10 de jul. 2017. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1968/H20-A744-T.pdf?sequence=1>.
- Bolívar, Á. Toro, M. Sandoval, M. y López, M. 2009. Importancia ambiental y socioeconómica de las micorrizas en el cultivo de cacao caso: hacienda cata, municipio Ocumare Costa de Oro, estado Aragua Venezuela. (En línea). Consultado 05 nov. 2015. Disponible en: [http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_ci/Agronomia%20Tropical/at5904/pdf/5904bolivar\\_a.pdf](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at5904/pdf/5904bolivar_a.pdf).
- Cuenca, G. Zita, A. Milagros, L. Laurie, F. Meneses, E. Márquez, M. y Machuca, R. 2002. El uso de arbustos nativos micorrizados para la rehabilitación de áreas degradadas de la Gran Sabana, Estado Bolívar, Venezuela. (En línea) Consultado 01 nov. 2015. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v61n1/a05v61n1.pdf>.
- Cuervo, J. Rivas, P. y Gonzalo G. 2007. Cuantificación de hongos micorrizicos en muestras de suelo en plantaciones de *Tabebuia rosea* y *Cordia alliodora*. (En línea). Consultado 10 de jul. 2017. Disponible en: <http://www.unicolmayor.edu.co/publicaciones/index.php/nova/article/view/80>.
- Casallas, Arley. 2013. Establecimiento de vivero para la producción y comercialización de plántulas de cacao. (En línea). Consultado 08 Set. 2015. Disponible en: <http://es.slideshare.net/amor1859/vivero-de-cacao>.

- De la Cerda Jesús M. Sf, Fertilización en hortalizas. Facultad de Agronomía UANL (En línea). Consultado 20 ene. 2016. Disponible en: <http://www.agronuevoleon.gob.mx/oeidrus/hortalizas/4fertilizacion.pdf>.
- Del Valle, N. 2013. Efectos de las micorrizas en plantas de cacao en etapa de vivero. (En línea). Consultado 05 nov. 2015. Disponible en: [http://biblioteca.unet.edu.ve/DB/alexandr/db/bcunet/edocs/TEUNET/2013/Pregrado/Agronomia/Perdomo\\_Ninoska/Preliminares.pdf](http://biblioteca.unet.edu.ve/DB/alexandr/db/bcunet/edocs/TEUNET/2013/Pregrado/Agronomia/Perdomo_Ninoska/Preliminares.pdf).
- Dostert, N. 2011. Hoja botánica cacao. (En línea). Consultado 10 Set. 2015. Disponible en: [http://www.botconsult.de/downloads/Hoja\\_Botanica\\_Cacao\\_2012.pdf](http://www.botconsult.de/downloads/Hoja_Botanica_Cacao_2012.pdf).
- Gómez, A. García, B. Tong, F. González, H. 2014. Paquete tecnológico del cultivo de cacao fino de aroma. DEVIDA-Perú. (En línea). Consultado 15 ene. 2016. Disponible en: [http://www.devida.gob.pe/uploads/libros/Paquete\\_Tecnologico\\_Cultivo\\_Cacao.pdf](http://www.devida.gob.pe/uploads/libros/Paquete_Tecnologico_Cultivo_Cacao.pdf).
- Hernández, L. Castillo, S. Guadarrama, P. Martínez, Y. Marco A. y Sánchez, I. 2003. Hongos micorrizogenos arbusculares del Pedregal San Ángel. (En línea). Consultado 20 Ago. 2015. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=XYHFZOepKXgC&pg=PA20&lpg=PA20&dq=como+coloniza+el+hongo+a+la+raiz&source=bl&ots=GJceQEoo9W&sig=EXzAbQWjBtE6rS1KJQzyw2MLzuc&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiKwNPO6rrJAhUBLSYKHdWsAsEQ6AEIOTAF>.
- López, M. López, I. España, M. Izquierdo, A. y Herrera, L. 2007, Efecto de la fertilización inorgánica sobre la disponibilidad de nutrientes en el suelo, nivel nutricional de la planta y hongos micorrícicos arbusculares en plantaciones de *Theobroma cacao*. (En línea). Consultado 05 de nov. 2015. Disponible en: <http://www.scielo.org.ve/pdf/at/v57n1/art05.pdf>.

