

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN INICIAL EN LA CALIDAD MORFOLÓGICA Y
DE RESPUESTA EN PLANTONES DE *Mauritia flexuosa* L.f. (AGUAJE) EN LA
PROVINCIA LEONCIO PRADO, HUÁNUCO.**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR:

FABIOLA ANTONIETA HORNA MEDINA

Tingo María – Perú

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María- Perú
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N°066-2023-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 12 de diciembre de 2022, a horas 10:30 a.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

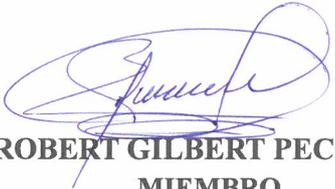
“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN INICIAL EN LA CALIDAD MORFOLÓGICA Y DE RESPUESTA EN PLANTONES DE *Mauritia flexuosa* L.f. (AGUAJE) EN LA PROVINCIA LEONCIO PRADO, HUÁNUCO.”

Presentado por la Bachiller: **HORNA MEDINA FABIOLA ANTONIETA**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de “**MUY BUENO**”.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL** que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

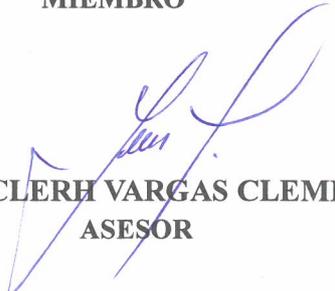
Tingo María, 09 de agosto de 2023


Ing. RAÚL ARAUJO TORRES
PRESIDENTE


Ing. M. Sc. ROBERT GILBERT PECHO DE LA CRUZ
MIEMBRO


Ing. M. Sc. BRAYAN CALDAS DE LA CRUZ
MIEMBRO




Dr. YTAVCLERH VARGAS CLEMENTE
ASESOR



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 234- 2023 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería Forestal

Tipo de documento:

Tesis

X

Trabajo de investigación

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN INICIAL EN LA CALIDAD MORFOLÓGICA Y DE RESPUESTA EN PLANTONES DE <i>Mauritia flexuosa</i> L.f. (AGUAJE) EN LA PROVINCIA LEONCIO PRADO, HUÁNUCO.	FABIOLA ANTONIETA HORNA MEDINA	21 % Veintiuno

Tingo María, 21 de agosto de 2023


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCION DE GESTION DE LA INVESTIGACION
Dr. Tomas Menacho Mellqui
DIRECTOR

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN INICIAL EN LA CALIDAD MORFOLÓGICA Y DE RESPUESTA EN PLANTONES DE *Mauritia flexuosa* L.f. (AGUAJE) EN LA PROVINCIA LEONCIO PRADO, HUÁNUCO.

Autor (a)	: Fabiola Antonieta Horna Medina
Asesor	: Dr. Ytavclerh Vargas Clemente
Programa de investigación	: Gestión de Bosques y Plantaciones Forestales
Línea de investigación	: Silvicultura, manejo y ordenación de bosques
Eje temático	: Instalación, producción y manejo de vivero forestales
Lugar de ejecución	: Distrito Pueblo Nuevo
Duración	: 10 meses
Financiamiento	: 2.290,85 soles
FEDU	: No
Propio	: Sí
Otros	: No

Tingo María – Perú

2022

DEDICATORIA

A Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de mi vida.

A mi mamá Ana Elizabeth Medina Mendizabal, el pilar más importante de mi vida, mi ejemplo de fuerza y perseverancia; gracias mami por siempre creer en mí.

A mi tía Teresa Sánchez Flores, mis primas Angela y Fabiola, por siempre mostrarme su apoyo incondicional a lo largo de vida.

A mi padre Yonel Horna Flores y mis hermanos Toto, Paco y Bito cada uno apporto directa e indirectamente para culminar este proyecto, Muchas gracias.

