



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

**“EVALUACIÓN DE TRES BIOFERTILIZANTES EN EL DESARROLLO DE
BOLAINA BLANCA (*Guazuma crinita mart*) A ENSAYARSE EN
REFORESTACIÓN PARA LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO, IIAP
SAN MARTÍN”**

PRESENTADO POR:
Bach. EMERSON AMASIFUEN AMASIFUEN

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

ASESOR

Ing. M.S.c HECTOR GUERRA AREVALO

TARAPOTO-PERÚ
2017

DEDICATORIA

A mis queridos padres, José Alberto Amasifuen Isuiza y celidonia Amasifuen, por los consejos y apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.

A mis hermanos Wagner, Héctor, mareli, francisco, a mi esposa Gina y a mi hija Andrea por compartir momentos y por la comprensión que me brindan en cada instante de mi vida.

A mis familiares, compañeros y docentes de la UAP – Tarapoto, y al personal que labora en el IIAP por las enseñanza y motivación brindadas en cada etapa del proyecto de investigación.

Emerson Amasifuen Amasifuen

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Alas Peruanas, por brindarme la oportunidad de superarme en una escuela de calidad y formarme como profesionalista.

En primera instancia, al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) con sede en Tarapoto San Martín, con la Gerencia del Ing. M.Sc. Luis Arévalo López por decidido apoyo financiero, técnico y respaldo logístico total.

De manera muy especial al Ing. MSc. Héctor Guerra Arévalo M. Sc, investigador y asesor principal del IIAP en la presente tesis, por sus contribuciones, dedicación constante, apoyo en la redacción científica, gran calidad humana y por su confianza puesta en mí persona.

Al Biólogo. Henry Jave Concepción, profesor asociado y asesor del presente desarrollo de la investigación por parte de la Universidad Alas Peruanas, por sus recomendaciones y orientarme oportunas en la redacción de la presente investigación.

A los Ingenieros Percy Díaz Chuquizuta, Percy del Águila Tello por su permanente respaldo técnico y colaboración en la ejecución y desarrollo de la investigación, igualmente, a Carmen reveló, por el apoyo brindado durante las evaluaciones. A cada una de las personas que contribuyeron de una u otra forma, mi agradecimiento infinito.

Emerson Amasifuen Amasifuen

INDICE

	Pág.
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
INDICE	IV
Lista de Cuadros	VI
Lista de Figuras	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
INTRODUCCION	XI
CAPITULO I: PROBLEMA	1
1.1 Planteamiento del Problema.	1
1.2. Formulación del Problema.	2
1.2.1 Problema General.	2
1.2.2. Problemas específicos.	2
1.3. Objetivos.	3
1.3.1. Objetivo general.	3
1.3.2. Objetivos específicos.	3
1.4. Justificación.	4
MARCO TEÓRICO: CAPITULO II	6
2.1. Antecedentes.	6
2.2. Bases Teóricas.	7
2.3. Hipótesis	19
2.3.1. Hipótesis General.	19
2.3.2. Hipótesis Específicas.	19
2.4. Definición de términos básicos.	20
2.5. Variables	21
2.6. Operacionalización de las variables	22
CAPITULO III: METODOLOGÍA.	23

3.1	Ámbito de estudio.....	23
3.2	Tipo de Investigación.	25
3.3	Nivel de Investigación.....	25
3.4	Método de investigación.	25
3.5	Diseño de la investigación.	31
3.6	Población, Muestra, Muestreo.....	32
3.6.1	Población.....	32
3.6.2	Muestra.	32
3.6.2	Muestreo.	32
3.7	Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	33
3.8	Procedimiento de Recolección de Datos.	33
3.9	Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.	33
CAPITULO IV: RESULTADOS.....		35
4.1	Presentación de Resultados.....	35
	Prueba de Hipótesis.	42
4.2	Discusión.....	52
CONCLUSIONES.		55
RECOMENDACIONES.		56
Referencia Bibliográfica.....		57
Anexos.....		60

Lista de Cuadros

	Pág.
Cuadro 1. Coordenadas UTM del centro experimental Pucayacu – IIAP San Martin.....	23
Cuadro 2. Descripción de los tratamientos en ensayo de vivero	31
Cuadro 3. Análisis de varianza para determinar altura de la planta <i>Guazuma crinita</i> (Bolaina blanca).....	42
Cuadro 4. Análisis de varianza para determinar el número de raíces de las plantas de <i>Guazuma crinita</i> (Bolaina blanca).....	43
Cuadro 5. Análisis de varianza para determinar el número de raíces adventicias de las planta de <i>Guazuma crinita</i> (Bolaina blanca).....	43
Cuadro 6. Análisis de varianza para determinar la longitud de la raíz de las plantas de <i>Guazuma crinita</i> (bolaina blanca).....	44
Cuadro 7. Análisis de varianza para determinar la relación peso seco aéreo / peso seco radicular (PSA / PSR) de las plantas de <i>Guazuma crinita</i> (boliana blanca).....	44
Cuadro 8. Análisis de varianza para determinar la relación peso Húmedo aéreo / peso seco radicular (PHA / PSR) de las plantas de <i>Guazuma crinita</i> (boliana blanca).....	45
Cuadro 9. Análisis de varianza para determinar el área foliar de las plantas de <i>Guazuma crinita</i> (bolaina blanca).....	46
Cuadro 10. Análisis de varianza para determinar el índice de robustez de las plantas de <i>Guazuma crinita</i> (bolaina blanca).....	46
Cuadro 11. Análisis de varianza para determinar el índice de calidad de Dickson (ICD), de las plantas de <i>Guazuma crinita</i> (bolaina blanca).....	46
Cuadro 12. Análisis de varianza para determinar el índice de distribución de carbón (IDC), de las plantas de <i>Guazuma crinita</i> (bolaina blanca).....	47
Cuadro 13. Análisis de muestra solida de Microorganismo de montaña.....	47

Cuadro 14. Análisis de muestra líquida de Microorganismo de montaña.....	48
Cuadro 15. Análisis de muestra del biol de vaca.....	48
Cuadro 16. Análisis de muestra Kalifos plus 0-25-50.....	49
Cuadro 17. Costo de producción Microorganismo de montaña.....	49
Cuadro 18. Costo de producción del biol de vaca.....	50
Cuadro 19. Costo de producción de plantones forestal ciclo corto.....	51

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Ubicación del vivero experimental Pucayacu IIAP- San Martin.....	69
Figura 2 Construcción de los bloques de experimental.....	69
Figura 3. Recolección y acopio de sustrato.....	70
Figura 4. Llenado de bolsas con sustratos.....	70
Figura 5. Limpieza y desmenuzada de la biomasa.....	71
Figura 6. Preparación de solución energética.....	71
Figura 7. Preparación de microorganismo de montaña aeróbica y anaeróbica.....	72
Figura 8. Activación de microorganismos de montaña.....	72
Figura 9. Desinfección de semilla y siembra.....	73
Figura 10. Repique de plántulas.....	73
Figura 11. Aplicación de biofertilizante a nivel foliar y sustrato.....	74
Figura 12. Evaluación de plantones de guazuma crinita (bolaina blanca).....	74
Figura 13. Evaluación de raíz de los plantones de guazuma crinita (bolaina blanca).....	75
Figura 14. Pesado de las muestras.....	75
Figura 15. Prueba de Tukey incremento de altura.....	35
Figura 16. Prueba de Tukey incremento de numero de raíz promedio.....	36
Figura 17. Prueba de Tukey incremento de raíces adventicias.....	36
Figura 18. Prueba de Tukey incremento de longitud de raíz.....	37
Figura 19. Prueba de Tukey peso seco aéreo / peso seco radicular.....	38
Figura 20. Prueba de Tukey incremento peso húmedo / peso seco.....	39
Figura 21. Prueba de Tukey incremento área foliar.....	39
Figura 22. Prueba de Tukey Índice de robustez.....	40
Figura 23. Prueba de Tukey Índice de calidad de Dick son.....	40
Figura 24. Prueba de Tukey Índice de distribución de carbón.....	41

RESUMEN

En la investigación se planteó el objetivo debido a la problemática de deforestación y contaminación, bajo este contexto, se cree conveniente considerar como una alternativa viable la utilización de fuentes orgánicas locales para la elaboración de biofertilizantes líquidos a base de estiércoles de vacuno y Microorganismo de montaña (MM), para ser aplicados en fase de vivero a una especie vegetal de rápido crecimiento, alto valor económico y comercial y usos múltiples, como la bolaina blanca (*Guazuma crinita*).

El objetivo fundamental fue evaluar los efectos de la utilización de tres biofertilizantes en el desarrollo de Bolaina Blanca (*Guazuma Crinita*) a ensayarse en reforestación para mitigación del cambio climático, la dosis de aplicación fueron 60 mL de biofertilizantes en 20 litros de agua para los tratamientos y 0,5 litros de agua para el testigo, donde las frecuencias de aplicación fueron realizadas por 90 días calendarios, en periodos de 15 días. El ensayo se realizó bajo un diseño completamente al azar (DCA), con (5) tratamientos y (5) repeticiones, para el trabajo se utilizaron 875 plantones.

En los tratamientos el microorganismo de montaña (MM) se obtuvieron los mejores resultados, a excepción en el número de raíces, con el índice de calidad de Dickson la altura T2 (MM) se obtuvo 41.9 cm en un periodo de tiempo de 90 días; el análisis de varianza arrojó que el ensayo para las variables altura de la planta es altamente significativo entre los tratamientos y repeticiones, lo cual indica que los biofertilizantes tienen un gran efecto significativo al ser aplicados en las plantas de Bolaina en fase de vivero; el número de raíces de T2 (MM) mostró un promedio de 14.84 cm; en cuanto a la raíces adventicias el T2 (MM) logró alcanzar el 90.04 % la longitud de raíz, la altura de T2 (MM) alcanzó los 24.15 cm; por lo tanto del presente proyecto de investigación se concluye que a mayor índice de Dickson mejor calidad en la planta.

Palabras clave: Biofertilizantes, deforestación, bolaina blanca

ABSTRACT

In the investigation it is propose the aimed due to the problematics of deforestation and pollution, under this context, believes himself suitably to consider to be a viable alternative the utilization of organic local sources for the production of biofertilizantes liquids based on manures bull and Microorganism of mountain (MM), to be applied in phase of fish-pond to a vegetable species of rapid growth, high economic and commercial value and multiple uses, as the white bolaina (Guazuma crinita).

The fundamental aim was to evaluate the effects of the utilization of three bio fertilizers in Bolaina Blanca's development (Guazuma Crinita) as strategy of reforestation for mitigation to the climate change, the dose of application they were 15 mL of biofertilizantes in 0, 5 liters of water for the treatments and 0, 5 liters of water for the witness, where the frequencies of application were realized for 90 days calendars, in periods of 15 days. The test fulfilled under a design completely at random (DCA), with (5) treatments and (5) repetitions, for the work one used 875 grafts.

In the treatments of microorganism of mountain (MM) mas Biol obtained the best results, to exception in the number of roots, with the index of dickson the height T3 (MM mas Biol) obtained 42.29 cm in a period of time of 90 days; the analysis of variance threw that the test for the variables height of the plant is highly significant between the treatments and repetitions, which indicates that the biofertilizantes have a great significant effect on having been applied in Bolaina's plants in phase of fish-pond; the number of roots of T2 (MM) showed an average of 14.84 cm; as for adventitious raices the T2 (MM) managed to reach 90.04 % the length of root, the height of T2 (MM) reached 24.15 cm; therefore of the present project of investigation one concludes that to therefore of the present project of investigation one concludes that to major index of better Dickson quality in the plant.

Keys words: Bio fertilizers, deforestation, Bolaina Blanca's.

INTRODUCCION

Uno de los problemas evidentes que enfrenta la humanidad actualmente, es la degradación del ambiente; hecho se produce por el uso excesivo de los productos químicos, la desproporcionada fertilización química, realizada en los últimos años, ha atentado contra la calidad del medio ambiente. De cara a esta realidad, es de gran importancia rescatar los conocimientos ancestrales de la agricultura conservacionista de los suelos, que fue practicada mediante las técnicas sencillas y de bajo costo como son: los cultivos asociados, la incorporación de abonos naturales, como el descanso adecuado de los suelos “barbecho”, para mantener su fertilidad, entre otras actividades y así alcanzar una agricultura sustentable.¹

Es necesario mantener la cubierta vegetal mediante programas de forestación y reforestación que ayuden a revertir los daños producidos al suelo y al ambiente, dado que, en muchos casos, la regeneración natural se ve afectada por la baja producción de semillas forestales y/o condiciones ambientales adversas, razón por la cual, la producción de plantas en vivero es un aspecto que toma relevancia, dado que se pueden producir plantas en cantidad, calidad y de las especies necesarias.²

El proyecto se desarrollado en el Caserío de Bello Horizonte, Distrito de la Banda de Shilcayo, los ensayos se efectuaron en cinco unidades experimentales conformado por cinco tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5) y cinco repeticiones (R1, R2, R3, R4, R5), conformado por 875 plantones, utilizando el diseño completamente aleatorizado (DCA). Los sustratos utilizados en la investigación fueron: tierra agrícola (60%), cascarilla de arroz carbonizada (40%) para todos los tratamientos y se aplicó 60 mililitros de biofertilizantes orgánicos en 20 litros de agua sin clorar, para el testigo solo se aplicó 5 litros de agua sin clorar.

La finalidad de la investigación, fue la de evaluar el desarrollo de las variables diámetro del tallo, altura de planta, numero de raíces, numero de raíces adventicias, longitud de la raíz, área foliar, relación peso seco aéreo / peso seco radicular

(PSA/PSR), relación peso húmedo / peso seco (PH/PS) índice de robustez (IR), índice de calidad de Dickson (ICD) y índice de distribución de carbón (IDC); por ello el presente proyecto de investigación plantea dar utilidad a los biofertilizantes, como una alternativa de solución para suplir y paliar la utilización de los productos químicos en la agricultura, de esta manera se estará minimizando los impactos negativos hacia el ambiente.

El uso de compost, resulta ser una alternativa viable para la agricultura orgánica por su aporte de nutrientes y mejorador de suelos, además sustituye el uso elevado de abonos químicos y adicionalmente y debido a los problemas ecológicos y económicos provocados por el uso intensivo e inadecuado de los fertilizantes minerales sintéticos.³

CAPITULO I: PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema.

Resulta que la agricultura mundial en los últimos años está encaminada a lograr una agricultura sostenible sobre la base de obtener altos rendimientos con aplicación de bajos insumos de estos productos, y ha revitalizado la idea de hacer uso de productos de origen orgánico. Entre los diferentes métodos de adecuación de los residuos orgánicos para fines agrícola, destaca el compostaje tanto desde el punto de vista ecológico como económico⁴. Al mismo tiempo que colabora en la gestión de los residuos sólidos, el compostaje es el sistema que más respeta el ciclo de conservación de la materia y el que mayor aplicación encuentra en Agricultura, el uso de este tipo de compost a nivel regional puede ser importante para la producción forestal, dado que aumenta la disponibilidad local de material para sustratos. También constituye una alternativa interesante desde el punto de vista ambiental, ya que implica la transformación de residuos en un recurso agrícola forestal, evita la sustracción de «tierra negra» de bosques de la región, y reduce el uso de turba, recurso natural de renovación lenta⁵.

El producto obtenido al final de un proceso de compostaje posee un importante contenido en materia orgánica y nutrientes disponibles como abono orgánico o como sustrato, si bien los compost de residuos urbanos se están utilizando a nivel mundial como biofertilizantes orgánicos para la producción en almácigos de plantas ornamentales, hortícolas y forestales, existe poca información sobre el uso como sustrato para la producción en contenedores, y aún menos para arbustivas y arbóreas nativas. El Biol es una fuente de fitoreguladores, que se obtienen como producto de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos⁶.

El Biol es el principal producto de efluente y que está constituido casi totalmente de sólidos disueltos (nutrientes solubles) y agua. Es el efluente líquido que se descarga frecuentemente de un digestor. Por medio de filtración y floculación se

puede separar la parte líquida de la sólida, obteniéndose así un biofactor que promueve el crecimiento de los vegetales. El Biol es un biofactor que promueve el crecimiento en la zona trofogénica de los vegetales, mediante un incremento apreciable del área foliar efectiva.⁶

Es por ello que el uso intensivo e inadecuado de los fertilizantes minerales sintéticos ha provocado un impacto negativo y severo sobre los ecosistemas y el ambiente, además, de contribuir al cambio climático. El mal manejo de los recursos naturales también ha contribuido con el esta problemática ambiental. En ese sentido, en la Amazonía Peruana existen recursos locales que podría ayudar a revertir este problema, como por ejemplo la hojarasca presente en los bosques naturales y el estiércol de ganado.

El uso de biofertilizantes es una alternativa útil para el crecimiento de las especies forestales, no solo por su contribución en el crecimiento, sino también en la calidad de los plántones para su establecimiento en campo definitivo, es por ello que mediante el presente proyecto de investigación se plantea la utilización de estos biofertilizantes, los cuales permitirán reducir los impactos negativos originados por el uso y abuso desmedido de los productos sintéticos.

1.2. Formulación del Problema.

1.2.1 Problema General.

¿Cuál de tres biofertilizantes influenciará en el desarrollo de Bolaina Blanca (*Guazuma Crinita Mart*) a ensayarse en reforestación para la mitigación al cambio climático?

1.2.2. Problemas específicos.

✓ ¿Cuáles serán las principales diferencias en el desarrollo de Bolaina Blanca tras la aplicación de biofertilizantes?

- ✓ ¿La utilización de biofertilizantes resultará ser una alternativa tecnológica de carácter orgánico para mejorar la calidad de los plantones de Bolaina Blanca?
- ✓ ¿Se reducirá los costos de producción de plantones de Bolaina Blanca mediante la utilización de biofertilizantes?

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo general.

Evaluar tres biofertilizantes en el desarrollo de Bolaina Blanca (*Guazuma Crinita Mart*) a ensayarse en reforestación para la mitigación del cambio climático.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Determinar las principales diferencias en el desarrollo de Bolaina Blanca tras la aplicación de biofertilizantes.
- Evaluar la utilización de biofertilizantes como una alternativa tecnológica de carácter orgánico para mejorar la calidad de los plantones de Bolaina Blanca.
- Evaluar los costos de producción de plantones de Bolaina Blanca mediante la utilización de biofertilizantes.

1.4. Justificación.

Es importante buscar alternativas para reducir la utilización de productos químicos, ya que mediante ello se minimiza los impactos negativos que estos productos químicos generan sobre el ambiente (agua, suelo, aire); el empleo de biofertilizantes, constituye una práctica agrícola que cada día cobra más fuerza en la agricultura, no sólo por su bajo costo de producción sino por la posibilidad de fabricarse a partir de recursos locales renovables, los biofertilizantes orgánicos utilizados tienen un triple papel como suministradores de nutrientes, fitohormonas y antagonistas de Fito patógenos. Los biofertilizantes están constituidos por microorganismos vivos; los cuales, cuando se aplican a semillas, superficies de plantas o suelos, colonizan la rizósfera o el interior de la planta, y promueven el crecimiento al incrementar el suministro o la disponibilidad de nutrientes primarios a la planta huésped, no contaminan los productos vegetales, ni el suelo; por el contrario, son regeneradores de éste, además algunos inducen el desarrollo de mecanismos de defensa de las plantas y generan ambientes adversos a patógenos, es por ello que los biofertilizantes resultan ser una alternativa para paliar la contaminación que actualmente origina la agricultura convencional.

Actualmente a la Región San Martín le aquejan varios problemas latentes, entre los cuales se encuentra es la deforestación, la cual es destinada para la agricultura convencional; actualmente se deforestan hectáreas de bosques secundarios para el sembrío de arroz, maíz y cacao, la segunda problemática está muy ligada a la primera, para realizar estas actividades agrícolas el agricultor utiliza productos químicos para obtener mayor productividad, ello conlleva a la necesidad de encontrar una metodología para minimizar los impactos que ello ocasiona al ambiente, una de las alternativas que muy poco se utiliza y que es amigable con el ambiente es la agricultura orgánica, mediante la aplicación biofertilizantes en los cultivos agrícolas.