- López, A. 2011. Paquete tecnológico cacao (*Theobroma cacao* L.) Producción de planta. (En línea). Consultado 15 ene. 2016. Disponible en:<http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1289/CALIDAD%20DE%20PLANTA%20EN%20VIVEROS%20FORESTALES%20DE%20CLIMA%20TEMPLADO%20EN%20MICHOACAN.pdf?sequence=1>
- Mendoza, V. 2013. El cultivo de cacao opción rentable para la selva. Perú-Lima: Equipo técnico del programa Selva Central – desco. (En línea). Consultado 15 ene. 2016. Disponible en:[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/ED8663A7B0BA4B0105257C3F007ADCAD/\\$FILE/cultivo\\_caco\\_VF.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/ED8663A7B0BA4B0105257C3F007ADCAD/$FILE/cultivo_caco_VF.pdf)
- Melgar, J. Dueñas, J. y Rivera, C. 2007. Efecto de micorrizas en la producción orgánica de plantas de cacao. CAC 01-02. (En línea). Consultado 15 ene. 2016. Disponible en:<http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/produccion%20sostenible/Guia%20de%20la%20Tecnologia%20de%20EM.pdf>
- Ministerio de Agricultura – MINAG, 2003. Caracterización de las zonas productoras de cacao en el Perú y su competitividad. (En línea). Consultado el 04 nov. 2015. Disponible en:[http://www.regionhuanuco.gob.pe/grde/documentos/planes/cacao\\_completo.pdf](http://www.regionhuanuco.gob.pe/grde/documentos/planes/cacao_completo.pdf)
- Ministerio de Agricultura – MINAG, 2012. Manual manejo técnico del cultivo de cacao blanco de Piura. (En línea). Consultado 15 Set. 2015. Disponible en: [http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/cacao/manual\\_cacao\\_blanco\\_piura.pdf](http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/cacao/manual_cacao_blanco_piura.pdf).
- Mora, A. (sf). Fertilización. (En línea). Consultado 20 Ago. 2015. Disponible en:<http://intranet.catie.ac.cr/pcc/Divulgaci%C3%B3n/Presentaciones/Fertilizaci%C3%B3n%20en%20cacao%20%20%20A.MORA.pdf>



- Montañez, B. 2009, Efecto de la micorrización en plantas de aguacate (*Persea americana* L.) durante la fase de vivero en suelos provenientes de los Llanos Orientales. (En línea). Consultado 05 de nov. 2015. Disponible en: <http://core.ac.uk/download/pdf/11052852.pdf>.
- Oficina de Gestión de la Información y Estadística (OGIE). 2016. Carpeta georeferencial Región Ucayali Perú. (En línea). Consultado 20 julio 2017. Disponible en: <http://www.congreso.gob.pe/Docs/DGP/GestionInformacionEstadistica/files/2016/1.trimestre.25.ucayali.pdf>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes (FAO). 2002. Los fertilizantes y su uso. (En línea). Consultado 20 ene. 2016. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf>.
- Ormeño, M. y Adrián, O. Sf. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la calidad química de los suelos cacaoteros y el crecimiento de las plántulas en vivero. (En línea). Consultado 05 de nov. 2015. Disponible en: [http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/congresos/CVCS19/uso\\_manejo\\_suelo/UMS21.pdf](http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/congresos/CVCS19/uso_manejo_suelo/UMS21.pdf)
- Palencia, G. Gómez, R. y Guiza, O. 2009. Nuevas tecnologías para instalar viveros y producir clones de cacao (*Theobroma cacao*). (En línea). Consultado 05 nov. 2015. Disponible en: <http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Publicaciones/CartillaCacao.UT3.pdf>.
- Pinoargote, M. 2011. Estudio del uso del biofertilizante micorrizico y sustratos en el desarrollo de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en vivero. Ecuador. (En línea). Consultado 05 nov. Del 2015. Disponible en: <http://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/26000/1286/1/T-ULEAM-03-0009.pdf>.

- Ramírez, J. y López, H. 2011. Aplicación de nitratos micorrizado en vivero de cacao, hacienda el Paraíso Nacional de Chocolate. (En línea). Consultado 05 de nov. 2015. Disponible en: <http://abonamos.com/wp-content/uploads/2014/06/5-VALUACION-DE-ABONAMOS-MICORRIZAS-EN-VIVERO-DE-CACAO-NACIONAL-DE-CHOCOLATES.pdf>.
- Rojas, K. Melgar, C. Gárate, H. Ayala D. Ruiz, P. Sieverding, E. 2014. Hongos de micorriza arbuscular en tres agroecosistemas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Amazonía Peruana. (En línea). Consultado 05 nov. 2015. Disponible en: <http://folia.iiap.org.pe/index.php/foiaamazonica/article/view/20>.
- Rojas, J. 2010. Hongos micorrizicos arbusculares en la rizósfera de genotipos promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.) bajo los sistemas tradicional y bajo bosque en la región San Martín. (En línea). Consultado 10 de jul. 2017. Disponible en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe>.
- Serrano, P. Lucena, J. Ruano, S. Nogales, M. 2010. Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. España. (En línea). Consultado 20 ene. 2016. Disponible en: [http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/publicaciones/01\\_FERTILIZACION%20RACIONAL\(BAJA\)\\_tcm7-207769.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/publicaciones/01_FERTILIZACION%20RACIONAL(BAJA)_tcm7-207769.pdf).
- Uday, M. 2006. Proyecto bosques del Chinchipe. (En línea). Consultado el 15 de Abril. 2015. Disponible en: <http://www.solucionespracticas.org.pe/bosques/documentos/chinchipe000015.pdf>.