A mi novio Josmell Grandez Sifuentes, gracias por tu tiempo, ayuda y apoyo incondicional para continuar y no renunciar en el proceso.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional Agraria De la Selva mi alma Mater, gracias por estos años de aprendizaje.
- A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y a los señores Mario Soza Shapiama y Leiden Fuchs Donayre; por compartir sus conocimientos, que serán de mucha utilidad a lo largo de mi vida profesional.
- Quiero mostrar mi agradecimiento al Dr. Ytavclerh Vargas Clemente; mi asesor sin usted, su paciencia, apoyo y recomendaciones este trabajo no lo hubiese logrado.
- Al Ing. Frits Palomino Vera; por aportar con sus ideas y saberes para la mejora continua del trabajo de investigación. Muchas gracias por su apoyo y contribución.
- A mis padres; Ana Elizabeth Medina Mendizabal y Yonel Horna Flores ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, gracias por confiar y creer en mí.
- A mi tía y mis primas gracias por apoyarme en cada decisión y proyecto.
- A don Julian Grandez Sifuentes, muchas gracias por su apoyo y buena voluntad en la ejecución de la tesis.
- A mi novio; por su ayuda y comprensión, que es fundamental en cada paso que doy. Gracias amor.
- A mis amigas y compañeros de estudios; con quienes compartí vivencias muy lindas, fortaleciendo ese lazo de amistad que perdurará en el tiempo.
- A mi abuelita Antonieta Flores Mafaldo, donde estés siempre te recuerdo, un beso al cielo.
- A Juan Carlos Huapalla Pajares, muchas gracias por tu apoyo.
- A todos los que me ayudaron, mi familia y amigos en el proceso de la ejecución de la tesis, a pesar de estar en medio de una pandemia, mi ilusión era terminar mi tesis y así fue MUCHAS GRACIAS.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.2. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Marco teórico.....	3
2.1.1. Calidad de plantones	3
2.1.2. Fertilizantes.....	7
2.1.3. La <i>M. flexuosa</i>	8
2.1.4. Naturaleza y suministro de los nutrientes de las plantas	8
2.1.5. Fertilización	9
2.1.6. Calidad de plantones y el vivero.....	11
2.1.7. Presencia de patógenos	12
2.1.8. Coloración de hojas	13
2.2. Estado del arte.....	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1. Lugar de ejecución.....	18
3.1.1. Ubicación política	18
3.1.2. Ubicación ecológica.....	18
3.1.3. Clima.....	18
3.2. Materiales y equipos	18
3.2.1. Material biológico	18
3.2.2. Insumos	19
3.2.3. Herramientas	19
3.2.4. Equipos	19
3.3. Método.....	19
3.3.1. Nivel del estudio	19
3.3.2. Diseño del estudio.....	20
3.3.3. Unidad experimental.....	21
3.4. Metodología.....	22

3.4.1. Efecto de los fertilizantes en la calidad morfológica en plantones de <i>M. flexuosa</i> en fase de vivero	22
3.4.2. Determinación del efecto de los fertilizantes en la calidad de respuesta en plantones de <i>M. flexuosa</i> en campo definitivo	27
3.5. Técnicas de procesamiento y análisis de los datos	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1. Efecto de los fertilizantes en la calidad morfológica en plantones de <i>M.</i> <i>flexuosa</i> en fase de vivero	29
4.1.1. Altura de la parte aérea (cm).....	29
4.1.2. Altura del peciolo (cm)	31
4.1.3. Diámetro del cuello del plantón (cm)	32
4.1.4. Masa aérea	34
4.1.5. Masa radicular.....	35
4.1.6. Índice de esbeltez (Eb).....	36
4.1.7. Proporción entre masa aérea y radical (Pa/Rz).....	38
4.1.8. Índice de calidad de Dickson (ICD)	39
4.1.9. Coloración de la hoja	41
4.1.10. Presencia de ataque de patógenos	42
4.2. Efecto de los fertilizantes en la calidad de respuesta en plantones de <i>M.</i> <i>flexuosa</i> en campo definitivo	43
4.2.1. Potencial de regeneración de raíces	43
4.2.2. Supervivencia (%).....	46
4.2.3. Crecimiento (cm)	46
V. CONCLUSIONES	53
VI. PROPUESTAS A FUTURO	54
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
Anexo	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Parámetros del coeficiente de esbeltez.....	6
2. Categorías del índice de calidad de Dickson.....	6
3. Intensidad de la enfermedad evaluada en las zonas aledañas a Iquitos en el cultivo de <i>M. flexuosa</i>	12
4. Tratamientos considerados en el experimento.	21
5. Estadísticos para la altura de la parte aérea en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.....	29
6. ANVA para la altura de la parte aérea en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.....	30
7. Prueba Tukey para la altura de la parte aérea en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.....	30
8. Estadísticos para la altura del peciolo en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.....	31
9. ANVA para la altura del peciolo en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.....	32
10. Estadísticos para diámetro del cuello en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.....	32
11. ANVA para diámetro del cuello en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.....	33
12. Estadísticos para la masa aérea en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.....	34
13. ANVA para la masa aérea en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	35
14. Estadísticos para la masa radicular en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.....	35
15. ANVA para la masa radicular en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	36
16. Estadísticos para índice de esbeltez en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.....	37