Existen diversas investigaciones e iniciativas para el desarrollo de tecnologías en plantaciones forestales, sobre todo tecnologías que mejoran la productividad y promueven un entorno sostenible con el ambiente. Por otro lado, los reforestadores experimentan con prácticas para hacer sus plantaciones más productivas, por consiguiente, es importante integrar estas experiencias, desarrollando mejores alternativas tecnológicas. Uno de estos vacíos es el aspecto de la caracterización tecnológica de la madera producida; el cual requiere ser solventado si se quiere fomentar la adopción tecnológica por parte del productor forestal, de esta forma, existen muchos esfuerzos y grandes inversiones tratando de mejorar la adopción de nuevas tecnologías, lamentablemente en muchos casos la innovación no llega al productor y las alternativas no son adoptadas; la finalidad del presente proyecto es utilizar O3 biofertilizantes para el crecimiento de la Bolaina blanca, de esa manera se estará contribuyendo a plantear propuestas para reforestar área agrícolas deforestadas, los beneficios que se obtendrán tras el presente proyecto es minimizar la contaminación del ambiente y mejorar la vida no sólo de los seres humanos sino también de los ecosistemas que se encuentra albergado por una gran diversidad de organismos los cuales permiten mantener el equilibrio ambiental.

MARCO TEÓRICO: CAPITULO II

2.1. Antecedentes.

En la búsqueda de información relacionada para validar la investigación con el tema de estudio se encontraron las siguientes evidencias que constituyen un soporte y referente para nuestra investigación, de las que se mencionan:

Según el Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile (2005), el término agricultura orgánica describe sistemas alternativos e producción agrícola; está relacionado con la utilización de estiércol animal y otros insumos naturales dejando fuera la utilización de fertilizante y plaguicidas sintéticos o químicos ⁷

Según Cervantes, A. (2007), “Producción de pastizales en la Región Interandina del Ecuador”, los cultivos orgánicos proponen alimentar los microorganismos del suelo para que estos a su vez de manera indirecta favorezcan a las plantas, esto se realiza mediante la adición de ciertos desechos natural tales como estiércol de animales.⁸

La agricultura ecológica también llamada agricultura orgánica o biológica está basada en la utilización óptima de los recursos naturales sin emplear productos químicos de síntesis, ni organismos genéticamente modificados ni para abono ni para combatir plagas, logrando así obtener alimentos orgánicos a la vez que se conserva la fertilidad de la tierra y se respeta el medio ambiente.⁹

La Bolaina blanca es una especie pionera de rápido crecimiento y posee un alto poder de regeneración, habita naturalmente las playas inundables y las terrazas aluviales. Su crecimiento para sistemas agroforestales establecidos en suelos ácidos y degradados en el Valle de Chanchamayo, tiene una tasa de crecimiento de 04/cm/año para el DAP y de 2.94 m/año para la altura total, en los primeros 5 años de plantación. En plantaciones en faja de 30 m situadas en la Estación Experimental Alexander Von Humboldt se ha obtenido un incremento promedio de 3.26/cm/año para el DAP y 4.06m/año para la altura, Tabla de volumen comercial de Bolaina blanca (*Guazuma Crinita Mart.*) de las plantaciones experimentales de Alexander Von Humboldt, Ucayali,

Perú Bolaina blanca (*G. crinita*) es una especie forestal nativa de crecimiento relativamente rápido, que es cosechada desde los ocho años. El uso diversificado de su madera, sumados a los bajos costos de extracción, transporte y procesamiento industrial (comparado con otras especies nativas tradicionales), le ha permitido la gran aceptación en el mercado regional y nacional, originando un incremento hasta de 500% en los últimos cinco años (IIAP, 2006). La demanda de esta madera es cubierta principalmente de la cuenca del río Aguaytía, debido al fácil acceso a la ciudad de Pucallpa lo que facilita el menor costo de operaciones.

Adicionalmente la superficie reforestada con esta especie fue de 2,000 ha en los últimos siete años, en una gran diversidad de sitios de esta cuenca no obstante todo esto, aún no se conocen las herramientas que permitan cuantificar de manera confiable el volumen maderable de *G. crinita* antes de ser cosechada.

Indudablemente, por su importancia actual en el mercado e incremento en la reforestación se necesita de una herramienta que permita cuantificar en forma rápida, eficiente y confiable el volumen rollizo de los árboles en pie de *G. crinita*, para lo cual se propone la elaboración de una tabla de volumen comercial con corteza y sin corteza de *G. crinita* para plantaciones. Por lo que el objetivo de la presente investigación fue determinar la ecuación volumétrica que permita estimar el volumen del árbol en pie de *G. crinita* procedente de plantaciones.⁹

2.2. Bases Teóricas.

- La Materia Orgánica total de un suelo comprende genéricamente dos fracciones; el humus propiamente dicho, y la materia orgánica no húmificada en la que se incluyen los restos de los vegetales, estiércol fresco, deyecciones y restos de animales y microorganismos.¹⁰
- Microorganismo Eficaces (EM), son una mezcla de microorganismos benéficos, los cuales pueden ser aplicados como inoculantes para cambiar la diversidad

microbial de los suelos, por lo tanto, pueden mejorar la calidad del suelo y el crecimiento, producción y calidad de los cultivos.¹¹

- Los bio abonos obtenidos por la desintegración de residuos orgánicos en presencia de los activadores ME mejoran sus contenidos nutritivos incrementando los rendimientos al ser aplicados en el cultivo de frejol, además asevera que con mayores concentraciones de microorganismos en la biomasa se logra un mayor incremento de temperatura (39-40)°C y se redujo el tiempo de madurez de compostaje.¹²
- El mejor uso de EM en agricultura depende de la zona, la calidad del suelo, el clima, los métodos de cultivo y la irrigación, entre otros factores. Con la aplicación de EM el suelo retiene más agua. Este cambio implica una mejora de los cultivos que incrementan su resistencia al estrés hídrico en épocas de sequía o en suelos más arenosos. Esta mejora viene dada tanto por el incremento de materia orgánica en el suelo, reduciendo la porosidad, como consecuencia de la actividad microbiana, como por el equilibrio iónico que aporta EM al suelo, favoreciendo así la interacción de las cargas superficiales de la estructura física del suelo con las cargas iónicas del agua.¹³

Cuatro principales grupos de microorganismos de montaña.¹⁴

Bacterias fotosintéticas (*Cyanobacteria spp.*) que utilizan la energía solar en forma de luz y calor, sustancias producidas por las raíces, para sintetizar vitaminas y nutrientes. Cuando se establecen en el suelo, producen también un aumento en las poblaciones de otros microorganismos eficaces, como los fijadores de nitrógeno, los actinomicetos y las micorrizas (hongos).

Bacterias de suelo (*Actinomycetos spp.*). Hongos benéficos que controlan hongos y bacterias patógenas (causantes de enfermedades), y que dan a las plantas mayor resistencia frente a estos a través del contacto con patógenos debilitados.¹⁴

Bacterias productoras de ácido láctico (*Lactobacillus spp.*). El ácido láctico posee la propiedad de controlar la población de algunos microorganismos, como el hongo *Fusarium*. Además, mediante la fermentación de materia orgánica, elaboran nutrientes para las plantas.¹⁴

Levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*). Bacterias que utilizan sustancias que producen las raíces de las plantas y otros materiales orgánicos, para sintetizar vitaminas y activar otros microorganismos del suelo.

El biol es un abono orgánico líquido, resultado de la descomposición de los residuos animales y vegetales: guano, rastrojos, etc., en ausencia de oxígeno. Contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes. La técnica empleada para lograr éste propósito son los biodigestores.¹⁴

Los biodigestores: Las excretas de los animales contienen nutrimentos que los cultivos pueden utilizar, pero también poseen altas concentraciones de coliformes fecales que producen enfermedades infecciosas, capaces de causar hasta la muerte en los humanos. Por ello, para utilizarlas como fertilizantes, es necesario darles un tratamiento que elimine estos agentes infecciosos. Una forma de hacerlo es mediante la biodigestión. Al usar un biodigestor se utilizan los nutrimentos contenidos en las excretas y, además, se reduce la contaminación ambiental, ya que convierte las excretas que contienen microorganismos patógenos como bacterias, protozoos, larvas, huevos, pupas de insectos, etc., en residuos útiles y sin riesgo de transmisión de enfermedades.¹⁵

De régimen estacionario o de Batch

Son muy utilizados para obtener fertilizantes orgánicos. Estos consisten en tanques herméticos con una salida de gas. Por lo general son de materiales plásticos con tapas en ros cables, se llenan una sola vez y se descargan cuando han dejado de generar gas.¹⁵

Funciones de cada ingrediente al preparar los biofertilizantes.¹⁶

La función de cada ingrediente al preparar los biofertilizantes es aumentar la sinergia de la fermentación para obtener una buena disponibilidad de los nutrientes para la vida de las plantas y del suelo.¹⁶

La leche: Principalmente tiene la función de reavivar el bio preparado, de la misma forma que lo hace la melaza; aporta proteínas, vitaminas, grasa y aminoácidos para la formación de otros compuestos orgánicos que se generan durante el periodo de la fermentación del biofertilizante al mismo tiempo les permite el medio propicio para la reproducción de la microbiología de la fermentación.¹⁶

La melaza: La principal función es aportar la energía necesaria para activar el metabolismo microbiológico, para que el proceso de fermentación se potencialice, además de aportar otros componentes en menor escala como son algunos minerales, entre ellos: calcio, potasio, fósforo, boro, hierro, azufre, manganeso, zinc y magnesio.¹⁶

Las sales minerales: Activan y enriquecen la fermentación y tienen como función principal, nutrir y fertilizar el suelo y las plantas, las cuales al ser fermentadas cobran vida a través de la digestión y el metabolismo de los microorganismos presentes en el tanque de la fermentación, que fueron incorporados a través de la excreta fresca de vaca que se utilizó. (Cuando se dificulta encontrar las sales minerales, éstas pueden ser sustituidas totalmente por la ceniza o la harina de rocas molidas).¹⁶

La ceniza: Su principal función es proporcionar minerales y elementos trazas al biofertilizante para activar y enriquecer la fermentación. Dependiendo del origen de la misma y en la falta de las sales minerales, esta puede llegar a sustituirlas (las mejores cenizas para hacer los biopreparados son las que se originan a partir de las gramíneas, ejemplo: cascarilla de arroz, bagazo de caña y maíz).¹⁶

El estiércol de vaca: Tiene principalmente la función de aportar los ingredientes vivos (microorganismos) para que ocurra la fermentación del biofertilizante. Aporta principalmente "inóculos" o "semillas" de levaduras, hongos, protozoos y bacterias; los cuales son directamente los responsables de digerir, metabolizar y colocar de forma disponible para las plantas y el suelo todos los elementos nutritivos que se encuentran en el caldo vivo que se está fermentando en el tanque. Por otro lado, la excreta de vaca contiene una gran cantidad diversificada de microorganismos muy importantes para dar inicio a la fermentación del biopreparado, entre los cuales se destaca el *Bacillus subtilis*. Finalmente, otra gran ventaja que se presenta al trabajar los biofertilizantes con estiércol de vaca, es que su microbiología tiene la característica facultativa de poder desarrollarse tanto anaeróbicamente (sin presencia de oxígeno) como de forma aeróbica (en presencia de oxígeno), lo que facilita el manejo de la fermentación por parte de los agricultores.¹⁶

El agua: Tiene la función de facilitar el medio líquido donde se multiplican todas las reacciones bioenergéticas y químicas de la fermentación anaeróbica del biofertilizante. Es importante resaltar que muchos microorganismos presentes en la fermentación, tales como levaduras y bacterias, viven más uniformemente en la masa líquida, donde al mismo tiempo, los productos sintetizados como enzimas, vitaminas, péptidos, promotores de crecimiento, etc., se transfieren más fácilmente.

La importancia económica de los biofertilizantes ha crecido en los últimos años, motivado fundamentalmente por factores del mercado y el creciente predominio de una cultura hacia la sustentabilidad en el desarrollo económico.¹⁶

El Kalifos Plus. (0 - 25 - 50)

Es un fertilizante que tiene como ingredientes activos (K) Potasio, (P) Fósforo, Aminoácidos totales, Ácidos orgánicos y carbohidratos totales activos. Su uso es bionutriente, con formulación concentrado soluble. Su composición química esta es

de Anhídridos fosfóricos 25 %, oxido de potasio 50 %, hierro 0.3%, magnesio 0.05 %. 24 Los efectos del KALIFOS PLUS es que promueve la activación enzimático sobre el nitrato (materia prima para la formación de proteínas) mejorando notablemente el crecimiento de frutos y tubérculos. KALIFOS PLUS, moviliza los azúcares desde las zonas de su formación hacia los polos atracción, para su utilización y almacenamiento; mejorando el contenido de azúcares y reduciendo el tiempo de maduración de los frutos.

KALIFOS PLUS, mejora la calidad física, color, sabor de los productos cosechados y contribuye a incrementar la duración post-cosecha de frutas, hortalizas y ornamentales¹⁷. **(Moragues, 2013)**

Evaluación de Criterios morfológicos: Algunos de los aspectos morfológicos que pueden ser relacionados con la supervivencia y crecimiento después de establecida la plantación y de las variables más empleadas son la forma de la planta, altura total, diámetro del tallo a nivel del cuello, número de raíces laterales, biomasa de la parte aérea, biomasa del sistema radicular, biomasa total, micorrización, entre otras **(Rodríguez, 2008)**, aunque cualquier parte de la planta es potencialmente útil.¹⁶

Altura de la planta: Una variable que aporta información muy valiosa y es fácil de medir, es la altura. Se ha determinado que existe correlación entre la altura al momento de plantación y supervivencia y el crecimiento uno o más años después en varias especies. **(Rodríguez, 2008)**. Los valores de esta variable determinan midiendo la distancia desde el cuello de la raíz (punto donde termina la raíz y comienza el tallo) hasta la yema apical en general, la altura requerida para el establecimiento de especies forestales tropicales en el campo es de 15 a 30 centímetros.¹⁷

Los diferentes patrones de crecimiento de las plantas son relativos a las condiciones adaptativas de acuerdo con el medio en que se desarrollan. Esto

también implica una interrelación entre características genotípicas y las condiciones ambientales.¹⁸

Diámetro del tallo a nivel del cuello.

Se considera que el diámetro es un mejor indicador de calidad de planta que la altura. Generalmente se considera el diámetro ligeramente por encima del cuello de la raíz.¹⁸

El diámetro del tallo determina el desarrollo y conformación de las raíces, la resistencia al viento, a las deficiencias de humedad y al ataque de plagas y enfermedades, por lo que a mayor diámetro, la planta es más resistente y por consiguiente, tiene mayores posibilidades de sobrevivencia y desarrollo en el campo. El tamaño del diámetro varía de acuerdo con la especie, pero se obtienen tallos delgados cuando se tienen altas densidades de plantas, las cuales están determinadas por el tamaño del contenedor.¹⁸

Lignificación o endurecimiento del tallo.

La lignificación se caracteriza por un cambio de coloración del tallo, de verde a café claro. Se recomienda llevar las plantas al campo una vez que el primer tercio del tallo, a partir del cuello de la raíz, esté lignificado. Las plantas con tallos suculentos necesitan más tiempo para adaptarse al sitio de plantación y son susceptibles a la deshidratación y al ataque de plagas y enfermedades.¹⁹

Sistema radicular.

Algunas plantas, por sus características genéticas, desarrollan una raíz principal y varias raíces secundarias, aunque existen otras que no es tan fácil de identificar la raíz principal o simplemente están ausentes.

El tamaño del sistema radicular tiene relación con el área subterránea en que pueden aferrarse las plantas para el suministro de agua y nutrientes, y como base de sostenimiento para soportar las corrientes de aire, de ahí que la superficie

que abarcan sus raíces se correlaciona positivamente con la sobrevivencia, es decir, a mayor área radicular mayor posibilidad de adaptarse al entorno ambiental y viceversa, aunque también influye la forma de sus raíces.¹⁹

Forma de la raíz.

La forma de la raíz será fuertemente influenciada por la tecnología de producción empleada. Entre las variables consideradas para estimar la calidad de la raíz están el índice de Huberman, que equivale a la suma de las longitudes de todas las raíces con un diámetro mayor a 2 mm; otros aspectos para medir la calidad son el número de raíces mayores a 3 mm en diámetro, así como la fibrosidad, la morfología de la raíz principal, el desarrollo de las micorrizas, el suelo que se mantiene adherido a las raíces, daños a la raíz, biomasa, volumen o longitud.¹⁹

Biomasa.

La biomasa es la cantidad o volumen de materia seca presente en una planta; ésta puede ser aérea, subterránea o total; incluyendo en el primer caso las hojas, flores, frutos, puntas, ramas, y tronco; y en el segundo se incluye la raíz principal, raíces secundarias, y demás raíces existentes. La biomasa ha sido correlacionada con la supervivencia y crecimiento posterior de muchas especies, por diversos investigadores.¹⁹

Índice de calidad de plantas.

Un índice de calidad es la combinación de dos o más parámetros morfológicos o fisiológicos que describe atributos abstractos de la planta como son el balance y la robustez, y representa el valor más cercano para predecir el rendimiento de la planta en campo, comparado con lo que pudiera determinar cualquier parámetro individual.²⁰

Índice de robustez.

Conocido también como índice de esbeltez, y se define como la relación entre la altura de la planta (cm) y el diámetro (mm); este índice se determina con la siguiente relación²⁰

$$\text{Índice de Robustez (IR)} = \frac{\text{altura (cm)}}{\text{diámetro (mm)}}$$

Índice de calidad de Dickson

Es un método propuesto por Dickson en 1960, en donde a mayor índice mejor calidad de planta. La ecuación para determinar el Índice de Calidad de Dickson (ICD).²⁰

$$ICD = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Peso seco aereo (g)}}{\text{peso seco radical(g)}}$$

Índice de lignificación

Durante la fase de pre acondicionamiento es necesario inducir la lignificación de los tejidos estructurales de la planta, esto se logra principalmente al disminuir el suministro de agua para provocar estrés hídrico, lo cual contribuye a reducir el crecimiento en altura, promueve la aparición de la yema apical y se inician mecanismos de resistencia a sequías y bajas temperaturas. El índice de lignificación consiste en determinar el porcentaje de peso seco, con relación al contenido de agua en las plantas, lo cual expresa el nivel de pre acondicionamiento de las plantas.²¹

Relación biomasa de la parte aérea y biomasa de la parte radical.

La comparación de la relación del crecimiento de la parte aérea y de la raíz, representa el balance entre el área de transpiración y el área de absorción de agua. Para determinar el cociente se utilizan los pesos secos de ambas partes; en este sentido, una planta de calidad debe tener un coeficiente de relación lo más bajo posible, de tal forma que se asegure su sobrevivencia en campo.²²

$$\text{RPA - R} = \frac{\text{Peso seco aereo (gr)}}{\text{peso seco raiz (gr)}}$$

El biosol es una fuente de materia orgánica que permite como fertilizante que es, una gran eficiencia en utilizarla y también evita la formación de maleza, el biosol constituye el lodo extraído del digestor y que luego de tratado y oreado, se emplea como abono orgánico enriquecido y como estimulante de crecimiento radicular y parte aérea de la planta.²²

Digestión termófila.

Funciona con un rango de 20 a 35 °C, o bien, de 30a 35 °C y con un tiempo de retención promedio de 20 días. Ésta corresponde a la digestión de mayor rendimiento, debido a su semejanza con la digestión animal. Para ello se requiere de calor externo y agitación controlada.²³

Digestión mesofílica.