## VIII. ANEXOS

### 8.1. Operacionalización de variables

#### 8.1.1. Variable dependiente

##### ✓ **Altura de planta**

Las mediciones y observación del crecimiento en altura se realizó en cada plantón de cacao (*Theobroma cacao* L), con ayuda de una regla de metal.

La evaluación se realizó después de 30 días de ser sembrado el cacao (*Theobroma cacao* L), periódicamente cada 15 días.

##### ✓ **Diámetro de planta**

La evaluación del diámetro se efectuó periódicamente cada 15 días en todos los plantones de cacao (*Theobroma cacao* L), y el dato fue obtenido de manera directa con ayuda de un vernier digital.

##### ✓ **Número de hojas**

Esta variable fue tomada a través de la observación directa y registrada en fichas, siendo evaluado cada 15 días.

##### ✓ **Colonización (%)**

La evaluación de la colonización se realizó a través de la estimación porcentual en un centímetro de raíz obtenido del cacao (*Theobroma cacao* L), siendo estimado el grado de infestación al término del tercer mes de ser sembrada.

##### ✓ **Número de esporas/10g de suelo**

El conteo de número de esporas/10g de suelo se realizó después del tercer mes de evaluación, la muestra de suelo se obtuvo de las bolsas del

sustrato de los tratamientos con los plantones de cacao (*Theobroma cacao* L), siendo estas observadas y cuantificadas con ayuda de un estereoscopio.

### 8.1.2. Variable Independiente

#### ✓ Procedencia del inóculo

Esta variable se tomó en cuenta debido a la diferencia de diversidad y abundancia de ciertas especies de Hongo Micorriza Arbuscular presente en cada ecosistema.

#### ✓ Dosis de inóculo de micorriza

El nivel de inoculación es considerado en el presente estudio toda vez que hay estudios que evidencian las diferencias entre las mismas.

#### ✓ Nivel de Fertilización

La evaluación del efecto de los niveles de fertilización radica en la importancia de los Hongos Micorriza Arbuscular, para ser captadas por los mismos y demostrar el gran beneficio que le genera a los plantones de cacao (*Theobroma cacao* L).

### 8.2. Otras evidencias de la investigación

**Cuadro 1A: Frecuencia por bloques**

Válido	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	192	33,3	33,3	33,3
2	192	33,3	33,3	66,7
3	192	33,3	33,3	100,0
Total	576	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración Propia.

**Cuadro 2A: Frecuencia por factor procedencia de inóculo**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SAF + kudzu	144	25,0	25,0	25,0
	Multiclonal	144	25,0	25,0	50,0
	SAF con guaba	144	25,0	25,0	75,0
	SAF + Ushpica	144	25,0	25,0	100,0
	Total	576	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración Propia.

**Cuadro 3A: Frecuencia por factor dosis de inóculo**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	25 g/planta	192	33,3	33,3	33,3
	50 g/planta	192	33,3	33,3	66,7
	75 g/planta	192	33,3	33,3	100,0
	Total	576	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración Propia.

**Cuadro 4A: Frecuencia por factor Fertilizante**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	GI + RF	288	50,0	50,0	50,0
	NPK (45-46-60)	288	50,0	50,0	100,0
	Total	576	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración Propia.

**Cuadro 5A: Pruebas de normalidad para altura, diámetro y número de hojas.**

Variable	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Altura1	0,035	572	0,098	0,997	572	0,385
Altura2	0,047	572	0,005	0,995	572	0,069
Altura3	0,033	572	0,200*	0,995	572	0,068
Altura4	0,026	572	0,200*	0,995	572	0,049
Altura5	0,024	572	0,200*	0,996	572	0,113
D1	0,027	572	0,200*	0,998	572	0,903
D2	0,052	572	0,001	0,994	572	0,018
D3	0,027	572	0,200*	0,997	572	0,295
D4	0,028	572	0,200*	0,996	572	0,238
D5	0,019	572	0,200*	0,997	572	0,385
Hojas1	0,196	572	0,000	0,908	572	0,000
Hojas2	0,150	572	0,000	0,955	572	0,000
Hojas3	0,127	572	0,000	0,967	572	0,000
Hojas4	0,088	572	0,000	0,980	572	0,000
Hojas5	0,075	572	0,000	0,988	572	0,000

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia.