17.	ANVA para índice de esbeltez en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	38
18.	Estadísticos para la proporción de la masa aérea y radical en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	38
19.	ANVA para la proporción de la masa aérea y radical en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	39
20.	Estadísticos para el índice de Dickson en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	40
21.	ANVA para el índice de Dickson en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	41
22.	Estadísticos para el número de raíces en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	43
23.	ANVA para el número de raíces en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	44
24.	Estadísticos para el peso de raíces en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	45
25.	ANVA para el peso de raíces en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	46
26.	Estadísticos para la altura total en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	47
27.	ANVA para la altura total en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	48
28.	Estadísticos para la altura del peciolo en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	48
29.	ANVA para la altura del peciolo en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	49
30.	Estadísticos para el diámetro a nivel del cuello en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	50
31.	ANVA para el diámetro a nivel del cuello en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	51
32.	Datos de altura y diámetro a nivel del cuello.	63
33.	Datos de las hojas y la presencia de patógenos.	67
34.	Valores de los plántones para obtener la biomasa.	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Coloración de hojas de <i>M. flexuosa</i> , verde oscuro (izquierda), verde claro (medio) y amarillo verdoso (derecha).	13
2. Esquema de la relación causal.....	20
3. Unidad experimental conformado por 10 unidades de observación.	22
4. Distribución de las unidades experimentales.	23
5. Panel informativo colocada cerca al experimento.....	24
6. Altura de la parte aérea en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	29
7. Altura del peciolo en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	31
8. Diámetro del cuello en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	33
9. Masa aérea en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	34
10. Masa radicular en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	36
11. Índice de esbeltez en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	37
12. Proporción de la masa aérea y radical en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.....	39
13. Índice de Dickson en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	40
14. Coloración de hojas en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	41
15. Ataque de patógenos en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	42
16. Número de raíces en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	44
17. Peso de raíces en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	45

18.	Supervivencia en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	46
19.	Altura total en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	47
20.	Altura del peciolo en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	49
21.	Diámetro a nivel del cuello en plántones de <i>M. flexuosa</i> producidos con diferentes fertilizantes.	50
22.	Aplicación de tratamientos y parcela experimental.	72
23.	Plántones de <i>M. flexuosa</i> en fase de vivero.	72
24.	Semillas de <i>M. flexuosa</i> con cotiledón al final de la fase de vivero.	73
25.	Muestras de <i>M. flexuosa</i> rotuladas en estufa.	73
26.	Registro de datos correspondiente a la biomasa de <i>M. flexuosa</i>	74
27.	Preparación del terreno.	74
28.	Plantación propiamente dicha de <i>M. flexuosa</i>	75
29.	Plánton de <i>M. flexuosa</i> en terreno definitivo.	75
30.	Mapa de ubicación del árbol semillero de <i>M. flexuosa</i>	76
31.	Mapa ubicación del vivero donde se desarrolló la primera fase del experimento.	77
32.	Mapa de distribución de la parcela experimental en campo definitivo.	78
33.	Reporte del análisis de sustrato empelado en el presente estudio.	79
34.	Ficha técnica del bioabono wanuchasca.	80