Se caracteriza por un rango de 50°C a 60°C con un tiempo de retención entre 8 a 10 días, pero requiere de un elevado suministro de energía calórica, además de una mayor agitación controlada, en comparación con los dos anteriores. Las principales ventajas que presenta son las siguientes: fermentación más rápida, disminución de la viscosidad de la solución, mayor conversión de desechos en biogás, eliminación casi en un 100% de virus y bacterias patógenas y separación sólido líquido más rápido, sería entre 30 y 35 °C.²⁴

- La pérdida de biodiversidad que sufre el país y a la necesidad de reforestar, los viveros pueden funcionar no sólo como fuente productora de plantas, sino también como sitios de investigación donde se experimente con las especies nativas de interés, con la finalidad de propiciar la formación de bancos temporales de germoplasma y plántulas de especies nativas que permitan su caracterización, selección y manejo. Esto permitirá diseñar, conocer y adecuar las técnicas más sencillas para la propagación masiva de estas especies. Además, los viveros también podrían ser sitios de capacitación de los cuales nazcan los promotores de estas técnicas forestales.²⁵
- La calidad de planta producida en vivero se refiere a las características fisiológicas y morfológicas que le permiten sobrevivir o adaptarse a las condiciones de campo después del trasplante. Por lo tanto, para evaluar la calidad de las plantas se consideran atributos morfológicos y fisiológicos; entre los primeros se incluye: la altura de la plántula, número de ramas, área foliar, color de follaje, diámetro del cuello, longitud de la raíz principal, número de raíces o pelos absorbentes, aunque también puede incluirse la materia seca acumulada en la raíz, tallo y parte aérea (para conocer la distribución de materia orgánica).²⁶
- La planta de calidad es aquella que posee ciertas propiedades morfológicas y fisiológicas que le permiten establecerse, crecer y desarrollarse vigorosamente en el sitio de plantación (a climatizarse).²⁷
- La calidad de las plantas forestales es uno de los factores más importantes que condicionan el éxito de la plantación, sin embargo, ésta importancia solo ha sido reconocida recientemente. Anteriormente, la tarea del viverista era producir plantas que cumplieran con cierta altura y coloración del follaje para ser llevada a campo, sin considerar que muchas de ellas morían al poco tiempo de plantada por falta de acondicionamiento en vivero.²⁸

Características de los Macro y Micro elementos en las plantas.²⁹

- NITROGENO (N): Esencial para el crecimiento y el desarrollo vigoroso de la planta (tallos, hojas, brotes y frutos) proporciona el color verde intenso a la hoja; e incrementa los niveles de proteínas, importante durante todo el ciclo del cultivo.
- FOSFORO (P): Desempeña un papel importante en el desarrollo del sistema radicular, interviene en la formación del tejido leñoso y además en la fructificación, formación y maduración del fruto, esencial en la formación de semillas.
- POTASIO (K): Importante para el metabolismo del nitrógeno, el transporte, formación de azúcares y almidones, regula la apertura de las estomas haciéndolo importante en las relaciones hídricas, interviene en la constitución de tejidos dando así resistencia a la planta contra enfermedades.
- AZUFRE (S): Importante en la metabolización del Nitrógeno y el Fósforo, interviene en la formación de clorofila, necesario para la síntesis de Proteínas y vitaminas, también interviene en la formación de semillas.
- CALCIO (Ca): Requerido por todas las plantas, actúa como regulador del crecimiento, responsable en la constitución de tejidos, trabaja muy bien junto al Boro.
- MAGNESIO (Mg): Es el principal componente de la molécula de clorofila de allí el color verde de la hoja y su importancia en el proceso fotosintético, indispensable en la absorción y metabolismo del fósforo, interviene en el aprovechamiento del potasio y la acumulación de azúcares.
- BORO (B): Micronutriente importante en la actividad de crecimiento y producción, indispensable en el pegue de fruto, útil en la división celular y la translocación de azúcar y almidón, importante en la absorción del fósforo y cloruros y actúa como regulador en la relación Potasio - Calcio.
- COBRE (Cu): Activador de varias enzimas, ayuda a un buen forzamiento de tejidos, necesario para la formación de clorofila. Vía foliar es la mejor forma de suministrarlo.

- HIERRO (Fe): Actúa en zonas de crecimiento, relacionado con la formación de clorofila y actúa como aportador de oxígeno, es el encargado del proceso de extracción de energía a partir de los azúcares.
- MANGANESO (Mn): Interviene en el metabolismo del fósforo y el nitrógeno, aumenta la disponibilidad del fósforo y calcio, desarrolla un papel directo en la fotosíntesis y ayuda a la síntesis de la clorofila, acelera la germinación y la madurez, importantísimo en la calidad de frutos.
- ZINC (Zn): Importante en el crecimiento y producción, ayuda mucho en el tamaño de los entrenudos, fácilmente absorbido vía foliar²⁹

2.3. Hipótesis.

2.3.1. Hipótesis General.

Resultará factible tener algún efecto significativo al menos un biofertilizante en el desarrollo de Bolaina Blanca (*Guazuma Crinita Mart*) a ensayarse en reforestación para la mitigación del cambio climático.

2.3.2. Hipótesis Específicas.

- La medición de ciertos parámetros como altura, área foliar, diámetro de la base de la planta, etc. permitirán determinar las principales diferencias en el desarrollo de Bolaina Blanca tras la aplicación de biofertilizantes.
- El uso de biofertilizantes resultará ser una alternativa tecnológica de carácter orgánico para mejorar la calidad de los plantones de Bolaina Blanca.
- La aplicación de biofertilizantes permitirá disminuir los costos de producción de plantones de Bolaina Blanca por ser producto orgánico y fácil de preparar.

2.4. Definición de términos básicos.

Cambio Climático: Variación global del clima de la Tierra, debido a causas naturales y también a la acción del hombre y se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etc.

Causas del Cambio Climático: La energía recibida por la Tierra desde el Sol, debe estar en balance con la radiación emitida desde la superficie terrestre, o sea, debe haber un equilibrio energético. Cualquier factor que genere un cambio sostenido entre la cantidad de energía que entra al sistema (en este caso la Tierra y su atmósfera) y la energía que salen del sistema, puede generar un cambio climático.

Mitigación del Cambio Climático: La mitigación del cambio climático o ahorro energético es la acción que consiste en disminuir la intensidad del forzante radiactivo con el fin de reducir los efectos potenciales del calentamiento global. La mitigación se distingue de la adaptación, que implica actuar para minimizar los efectos del calentamiento global. Muy a menudo, la mitigación supone la reducción de las concentraciones de gases de efecto invernadero, ya sea mediante la reducción de sus fuentes o aumentando su almacenamiento.

Vivero forestal: Un vivero forestal es una superficie dedicada a la crianza de plantas de especies forestales destinadas a ser utilizadas en la repoblación forestal. Es un lugar de permanencia de las plantas en su proceso de multiplicación de cuyas características manejo y atención dependerá en gran parte de calidad de los individuos producidos.

Estiércol: El estiércol es el producto que se obtiene de la fermentación anaeróbica sucedida en el intestino de los residuos alimenticios no utilizados por el rumiante. Esta fermentación sintetiza una considerable cantidad de proteína que es desperdiciada junto con parte de la energía no aprovechada.¹⁶

Altura de planta: *Prieto et al. (1999)* la definen como un indicador de la superficie fotosintética y de área de transpiración, y representa su capacidad para almacenar carbohidratos. Los valores de esta variable determinan midiendo la distancia desde el

cuello de la raíz (punto donde termina la raíz y comienza el tallo) hasta la yema apical en general, la altura requerida para el establecimiento de especies forestales tropicales en el campo es de 15 a 30 centímetros.¹⁷

Diámetro de cuello de tallo: El diámetro de cuello de tallo de una aproximación de la sección transversal de transporte de agua, de la resistencia mecánica y de la capacidad relativa para tolerar altas temperaturas en la superficie del suelo. Un mayor diámetro indica mayor transporte de agua y nutrientes, también un tallo más lignificado y grueso indica que es más resistente a daños por temperaturas altas. En muchas investigaciones se han encontrado que, a mayor diámetro a la altura del cuello, mayor supervivencia en el sitio de plantación, en el caso de árboles producidos en contenedor, se requiere de un diámetro igual o mayor a 0.44 cm, aunque no en todos los ambientes las plantas de mayor diámetro tienen la mayor supervivencia.¹⁸

Bolaina blanca: Es una especie maderable de rápido crecimiento, encontrada en forma natural en bosques primarios de la Amazonia Peruana; tiene distribución muy amplia en el Neo trópico, desde Centroamérica a la región Amazónica, hasta el sur de Brasil, Bolivia y Perú.¹⁹

Biofertilizantes: Es una sustancia líquida orgánica que se obtienen mediante la fermentación anaeróbica, de estiércoles, plantas, otros materiales orgánicos y puede ser enriquecido con cenizas por tener minerales de origen natural.²⁰

2.5. Variables.

Variable Independiente.

Biofertilizantes.

Variable dependiente.

Desarrollo de plantas de Bolaina Blanca.

2.6. Operacionalización de las variables.

Tabla 1: Operacionalización de las variables.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Escala
INDEPENDIENTE Biofertilizantes.	Biol. Es un abono orgánico líquido, resultado de la descomposición de los residuos animales y vegetales: guano, rastrojos, etc.	Fuente de fitoreguladores que contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes.	Dosis de aplicación	Biofertilizante 60ml/ 20L agua	ml/L	Escala ordinal
	Microorganismo. Los microorganismos de montaña llamados (MM) son descomponedores de materia orgánica y la incorporan al suelo, aumentan la diversidad microbiana de los suelos.	Pueden localizar en el mantillo que se forma en la superficie de suelo de la montaña, por lo que los llamamos Microorganismos de Montaña (MM) <i>(Jaime Picado y Alfredo Añasco – 2005)</i>	Dosis de aplicación	Biofertilizante 60 ml/ 20L agua	ml/L	Escala ordinal
	Microorganismo de montaña más biol. Son abonos orgánicos líquidos.	Es una combinación entre ella (MM mas Biol)	Dosis de aplicación	Biofertilizante 60ml/ 20L agua		
	Kalifos plus. Mejora la calidad física, color, sabor de los productos cosechados y contribuye a incrementar la duración post-cosecha.	Presenta en su composición compuestos nitrogenados complejos llamados alcaloides tienen la propiedad de formar sales con los ácidos.	Dosis de aplicación	Biofertilizante 60ml/ 20L agua	ml/L	Escala ordinal
DEPENDIENTE Desarrollo de plantas de Bolaina Blanca.	(Bolaina blanca). Especie maderable de rápido crecimiento, encontrada en forma natural en bosques primarios de la Amazonia Peruana,	Brinda, mejora la calidad ecosistémica y/o mitiga el cambio climático.	Características	Altura de la planta Diámetro Área foliar Longitud de raíz Numero de raíces	cm mm unidad unidad unidad	Escala ordinal

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

CAPITULO III: METODOLOGÍA.

3.1 Ámbito de estudio.

El proyecto en su totalidad tiene una extensión de ocho (08) hectáreas que están divididos así: (02) hectáreas de Sacha Inchi, (01) hectárea de sistemas forestales con especies de *Cedrela odorata* (cedro), *Swieteniamacrophylla* (caoba), *Simarouba amara* (Marupa), *Amburanacearensis* (Ishpingo), *Tectonagrandis* (Teca).

LOCALIDAD	COORDENADAS	
	X	Y
Bello horizonte	0356381	9278334

Cuadro 1: Coordenadas UTM del Centro Experimental Pucayacu - IIAP San Martín.
Fuente: Elaboración propia 2016.

Dimensión Social.

Dentro de la estructura poblacional, el distrito de la Banda de Shilcayo cuenta con una población de 108,049 habitantes, tiene una superficie total de 285,68 km², cuentan con diversos servicios en un gran porcentaje.

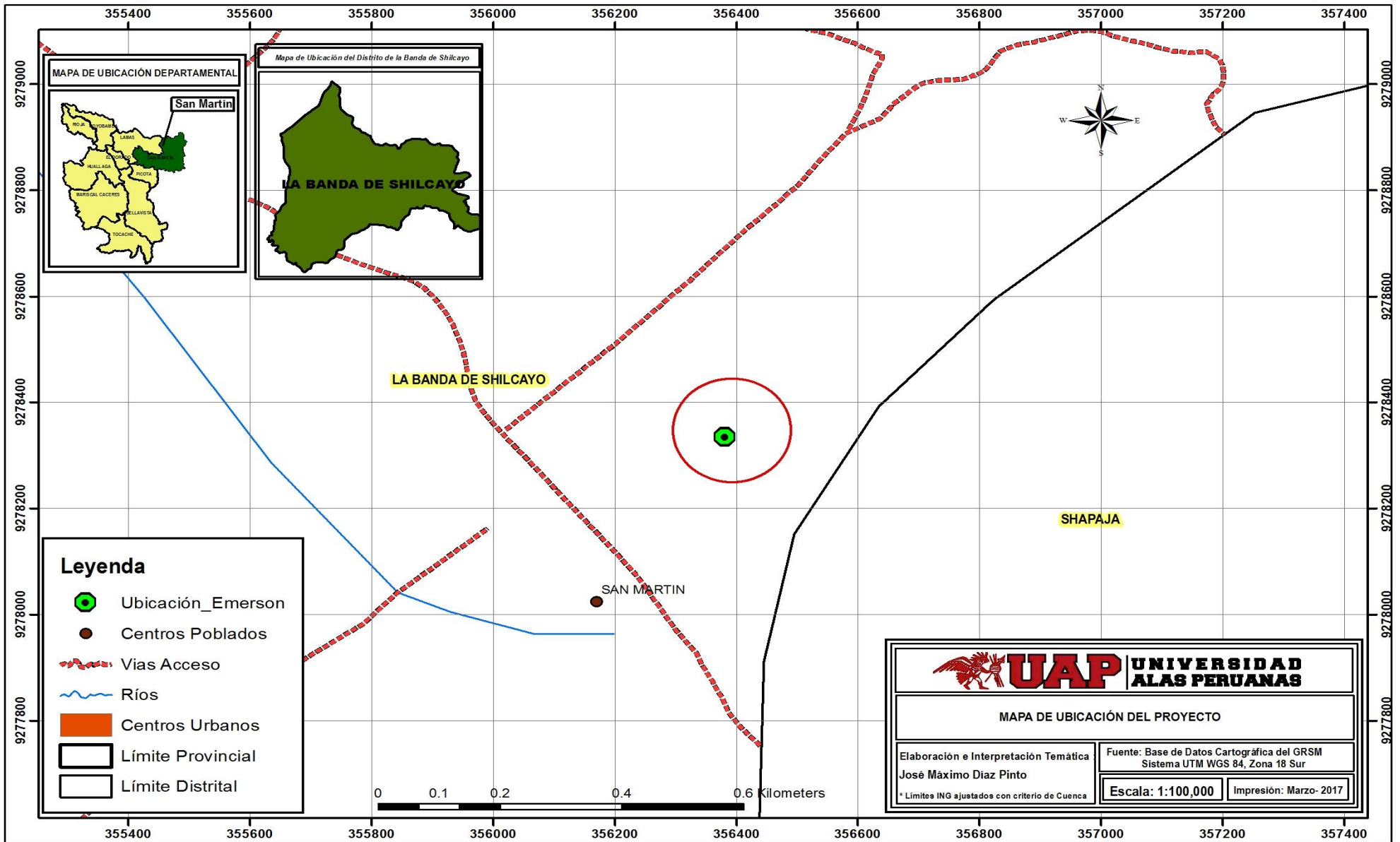
Dimensión Espacial.

El presente proyecto de investigación se desarrolló en el vivero Pucayacu, Bello Horizonte, pertenece al Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana IIAP – San Martín, que se encuentra ubicado:

- ✓ Al Sur la 06° 31' 631, limita con el Distrito de Juan Guerra.
- ✓ Al Norte a 076° 17' 935", limita con el Distrito de La Banda de Shilcayo.
- ✓ Altura de 307 m.s.n.m.

Dimensión Temporal.

Presenta un crecimiento poblacional alto, 6.1% anual en el último periodo, que se ve reflejado en un incremento de los asentamientos humanos y pueblos jóvenes del distrito.



Mapa 1: Ubicación geográfica del proyecto de investigación.
Fuente: Elaboración propia, 2016.

3.2 Tipo de Investigación.

El tipo de investigación es aplicada y unifactorial por que consiste en la aplicación de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación (*Murillo 2008*).

3.3 Nivel de Investigación.

El nivel de investigación es “Descriptivo” ya que se caracteriza los fenómenos físicos y químicos que ocurren en cada uno de los tratamientos experimental del grupo de control, de estas se determinara el sustrato orgánico y la dosis con mayor efecto; con los estudios descriptivos se buscan especificar las propiedades, las características, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

3.4 Método de investigación.

Etapas 1: CAMPO.

a) Ubicación de estudio de Investigación.

Este experimento de investigación se realizó en la propiedad del Instituto de la Investigación de la Amazonia Peruana, sede vivero experimental Pucayacu que está ubicado en el caserío Bello Horizonte. (Figura 1).

b) Construcción de espacio experimental.

Para la elaboración de los bloques se diseñó utilizando material de la zona, caña bravas, de 1 metro y 70 cm de largo y 75 cm de ancho de las cuales se utilizó un espacio de 35 cm de ancho por 60 cm de largo para cada repetición, de las cuales fueron separados por un promedio de 10 cm para cada tratamiento en la cual se incorporó 35 bolsas con sustratos (Ver figura 2).

c) Recolección de sustratos.

Los sustratos utilizados fueron extraídos de industrias ganaderas, biomasa en proceso de descomposición para obtener un producto final para ser aplicada en cada tratamiento, para obtener un sustrato homogéneo, se utilizó un tamiz de cinco (5) mm, para zarandear con proporciones de 40% de sustrato y 60% de tierra (Ver figura 3).

d) Llenado de bolsas.

Consiste en el llenado de las bolsas plásticas (polietileno), de 6 cm de ancho por 20 cm de largo, se llenó las bolsitas con el sustrato, se utilizó 50% de tierra agrícola y 50 % de cascarilla de arroz carbonizada para optimizar el que raíces tomen lo nutriente necesarios (Ver figura 4).

e) Preparación de microorganismos fase sólida.

El procedimiento de la elaboración de microorganismos se realizó en 02 fases, la primera que consta en la preparación del sustrato y la segunda consta en la activación de los microorganismos en líquido.

Primera fase:

En esta primera fase se utilizó lo siguiente:

Materiales:

- Sacos.
- Manta.
- Palana.
- Machete.
- Carretilla.
- 1 Barril con tapa hermética de 60 L.
- Balde de 4 L.

Insumos:

- Agua de río o quebrada.
- 1 atado de chancaca.
- 1 saco de polvillo de arroz.
- 1 saco de mantillo de bosque.

Ver cuadro (Cuadro 21)

Recolección de inóculo.

Primero se retiró la capa de hojas caídas, en inicio de descomposición, dejando libre para recolectar la materia en descomposición, que contiene los microorganismos, identificándolos por presentar estructuras (micelios) de color blanquecino, pardo y anaranjado, procediendo a colocarlo en un saco, hasta llenarlo. Transportamos el saco con

el sustrato recopilado, hacia el lugar correspondiente donde se llevó a cabo el proceso de mezclado.

f) Limpieza y desmenuzado del material.

El inoculante recolectado se dispuso sobre una manta de polipropileno para dar paso al proceso de limpieza, que consistió en eliminar piedras, hojas verdes, insectos y restos diversos desintegrando todo el material manualmente (Ver figura 5).

g) Preparación de la solución energética.