**Cuadro 6A: Prueba de homogeneidad de varianzas para altura y diámetro de tallo de cacao**

Variable	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Altura1	1,097	23	552	0,344
Altura2	1,185	23	552	0,251
Altura3	1,093	23	552	0,348
Altura4	1,276	23	552	0,176
Altura5	1,020	23	552	0,437
D1	1,476	23	551	0,072
D2	1,130	23	552	0,307
D3	0,849	23	552	0,668
D4	0,805	23	552	0,727
D5	0,926	23	552	0,563

Fuente: Elaboración Propia.

**Cuadro 7A. Cuadrados medios del análisis de varianza (factorial) para altura de plantas de cacao en etapa de vivero a los 30 dds**

FV	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
B	74,019	2	37,010	5,195	0,006
P	52,157	3	17,386	2,440	0,064
D	6,838	2	3,419	0,480	0,619
F	45,058	1	45,058	6,324	0,012
D * F	25,090	2	12,545	1,761	0,173
P * D	58,481	6	9,747	1,368	0,225
P * F	13,669	3	4,556	0,640	0,590
P * D * F	15,878	6	2,646	0,371	0,897
Error	3,918,499	550	7,125		
Total	158007.650	575			

Fuente: Elaboración Propia.

\*\*= Altamente significativo ( $p \leq 0.01$ ); \*= Significativo ( $p \leq 0.05$ ); ns= No significativo; dds= Días después de la siembra; B= Bloque; P= Procedencia; D= Dosis; F= Fertilización; CV%= Coeficiente de variabilidad.

**Cuadro 8A. Cuadrados medios del análisis de varianza (factorial) para altura de plantas de cacao en etapa de vivero a los 60 dds**

FV	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
B	674,132	2	337,066	18,452	0,000
P	28,571	3	9,524	0,521	0,668
D	147,638	2	73,819	4,041	0,018
F	117,000	1	117,000	6,405	0,012
D * F	62,128	2	31,064	1,701	0,184
P * D	131,658	6	21,943	1,201	0,304
P * F	103,970	3	34,657	1,897	0,129
P * D * F	44,710	6	7,452	0,408	0,874
Error	10,046,730	550	18,267		
Total	294008.260	575			

Fuente: Elaboración Propia.

\*\*= Altamente significativo ( $p \leq 0.01$ ); \*= Significativo ( $p \leq 0.05$ ); ns= No significativo; dds= Días después de la siembra; B= Bloque; P= Procedencia; D= Dosis; F= Fertilización; CV%= Coeficiente de variabilidad.



**Cuadro 9A. Cuadrados medios del análisis de varianza (factorial) para altura de plantas de cacao en etapa de vivero a los 75 dds**

FV	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
B	851,753	2	425,876	11,764	0,000
P	217,096	3	72,365	1,999	0,113
D	226,484	2	113,242	3,128	0,045
F	31,937	1	31,937	0,882	0,348
D * F	41,513	2	20,756	0,573	0,564
P * D	159,587	6	26,598	0,735	0,622
P * F	379,139	3	126,380	3,491	0,016
P * D * F	50,411	6	8,402	0,232	0,966
Error	19,910,912	550	36,202		
Total	494569.197	575			

Fuente: Elaboración Propia.

\*\*= Altamente significativo ( $p \leq 0.01$ ); \*= Significativo ( $p \leq 0.05$ ); ns= No significativo; dds= Días después de la siembra; B= Bloque; P= Procedencia; D= Dosis; F= Fertilización; CV%= Coeficiente de variabilidad.

**Cuadro 10A. Cuadrados medios del análisis de varianza (factorial) para altura de plantas de cacao en etapa de vivero a los 90 dds**

FV	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
B	1,244,428	2	622,214	12,505	0,000
P	327,653	3	109,218	2,195	0,088
D	308,447	2	154,224	3,099	0,046
F	3,802	1	3,802	0,076	0,782
D * F	20,179	2	10,089	0,203	0,817
P * D	235,307	6	39,218	0,788	0,579
P * F	245,918	3	81,973	1,647	0,177
P * D * F	326,829	6	54,471	1,095	0,364
Error	27,367,307	550	49,759		
Total	737318.820	575			

Fuente: Elaboración Propia.

\*\*= Altamente significativo ( $p \leq 0.01$ ); \*= Significativo ( $p \leq 0.05$ ); ns= No significativo; dds= Días después de la siembra; B= Bloque; P= Procedencia; D= Dosis; F= Fertilización; CV%= Coeficiente de variabilidad.

**Cuadro 11A. Cuadrados medios del análisis de varianza (factorial) para diámetro de plantas de cacao en etapa de vivero a los 30 dds.**

FV	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
B	12,826	2	6,413	38,636	0,000
P	3,388	3	1,129	6,803	0,000
D	1,160	2	0,580	3,495	0,031
F	0,993	1	0,993	5,982	0,015
D * F	0,503	2	0,251	1,515	0,221
P * D	0,718	6	0,120	0,721	0,633
P * F	0,501	3	0,167	1,006	0,390
P * D * F	2,041	6	0,340	2,050	0,058
Error	91,290	550	0,166		
Total	8186.119	575			

Fuente: Elaboración Propia.