RESUMEN

En el estudio se consideró evaluar el efecto de la fertilización inicial utilizando guano de isla, NPK (20-20-20) y Wanuchasca en la calidad morfológica y de respuesta en la planta de *Mauritia flexuosa*; el ensayo se realizó en Centro de Investigación y Producción Tulumayo – CIPTALD, tanto la etapa de vivero y en campo definitivo localizados en el distrito de Pueblo Nuevo, provincia Leoncio Prado, región Huánuco a una altitud de 612 msnm. Se consideró como tratamientos la dosis de 20 gr para guano de islas (T₁), N-P-K denominado 20-20-20 (T₂), Wanuchasca (T₃) más un grupo sin fertilización (T₀), distribuidos en un diseño completo al azar en la fase de vivero y para la fase de campo en bloques aleatorizados; se midió las variables morfológicas a tres meses de repicado y la capacidad de respuesta a los 15 días de haberse establecido en terreno definitivo. En los resultados solo el testigo favoreció en mayor medida sobre la altura total de los plántones, en caso de la altura del peciolo, masa radicular, índice de Dickson, masa aérea, esbeltez, diámetro del cuello de la planta y la proporción entre masa aérea y radical no registraron diferencias estadísticas significativas; en caso de la fase de campo, tampoco se reportó diferencias estadísticas significativas en el potencial de regeneración de raíces, crecimiento y la sobrevivencia. Se concluye que en todos no hubo efectos de la fertilización en la calidad morfológica y de respuesta de los plántones debido a alta capacidad de adaptación de la especie.

Palabras clave: Palmera, índice, Dickson, crecimiento, sobrevivencia.

ABSTRACT

In the study it was considered to evaluate the effect of the initial fertilization using island guano, NPK (20-20-20) and Wanuchasca on the morphological quality and response in the *Mauritia flexuosa* L.f. plant; the trial was carried out at the Tulumayo - CIPTALD research and production center, both in the nursery stage and in the final field located in the Pueblo Nuevo district, Leoncio Prado province, Huánuco region at an altitude of 612 masl. The dose of 20 gr for island guano (T₁), N-P-K called 20-20-20 (T₂), Wanuchasca (T₃) plus a group without fertilization (T₀) were considered as treatments, distributed in a completely randomized design in the nursery phase and for the field phase in randomized blocks; The morphological variables were measured three months after pecking and the response capacity 15 days after having established itself in the definitive field. In the results, only the control favored to a greater extent the total height of the seedlings, in the case of the height of the petiole, root mass, Dickson index, aerial mass, slenderness, diameter of the neck of the plant and the proportion between aerial mass and radical did not register significant statistical differences; In the case of the field phase, no significant statistical differences were reported in the potential for root regeneration, growth, and survival. It is concluded that in all of them there were no effects of fertilization on the morphological quality and response of the seedlings, possibly due to the rusticity of the species under study.

Key words: Palm tree, index, Dickson, growth, survival.

I. INTRODUCCIÓN

Los bosques de la selva se caracterizan por ser muy dinámicos y diversos, lo cual hace que en el caso de que exista la intervención de alguna actividad humana se tienda a alterar no solamente la parte de flora y fauna silvestre, sino también dicha acción repercute en los suelos que quedan sin cobertura siendo perjudicados por factores ambientales como la presencia de abundante precipitación que arrastra elementos nutricionales disminuyendo el nivel de los suelos en un determinado terreno no garantizando el crecimiento adecuado de las plantas.

La disminución de nutrientes en el suelo es muy notoria en muchos países en vías de desarrollo, esto es contribuida por el establecimiento como el manejo de una determinada plantación, así como la obtención de frutos y utilidades de la planta, siendo acciones que tienden a consumir cantidades elevadas de los elementos nutricionales, razón por lo cual resulta urgente que se practique la aplicación de fertilizantes de manera racional y equilibrada en las plantas basándose en cada fase de desarrollo.

La *Mauritia flexuosa* (aguaje) es una palmera con potencial económico para la amazonía, pero sus poblaciones fueron mermando por la mala práctica de la cosecha, optando por repoblar mediante la obtención de plántones en viveros temporales o permanentes; sin embargo, hay falencias para producir plántones con buena calidad y se ofertan individuos con coloración amarillento de las hojas, elongación de los peciolos o en el caso de establecer en terreno definitivo se eleve la mortalidad de individuos.