En un balde con agua de 5 L diluimos un atado de chancaca (2.5 kg), y obtuvimos así un líquido dulce, y dejamos listo para su posterior aplicación a la preparación de microorganismos de montaña (ver figura 6).

h) Preparar el sustrato proteico:

Se agregó 01 saco de hojarasca descompuesta con (01) saco de polvillo de arroz, en donde se agregó gradualmente una dilución de agua sin clorar (5 litros) y chancaca (1 atado) hasta mantener una humedad apropiada que asegure la multiplicación o colonización de los microorganismos. La humedad fue medida presionando la muestra con el puño en diferentes lados, hasta lograr una humedad apropiada que al soltar la masa solida no se desmorone (Ver figura 7).

Prueba del puño:

Cogimos una porción del sustrato con la mano, y presionamos para saber si obtuvimos la humedad optima, esta prueba se hace con la finalidad de no tener un sustrato con excesiva humedad o muy seco. Para este proceso *Paniagua 2008* dice que la humedad se mide apretando con el puño muestras de diferentes lados; si el montón se desmorona está muy seco, si gotea agua está muy húmedo, si se siente la humedad y mantiene su forma al soltarlo está bien.

Separación de la mezcla final.

Con una pala se recolectó parte de la mezcla realizada, se procedió a llenar el barril siempre compactando.

El sustrato sobrante lo dejamos en un saco, con esto obtuvimos dos procesos diferentes de reproducción de microorganismos, el proceso aerobio (mezcla en el saco) y proceso anaerobio (mezcla en el timbo).

Activación de los Microorganismos de montaña.

Para ello se utilizó un recipiente de 60 litros, 2 kg de microorganismo aerobio, 2 kg de microorganismo anaerobio, 40 litros de agua sin clorar, posteriormente se homogenizo los dos inoculantes y se destiló en 5 litros de agua. Para activar los microorganismos se aplicó 4 litros de melaza y se removió en un recipiente de 60 litros hasta dejarlo uniforme; asimismo, para evitar que el recipiente se llene de gas por la actividad microbial (fermentación), se instaló una manguera de 1 pulgada de diámetro conectado a un envase con agua para impedir contaminación en el proceso. (Ver figura 8).

Etapas II: PREPARACIÓN DEL BIOL.

i) Elaboración del Biol.

Para la elaboración del biol se realizó por etapas de la siguiente manera:

1er. Paso. - En un recipiente plástico de 60 litros de capacidad, se disolvió 20 litros de agua no contaminada, 22.5 kilos de excretas fresca de vaca, 10 kilos de bagazo de caña, 4.5 kilos de hoja y ramas de yuca, 1 kilo de ceniza, y se mezcló hasta lograr una mezcla homogénea.

2do. Paso. - Disolver en una cubeta plástica, 10 litros de agua no contaminada, 1½ litro de leche cruda, 1½ litro de melaza y agregar en el recipiente plástico de 60 litros de capacidad donde se encuentra la excreta disuelta con la ceniza y revolver constantemente.

3er. Paso. - Completar el volumen total del recipiente plástico que contiene todos los ingredientes, con agua limpia.

4to. Paso. - Tapar herméticamente el recipiente para el inicio de la fermentación anaeróbica del biofertilizante y conectarle el sistema de la evacuación de gases con la manguera (sello de agua).

5to. Paso. - Colocar el recipiente que contiene la mezcla a reposar a la sombra a temperatura ambiente, protegido del sol y las lluvias. La temperatura ideal (38 a 40) °C

6to. paso. - Presenta un tiempo de 45 días de fermentación anaeróbica, para luego abrirlo y verificar su calidad por el olor y el color, antes de pasar a usarlo. No debe presentar olor a putrefacción, ni ser de color azul violeta. El olor característico debe ser el de fermentación, de lo contrario tendríamos que descartarlo.

j) Desinfección de semilla y siembra.

Para este proceso se pesó 100 g de semilla de bolaina blanca, la que se dividió en 5 partes de 20 g cada una, posteriormente para la deshidratación de la semilla se utilizó vasos descartables sumergido a un recipiente de 8 litros de agua, se dejó por un promedio de 12 horas en el agua, luego se procedió al secado de las semillas, para la siembra, se utilizó una área de 1 metro de largo por 1 metro de ancho, se utilizó 20 litros de agua hervida para la desinfección de la cama almaciguera, para ello se utilizó una regadera (Ver figura 9).

k) Repique de plántulas.

A los 7 días de haber hecho el boleó en la cama almaciguera, las semillas empezaron a germinar, luego de haber pasado un periodo de 10 días se empezó a repicar en cada uno de las bolsas con sustratos, el repique se realizó formando un agujero en el centro de la bolsa para introducir correctamente para que el crecimiento de la raíz sea normal de la planta (Ver figura 10).

l) Aplicación de los biofertilizantes a nivel foliar y sustrato.

El tiempo de aplicación de los biofertilizantes en los plantones de Guazuma Crinita (Bolaina blanca), se realizaron cada 15 días, por un periodo de 90 días, la dosis de aplicación se basó según el químico foliar Kalifos plus 0-25-50, que su dosis general se basa en 60 – 70 ml por mochila de 20 L, lo cual tiene como función comparativa con los biofertilizantes elaborados. (Ver figura 11).

m) Evaluación de plantones.

Para esta variable se evaluó a (10) plantas al azar de cada repetición de la parcela, la medida se hizo desde la base de la planta o cuello de la raíz hasta el ápice. Este dato fue tomado dos veces por mes, utilizando una wincha, para el diámetro se utilizó un vernier digital lo cual permitirá tener datos exactos (Ver figura 12).

n) Evaluación radicular.

Para este proceso se tomaron (05) plantas al azar de cada tratamiento, para ello se utilizó una wincha para medir la longitud de la raíz, luego se sacrificó las plantas de cada tratamiento, para realizar el conteo de raíces primarias, secundarias y adventicias, se limpió las raíces con agua corriente y se procedió al secado, luego se pesó los segmentos en una balanza analítica del laboratorio con los códigos correspondiente de cada tratamiento para luego someterle a la estufa para el secado y obtener el peso húmedo de las raíces y peso seco raíz (Ver figura 13).

o) Secado de biomasa radicular y foliar.

Para este proceso primero se sacrificó las plantas de cada tratamiento, se cortó la raíz de la planta, luego se colocó en un sobre con su respectivo código por separados, tanto la raíz y la parte foliar, para obtener el peso húmedo y peso seco, proceso que se realizó por un periodo de tres días a una temperatura de (33 a 34) °C hasta lograr estabilizar el peso (ver figura 14).

p) Plantación y evaluación de plantones de Guazuma crinita Mart Bolaina blanca en áreas reforestadas (campo definido).

Para este trabajo se ubicó áreas reforestadas y degradadas con suelos ácidos, en la Provincia de San Martín, la parcela Bello Horizonte (pH=5.3), en la provincia de Lamas, la parcela Chirapa (pH=5.8) (IIAP, 2013); luego se continuó con el proceso de siembra, y posteriormente la evaluación morfológica de diámetro y altura cada tres meses.

3.5 Diseño de la investigación.

El estudio se realizó en el centro Experimental Pucayacu, perteneciente al Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana (IIAP). La metodología se inició con la preparación del microorganismo MM, el Biol y una combinación entre ellas (MM más Biol), que fueron comparados con un producto comercial foliar químico (FOLIAR) y un testigo (sin nada), quienes formaron parte de los tratamientos (cuadro 03). Todos los tratamientos fueron aplicados en dosis completamente aleatorizado (DCA), con 5 tratamientos y 5 repeticiones, considerando 10 plantones por cada tratamiento. La aplicación de biofertilizante se realizó cada 15 días y se evaluó cada 15 días en un periodo de 90 días. Para el manejo y control bajo condiciones de vivero (después del replique), se consideró una sombra de 80 %, 60%, 45% por cada 30 días respectivamente, luego se colocó a pleno sol; asimismo, se realizó riegos de forma diaria y deshierbo cada 30 días.

N°	Código de Tratamiento	Tratamientos (Descripción)
T1	Testigo	Sin nada (solo agua)
T2	MM	Microorganismo de Montaña (60ml / 20 lt de agua)
T3	M más B	Microorganismo de Montaña (30 ml) mas BIOL (30 ml) 20 lt de agua
T4	BIOL	Biol de excretas de ganado vacuno
T5	FOLIAR	Foliar químico "kalifos Plus" (60 ml en 20 L de agua)

Cuadro 3: Descripción de tratamientos en ensayo de vivero.

Fuente: Elaboración propia 2016.

En la (figura 16), se muestra como se realizó la evaluación durante el desarrollo del trabajo de tesis, (R1, R2, R3, R4) son las repeticiones o unidades experimentales de cada tratamiento, de las cuales se tomó 10 ejemplares completamente al azar (DCA).

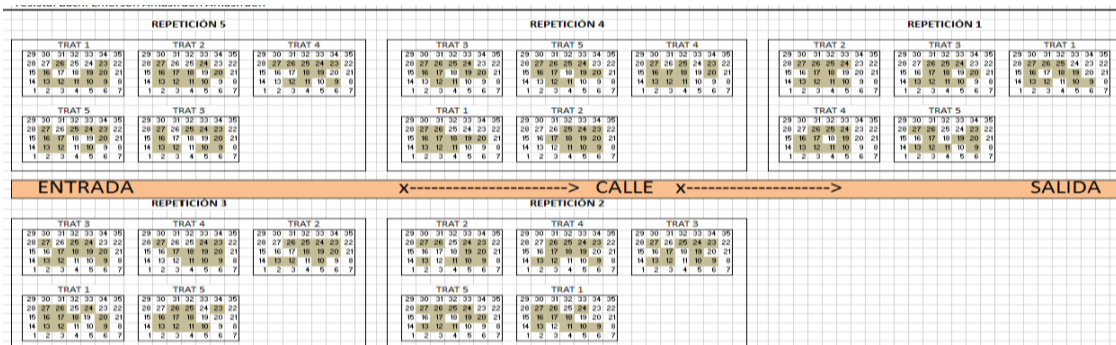


Figura 16 Diseño de los tratamientos evaluados.

Fuente: Elaboración propia, 2016

3.6 Población, Muestra, Muestreo.

3.6.1 Población.

Las unidades experimentales tendrán una población de 875 plantones de *Guazuma crinita* (Bolaina blanca).

3.6.2. Muestra.

La muestra se presentará mediante la toma de 175 plantones de *Guazuma crinita* (Bolaina blanca) al azar.

3.6.2. Muestreo.

Todos los tratamientos fueron aplicados en dosis, mediante el muestreo completamente aleatorizado (DCA).

Se tomó una población de 875 plantones de bolaina blanca (*Guazuma crinita*), para luego realizar 5 tratamientos con 5 repeticiones, de las cuales estaban conformados por cada tratamiento por 35 plantones, para finalmente extraer la muestra por medio de toma de muestra al azar, siendo de 10 plantas para su respectivo muestreo.

3.7 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.

3.7.1. Técnicas.

- Reconocimiento Insítu del área de investigación.
- Técnicas en la recolección de información mediante encuestas.
- La evaluación.
- Observación directa en fase de vivero.
- La medición

3.7.2. Instrumentos.

- Formato de evaluación de plantas.
- Libreta de campo.
- GPS.
- Cámara fotográfica.

3.8 Procedimiento de Recolección de Datos.

El proceso que se llevó acabo para realizar la investigación es la siguiente:

1. Ubicación de estudio de Investigación.
2. Construcción de espacio experimental.
3. Recolección de sustratos.
4. Llenado de bolsas.
5. Preparación de microorganismos fase sólida.
6. Recolección de inóculo:
7. Limpieza y desmenuzado del material:
8. Preparación de la solución energética:
9. Elaboración del Biol.

3.9 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.

- ✓ Las técnicas para el procesamiento de datos son los siguientes:
 - ❖ Preparación de la información.
 - ❖ Fase de la codificación.

- ❖ Fase de almacenamiento de los datos obtenidos en el laboratorio.
- ✓ Análisis de Datos:
 - ❖ Análisis de la información recopilada.
 - ❖ Elección del método estadístico (SPSS).
 - ❖ Análisis estadísticos de los datos.

CAPITULO IV: RESULTADOS.

4.1 Presentación de Resultados.

En la figura 15 en la prueba de Tukey al 0.05 % para las variables de respuesta vs tratamientos, con respecto al factor producto para altura de planta, se registraron dos rangos estadísticos significativos. Entre los tratamientos que mayor porcentaje de altura se encuentran en tratamiento Microorganismo de montaña mas Biol (T3) logro alcanzar el mayor valor 42.39 cm en altura total promedio por planta comparando con él tratamiento biol mas MM (T2) 39.24 cm, foliar (T5) 39.85 cm, Biol (T4) 41.35 cm y testigo (T1) 38.84 cm.

Gráficamente podemos observar dicha tendencia significativa y favorable para el tratamiento T3.

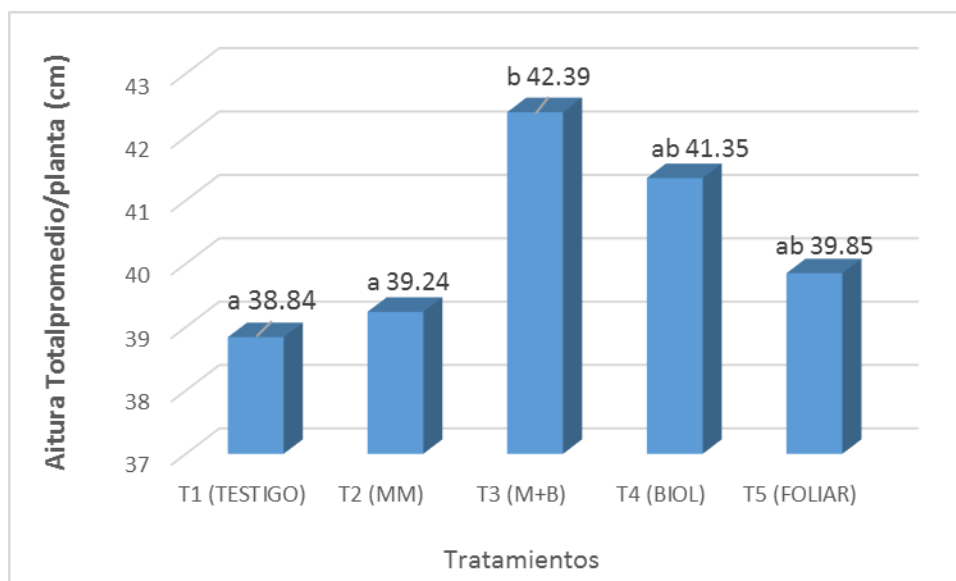


Figura 15. Porcentaje (%) mayor de altura de planta que se obtuvieron entre los tratamientos. (T2, T3) en altura de planta. Las medias con letras diferentes indican estadísticamente diferencias significativas ($p < 0.05$).

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Número de raíz promedio por planta.

En la figura 16, la prueba de Tukey al 0.05 % para las variables de respuesta vs tratamientos, con respecto al factor producto para el número de raíz por planta, se registraron dos rangos estadísticos significativos. Entre los tratamientos que mayor porcentaje de raíz promedio por planta obtuvo en los tratamientos (T2) y (T1) con 15 y 14.7 % y el microorganismo de montaña más el biol (T3) obtuvo el menor porcentaje de 11 % promedio.

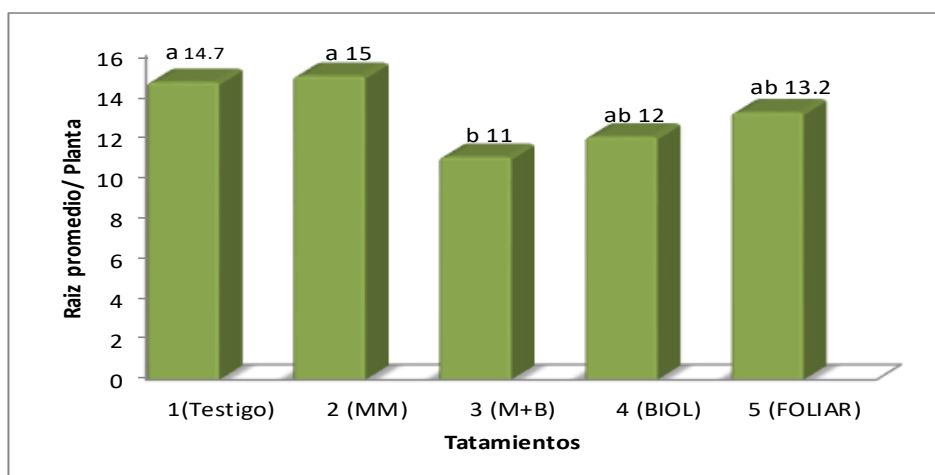


Figura 16. Porcentaje (%) mayor número de raíz promedio por planta que se obtuvieron en los tratamientos. (T2, T1) el porcentaje menor de raíz promedio por planta obtuvo el tratamiento (T3). Las medias con letras diferentes indican estadísticamente diferencias significativas ($p < 0.05$).

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Raíces adventicias (%).

En la figura 17, la prueba de Tukey al 0.05 % para las variables de respuesta vs tratamientos, con respecto al factor producto para el número de raíces adventicias, se registraron los rangos estadísticos significativos. Entre los tratamientos que mayor porcentaje de raíces adventicias promedio obtuvieron los tratamientos (T2) y (T1) con 90.04 y 88.58 % y el biol (T4) obtuvo el menor porcentaje de 75.70 promedio.

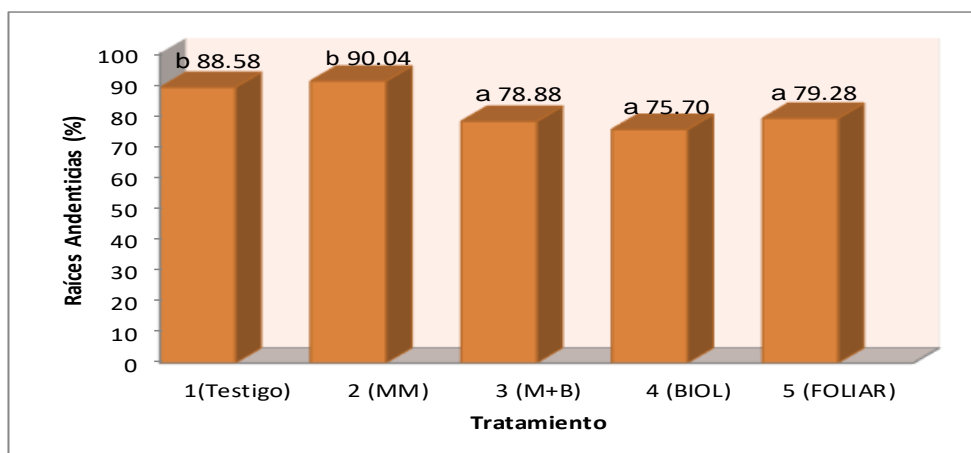


Figura 17. Porcentaje (%) mayor número de raíces adventicias promedio por planta que se obtuvieron en los tratamientos. (T2, T1) el porcentaje menor número de raíces promedio por planta se obtuvo en el tratamiento (T3). Las medias con letras diferentes indican estadísticamente diferencias significativas ($p < 0.05$).

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Longitud de raíz (cm).

En la figura N° 18, la prueba de Tukey al 0.05 % para las variables de respuesta vs tratamientos, con respecto al factor producto para la longitud de raíz, se registraron los rangos estadísticos significativos. Entre los tratamientos que mayor longitud de raíz promedio obtuvo los tratamientos microorganismo de montaña (T2) y foliar (T5) con 24.15 cm y 22.79 cm obtuvieron el mayor porcentaje y el biol (T4) obtuvo el menor porcentaje de 22.35. % promedio.