\*\*= Altamente significativo ( $p \leq 0.01$ ); \*= Significativo ( $p \leq 0.05$ ); ns= No significativo; dds= Días después de la siembra; B= Bloque; P= Procedencia; D= Dosis; F= Fertilización; CV%= Coeficiente de variabilidad.

**Cuadro 12A. Cuadrados medios del análisis de varianza (factorial) para diámetro de plantas de cacao en etapa de vivero a los 60 dds.**

FV	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
B	14,019	2	7,009	15,447	0,000
P	4,111	3	1,370	3,020	0,029
D	2,868	2	1,434	3,160	0,043
F	0,991	1	0,991	2,184	0,140
D * F	0,737	2	0,368	0,812	0,445
P * D	1,053	6	0,176	0,387	0,888
P * F	1,717	3	0,572	1,261	0,287
P * D * F	2,999	6	0,500	1,101	0,360
Error	249,570	550	0,454		
Total	16409.287	575			

Fuente: Elaboración Propia.

\*\*= Altamente significativo ( $p \leq 0.01$ ); \*= Significativo ( $p \leq 0.05$ ); ns= No significativo; dds= Días después de la siembra; B= Bloque; P= Procedencia; D= Dosis; F= Fertilización; CV%= Coeficiente de variabilidad.

**Cuadro 13A. Cuadrados medios del análisis de varianza (factorial) para diámetro de plantas de cacao en etapa de vivero a los 75 dds**

FV	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
B	14,524	2	7,262	10,739	0,000
P	4,435	3	1,478	2,186	0,089
D	2,240	2	1,120	1,656	0,192
F	5,720	1	5,720	8,459	0,004
D * F	0,591	2	0,295	0,437	0,646
P * D	2,263	6	0,377	0,558	0,764
P * F	0,448	3	0,149	0,221	0,882
P * D * F	2,937	6	0,489	0,724	0,631
Error	371,907	550	0,676		
Total	22385.702	575			

Fuente: Elaboración Propia.

\*\*= Altamente significativo ( $p \leq 0.01$ ); \*= Significativo ( $p \leq 0.05$ ); ns= No significativo; dds= Días después de la siembra; B= Bloque; P= Procedencia; D= Dosis; F= Fertilización; CV%= Coeficiente de variabilidad.

**Cuadro 14A. Cuadrados medios del análisis de varianza (factorial) para diámetro de plantas de cacao en etapa de vivero a los 90 dds**

FV	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
B	11,992	2	5,996	6,987	0,001
P	1,561	3	0,520	0,606	0,611
D	1,749	2	0,875	1,019	0,362
F	19,975	1	19,975	23,277	0,000
D * F	3,117	2	1,558	1,816	0,164
P * D	4,409	6	0,735	0,856	0,527
P * F	0,709	3	0,236	0,275	0,843
P * D * F	3,531	6	0,589	0,686	0,661
Error	471,987	550	0,858		
Total	30485.022	575			

Fuente: Elaboración Propia.

\*\*= Altamente significativo ( $p \leq 0.01$ ); \*= Significativo ( $p \leq 0.05$ ); ns= No significativo; dds= Días después de la siembra; B= Bloque; P= Procedencia; D= Dosis; F= Fertilización; CV%= Coeficiente de variabilidad.

**Cuadro 15A: Estadísticos descriptivos**

Variable	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza	CV
Altura1	576.00	15.90	7.50	23.40	16.34	2.71	7.32	16.56
Altura2	576.00	19.70	10.30	30.00	18.91	3.42	11.69	18.08
Altura3	576.00	24.60	11.00	35.60	22.15	4.44	19.75	20.06
Altura4	576.00	35.80	13.20	49.00	28.65	6.17	38.03	21.53
Altura5	576.00	39.00	18.00	57.00	35.04	7.23	52.31	20.64
D1	575.00	2.83	2.43	5.26	3.75	0.44	0.20	11.86
D2	576.00	2.91	2.84	5.75	4.17	0.51	0.26	12.13
D3	576.00	4.20	3.05	7.24	5.29	0.70	0.48	13.14
D4	576.00	4.48	3.91	8.39	6.18	0.84	0.70	13.59
D5	576.00	5.67	4.42	10.09	7.21	0.95	0.90	13.17
Hojas1	574.00	6.00	2.00	8.00	5.06	0.97	0.95	19.21
Hojas2	576.00	9.00	3.00	12.00	7.90	1.40	1.95	17.69
Hojas3	576.00	9.00	6.00	15.00	9.61	1.81	3.27	18.81
Hojas4	574.00	19.00	1.00	20.00	12.82	2.46	6.06	19.21
Hojas5	576.00	19.00	9.00	28.00	16.48	3.01	9.07	18.27

Fuente: Elaboración Propia.