En el valle del Alto Huallaga, principalmente en la provincia de Leoncio Prado se registra este inconveniente en el manejo de *M. flexuosa* a nivel de viveros, existe limitados antecedentes de fertilización en esta etapa y los efectos que éste tendría sobre las características de calidad, así los avances de investigación en este aspecto aún son deficientes y concierne uno de los principales problemas para la obtención de plántones de calidad, las que generan interrogantes como ¿Qué efecto tendrá la fertilización inicial en la calidad morfológica y de respuesta en plántones de *M. flexuosa*?

La importancia del estudio radica en que se busque ir cerrando brechas sobre los factores determinantes de la calidad de los plántones de *M. flexuosa* mediante el uso de tres fertilizantes, sirviendo de base para otros estudios donde se desee estudiar los mismos fertilizantes en donde se eleve o disminuya la dosificación, además de incluir otros fertilizantes, siempre con la finalidad de buscar la dosis adecuada en el caso de existir.

La presente investigación pretende dar mayores alcances respecto a esta problemática, utilizando el método experimental en plántones de *M. flexuosa* en su etapa de vivero con la aplicación de distintos tipos de fertilizantes a través de cuatro tratamientos dispuestos. La hipótesis del investigador (H₁) radicó en que la fertilización inicial a los plántones de *M. flexuosa* presenta mayores efectos en la calidad morfológica y de respuesta. Ante lo expuesto, se formularon los siguientes objetivos:

1.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de los fertilizantes (guano de isla, NPK y Wanuchasca) en la calidad morfológica y de respuesta en plántones de *M. flexuosa* en la provincia Leoncio Prado, Huánuco.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de los fertilizantes en la calidad morfológica en plántones de *M. flexuosa* en fase de vivero.
- Determinar el efecto de los fertilizantes en la calidad de respuesta en plántones de *M. flexuosa* en campo definitivo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Calidad de plántones

Referida a la capacidad contenida por una plántula para que se desarrolle y genere una planta adulta que posea propia vitalidad. Este concepto es relativo, debido a la existencia de factores como el medio donde se establece o la especie tienden a modular de manera fuerte su apreciación, también se le considera como un concepto efímero debido a que hay la posibilidad de que se pierda de manera fácil, porque una plántula que posea una alta calidad para una determinada característica cuando se despacha en el vivero, y posteriormente no se tenga mucho cuidado durante el transporte o al momento de la instalación en terreno definitivo, ocasionando una destrucción de dicha calidad en cuestión de horas o días lo que el personal viverista pudo conseguir con labores de sumo cuidado y aplicando las mejores técnicas de manejo silvicultural (Oliet et al., 1999).

Duryea (1985) añade, que la calidad de una planta se entiende como la manera como se le adecua a su utilidad que se le va asignar, se define como la capacidad que presenta una especie vegetal con fines de que sobreviva y crezca bajo ciertas condiciones del lugar donde se establece. Dicha capacidad viene a estar representada mediante valores de los indicadores fisiológicas y morfológicas de las plantas que se traducen en la mejoría de responder a los diferentes factores medioambientales de la parcela donde fue establecido, y que se manifiestan por medio de su capacidad en que supere el estrés del establecimiento y siga creciendo sin retener su crecimiento, aprovechando la totalidad del potencial ofrecida en una estación.

Por otro lado, debido a las diferencias de las condiciones que son sometidos los plántones durante la producción de los mismos en los distintos viveros de muchos lugares, que se encuentran aún más vinculados a lo difícil que resulta controlar la calidad, urge la necesidad de que se tengan en consideración los sistemas e indicadores de la calidad (Puttonen, 1997). El término calidad de la planta en caso de las especies forestales posee influencia directa sobre el éxito posterior al establecimiento y como parte del crecimiento para toda su vida de las plantas (Villar-Salvador, 2003). Además, menciona que a la calidad se le puede considerar como: atributos genéticos que básicamente refiere a las procedencias y a los mejoramientos que pudieran presentar, atributos morfológicos como la altura total, diámetro del tallo a nivel del cuello de la raíz, biomasa seca de la parte aérea y la

biomasa seca del sistema radicular, los atributos sanitarios como la ausencia de plagas y enfermedades, atributos fisiológicos como las reservas, la capacidad fotosintética y el potencial de regeneración de raíces, y los atributos biológicos como las micorrizas.