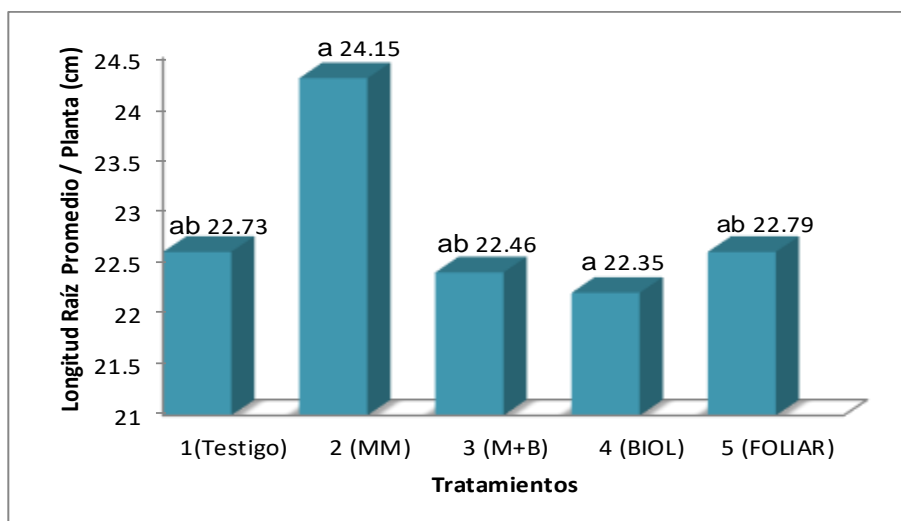


Figura 18: Porcentaje (%) mayor longitud de raíces promedio por planta que se obtuvieron en los tratamientos. (T2, T5) el porcentaje menor de número de longitud promedio por planta se obtuvo en el tratamiento biol (T4). Las medias con letras diferentes indican estadísticamente diferencias significativas ($p < 0.05$).

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Peso Seco Aéreo / Peso Seco Radicular (PSA / PSR).

En la figura 19 prueba de rango múltiples de Tukey al 0.05 % para las variables de respuesta vs tratamiento, nos indica que el tratamiento T3 (microorganismo de montaña más biol) y el T2 (MM) registraron los rangos estadísticos significativos con 0.73 y 0.66 obtuvieron el mayor porcentaje en peso seco de las raíces y el T4 (Biol), obtuvo el menor porcentaje de 0.54 promedio, observándose el gráfico nos indica que el tratamiento (T3 y T5) con 1.41 y 1.41 obtuvieron el mayor porcentaje en peso seco de la parte aérea y el tratamiento (T2) obtuvo el menor porcentaje de 1.2 promedio.

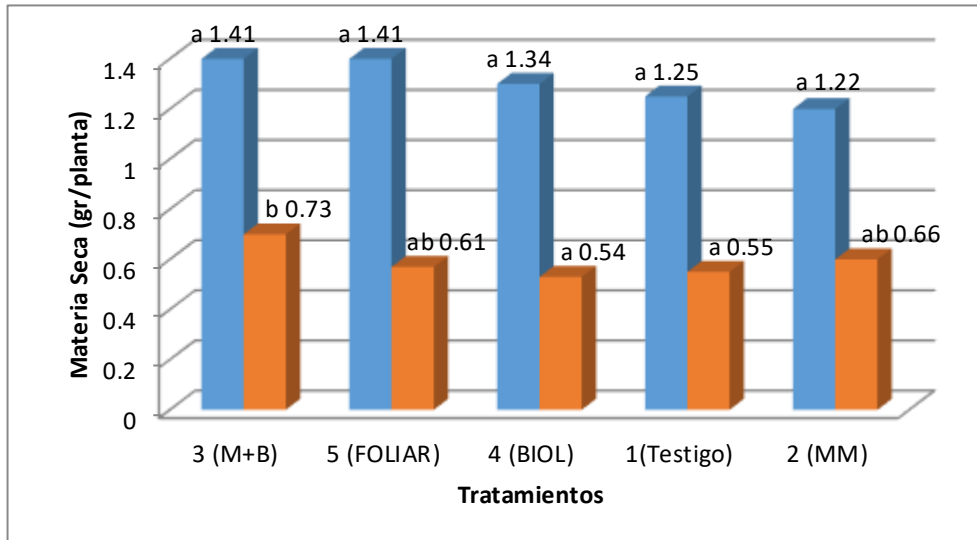


Figura 19. Porcentaje (%) mayor que obtuvieron en el peso radicular fueron los tratamientos (T3 y T2) y el menor valor obtuvo el tratamiento (T4) el tratamiento que mayor valor significativo en peso seco aéreo son (T3 y T5) el menor porcentaje fuera para el tratamiento (T2) promedio. Las medias con letras diferentes indican estadísticamente diferencias significativas ($p < 0.05$).

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Peso Húmedo / Peso Seco.

En la figura N° 20 prueba de rango múltiples de Tukey al 0.05 % para las variables de respuesta vs tratamiento, se registraron los rangos estadísticos significativos, gráficamente podemos observar que el tratamiento microorganismo de montaña más biol (T3) logró alcanzar y el mayor valor 3.70 gr en peso húmedo total promedio comparando con el tratamiento biol (T4) 3.57, foliar (T5) 3.46, microorganismo de montaña (T2) 3.30 y testigo (T1) 2.74 gr peso húmedo promedio, para el peso seco total se observa que el tratamiento BIOL logro alcanzar el mayor valor T4 (2.75 gr) en peso total promedio comparando con el tratamiento foliar T5 (2.58), biol mas MM T3 (2.59), MM T2 (2.29) y testigo T1 (2.02.).Gráficamente podemos observar dicha tendencia significativa y favorable para el tratamiento tres.

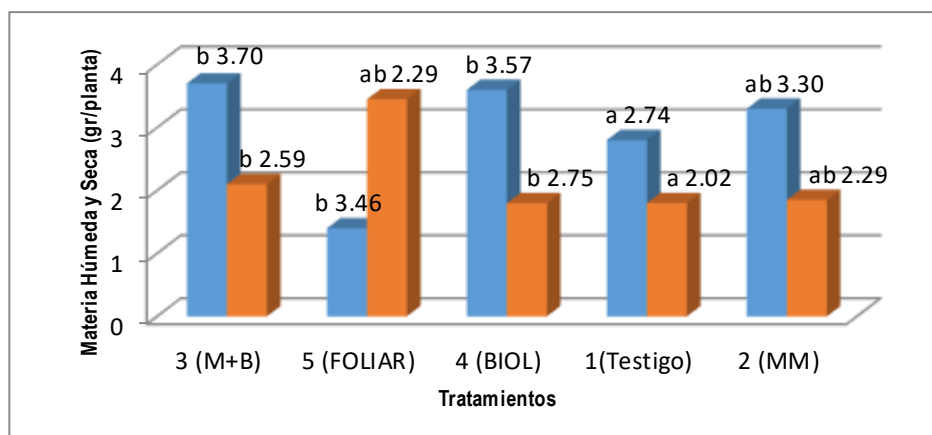


Figura 20. Porcentaje (%) mayor que obtuvieron en el peso húmedo total fueron los tratamientos (T3 y T4) y el menor valor obtuvo el tratamiento (T1) el tratamiento que mayor valor significativo obtuvo en peso seco total fue el tratamiento (T4 y T3) el menor porcentaje fuera para el tratamiento (T1) promedio. Las medias con letras diferentes indican estadísticamente diferencias significativas ($p < 0.05$).
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Área Foliar (cm).

En la figura N° 21 prueba de rango múltiples de Tukey al 0.05 % para las variables de respuesta vs tratamiento, se registraron los rangos estadísticos significativos observamos que el tratamiento MM más BIOL (T3), logro alcanzar el mayor valor 280.94 cm² en área foliar promedio por planta comparando con el tratamiento foliar (T5) 271.29, biol (T4) 251.12, MM (T2) 223.33 y testigo (T1) 220.28. Gráficamente podemos observar chicha tendencia significativa favorable para el tratamiento (T3).

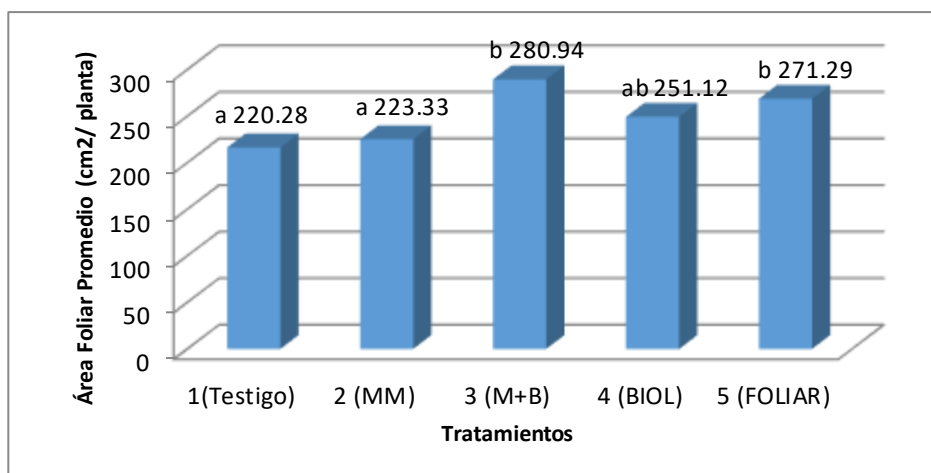


Figura 21. Porcentaje (%) mayor que obtuvieron en el área foliar promedio fueron los tratamientos (T3 y T5) y el menor valor obtuvo el tratamiento (T1). Las medias con letras diferentes indican estadísticamente diferencias significativas ($p < 0.05$).
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Índice de Robustez (IR).

En la figura N° 22 prueba de rango de Tukey al 0.05 % para la variables de respuesta vs tratamiento, se registraron los rangos estadísticos significativos observándose el tratamiento T3 (MM más BIOL), logró alcanzar el mayor valor 10.61, comparando con los tratamientos, biol (T4) 9.71, foliar (T5) 9.39, testigo (T1) 9.14 y microorganismo de montaña (MM) (T2) 9.10. Gráficamente podemos observar tendencia significativa y favorable para el tratamiento MM más biol (T3).

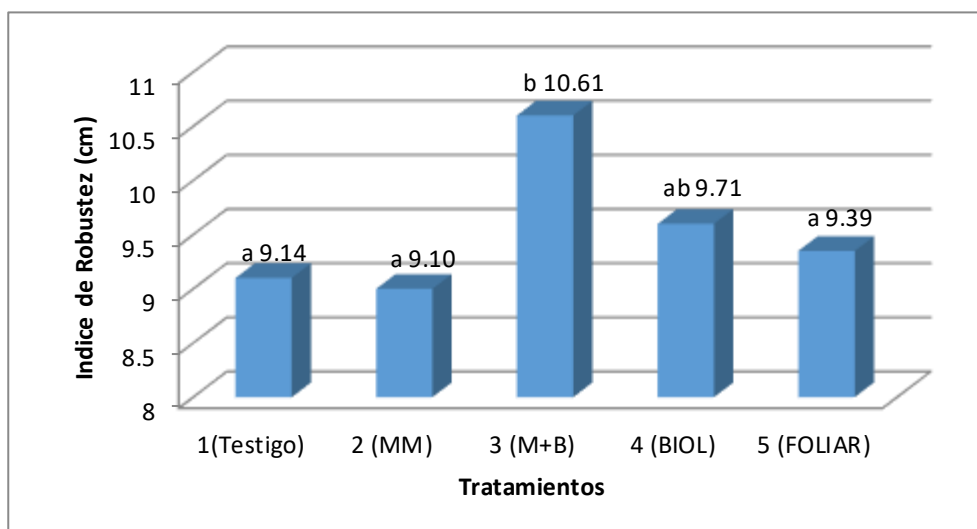


Figura 22. Porcentaje (%) mayor que obtuvieron en indicadores de calidad fueron en los tratamientos (T3 y T4) y el menor valor obtuvo el tratamiento (T2). Las medias con letras diferentes indican estadísticamente diferencias significativas ($p < 0.05$).

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Índice de Calidad de Dickson.

En la figura N° 23 prueba de Tukey al 0.05% para las variables y tratamientos se registraron los rangos estadísticos significativos observamos que el tratamiento biol (T4) 3.08 logro alcanzar el mayor valor en el índice de calidad en comparación a las demás, foliar (T5) 3,04 testigo (T1) 2.66, MM más biol (T3) 2.61 y MM (T2) 2.14. Gráficamente podemos observar tendencia significativa y favorable para el tratamiento BIOL (T4).

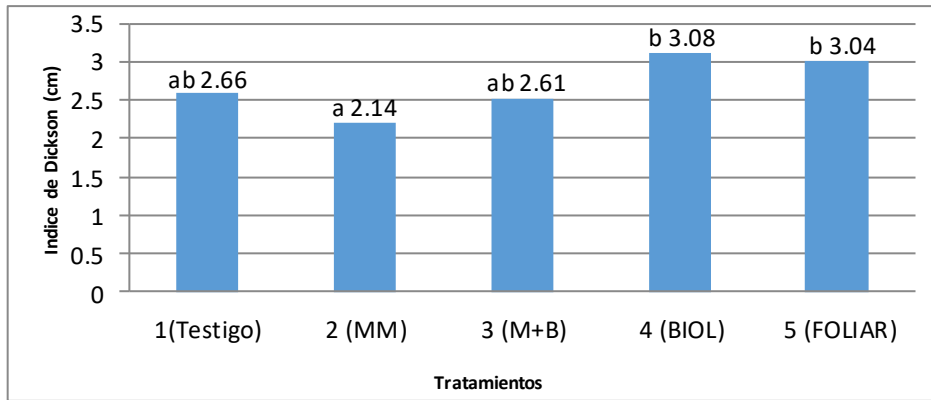


Figura 23. Porcentaje (%) mayor que obtuvieron en índice de calidad fueron en los tratamientos (T4 y T5) y el menor valor obtuvo el tratamiento (T2). Las medias con letras diferentes indican estadísticamente diferencias significativas ($p < 0.05$).

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Índice de Distribución de Carbón (IDC).

En la figura 24 prueba de Tukey al 0.05% para las variables y tratamientos se registraron los rangos estadísticos significativos observamos que el tratamiento microorganismo de montaña más biol (T3) 2.14, logro alcanzar el mayor valor, comparando con el tratamiento foliar (T5) 2.02, Biol (T4) 1.88, MM (T2) 1.88 y testigo (T1) 1.80. Gráficamente podemos observar dicha tendencia significativa y favorable para el tratamiento T3

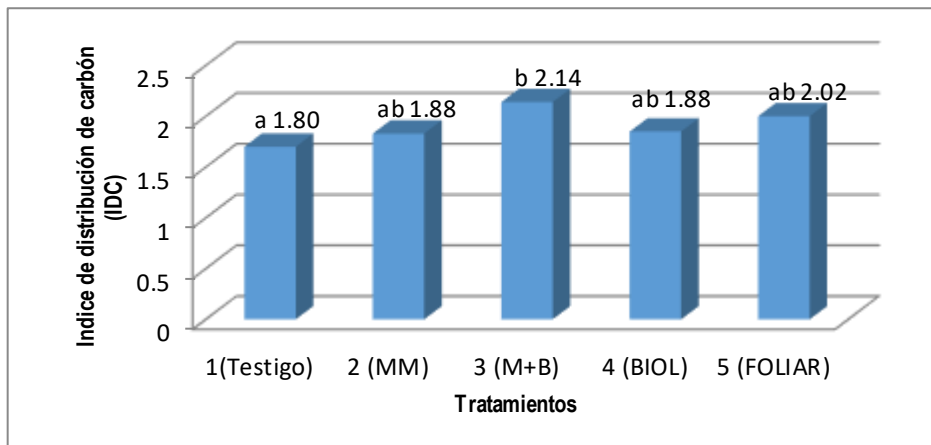


Figura 24. Porcentaje (%) mayor que obtuvieron en índice de calidad fueron en los tratamientos (T3 y T5) y el menor valor obtuvo el tratamiento (T1). Las medias con letras diferentes indican estadísticamente diferencias significativas ($p < 0.05$).

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Prueba de Hipótesis.

Mediante esta prueba se estima los efectos de los tratamientos con los diferentes parámetros de evaluación contrastamos las hipótesis a través del análisis de varianza a un nivel de significancia donde:

Los cuadro 5, 6, 7, 16, muestran las fuentes de variación (F.V), suma de cuadrados (S.C), grados de libertad (gl), cuadros medios (C.M), distribución Fisher (F) el nivel de significación (p valor) donde: si p – valor es > 0.05 aceptamos la hipótesis nula y si p- valor es < 0.05 aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula.

Análisis de varianza para determinar la altura de las plantas (cm) de bolina blanca.

En la tabla de análisis de varianza correspondiente a la variable altura total de los individuos empleados en el diseño experimental, se observa que existe diferencia altamente significativa en los tratamientos y las repeticiones evaluados sobre el crecimiento en altura de plántulas, con una variabilidad de 12.58%, entre las repeticiones de los tratamientos, y los resultados esperados se expresan en un 0.12 % de confiabilidad, (cuadro 3).

F. V	SC	Gl	CM	F	p-valor
Repetición	731.55	4	182.89	7.10	0.0001
Tratamiento	446.52	4	111.63	4.34	0.0021
Error	6204.29	241	25.74		
Total	7382.35	249			

$R^2 0.16$ CV: 12.58

Cuadro 3. Análisis de varianza para determinar altura de las plantas de bolina blanca (*Guazuma Crinita*).
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Análisis de varianza para determinar número de raíces de las plantas de bolina blanca.

En la tabla de análisis de varianza, indica que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos de las repeticiones, es decir que los tratamientos empleados hicieron efecto para el incremento de raíces, en bolina blanca (*Guazuma Crinita*), siendo el grado de confiabilidad que logro alcanzar el 0.45%, con coeficiente de variabilidad de 47.58 (cuadro 4).

F. V	SC	GI	CM	F	p-valor
Repetición	7307.64	4	1826.91	45.55	0.0001
Tratamiento	651.08	4	162.77	4.06	0.0033
Error	9665.28	241	40.10		
Total	17642	249			

R² 0.45 CV 47.98.

Cuadro 4. Análisis de varianza, número de raíces de las plantas de bolaina blanca (Guazuma Crinita).

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Análisis de varianza para determinar las raíces adventicias.

En la tabla de análisis de varianza, indica que existe diferencia altamente significativa en los tratamientos y repeticiones, siendo el grado de coeficiente de variabilidad de 16.03 %, ya que el grado de confiabilidad que se logró alcanzar el 0.38 %, es decir los tratamientos aplicados hicieron efecto en el incremento de mayor cantidad de raíces en las plantas, (cuadro 5).

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	17848.54	4	4462.13	25.53	0.0001
Tratamiento	8176.54	4	2044.13	11.69	0.0001
Error	42129.42	241	174.81		
Total	68154.54	249			

R² 0.38 CV 16.03.

Cuadro 5. Análisis de varianza para determinar el número de raíces adventicias promedio de las plantas de bolaina blanca (Guazuma Crinita).

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Análisis de varianza para determinar longitud de raíz (cm) de bolaina blanca (Guazuma Crinita).

En la tabla de análisis de varianza, indica que existe diferencia altamente significativa en los tratamientos y las repeticiones, con variabilidad de 13.25% y confiabilidad de 0.10%, es decir los tratamientos aplicados hizo efecto en las plantas, (cuadro 6).

F. V	SC	GI	CM	F	p-valor
Repetición	146.21	4	36.55	3.97	0.0039
Tratamiento	104.12	4	26.03	2.83	0.0254
Error	2217.97	241	9.20		
Total	2468.31	249			

R² 0.10 CV 13.25.

Cuadro 6. Análisis de varianza para determinar la longitud promedio de raíces de bolaina blanca (Guazuma Crinita).

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Análisis de varianza para determinar PSA / PSR.

El análisis de varianza para la relación (PSA / PSR) en donde se observa que los tratamientos de factor de estudio si resultaron estadísticamente significativos debido a que p-valor fueron menor al ($p < 0.05$), siendo el grado confiabilidad que alcanzo 0.6%, con variabilidad de 31.45% (cuadro 7).