**Cuadro 16A. Resultado del análisis de variables con prueba no paramétrica de Kruskal Wallis**

	Altura	Diámetro	N° de hojas				
	----- 45dds-----	30dds	45dds	60dds	75dds	90dds	
Chi-cuadrado	27,550	37,182	20,846	23,964	50,795	43,003	36,582
Gl	23	23	23	23	23	23	23
Sig. asintótica	0,233	0,031	0,590	0,406	0,001	0,007	0,036

a. Prueba de Kruskal Wallis  
b. Variable de agrupación:  
Tratamiento

Fuente: Elaboración Propia.

**Cuadro 17A. Comparación múltiple de medias entre tratamientos para el diámetro de plantas de cacao en la etapa de vivero a los 45dds**

<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Diámetro 45dds</b>	
<b>1</b>	24	4.45	a
<b>11</b>	24	4.33	ab
<b>3</b>	24	4.32	abc
<b>2</b>	24	4.27	abcd
<b>5</b>	24	4.27	abcd
<b>8</b>	24	4.26	abcd
<b>9</b>	24	4.25	abcd
<b>17</b>	24	4.25	abcde
<b>15</b>	24	4.23	abcde
<b>14</b>	24	4.23	abcde
<b>7</b>	24	4.20	abcde
<b>19</b>	24	4.20	abcde
<b>4</b>	24	4.19	abcde
<b>24</b>	24	4.18	abcde
<b>13</b>	24	4.16	abcde
<b>16</b>	24	4.16	abcde
<b>6</b>	24	4.12	abcdef
<b>23</b>	24	4.12	bcdef
<b>20</b>	24	4.03	cdef
<b>22</b>	24	4.03	cdef
<b>10</b>	24	4.02	def
<b>18</b>	24	3.99	def
<b>12</b>	24	3.97	ef
<b>21</b>	24	3.86	f
<b>Sig</b>	0.0310		

Fuente: Elaboración Propia.



**Cuadro 18A. Comparación múltiple de medias entre tratamientos para el número de hojas de cacao en la etapa de vivero a los 60 dds**

<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>N° de hojas 60 dds</b>	
<b>13</b>	24	10.71	a
<b>5</b>	24	10.58	ab
<b>23</b>	24	10.50	abc
<b>7</b>	24	10.42	abc
<b>17</b>	24	10.33	abcd
<b>15</b>	24	9.92	abcde
<b>19</b>	24	9.88	abcde
<b>11</b>	24	9.83	abcde
<b>3</b>	24	9.67	abcde
<b>24</b>	24	9.67	abcde
<b>1</b>	24	9.63	bcdef
<b>16</b>	24	9.63	bcdef
<b>9</b>	24	9.50	bcdef
<b>8</b>	24	9.46	cdef
<b>12</b>	24	9.46	cdef
<b>22</b>	24	9.25	def
<b>18</b>	24	9.21	def
<b>2</b>	24	9.17	ef
<b>10</b>	24	9.17	ef
<b>21</b>	24	9.13	ef
<b>20</b>	24	9.04	ef
<b>4</b>	24	9.04	ef
<b>14</b>	24	8.92	ef
<b>6</b>	24	8.67	f
<b>Sig</b>	0.0007		

Fuente: Elaboración Propia.

**Cuadro 19A. Comparación múltiple de medias entre tratamientos para el número de hojas de cacao en la etapa de vivero a los 75 dds**

<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>N° de hojas 75 dds</b>	
5	24	14.17	a
13	24	14.00	ab
24	24	13.42	abc
8	24	13.46	abcd
7	24	13.29	abcd
19	24	13.25	abcd
17	24	13.17	abcde
1	24	13.08	abcde
3	24	13.08	abcde
14	24	12.96	abcde
16	24	12.92	abcdef
12	24	12.83	abcdef
18	24	12.75	abcdef
20	24	12.75	bcdef
9	24	12.67	bcdef
21	24	12.63	bcdef
23	24	12.63	bcdef
22	24	12.38	cdef
10	24	12.38	def
15	24	12.21	def
4	24	12.00	ef
11	24	11.88	ef
6	24	11.75	ef
2	24	11.33	f
<b>Sig</b>	<b>0.0069</b>		

Fuente: Elaboración Propia.

**Cuadro 20A. Número de esporas iniciales en cada procedencia del inóculo**

<b>Inóculo</b>	<b>N° de esporas</b>
AGR 1	40
AGR 2	84
AGR 3	70
AGR 4	33

Fuente: Elaboración Propia.