2.1.1.1. Calidad morfológica

Duryea (1985) la define como aquellos parámetros por los que una planta tiene la capacidad de que alcance un desarrollo (supervivencia y crecimiento) adecuado en el medio donde se establece, cumpliendo los objetivos considerados dentro de un programa de restauración. No se cuenta con un único modelo de la calidad ideal respecto a cada especie vegetal, por lo que calidad morfológica implica sólo ciertos parámetros.

Para Villar-Salvador (2003), la calidad morfológica de una planta se mide de manera cualitativa y cuantitativa, donde la alta calidad en una planta tiene que poseer una dimensión diametral grande a nivel del cuello, mínimo valor de la esbeltez, las raíces fibrosas, elevado valor de la biomasa seca, entre otras características importantes. Mayormente, los indicadores de la calidad para las especies vegetales fueron basados en indicadores para especies coníferas, y son pocas para las especies arbóreas planifolias; motivo por el cual, para ciertas especies no se podrá tener en cuenta o se va necesitar de ciertas matizaciones con la finalidad de que se aplique a las especies leñosas, en especial a las especies que no son árboles.

Al respecto, Smurfit Kappa (2008) señala a la consistencia del pan de tierra para que no se desmorone al ser transplantada, deformación del sistema radicular y el desarrollo de la raíz principal respecto a su forma, con abundante raíz secundaria, adecuado número de puntas blancas en dichas raíces, como atributos alternativos correspondiente a la calidad morfológica.

De acuerdo a las experiencias, se concluye que, las plantas con indicadores fisiológicos y morfológicos heterogéneos se comportarán indistintamente de acuerdo a los factores medioambientales que sean limitantes en las parcelas donde se establecerán (Escobar, 1990). Además, llegan a considerar que, una planta de mayor dimensión presentará mejor valor de sobrevivir en terreno definitivo (Aguar y Mello, 1974).

Hay discrepancias en conocer cuáles son los indicadores morfológicos adecuados que midan la calidad funcional de una determinada planta, debido a que casi todos se encuentran correlacionadas, como aclaración se puede citar al diámetro del tallo se relaciona directamente con la biomasa seca de las raíces y también con la longitud de la planta. Al respecto recomiendan que al inicio se tiene que elegir los indicadores que pudieran realizar la predicción más certera respecto al establecimiento en terreno definitivo,

específicamente enfocados en la sobrevivencia y el crecimiento inicial (Scagel et al., 1993; Mattsson, 1997). En resumen, en la Unión Europea la norma que tiene vigencia sobre la calidad de la planta, y en sus respectivas transposiciones como el RD 1356/1998, BOE 153, promulgada el 27-07-1998, determina indicadores como la altura total, así como el diámetro del tallo tienen que alcanzar los lotes de plantas en distintas especies de árboles con la finalidad de que se les considere como individuos con calidad completa (Pemán et al., 2000).

Sin embargo, existe limitante en la capacidad predictiva por parte de los indicadores morfológicos, poniendo como ejemplo en el caso de que al transportar una planta y sufre un daño mecánico debido a una mala manipulación o en el caso de que se encuentre recién establecida y ocurre una helada temprana, las características morfológicas se verán mermadas su respuesta en el desarrollo de dichas plantas que se encuentran en terreno definitivo, a esta limitante se le suma otras que dificultan que se planteen predicciones generales tomando como base a información experimental que provengan de años anteriores, otros lotes de plantas producidas, o al emplear varios tipos de cultivo como plantas a raíz desnuda comparadas con las producidas en contenedor, inclusive esto es limitante en especies vegetales muy reconocidas (Puttonen, 1997).

Altura. Su definición de la altura de las plantas debe estar vinculada con las características del campo definitivo donde se va establecer las especies vegetales, de manera general, es recomendable para las especies de coníferas las dimensiones desde los 15 cm hasta los 20 cm; pero en el caso de las especies cuyo crecimiento es cespitoso durante su crecimiento inicial como el *Pinus engelmannii*, *P. montezumae* y *P. devoniana* (*P. michoacana*), poseen menor dimensión del crecimiento en su altura, debido a que estos árboles priorizan su crecimiento diametral respecto a su altura, razón por la cual estas plantas son recomendables que salgan del vivero con alturas inferiores a 15 cm (Prieto et al., 2009).