F. V	SC	GI	CM	F	p-valor
Repetición	1.15	4	0.29	1.66	0.1611
Tratamiento	1.56	4	0.39	2.24	0.0659
Error	41.96	241	0.17		
Total	44.67	249			

R² 0.06 CV: 31.45

Cuadro 7. Análisis de varianza de PSA / PSR de bolaina blanca (Guazuma Crinita).

Fuente: Elaboración propia, 2016.

El análisis de varianza para la relación (PSR), indica que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos y las repeticiones, ya que existió un coeficiente de variabilidad de 35,29 % con un 0.13% de confiabilidad, (cuadro 7).

F. V	SC	GI	CM	F	p-valor
Repetición	0.53	4	0.13	2.81	0.0260
Tratamiento	1.21	4	0.30	6.42	0.0001
Error	11.40	241	0.05		
Total	13.14	249			

R²: 0.13 CV: 35.29

Cuadro 7. Análisis de varianza PSR

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Peso húmedo / peso seco.

El análisis de varianza para determinar peso húmedo (PH), indica que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos empleados y las repeticiones, con un coeficiente de variabilidad de 30.73 % con un confiabilidad de 0.16 % (cuadro 8)

F. V	SC	Gl	CM	F	p-valor
Repetición	21.71	4	5.43	5.11	0.0006
Tratamiento	28.16	4	7.04	6.63	0.0001
Error	255.83	241	1.06		
Total	305.71	249			

R² 0.16 CV: 30.73

Cuadro 8. Análisis de varianza peso húmedo de bolaina blanca (Guazuma Crinita).
Fuente: Elaboración propia, 2016.

El análisis de varianza para determinar el peso seco (PS) en donde se observa que los tratamientos de factor de estudio si resultaron estadísticamente significativo, siendo el grado de confiabilidad que alcanzo 0.08 %, con un coeficiente de variabilidad de 29.39 % (cuadro 8).

F. V	SC	Gl	CM	F	p-valor
Repetición	1.93	4	0.48	1.84	0.1224
Tratamiento	3.69	4	0.92	3.51	0.0083
Error	63.35	241	0.26		
Total	68.97	249			

R² 0.08 CV: 26.39

Cuadro 8. Análisis de varianza peso seco de bolaina blanca (Guazuma Crinita).
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Área foliar.

El análisis de varianza, indica que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos y las repeticiones, los tratamientos aplicados hicieron efecto para el incremento de área foliar, alcanzando un promedio de 280. 94 cm², con un coeficiente de variabilidad de 29.99 %, expresen en un 0.13 % de confiabilidad (cuadro 9).

F. V	SC	GI	CM	F	p-valor
Repetición	58965.95	4	14741.36	2.63	0.0348
Tratamiento	150234.95	4	14741..36	6.71	0.0001
Error	1348360.61	241			
Total	1557561.01	249			

R² 0.13 CV: 29.99

Cuadro 9. Análisis de varianza peso seco de bolaina blanca (Guazuma Crinita).

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Índice de robustez.

El análisis de varianza, indica que hay diferencia altamente significativa entre los tratamientos y repeticiones, existe un coeficiente de variabilidad 16.14%, con grado de confiabilidad de 0.30% (cuadro 10).

F. V	SC	GI	CM	F	p-valor
Repetición	169.54	4	42.39	17.70	0.0001
Tratamiento	76.62	4	19.16	8.00	0.0001
Error	577.03	241	2.39		
Total	823.20	249			

R²: 0.30 CV: 16.14

Cuadro 10. Análisis de varianza índice de robustez bolaina blanca (Guazuma Crinita).

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Índice de calidad de dickson (ICD).

El análisis de varianza, indica que hay una diferencia altamente significativa en los tratamientos evaluados y las repeticiones, con un gado de confiabilidad de 0.10%, con coeficiente de variabilidad de 49.60% (gráfico 11).

F. V	SC	GI	CM	F	p-valor
Repetición	19.98	4	5.00	2.77	0.0278
Tratamiento	29.08	4	7.27	4.04	0.0035
Error	434.22	241	1.80		
Total	483.28	249			

R² 0.10 CV: 49.60

Cuadro 11. Análisis de varianza índice de calidad de dickson Bolaina blanca (Guazuma Crinita).

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Índice de Distribución de Carbón (IDC).

El análisis de varianza, indica que hay diferencias significativas en los tratamientos evaluados, alcanzando un coeficiente de variabilidad de 26.39%, se expresen en un 0.08% de confiabilidad (cuadro 12).

F. V	SC	GI	CM	F	p-valor
Repetición	1.93	4	0.48	1.84	0.1224
Tratamiento	3.69	4	0.92	3.51	0.0083
Error	63.35	241	0.26		
Total	68.97	249			

R² 0.08 CV: 26.39

Cuadro 12. Análisis de varianza índice de distribución de carbón bolaina blanca (Guazuma Crinita).

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Análisis de muestra sólida de suspensión de microorganismos (MM).

El resultado de análisis de muestra solida (hojarasca), nos indica que existe 53×10^4 UFC/g microorganismo aerobios (530,000 unidades formadoras de colonias por gramo), los anaerobios existen 73×10^3 UFC/g (73,000 unidades formadoras de colonias por gramo), bacterias fijadoras de nitrógeno existen 15×10^5 UFC/g (1, 500,000 número más probables por gramo).

Análisis Microbiológico	Muestra
Aerobios (UFC/g)	53×10^4
Anaerobios (UFC/g)	73×10^3
Actinomicetos (UFC/g)	< 100
Pseudomonas sp.	< 3
(NMP/g)	15×10^5
Bacterias fijadoras de vida libre (UFC/g)	

Cuadro 13. Análisis de muestra solida de suspensión de microorganismo

Fuente: Laboratorio de Ecología microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso" la Molina 2013

Resultados de análisis de muestra líquida

El resultado de análisis en laboratorio nos indica que existe 51×10^6 UFC/mL microorganismo aerobios (51, 000,000 unidades formadoras de colonias por mililitro), los anaerobios existen 10×10^3 UFC/mL (10,000 unidades formadoras de colonias por mililitro), bacterias fijadoras de nitrógeno existen 20×10^5 UFC/mL (2, 000,000 número más probables por mililitro).

Análisis Microbiológico	Muestra
Aerobios (UFC/ml)	51×10^6
Anaerobios (UFC/ml)	10×10^3
Actinomicetos (UFC/mL)	< 100
Pseudomonas sp. (NMP/mL)	< 3
Bacterias fijadoras de vida libre (UFC/g)	20×10^5

Fuente: Laboratorio de Ecología microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso" la Molina 2013

Cuadro 14. Análisis de muestra líquida de suspensión de microorganismo
Fuente: Laboratorio de Ecología microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso" la Molina 2013

Resultados del análisis del biol líquido

Análisis del biol		
Nutrientes	unidad	Valor
PH		8.23
C.E/ds/m		4.59
Nitrógeno (N)	%	0.16
Fosforo (P)	%	0.02
Potasio (K)	%	0.23
Calcio (Ca)	%	0.41
Magnesio (Mg)	%	0.10
Sodio (Na)	%	<0.5
Zinc (Zn)	ppm	0.40
Cobre (Cu)	ppm	1.00
Manganeso (Mn)	ppm	0.50
Hierro (Fe)	ppm	12.60
Boro (B)	ppm	<0.4

Cuadro 15: Análisis de muestras de biol líquido
Fuente: Instituto de Cultivos Tropicales (ICT). Laboratorio de Análisis de Suelo, Plantas, Aguas Fertilizante, Aguas. 2016

Resultado de Kalifos Plus 0 – 25- 50

Kalifos Plus 0 – 25 – 50		
Nutrientes	Unidad	
Anhídrido fosfórico p2 O5	%	25
Oxido de potasio K2O2	%	50
Hierro (Fe)	Ppm	03
Magnesio (Mg)	Ppm	0.05
Cobre (Cu)	Ppm	0.02
Manganeso (Mn)	ppm	0.08
Zinc (Zn)	ppm	0.08
Molibdeno (Mo)	ppm	0.05
Boro (B)	ppm	0.10
Acido húmico	%	0.10
Algas marinas	%	0.10
Vitamina B1	%	0.08

Cuadro 16: Análisis de muestras del kalifos plus liquido

Fuente: Fabrica y Distribuye: Grupo Agrícola S.R.L

COSTO DE PREPARACION DE MICROORGANISMOS DE MONTAÑA (50 L).				
COSTOS DIRECTOS.	U.M	CANT.	C.U.(S/)	C.TOTAL (S/)
A. Materiales				
Timbo de 50 lt	Unidad	1	45	45
Manguera 1/2	m	1	1.5	1.5
saco de polipropileno	Unidad	2	1.5	3
Pegamento	Unidad	1	2.5	2.5
Niples 1/2	Unidad	2	2	4
Sub total				56
B. Insumos				
Polvillo de arroz	Saco	1	15	15
Saco de biomasa	Kg	15	0.1	1.5
Chancaca	Atado	2	7	14
Sub total				30.5
Total de producción				86.5
Costo total de producción/50L				86.5

Cuadro 17: Costo de preparación de microorganismos de montaña

Fuente: Elaboración propia

COSTO DE PREPARACION DEL BIOL DE GANADADO (50 L).				
COSTOS DIRECTOS.	CANTIDAD	U.M.	C.U.(S/)	C.TOTAL (s/)
A. MATERIALES				
Timbo de 50 lt	1	Unidad	45	45
Manguera 1/2	1	Metro	1.5	1.5
saco de polipropileno	2	Unidad	1.5	3
Pegamento	1	Unidad	2.5	2.5
Niples 1/2	1	Unidad	2	2
Sub total				54
B. INSUMOS				
Estiércol	22.5	Kg	0.1	2.25
Bagazo de caña	10	Kg	0.5	5
Hoja y ramas de yuca	5.5	Kg	0.1	0.55
ceniza	1	Kg	1	1
Total Produccion				8.8
costo total de produccion del biol/50L				62.8

Cuadro 18: Costo de preparación de biol de ganado
Fuente: Elaboración propia

COSTO DE PRODUCCION DE PLANTA DE ESPECIE FORESTAL DE CICLO CORTO DE (3 A 6 MESES)				
DETALLE	U.M.	CANTIDAD	C.U.	C.TOTAL (\$)
INSUMOS				
HERRAMIENTAS				
Regadora	1	1	15	15
Pala de mano	1	1	20	20
Pulverizador de 1 L	5	5	1.5	7.5
Sub total				42.5
Semilla				
Bolaina Blanca	Gr	100	40	40
Sustratos y Abonos				
Gallinaza desompuesta	Saco de 50 Kg	5	5	25
Cascarilla de arroz carbonizada	Saco de 50 Kg	5	3	15
Tierra agricola	Saco de 50 Kg	5	3	15
Bioles	L	5	1.7	8.5
Sub total				63.5
Materiales				
bolsas de vivero de 6 X 20 pulgadas	Ciento	10	1.8	18
MANO DE OBRA				
Preparacion de sustrato	Jornal	1	25	25
Llenado de bolsas	Jornal	1	25	25
Repiques	Jornal	1	25	25
Riegos	Jornal		25	25
Sub total				100
Costo total de produccion de plantas de bolaina blanca/1000 plantones			Total	264

Cuadro 19: Costo de producción de plantones
Fuente: Elaboración propia

4.2 Discusión.

Altura de la planta.

En la Figura 15 muestra entre los tratamientos que mayor porcentaje de significación se logró T3 (Microorganismo de montaña) con 42.39 cm y el 40.06 cm, respectivamente, como corrobora, **Piere 2013**, manifiesta que el biol es una fuente orgánica de fitorreguladores a diferencia de los nutrientes, en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, sirviendo para las siguientes actividades agronómicas: La altura es un buen indicador en campo, pero no para la supervivencia; este parámetro se ha utilizado por mucho tiempo como un indicador de la calidad, aunque se considera insuficiente y es conveniente relacionarlo con otros criterios para que refleje su utilidad real *Santiago et al., 2007*.

Numero de raíz promedio / planta.

En la figura 16 se indica mayor número de raíz promedio por planta que se obtuvieron en los tratamientos T2 (MM) y T1, con valores de 15 cm y 14.47 cm, respectivamente se entiende que con un regado homogéneo brinda una mayor cantidad de raíces. *Leyva, 2008*, indica que el porcentaje de raíces finas favorece aquellos tratamientos que presentan un nivel de endurecimiento fuerte. Lo anterior está fundamentado en que la planta cuando se desarrolla en un sustrato con abundante agua disminuye el desarrollo de las raíces finas.

Raíces adventicias.

En la figura 17 el número de raíces adventicias se obtuvo en los tratamientos T2 (MM) y el T1 (testigo) con 91 y 89. % respectivamente. El desarrollo del sistema radical depende del agua que contenga el sustrato, lo que determina su crecimiento y desarrollo. Si una planta recibe agua en abundancia no estimulará demasiado el crecimiento de la raíz, pero si el agua escasea, será necesario que la planta tenga un sistema radical amplio para que sobreviva. ***Leyva, 2008***.

Longitud de raíz.

En la figura 18 se indica que la mayor longitud de raíz se obtuvo en los tratamientos T2 (MM) T5 (foliar) que es 24.3 y 22.6 cm respectivamente. El tamaño del sistema radicular tiene relación con el área subterránea en que pueden aferrarse las plantas para el suministro de agua y

nutrientes, y como base de sostenimiento para soportar las corrientes de aire, de ahí que la superficie que abarcan sus raíces se correlaciona positivamente con la sobrevivencia, es decir, a mayor área radicular mayor posibilidad de adaptarse al entorno ambiental y viceversa, aunque también influye la forma de sus raíces **Bidwell, 2002**.

Peso seco aéreo / peso seco radicular.

La relación peso seco aéreo / peso seco radicular (PSA/ PSR), se observa en la figura 19, que el tratamiento T3 (MM mas BIOL) con 0.7gr seguido del tratamiento T2 (MM) que alcanzó 0.6gr, representa el balance entre el área de transpiración y el área de absorción de agua. Para determinar el cociente se utilizan los pesos secos de ambas partes; en este sentido, una planta de calidad debe tener un coeficiente de relación lo más bajo posible, de tal forma que se asegure su sobrevivencia en campo **Rodríguez, 2008**.

Peso húmedo / peso seco

En la figura 20 la relación peso húmedo / peso seco (PSH / PST) fue el tratamiento T3 (MM mas BIOL), con 3.70 gr, la mayor concentración de carbono se obtuvo en el tratamiento T3 con la aplicación de microorganismo de montaña más el biol. **García 1999**, describe que, esto es resultado, del complejo ciclo del carbono en los ecosistemas forestales, en efecto los flujos y almacenes de carbono en un ecosistema forestal, donde el follaje, las ramas, las raíces, el tronco, los desechos, los productos y el humus estable son almacenes de carbono.

Área Foliar.

En la figura 21 se puede determinar que el mayor promedio en crecimiento se obtuvo en el tratamiento T3 (MM más Biol), 280.94 cm², seguido por el tratamiento T5 (Foliar) con 271.29 cm², los demás tratamientos resultaron tener un menor crecimiento, con respecto a la altura. La biomasa es la cantidad o volumen de materia seca presente en una planta; ésta puede ser aérea, subterránea o total; incluyendo en el primer caso las hojas, flores, frutos, puntas, ramas, y tronco; y en el segundo se incluye la raíz principal, raíces secundarias, y demás raíces existentes. (Rodríguez, 2008). A mayor cantidad de biomasa presente (considerando plantas con dimensiones similares), la probabilidad de sobrevivencia es mayor debido a la alta concentración de materia seca, aunque, también influye la concentración de la materia orgánica

en la parte aérea y subterránea, debido a que no siempre está distribuido en cantidades similares.

Índice de Robustez (IR).

En la figura 22, se observa que el mayor promedio obtuvo el tratamiento T3 (MM más Biol) con 10.6cm. **Rodríguez 2008**, se define como la relación entre la altura de la planta (cm) y el diámetro (mm); este índice se determina con la siguiente relación, valores bajos del Índice de robustez están asociados a mejor calidad de planta, ya que es más robusta, en cambio valores altos indican que la planta es más esbelta y menos fuerte, al existir desproporción entre la altura y el diámetro de la planta; generalmente, se recomienda que sea menor a seis.

Índice de calidad de Dickson (ICD) en la figura 23 indica que el mayor promedio obtuvo el tratamiento T4 (Biol) con 3.1, en comparación a los demás tratamientos T5 (Foliar) con 3. En donde a mayor índice mejor calidad de planta. **Dick son et al., 1960**.

Índice de Distribución de Carbón (IDC) en la figura 24, se indica que el mayor promedio de almacenamiento de carbono en las plantas se obtuvo en el tratamiento T3 (MM más Biol) con 2.14, seguido por el tratamiento T5 (foliar) con 2.02.

Análisis de muestra sólida de suspensión de microorganismos (MM) en fase sólida. Del cuadro 13 se observa que las bacterias fijadoras libre es mayor comparada con las bacterias anaerobias y aerobias

Análisis de muestra sólida de suspensión de microorganismos (MM) en fase líquida, Del cuadro 14 se observa que las bacterias aerobias representan en mayor cantidad comparada a las bacterias anaerobias y fijadoras de vida libre.

Resultados del análisis del biol líquido; del cuadro 15 se observa los mayores porcentajes de macronutrientes constituyen el calcio, potasio y nitrógeno, que constituyen los elementos principales que las plantas necesitan para su desarrollo y crecimiento.

Resultado de Kalifos Plus 0 – 25- 50; comparando los cuadros 16 y 15 se observa que en el análisis de resultados entre el producto químico Kalifol Plus y el biol se pueden observar que existen mayor porcentaje de nutrientes en el biol que favorecieron en los parámetros morfológicos y el índice de calidad de plantas.

CONCLUSIONES.

- El desarrollo de *Guazuma Crinita* (BOLAINA BLANCA), a ensayarse en reforestación con la aplicación de tres biofertilizantes orgánicos, siendo estos productos orgánicos que contribuyen a la mitigación del cambio climático, los biofertilizantes orgánicos es una alternativa a la disminución del uso de agroquímicos.
- Durante el desarrollo del trabajo experimental, el biofertilizante con mayor eficacia en el desarrollo de *Guazuma Crinita* (BOLAINA BLANCA), fue el tratamiento (T3) (microorganismo de montaña más el biol), influyo con el mayor promedio en crecimiento en altura, en índice de robustez e índice carbón.
- Las principales diferencias morfológicas que presentaron mayor mejora en el desarrollo de *Guazuma Crinita* (BOLAINA BLANCA), fueron de altura, peso seco aéreo / peso seco radicular, PHA/PHR, área foliar, con la aplicación de biofertilizante orgánico Microorganismo de Montaña más Biol (M más B). Mientras el número de raíz promedio, raíces adventicias y longitud de raíz presentaron mayor desarrollo bajo el tratamiento de Microorganismo de montaña (MM).
- La utilización de biofertilizantes Microorganismo de montaña más biol, resultó ser una alternativa tecnológica de carácter orgánico, permitiendo la obtención de plantones de Bolaina Blanca de buena calidad y con características únicas; como la altura, tamaño de la raíz, el área foliar, demostrando así una alternativa para minimizar la contaminación ambiental y como propuesta de reforestación.

RECOMENDACIONES.