**Cuadro 21A. Descripción biológica de la procedencia del inoculo**

AGR-1	AGR-2	AGR-3	AGR-4
<i>Acaulospora scrobiculata</i>	<i>Acaulospora scrobiculata</i>	<i>Acaulospora longua</i>	<i>Acaulospora scrobiculata</i>
<i>Acaulospora</i> sp. 2*	<i>Acaulospora pustulata</i>	<i>Acaulospora mellea</i>	<i>Acaulospora pustulata</i>
<i>Acaulospora</i> sp. 3*	<i>Acaulospora punctata</i>	<i>Acaulospora rehmi</i>	<i>Acaulospora punctata</i>
<i>Ambispora gerdemannii</i>	<i>Acaulospora longula</i>	<i>Acaulospora scrobiculata</i>	<i>Acaulospora longula</i>
<i>Diversispora spurca</i>	<i>Acaulospora excavate (A. reducta?)</i>	<i>Acaulospora tuberculata</i>	<i>Acaulospora cavernata</i>
<i>Diversispora lutea</i>	<i>Acaulospora cavernata</i>	<i>Acaulospora</i> sp. 4*	<i>Diversispora versiforme</i>
<i>Fuscutata heterógama</i>	<i>Acaulospora</i> sp. (como <i>rehmi</i> , pero distinto)	<i>Acaulospora</i> sp. 5*	<i>Diversispora eburnean</i>
<i>Glomus diaphanum</i>	<i>Acaulospora morrowae</i>	<i>Acaulospora</i> sp. 6*	<i>Archaeospora trappei</i>
<i>Glomus</i> sp. 1*	<i>Diversispora versiforme</i>	<i>Archeospora trappei</i>	<i>Paraglomus occultum</i>
<i>Glomus</i> sp. 2*	<i>Diversispora eburnean</i>	<i>Archeospora undulate</i>	<i>Diversispora</i> sp. Outer wall peridium-like
<i>Pacispora dominikii</i>	<i>Diversispora spurca</i>	<i>Cetraspora pellucida</i>	<i>Sclerocystis</i> sp. brown sin peridium 150 um
<i>Sclerocystis rubiforme</i>	<i>Dominikia bernensis</i>	<i>Claroideoglomus claroideum</i>	Spore with funneliforme attachment
*Morfotipo 1 sin identificar	<i>Archaeospora trappei</i>	<i>Diversispora spurca</i>	<i>Diversispora celata</i>
	<i>Sclerocystis sinuosa</i>	<i>Diversispora versiforme</i>	<i>Acaulospora</i> sp. "cerebriform" surface 70 um
	<i>Paraglomus occultum</i>	<i>Diversispora</i> sp. 1*	<i>Paraglomus brasiliensis</i>
	<i>Paraglomus</i> sp. Hyaline, inner wall separate	<i>Fuscutata heterógama</i>	<i>Ambispora brasiliensis</i>
	<i>Diversispora</i> sp. Outer wall peridium-like	<i>Glomus brohultii</i>	<i>Glomus</i> sp. Yellow with open attachment, probablemente <i>Rhizoglomus aggregatum</i>
		<i>Glomus fasciculatum</i>	
		<i>Glomus</i> sp. 1*	
		<i>Glomus</i> sp. 4*	
		<i>Glomus</i> sp. 5*	
		<i>Kuklospora kentinenis</i>	
		<i>Kuklospora</i> sp. 1*	
		<i>Kuklospora</i> sp. 2*	
		<i>Pacispora</i> sp. 2*	
		<i>Paraglomus occultum</i>	
		<i>Paraglomus</i> sp.	
		<i>Sclerocystis rubiforme</i>	
		<i>Sclerocystis</i> sp. 1*	

Fuente: Rojas. IIAP 2016

\* Especies no identificadas, probablemente nuevas para la ciencia; AGR-1= Agro-ecosistema con cobertura de Kudzu (*Pueraria phaseoloides*); AGR-2= Agro-ecosistema multiclinal; AGR-3= Agro-ecosistema con guaba (*Inga edulis*); AGR-4= Agro-ecosistema con cobertura de ushpica (*Commelina* sp.).