Relación peso seco de la parte aérea y el peso seco de la parte radicular. Este indicador se fundamenta en que la producción de biomasa es de suma importancia porque tiende a reflejar lo que se ha desarrollado la planta en el vivero. Un valor de la unidad, determina que la biomasa existente en la parte aérea de la planta es igual a la biomasa alcanzada en el sistema radicular; además, en el caso de que se obtenga un valor inferior a la unidad, esto indica que la planta presenta mayor biomasa en el sistema radicular respecto al valor de la biomasa aérea; de manera contraria se interpreta cuando el valor es superior a la unidad, en donde la biomasa alcanzada en la parte aérea de la planta es mucho mayor que la biomasa obtenida en el sistema radicular (Rodríguez, 2008), a manera de conclusión, el rango adecuado de este indicador radica entre los 1,5 hasta los 2,5 debido a que

valores superiores determinan una desproporción mostrando que existe poco sistema radicular cuya función es que provea de energía tanto al tallo y hojas de las plantas; el valor de la relación no tiene que superar los 2,5 en lugares con condiciones particulares como es el caso de poca presencia de precipitación (Thompson, 1985).

Coficiente de esbeltez. Definida como la relación del indicador altura total las plantas expresadas en centímetros y sus respectivos diámetros expresados en milímetros, el índice de esbeltez tiende a relacionar la capacidad de resistencia con su capacidad fotosintética de las plantas. Es recomendable que se obtengan valores bajos que reflejan que las plantas son muy robustas y tienen poca probabilidad de que sufran daños físicos a causa de los vientos, pisoteos, sequias, entre otros factores del terreno definitivo donde se plantarán (Cobrián y Bello, 2000; citados por Birchler et al., 1998). En resumen, se tiene que, valores más bajos indican plantas robustas con mejor calidad (Tabla 1).

Tabla 1. Parámetros del coeficiente de esbeltez.

Índice esbeltez	Parámetro inferior	Parámetro superior
Valores de cociente	Mayor a 1 unidad	Menor a 6 unidad

Índice de calidad de Dickson. Este índice combina la información de la relación parte aérea/raíz e índice de esbeltez y los ajusta por el efecto del tamaño de la planta, por lo que un aumento en el índice representa plantas de una mejor calidad, lo cual implica que, por una parte, el desarrollo de la planta es grande y al mismo tiempo las fracciones aérea y radical están equilibradas (Oliet, citado por Birchler et al., 1998), se expresa con la fórmula siguiente:

$$ICD = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Peso seco del tallo (g)}}{\text{Peso seco de la raíz (g)}}$$

Tabla 2. Categorías del índice de calidad de Dickson.

Índice Dickson	Parámetro inferior	Parámetro superior
Valores de cociente	Mayor a 0,2 unidad	Cercano a 1,0 unidad

2.1.1.2. Calidad de respuesta

Estos atributos se denominan de respuesta o desarrollo, siendo los más empleados el potencial o la capacidad de formación de nuevas raíces (PFR) y la

resistencia de una planta en respuesta a una situación de estrés, principalmente a una helada y a su desecación. El test de PFR mide el grado de formación de nuevas raíces cuando las plantas son situadas bajo condiciones idóneas de crecimiento durante al menos 7 días (Burdett, 1979; Ritchie, 1985).

Las características como atributos de respuesta de la calidad en una planta son: Potencial de formación de nuevas raíces, resistencia a las heladas y resistencia a la desecación (Villar-Salvador, 2003).

Para Burdett (1979) y Ritchie (1985), los atributos de respuesta más empleados son el potencial o la capacidad de formación de nuevas raíces (PFR) y la resistencia de una planta en respuesta a una situación de estrés, principalmente a una helada y a su desecación. El test de PFR mide el grado de formación de nuevas raíces cuando las plantas son situadas bajo condiciones idóneas de crecimiento durante al menos 7 días. Sin embargo, algunos autores sugieren que el test debe realizarse bajo condiciones lo más parecidas posibles a las que se van a encontrar al ser plantadas en el campo (Folk y Grossnickle, 1997).