- Incentivar al uso de los biofertilizantes orgánicos para así sensibilizar a los agricultores ante la aplicación de productos agroquímicos, siendo los biofertilizantes orgánicos una alternativa rentables por el bajo costo, ya que los insumos para su elaboración lo podemos encontrar en las parcelas de los agricultores con mucha facilidad, el agricultor opta por un producto químico el cual no demanda tiempo de su elaboración, pero si ayuda a contribuir a la contaminación del ambiente.
- fomentar la investigación e integrar estas experiencias desarrollando mejores alternativas tecnológicas, el cual requiere ser solventado si se quiere fomentar la adopción tecnológica por parte de los agricultores.
- Las instituciones públicas y privadas deben contribuir a fomentar el desarrollo de tecnologías apropiadas, para que los agricultores adopten el uso de los biofertilizantes orgánicos elaborados por insumos a base de biomasa descompuesta, y el estiércol de ganado, evitando así la contaminación del ambiente.
- Se recomienda utilizar el biofertilizante orgánico Microorganismo de montaña más biol, para mejorar las condiciones morfológicas de las plantas de bolaina blanca en fase vivero, para luego ser plantados en campo definitivo.

Referencia Bibliográfica.

1. Abad, M. y Puchades, R. (coord.).(2012). Compostaje de residuos orgánicos generados en la hoya de buñol (Valencia) con fines hortícola. Ed. Asociación para la Promoción Socioeconómica Interior Hoya de Buñol, Valencia.
2. Ravi, M. (1998). Horticultural uses of composted material. *Acta Horticultura* 469: 225-234.
3. Soliva, M. (2001). Compostaje i gestión de residuos orgánicos. Estudios y Monografías. Diputado de Barcelona, Área de Medio Ambiente, Barcelona.
4. Guérin, F.; Lemaire, O.; Marfá, R.; Giuffrida, F. (2001). Growth of *Viburnum tinus* in peat-based and peat-substitute growing media, *Scientia Horticulturae* 89: 129–142.
5. Wilson, S. B.; Stoffella, P. J.; Graetz, D.A. (2002). Development of compost-based media for containerized perennials. *Scientia Horticulturae* 93 (3-4):311-320.
6. IIAP. Estudio de impacto ambiental del proyecto construcción e implementación Del centro de investigaciones. 95 p. San Martín. Perú; 2012.
7. Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile (2005). Boletín INIA N° 131. <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33207.pdf>
8. Cervantes, Miguel Ángel. 2007. Producción de pastizales en la Región Interandina del Ecuador. Manual N0 30. Quito, Ecuador. Edit. INIAP pp. 10 – 22.
9. Mi Riego. Fertilización en agricultura ecológica. Publicado en septiembre 4, 2013. Publicado en septiembre 4, 2014. <https://miriego-blog.com/2013/09/04/fertilizacion-en-agricultura-ecologica/>
10. Portal de gestión de regadíos www.miRiego.com Villachica, H.; Julca, A.; Alván, G.; Canchucaya, J.; Parraga, r. (1993). Evaluación de tres especies forestales de rápido crecimiento para embalaje de frutas. In Resumen de investigaciones apoyadas por FUNDEAGRO 1988-1992. Lima, Perú. pt 2, p 167-169.
11. Baldoce, R.; Pinedo, J.; Castillo, A.; Vidaurre, H. (1991). Silvicultura de la bolaina blanca. Temas forestales no. 10. INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias). Pucallpa, Perú. 38 p.

12. Zapata, J. Cupen, J. 1997. Efecto de la aplicación y dilución del abono foliar orgánico en el rendimiento de grano del sorgo forrajero (*Sorghum vulgare*) var. Suar Drip - Valle del Medio Piura. s.n.t. Consultado el 4 de febrero del 2009.
13. Quispe, P. 1997. Evaluación del efecto del abono líquido foliar orgánico enriquecido en micro elementos en el cultivo de brócoli asociado con culantro en Manchay. s.n.t. Consultado el 4 de febrero del 2009. <http://www.geocities.com/raaaperu/resuinv.html#tejada>.
14. Villena, E. (2008). Evaluación de tres tipos de microorganismos eficientes "EM" inoculados en desechos orgánicos, obtención de biofertilizantes y su aplicación en el cultivo de frejol. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. 142 p.
15. Restrepo R., J. (2001). . Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares.
16. Martínez, C. y Ramírez, F.L. 2000. Lombricultura y Agricultura Sustentable. 1ra Edición, México D.F. 236 p.
17. Rodríguez, T., D. A. 2008. Indicadores de calidad de planta forestal. Mundi-Prensa. UACH-ANCF. México, D. F. 156 p.
18. Santiago, T., Sánchez M. (2007) Manual de Producción de Especies Forestales Tropical en Contenedor. 44 p. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental El Palmar. Veracruz, México.
19. Chávez, V. F. 1996. Periodicidad del crecimiento apical en cuatro especies de *Pinus* en una plantación de 10 años de establecida, en la Sierra de Arteaga Coahuila. Tesis UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., Méx. 51 p.
20. Lincoln, T. y Zeiger, E. 2002. Plant physiology. Publicación de la Universidad Jaime I. D. L. 3ª. Ed.
21. URL: http://books.google.com.mx/books?id=7QlbYgOC5AC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.
22. Bidwell, R., G. S. 2002. Fisiología Vegetal, Traducido por Guadalupe Gerónimo Cano y Cano. Editorial A.G.T. S. A. 1ª. Ed. En español. México, D. F. 784 p.
23. Cetina, A. V., González, H. V. y Vargas, H. J. 1999. El manejo en vivero de *Pinus greggii* Engelm. y la calidad de planta. Agrocienca. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 423 p.

24. Toral, I., M. 1997. Concepto de calidad de plantas en viveros forestales. Documento Técnico 1. Programa de Desarrollo Forestal. SEDER. Fundación Chile, Consejo Agropecuario de Jalisco, México.
25. Dickson, A. A., LEAF, L. and Hosner, J. F. 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. For. Chron. 36 (1): 10-13.
26. Prieto, R. J., Cornejo, O., E. H., Domínguez, C., P. A., Návar, Ch., J. de J., Marmolejo, M., J. G. y Jiménez, P., J. 2004. Estrés hídrico en *Pinus engelmannii* Carr. Producido en vivero. Invest. Agrar. Sist. Recur For. 13 (3). Pp. 443-451. [http://www.inia.es/gcontrec/pub/Paginas_443-451-\(6704\) Estres_110534622765.pdf](http://www.inia.es/gcontrec/pub/Paginas_443-451-(6704) Estres_110534622765.pdf).
27. Rodríguez, T., D. A. 2008. Indicadores de calidad de planta forestal. Mundi-Prensa. UACH-ANCF. México, D. F. 156 p.
28. LOBOS Crithian J... (1999). Universidad Técnica Federico Santa María Sede Viña del Mar. Química Analítica. Pág. 21, 22.
29. Méndez, M 2012. Micro y Macro elementos. Disponible en: <http://www.buenastareas.com/ensayo/micro-y-macro-elemento/4572389>

Anexos

ANEXO 1. ARTICULO CIENTIFICO

“EVALUACIÓN DE TRES BIOFERTILIZANTES EN EL DESARROLLO DE BOLAINA BLANCA (*Guazuma crinita mart*) A ENSAYARSE EN REFORESTACIÓN PARA LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO, IIAP SAN MARTÍN 2016”

RESUMEN

El presente proyecto se desarrolló en el vivero experimenta Pucayacu, IIAP -San Martin, ubicado en el caserío Bello Horizonte, distrito de la Banda de Shilcayo, debido a la problemática de deforestación y contaminación, bajo este contexto, se cree conveniente considerar como una alternativa viable la utilización de fuentes orgánicas locales para la elaboración de biofertilizantes líquidos a base de estiércoles vacuno y Microorganismo de montaña (MM), para ser aplicados en fase de vivero a una especie vegetal de rápido crecimiento, alto valor económico y comercial y usos múltiples, como la bolaina blanca (*Guazuma crinita*).

El objetivo fundamental fue evaluar los efectos de la utilización de tres bio-fertilizantes en el desarrollo de Bolaina Blanca (*Guazuma Crinita*) como estrategia de reforestación para mitigación al cambio climático, la dosis de aplicación fueron 60 mL de biofertilizantes en / 20 L de agua para los tratamientos y 05 litros de agua para el testigo, donde las frecuencias de aplicación fueron realizadas por 90 días calendarios, en periodos de 15 días. El ensayo se realizó bajo un diseño completamente al azar (DCA), con (5) tratamientos y (5) repeticiones, para el trabajo se utilizó 875 plantones.

En los tratamientos de microorganismo de montaña (MM) más Biol se obtuvieron los mejores resultados, a excepción en el número de raíces, con el índice de dickson la altura T3 (MM mas Biol) se obtuvo 42.29 cm en un periodo de tiempo de 90 días; el análisis de varianza arrojó que el ensayo para las variables altura de la planta es altamente significativo entre los tratamientos y repeticiones, lo cual indica que los biofertilizantes tienen un gran efecto significativo al ser aplicados en las plantas de Bolaina en fase de vivero; el número de raíces de T2 (MM) mostró un promedio de 14.84 cm; en cuanto a la raíces adventicias el T2 (MM) logró alcanzar el 90.04 % la longitud de raíz, la altura de T2 (MM) alcanzó los 24.15 cm; por lo tanto del presente proyecto de investigación se concluye que a mayor índice de Dickson mejor calidad en la planta.

ABSTRACT

The present project developed in the fish-pond it experiences Pucayacu, IIAP-San Martin, located in the Beautiful hamlet Horizon, district of the Band of Shilcayo, due to the problematics of deforestation and pollution, under this context, believes himself suitably to consider to be a viable alternative the utilization of organic local sources for the production of biofertilizantes liquids based on manures bull and Microorganism of mountain (MM), to be applied in phase of fish-pond to a vegetable species of rapid growth, high economic and commercial value and multiple uses, as the white bolaina (*Guazuma crinita*).

The fundamental aim was to evaluate the effects of the utilization of three bio fertilizers in Bolaina Blanca's development (*Guazuma Crinita*) as strategy of reforestation for mitigation to the climate change, the dose of application

they were 60 mL of biofertilizantes in / 20 liters of water for the treatments and 05 liters of water for the witness, where the frequencies of application were realized for 90 days calendars, in periods of 15 days. The test fulfilled under a design completely at random (DCA), with (5) treatments and (5) repetitions, for the work one used 875 grafts.

In the treatments of microorganism of mountain (MM) mas Biol obtained the best results, to exception in the number of roots, with the index of dickson the height T2 (MM) obtained 41.9 cm in a period of time of 90 days; the analysis of variance threw that the test for the variables height of the plant is highly significant between the treatments and repetitions, which indicates that the biofertilizantes have a great significant effect on having been applied in Bolaina's plants in phase of fish-pond; the number of roots of T2 (MM) showed an average of 14.84 cm; as for adventitious raíces the T2 (MM) managed to reach 90.04 % the length of root, the height of T2 (MM) reached 24.15 cm; therefore of the present project of investigation one concludes that to therefore of the present project of investigation one concludes that to major index of better Dickson quality in the plant.

INTRODUCCION

Uno de los problemas evidentes que enfrenta la humanidad actualmente, es la degradación del ambiente; hecho se produce por el uso excesivo de los productos químicos, la desproporcionada fertilización química, realizada en los últimos años, ha atentado contra la calidad del medio ambiente. De cara a esta realidad, es de gran importancia rescatar los conocimientos ancestrales de la agricultura conservacionista de los suelos, que fue practicada mediante las prácticas sencillas y de bajo costo como son: los cultivos asociados, la incorporación de abonos naturales, como el descanso adecuado de los suelos “barbecho”, para mantener su fertilidad, entre otras actividades y así alcanzar una agricultura sustentable.¹

Es necesario mantener la cubierta vegetal mediante programas de forestación y reforestación que ayuden a revertir los daños producidos al suelo y al ambiente, dado que, en muchos casos, la regeneración natural se ve afectada por la baja producción de semillas forestales y/o condiciones ambientales adversas, razón por la cual, la producción de plantas en vivero es un aspecto que toma relevancia, dado que se pueden producir plantas en cantidad, calidad y de las especies necesarias.²

En el proyecto desarrollado en el Caserío de Bello Horizonte, Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de la Región San Martín, los ensayos se efectuaron en cinco unidades experimentales conformado por cinco tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5) y cinco repeticiones (R1, R2, R3, R4, R5), conformado por 875 plantones, utilizando el diseño completamente aleatorizado (DCA). Los sustratos utilizados en la investigación fueron: tierra agrícola (60%), cascarilla de arroz carbonizada (40%) para todos los tratamientos y se aplicó 15 mililitros de

biofertilizantes orgánicos en 5 litros de agua sin clorar, para el testigo solo se aplicó 5 litros de agua sin clorar.

La finalidad de la investigación, es la de evaluar el desarrollo de las variables diámetro del tallo, altura de planta, número de raíces, número de raíces adventicias, longitud de la raíz, área foliar, relación peso seco aéreo / peso seco radicular (PSA/PSR), relación peso húmedo / peso seco (PH/PS) índice de robustez (IR), índice de calidad de Dickson (ICD) y índice de distribución de carbón (IDC); por ello el presente proyecto de investigación plantea dar utilidad a los biofertilizantes, como una alternativa de solución para suplir y paliar la utilización de los productos químicos en la agricultura, de esta manera se estará minimizando los impactos negativos hacia el ambiente.

El uso de compost, resulta ser una alternativa viable para la agricultura orgánica por su aporte de nutrientes y mejorador de suelos, además sustituye el uso elevado de abonos químicos y adicionalmente y debido a los problemas ecológicos y económicos provocados por el uso intensivo e inadecuado de los fertilizantes minerales sintéticos.

Método de investigación.

Etapas 1: CAMPO.

Ubicación de estudio de Investigación.

Este experimento de investigación se realizó en la propiedad del Instituto de la Investigación de la Amazonia Peruana, sede vivero experimental Pucayacu que está ubicado en el caserío Bello Horizonte. (Figura 1).

Construcción de espacio experimental.

Para la elaboración de los bloques se diseñó con material de la zona, caña brava, de 1.70 metros de largo y 75 cm de ancho de las cuales se utilizó un espacio de 35 cm de ancho por 60 cm de largo para cada repetición, de las cuales fueron separados por

un promedio de 10 cm para cada tratamiento en la cual se incorporó 35 bolsas con sustratos (Ver figura 2).

Recolección de sustratos.

Los sustratos utilizados fueron extraídos de industrias ganaderas, biomasa en proceso de descomposición para obtener un producto final para ser aplicada en cada tratamiento, para obtener un sustrato Homogéneo, se utilizó un tamiz de cinco (5) mm, para zarandear con proporciones de (40%) de sustrato y (60%) de tierra (Ver figura 3).

Llenado de bolsas.

Consiste en el llenado de las bolsas de 6 cm de ancho 20 cm de largo, consistió en llenar las bolsitas con el sustrato, se utilizó 50% de tierra agrícola y 50 % de cascarilla de arroz carbonizada para optimizar el que raíces tomen lo nutriente necesarios (Ver figura 4).

Preparación de microorganismos fase sólida.

El procedimiento de la elaboración de microorganismos se realizó en 2 fases, la primera que consta en la preparación del sustrato y la segunda consta en la activación de los microorganismos en líquido.

Primera fase:

En esta primera fase se utilizó lo siguiente:

Materiales:

- Sacos.
- Manta.
- Palana.
- Machete.
- Carretilla.
- 1 barril con tapa hermética de 60 Lt
- Balde de 4 Lt.

Insumos:

- Agua de río o quebrada.
- 1 atado de chancaca.

- 1 saco de polvillo de arroz.
- 1 saco de mantillo de bosque.

Recolección de inóculo.

Primero se retiró la capa de hojas caídas, en inicio de descomposición, dejando libre para recolectar la materia en descomposición, que contiene los microorganismos, identificándolos por presentar estructuras (micelios) de color blanquecino, pardo y anaranjado, procediendo a colocarlo en un saco, hasta llenarlo. Transportamos el saco con el sustrato recopilado, hacia el lugar correspondiente donde se llevó a cabo el proceso de mezclado.

Limpieza y desmenuzamiento del material.

El inoculante recolectado se colocó sobre una manta de polipropileno para dar paso al proceso de limpieza, para lo cual eliminamos piedras, hojas verdes, insectos y palos gruesos duros. Desmenuzamos todo el material manualmente (Ver figura 5).

Preparación de la solución energética:

En un balde con agua de 5 Lt diluimos bien un atado de chancaca (2.5 kg), y obtuvimos así un líquido dulce, y dejamos listo para su posterior aplicación a la preparación de microorganismos de montaña (ver figura 6).

Preparar el sustrato proteico:

Se agregó 1 sacos de hojarasca descompuesta con un saco de polvillo de arroz, en donde se agregó gradualmente una dilución de agua sin clorar (5 litros) y chancaca (1 atado) hasta mantener una humedad apropiada que asegure la multiplicación o colonización de los microorganismos. La humedad fue medida apretando la muestra con el puño en diferentes lados, hasta lograr una humedad apropiada que al soltar la masa solida no se desmorone (Ver figura 7).

Prueba del puño:

Cogimos una porción del sustrato con la mano, y apretamos para saber si obtuvimos la humedad

óptima, esta prueba se hace con la finalidad de no tener un sustrato con excesiva humedad o muy seco. Para este proceso (*Paniagua 2008*) dice que la humedad se mide apretando con el puño muestras de diferentes lados; si el montón se desmorona está muy seco, si gotea agua está muy húmedo, si se siente la humedad y mantiene su forma al soltarlo está bien.

Separación de la mezcla final.

Con una pala se recolectó parte de la mezcla realizada, se procedió a llenar el barril siempre compactando.

El sustrato sobrante lo dejamos en un saco, con esto obtuvimos dos procesos diferentes de reproducción de microorganismos, el proceso aerobio (mezcla en el saco) y proceso anaerobio (mezcla en el timbo).

Activación de los Microorganismos de montaña.

Para ello se utilizó un recipiente de 60 litros, 2 kg de microorganismo aerobio, 2 kg de microorganismo anaerobio, 40 litros de agua sin clorar, posteriormente se homogenizó los dos inoculantes y se destiló en 5 litros de agua. Para activar los microorganismos se aplicó 4 litros de melaza y se removió en un recipiente de 60 litros hasta dejarlo uniforme; asimismo, para evitar que el recipiente se llene de gas por la actividad microbiana (fermentación), se instaló una manguera de 1 pulgada de diámetro conectado a un envase con agua para impedir contaminación en el proceso. (Ver figura 8).

Elaboración del Biol.

Para la elaboración del biol se recolectó los insumos y cantidad a utilizar.

Para la elaboración del biol se realizó por etapa de la siguiente manera:

1er. Paso. - En un recipiente plástico de 60 litros de capacidad, disolver 20 litros de agua no contaminada, 22.5 kilos de excreta de vaca, 10 kilos de bagazo de caña, 4.5 kilos de hoja y ramas de

yuca, 1 kilo de ceniza, y revolver hasta lograr una mezcla homogénea.

2do. Paso. - Disolver en una cubeta plástica, 10 litros de agua no contaminada, 1½ litro de leche cruda, 1½ litro de melaza y agregar en el recipiente plástico de 60 litros de capacidad donde se encuentra la mierda de vaca disuelta con la ceniza y revolver constantemente.

3er. Paso. - Completar el volumen total del recipiente plástico que contiene todos los ingredientes, con agua limpia.

4to. Paso. - Tapar herméticamente el recipiente para el inicio de la fermentación anaeróbica del biofertilizante y conectarle el sistema de la evacuación de gases con la manguera (sello de agua).

5to. Paso. - Colocar el recipiente que contiene la mezcla a reposar a la sombra a temperatura ambiente, protegido del sol y las lluvias. La temperatura ideal (38 a 40) °C.

6to. Paso. - Esperar un tiempo de 45 días de fermentación anaeróbica, para luego abrirlo y verificar su calidad por el olor y el color, antes de pasar a usarlo. No debe presentar olor a putrefacción, ni ser de color azul violeta. El olor característico debe ser el de fermentación, de lo contrario tendríamos que descartarlo.

Desinfección de semilla y siembra.