Cuadro 22A. Caracterización fisicoquímica de las muestras de suelo, por sustrato



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : IIAP  
 Departamento : UCAYALI  
 Distrito :  
 Referencia : H.R. 48888-020C-15

Fact.: 28383

Provincia : CORONEL PORTILLO  
 Predio :  
 Fecha : 12/03/15

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
2574	Sustrato GI+RF	6.03	1.81	0.30	2.25	5.3	151	61	27	12	Fr.A.	11.52	6.26	1.38	0.43	0.07	0.00	8.14	8.14	71
2575	Sustrato puro	6.46	0.62	0.20	1.99	1.9	109	61	27	12	Fr.A.	11.20	5.88	1.28	0.37	0.05	0.00	7.58	7.58	68

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ;  
 Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

*Sady García Bendejé*  
 Jefe del Laboratorio

Activar Windows  
 ir a Configuración de PC

### 8.3. Iconografía:

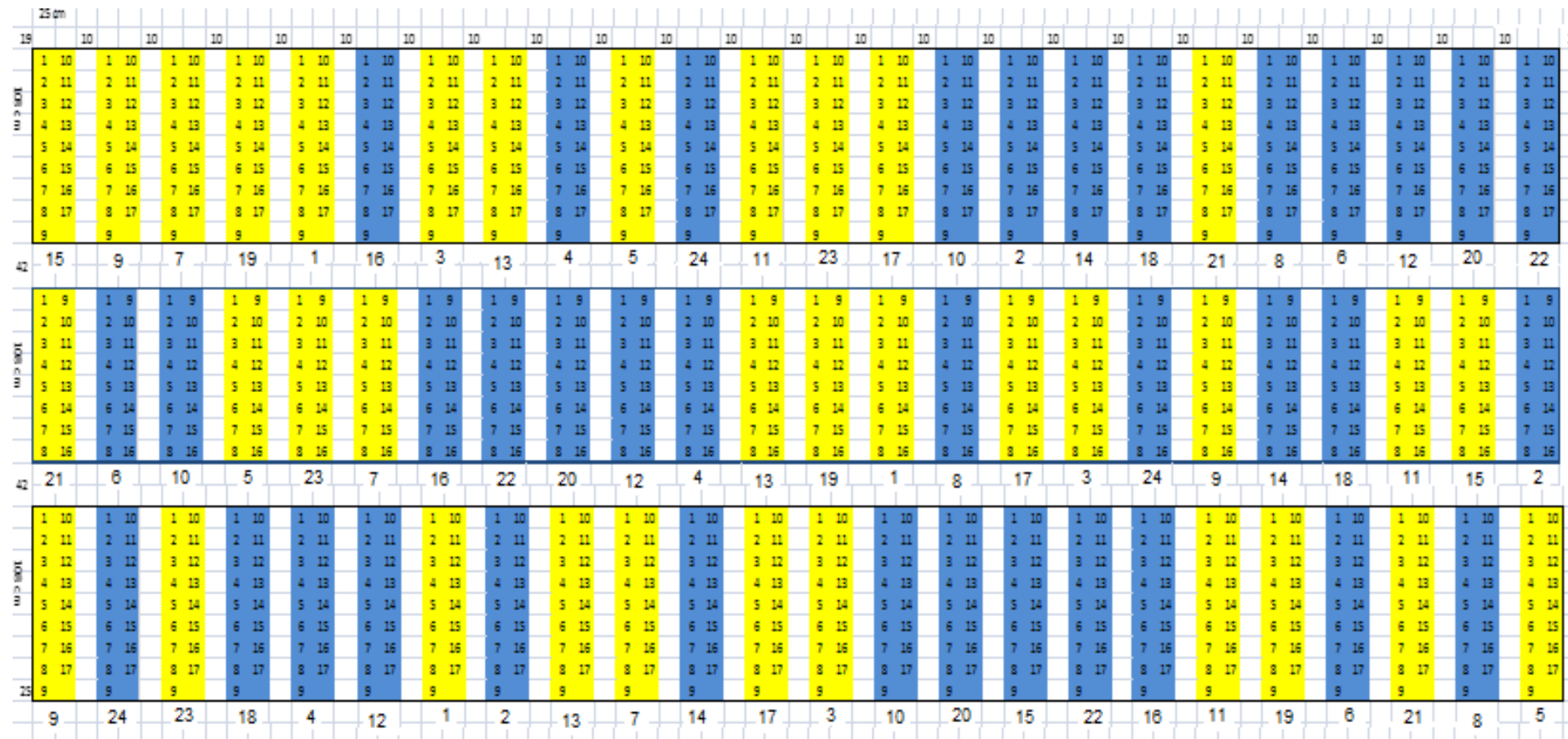


Figura 1. Arreglo de tratamientos y bloques en vivero



**Figura 2A. Acondicionamiento y nivelación del área del vivero.**



**Figura 3A. Acondicionamiento del tinglado del vivero.**



**Figura 4A. Aplicación del abono orgánico al sustrato.**



**Figura 5A. Acondicionamiento y distribución de las bolsas.**





**Figura 6A. Experimento para la producción de plantones de cacao instalado.**



**Figura 7A. Inoculación con Hongos Micorriza Arbuscular.**



**Figura 8A. Evaluación de la variable altura**



**Figura 9A. Evaluación de la variable diámetro.**