Para este proceso se pesó 100 gr de semilla de bolaina blanca de las cuales se dividió en 5 partes de 20 gr cada una, posteriormente para la deshidratación de la semilla se hizo en vasos descartables sumergido a un recipiente de 8 litros de agua, se dejó por un promedio de 12 horas en el agua, luego se procedió al secado de las semillas, para la siembra, se hizo el proceso en un espacio de 1 metro de largo por 1 metro de ancho, se utilizó 20 litros de agua hervida para la desinfección de la

cama almaciguera proceso que se hizo con una regadera (Ver figura 9).

Replique de plántulas.

A los 7 días de haber hecho el boleó en la cama almaciguera, las semillas empezaron a germinar, luego de haber pasado un periodo de 10 días se empezó a repicar en cada uno de las bolsas con sustratos, el repique se realizó formando un agujero en el centro de la bolsa para introducir correctamente para que el crecimiento de la raíz sea normal de la planta (Ver figura 10).

Aplicación de los tratamientos biofertilizantes a nivel foliar y sustrato.

Para este proceso de aplicación de biofertilizantes se aplicaron en las dosis y frecuencias establecidas en los factores de estudios la aplicación se lo realizó mediante atomizadores manuales individuales de 1 litro para cada tiramientos, se hizo la preparación en 5 recipientes individuales de 8 litros de los cuales 5 litros de agua sin clorar y se agregó 15 ml de los biofertilizantes para cada tratamiento en el caso para el tratamiento 3 se aplican 7.5 ml de biol y 7.5 ml de microorganismo de montaña, (Ver figura 11).

Evaluación de plantones.

Para esta variable se tomó a diez plantas al azar de cada repetición de la parcela, la medida desde la base de la planta o cuello de la raíz hasta el ápice. Este dato fue tomado dos veces por mes, utilizando una wincha, para el diámetro se hizo el uso de vernier digital lo cual permitirá tener datos exactos (Ver figura 12).

Evaluación radicular.

Para este proceso se tomaron cinco plantas al azar de cada tratamiento, lo cual se utilizó una wincha para medir la longitud de la raíz, luego se sacrificó las plantas de cada tratamiento, para realizar el

conteo de raíces primarias, secundarias y adventicias, se lavo las raíces con agua corriente y se procedió al secado, luego se pesó los segmentos en una balanza analítica del laboratorio con los código correspondiente de cada tratamiento para luego someterle a la estufa para el secado y obtener el peso húmedo raíces y peso seco raíz (Ver figura 13).

Secado de biomasa radicular y foliar.

Para este proceso primero se sacrificó las plantas de cada tratamiento, se cortó la raíz de la planta, luego se colocó en un sobre con su respectivo código por separados, tanto la raíz y la parte foliar, para obtener el peso húmedo y peso seco, proceso que se realizó por un periodo de tres días a una temperatura de (33 a 34) °C hasta lograr estabilizar el peso (ver figura 14).

Plantación y evaluación de plantones de (Guazuma crinita Mart) Bolaina blanca en áreas reforestadas (campo definido).

Para este trabajo se ubicó áreas reforestadas y degradadas con suelos ácidos, en la Provincia de San Martín, la parcela Bello Horizonte (pH=5.3), en la provincia de Lamas, la parcela chirapa (pH=5.8) (IIAP, 2013); luego se continuó con el proceso de siembra, y posteriormente la evaluación morfológica de diámetro y altura cada tres meses.

Resultados

Prueba de Hipótesis.

Mediante esta prueba se estima los efectos de los tratamientos con los diferentes parámetros de evaluación contrastamos las hipótesis a través del análisis de varianza a un nivel de significancia donde.

Los siguientes cuadros (Cuadro 5, 6, 7, 16), muestran las fuentes de variación (F.V), suma de cuadrados (S.C), grados de libertad (gl), cuadros medios (C.M), distribución Fisher (F) el nivel de significación (p valor) donde: si $p - \text{valor} > 0.05$

aceptamos la hipótesis nula y si p- valor es < 0.05 aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula.

Análisis de varianza para determinar la altura de las plantas (cm) de bolina blanca.

En la tabla de análisis de varianza correspondiente a la variable altura total de los individuos empleados en el diseño experimental, se observa que existe diferencia altamente significativa en los tratamientos y las repeticiones evaluados sobre el crecimiento en altura de plántones, con una variabilidad de 12.58%, entre las repeticiones de los tratamientos, y los resultados esperados se expresan en un 0.12 % de confiabilidad, (cuadro 5).

F. V	SC	Gl	CM	F	p-valor
Repetición	731.55	4	182.89	7.10	0.0001
Tratamiento	446.52	4	111.63	4.34	0.0021
Error	6204.29	24	25.74		
Total	7382.35	24			

R² 0.16 CV: 12.58

Cuadro 5. Análisis de varianza para determinar altura de las plantas de bolina blanca (*Guazuma Crinita*).

Fuente: Elaboración propia, 2016. **Discusión**

Altura de la planta.

En la Figura 15 muestra entre los tratamientos que mayor porcentaje se de significación se logró en el T3 (MM más Biol) y en T4 (biol) con 42.29 cm y el 41.35 cm, respectivamente, como corrobora, Piere (2013), manifiesta que el biol es una fuente orgánica de fitorreguladores a diferencia de los nutrientes , en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, sirviendo para las siguientes actividades agronómicas: La altura es un buen indicador en

campo, pero no para la supervivencia; este parámetro se ha utilizado por mucho tiempo como un indicador de la calidad, aunque se considera insuficiente y es conveniente relacionarlo con otros criterios para que refleje su utilidad real (Mexal y Landis, 1990).

Numero de raíz promedio / planta.

En la figura 16 se indica mayor número de raíz promedio por planta que se obtuvieron en los tratamientos. T2 (MM) y T1, el cual es 14.94 y 14.84, nos da entender que un regado homogéneo brinda una mayor cantidad de raíces. (Leyva, 2008), indica el porcentaje de raíces finas favorece aquellos tratamientos que presentan un nivel de endurecimiento fuerte. Lo anterior está fundamentado en que la planta cuando se desarrolla en un sustrato con abundante agua disminuye el desarrollo de las raíces finas.

Raíces adventicias.

En la figura 17 el número de raíces adventicias se obtuvo en los tratamientos T2 (MM) y el T1 (testigo) con 90.04 y 88.58 %. El desarrollo del sistema radical depende del agua que contenga el sustrato, lo que determina su crecimiento y desarrollo. Si una planta recibe agua en abundancia no estimulará demasiado el crecimiento de la raíz, pero si el agua escasea, será necesario que la planta tenga un sistema radical amplio para que sobreviva (Leyva, 2008).

Longitud de raíz.

En la figura 18 se indica que la mayor longitud de raíz se obtuvo en los tratamientos T2 (MM) T5 (foliar) que es 24.15 y 22.79 cm. El tamaño del sistema radicular tiene relación con el área subterránea en que pueden aferrarse las plantas para el suministro de agua y nutrientes, y como base de sostenimiento para soportar las corrientes de aire, de ahí que la superficie que abarcan sus raíces se correlaciona positivamente con la supervivencia, es decir, a mayor

área radicular mayor posibilidad de adaptarse al entorno ambiental y viceversa, aunque también influye la forma de sus raíces (Bidwell, 2002).

Peso seco aéreo / peso seco radicular.

La relación peso seco aéreo / peso seco radicular (PSA/ PSR), se observa en el figura 19 que el tratamiento T3 (MM mas BIOL) con 0.73 seguido del tratamiento T2 (MM) que alcanzo 0.66, representa el balance entre el área de transpiración y el área de absorción de agua. Para determinar el cociente se utilizan los pesos secos de ambas partes; en este sentido, una planta de calidad debe tener un coeficiente de relación lo más bajo posible, de tal forma que se asegure su sobrevivencia en campo (Rodríguez, 2008)

Conclusiones

- El desarrollo de *Guazuma Crinita* (BOLAINA BLANCA), a ensayarse en reforestación con la aplicación de tres biofertilizantes orgánicos, siendo estos productos orgánicos que contribuyen a la mitigación del cambio climático, los biofertilizantes orgánicos es una alternativa a la disminución del uso de agroquímicos.
- Durante el desarrollo del trabajo experimental, el biofertilizante con mayor eficacia en el desarrollo de *Guazuma Crinita* (BOLAINA BLANCA), fue el tratamiento (T3) (microorganismo de montaña más el biol), influyo con el mayor promedio en crecimiento en altura, en índice de robustez e índice carbón.
- Las principales diferencias morfológicas que presentaron mayor mejora en el desarrollo de *Guazuma Crinita* (BOLAINA BLANCA), fueron de altura, peso seco aéreo / peso seco radicular, PHA/PHR, área foliar, con la aplicación de biofertilizante orgánico, Microorganismo de Montaña más Biol (M más B). Mientras el número de raíz promedio, raíces adventicias y longitud de

raíz presentaron mayor desarrollo bajo el tratamiento de Microorganismo de montaña (MM).

- La utilización de biofertilizantes Microorganismo de montaña más biol, resultó ser una alternativa tecnológica de carácter orgánico, permitiendo la obtención de plantones de Bolaina Blanca de buena calidad y con características únicas; como la altura, tamaño de la raíz, el área foliar, demostrando así una alternativa para minimizar la contaminación ambiental y como propuesta de reforestación.

Referencia Bibliográfica.

1. Abad, M. y Puchades, R. (coord.).(2012). Compostaje de residuos orgánicos generados en la hoya de buñol (Valencia) con fines hortícola. Ed. Asociación para la Promoción Socioeconómica Interior Hoya de Buñol, Valencia.
2. Ravi, M. (1998). Horticultural uses of composted material. Acta Horticultura 469: 225-234.
3. Soliva, M. (2001). Compostaje i gestión de residuos orgánicos. Estudios y Monografías. Diputado de Barcelona, Área de Medio Ambiente, Barcelona.
4. Guérin, F.; Lemaire, O.; Marfá, R.; Giuffrida, F. (2001). Growth of *Viburnum tinus* in peat-based and peat-substitute growing media, Scientia Horticulturae 89: 129–142.
5. Wilson, S. B.; Stoffellaa, P. J.; Graetz, D.A. (2002). Development of compost-based media for containerized perennials. Scientia Horticulturae 93 (3-4):311-320.
6. IIAP. Estudio de impacto ambiental del proyecto construcción e implementación Del centro de investigaciones. 95 p. San Martín. Perú; 2012.
7. Suquilanda, M. (1996) Serie de agricultura orgánica, 1ª. ed. UPS, Quito. Pp.114- 121.

8. Cervantes, Miguel Ángel. 2007. Producción de pastizales en la Región Interandina del Ecuador. Manual N0 30. Quito, Ecuador. Edit. INIAP pp. 10 – 22.
9. SOTO, B. (1999). Agricultura Orgánica y Biofertilización. Curso para maestrante 1. Ed. Granma. Cuba. Edit. Universidad de Granma. pp 43-44.
10. Villachica, H.; Julca, A.; Alván, G.; Canchucaya, J.; Parraga, r. (1993). Evaluación de tres especies forestales de rápido crecimiento para embalaje de frutas. In Resumen de investigaciones apoyadas por FUNDEAGRO 1988-1992. Lima, Perú. pt 2, p 167-169.
11. Baldoceca, R.; Pinedo, J.; Castillo, A.; Vidaurre, H. (1991). Silvicultura de la bolaina blanca. Temas forestales no. 10. INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias). Pucallpa, Perú. 38 p.
12. Zapata, J. Cupen, J. 1997. Efecto de la aplicación y dilución del abono foliar orgánico en el rendimiento de grano del sorgo forrajero (*Sorghum vulgare*) var. Suar Drip - Valle del Medio Piura. s.n.t. Consultado el 4 de febrero del 2009.

Anexo 2. Vistas fotográficas



Figura 1: Ubicación del vivero experimental Pucayacu – IIAP.



Figura 2: Construcción de los bloques experimentales.



Figura 3: Recolección y preparación de sustratos.



Figura 4: Llenado de bolsas con sustrato.



Figura 5: Limpieza del material.



Figura 6: Preparación de la solución energética.



Figura 7: Preparación de la solución energética.



Figura 8: Activación de los microorganismos.



Figura 9: Desinfección de semilla y siembra.



Figura 10: Repique de plántulas



Figura 11. Aplicación de biofertilizantes a nivel foliar.



Figura 12: Evaluación de plantones.

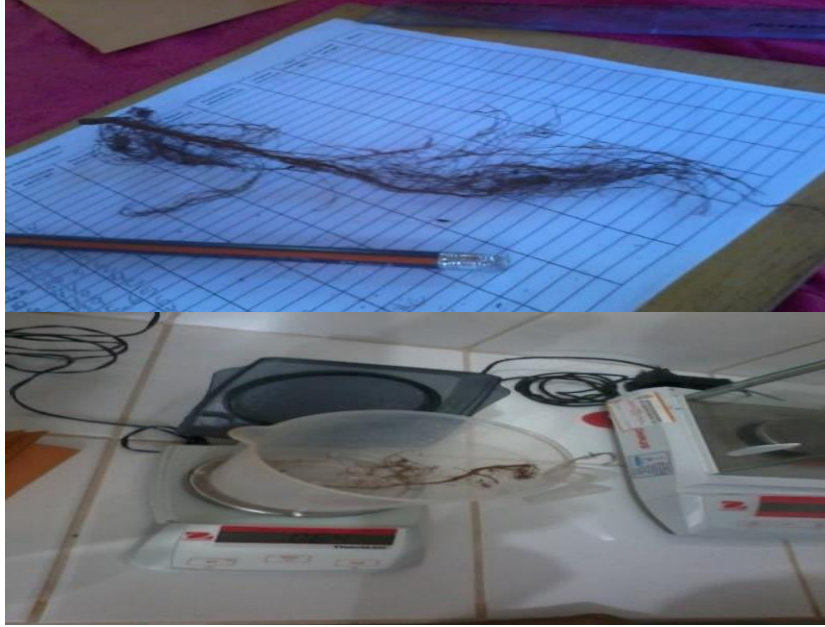


Figura 13: Evaluación Radicular.



Figura 14: Pesado de las muestras.

Anexo 3. Resultados de Análisis de biol



INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS, FERTILIZANTES Y
ALIMENTOS

REPORTE DE ANÁLISIS DE FERTILIZANTES

N° Solicitud: AFer002-15
 SOLICITANTE: Emerson Amesifuen Amesifuen
 PROCEDENCIA: Bello Horizonte-Banda de Shilcayo-San Martín-San Martín
 Tipo de fertilizante: Biol

FECHA DE MUESTREO: 05/10/2015
 FECHA DE RECEP LAB: 15/01/2016
 FECHA DE REPORTE: 21/01/2016

Número de Muestra		pH	C.E. dS/m	N %	P %	S-SO ₄ ⁻² %	Potasio %	Calcio %	Magnesio %	Sodio %	Zinc ppm	Cobre ppm	Manganeso ppm	Hierro ppm	Boro ppm	
Laboratorio	Campo															
15	01 0003	mtra 3	8.23	4.59	0.16	0.02	0.01	0.23	0.41	0.10	<0.5	0.40	1.00	0.50	12.60	<0.4
15	01 0004	mtra 4	7.05	1.56	0.08	0.02	0.00	<0.5	<0.5	<0.5	0.30	<0.5	<0.5	6.80	<0.4	

MÉTODOS:

pH: Potenciometro (1,2)
 CONDUCT. ELECTRICA: Condúctimetro (1,2)
 NITRÓGENO: Kjeldahl
 FOSFORO: Digestión HNO₃/H₂O₂ (H 1) / Espectro UV-Vis (λ=420 nm)
 AZUFRE: Digestión HNO₃/H₂O₂ (H 1) / Turbidimetría
 SODIO, POTASIO, CALCIO, MAGNESIO: Digestión HNO₃/H₂O₂ (H 1) / Espectro Absorción Atómica
 HIERRO, COBRE, ZINC, MANGANESO: Digestión HNO₃/H₂O₂ (H 1) / Espectro Absorción Atómica
 BORO: Digestión HNO₃/H₂O₂ (H 1) / Espectro UV-Vis (λ=555 nm)
 MATERIA SECA: Gravimetría

Nota: el laboratorio no se responsabiliza por la metodología aplicada para la toma de la muestra del presente reporte

La Banda de Shilcayo, 21 de Enero del 2016

INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES

 Dr. Enrique Mévaldo Gardini
 Coordinador General

Anexo 4. Análisis microbiológico de la muestra solida



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 0147800 anexo 274



INFORME DE ENSAYO N° 1311411 - LMT

SOLICITANTE : INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA -
SAN MARTIN

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : BIOL
1311411) PALIPERRO – CULTIVO DE 4 MESES

PROCEDENCIA : Belfo Horizonte – San Martín
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 mL aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2013 - 10 - 31
FECHA DE RECEPCIÓN : 2013 - 11 - 12
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2013 - 11 - 18
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2013 - 12 - 02

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1311411
*Recuento de aerobios (UFC/mL)	51 x 10 ⁶
*Recuento de anaerobios (UFC/mL)	13 x 10 ⁶
*Recuento de actinomicetos (UFC/mL)	= 100
*Enumeración de <i>Pseudomonas</i> sp. (NMP/mL)	< 2
*Enumeración de bacterias fijadoras de nitrógeno (NMP/mL)	20 x 10

NOTA: Los valores < 2 y < 100 indican ausencia de microorganismos en el medio.

Métodos

International Commission on Microbiological Nomenclature for Food: 1993, 25a Ed. Vol 1 Part B. (Final 1995) Reimp. 2000. Editorial Ambio
American Public Health Association: 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of Food. 2^a Ed. Chapter 12. Chapter 4. 1675. Evaluación en el medio del colorante espirulina-azul (ECS) referido a bacterias libres fijadoras de N₂. Anales científicos de la UNALM 13(4): 57.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez solo para la muestra descrita.

La Molina, 8 de Diciembre del 2013

DRA. DORIS ZUÑIGA CÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 0147800 anexo 274

E-mail: lm@lamolina.edu.pe

LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA "MARINO TABUSSO"

(51) 014-7800 anexo 274 - E-mail: lm@lamolina.edu.pe
Avenida Javier Prado 259, L. 1 s/n. T. 1, P.O. Box 1

Anexo 5. Análisis microbiológico de la muestra solida



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 0147800 anexo 274



INFORME DE ENSAYO N° 1311412 - LMT

SOLICITANTE : INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA -
SAN MARTIN

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : BIOSOL
1311412) HOJARASCA

PROCEDENCIA : Bello Horizonte – San Martín

TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico

CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500g aprox.

ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado

FECHA DE MUESTREO : 2013 - 10 - 31

FECHA DE RECEPCIÓN : 2013 - 11 - 12

FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2013 - 11 - 16

FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2013 - 12 - 02

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1311412
Recuento de aerobios (UFC/g)	53 x 10 ⁴
Recuento de anaerobios (UFC/g)	73 x 10 ³
Recuento de actinomicetos (UFC/g)	< 100
Enumeración de Pseudomonas sp. (NMP/g)	< 3
Enumeración de bacterias fijadoras de nitrógeno libre (NMF/g)	15 x 10 ³

NOTA: Los valores $\times 10^3$ y $\times 10^4$ indican número de microorganismos en gramo.

Método

International Commission on Microbiological Specifications for Foods, 1981. 2da Ed. Vol 1 Part B. (1980) Temp. 2000. Editorial Acuña.

American Public Health Association, 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3^{ra} Ed. Chapter 13. Cooper J. 1975. Evaluación en el campo del coeficiente rotífero-aeró (RCA) referido a bacterias libres fijadoras de N₂. Anales científicos de la UNALM 10:45-51.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohíbese la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 6 de Diciembre del 2013

DRA. DORIS ZUÑIGA DÁVILA

Jefa del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 0147800 anexo 274

E-mail: im4@lamolina.edu.pe

LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA "MARINO TABUSSO"

(511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: im4@lamolina.edu.pe
San Andrés Bolognesi 488, Lima, 11 - 34221