Los estudios de las respuestas de plantas que se desarrollan en lugares con altas concentraciones de gas carbónico sugieren que estas condiciones pueden beneficiar su crecimiento. Sin embargo, las interacciones con otros factores, como la temperatura y la disponibilidad de nutrientes, alteran el aumento de la fotosíntesis (Turnbull et al., 2002, Kruse et al., 2003, Walter et al., 2005), constituyendo estas condiciones el nuevo foco de estudio.

En los ecosistemas, el calentamiento puede alterar casi todas sus propiedades: composición vegetal, tasas de crecimiento, estructura y arquitectura del dosel, ensombreamiento y profundidad de las raíces. Estos efectos serán más complejos, en el tiempo y en el espacio que solo la respuesta a alto CO₂ (Loreto & Centritto, 2008). Se espera que las altas temperaturas exacerben la influencia negativa de los diferentes estreses ambientales.

2.1.2. Fertilizantes

Son cualquier material natural o industrializado, que contenga al menos cinco por ciento de uno o más de los tres nutrientes primarios (N, P₂O₅, K₂O), puede ser llamado fertilizante. Son sustancia que se agregan a la tierra para mejorar sus condiciones, y a su vez los productos de la misma. Los fertilizantes se pueden agrupar en: Inorgánicos y orgánicos. El abono orgánico a menudo crea la base para el uso exitoso de los fertilizantes minerales.

2.1.3. La *M. flexuosa*

Palma del orden Arecales y la única familia Arecaceae (APG III, 2009). Según Armas (2008), *M. flexuosa* es una especie de uso múltiple ya que sus hojas, inflorescencia, tallos, semillas y hasta sus raíces son utilizados por el hombre. La planta muerta es colonizada por los loros para construir sus nidos y es el alimento de los sabrosos suris. Por si fuera poco, la pulpa de su fruto es uno de los alimentos más nutritivos del trópico (su contenido de vitamina A es cinco veces mayor que el de la zanahoria). De todos los beneficios que provee, sus servicios ambientales son aún más sobresalientes: el aguajal es un gran almacén de carbono, por lo que su papel en la mitigación del cambio climático mundial es de gran importancia.

Almacena más de 600 toneladas de dióxido de carbono por hectárea, entre tres y cinco veces más que cualquier otro ecosistema tropical. Además, tiene una importancia primordial en la base de las cadenas alimentarias de los trópicos, y muchas especies de fauna silvestre, especialmente ungulados, monos y varias especies de peces, dependen, en gran medida del fruto de *M. flexuosa*. Por ejemplo, el 76% de la dieta del *Tapirus terrestris* (sachavaca), el ungulado más grande de la Amazonía, proviene de los frutos de *M. flexuosa* (IIAP, 2006a).

Algunos autores como Illanes (2014) registró que el peso de la semilla en *M. flexuosa* representa el 41,10% del peso total, esto indica su gran dimensión que posee, el cual para Barajas y Álvarez (2004) le garantiza su éxito en el tiempo cuando se encuentra en el piso de la selva.

2.1.3.1. Producción de plantones de *M. flexuosa*

M. flexuosa no requiere de mucho cuidado, las semillas inician la germinación (10% de semillas germinadas) a los 60 días y finaliza a los cuatro meses después de la siembra, siempre y cuando se den las condiciones adecuadas. En este tiempo se puede alcanzar porcentajes de germinación entre 50 y 70%. Sin embargo, en la cama almaciguera algunas semillas pueden germinar hasta un año después de la siembra (González y Torres, 2010).

Los plantones están listos para el trasplante a campo definitivo a los cuatro o cinco meses después de la siembra, cuando hayan alcanzado 25 a 30 cm de altura y poseen de dos a tres hojas (González y Torres, 2010).

2.1.4. Naturaleza y suministro de los nutrientes de las plantas

Couston y Narayan (1987) citan que, las plantas elaboran su biomasa usando agua, dióxido de carbono, energía solar y nutriente extraída del suelo y del agua. Para

un óptimo crecimiento de la planta, los nutrientes deben ser solubles en el agua contenida en el suelo en cantidades adecuadas y equilibradas, de acuerdo con el momento de demanda del cultivo, de forma accesible al sistema radicular (excepto cuando se proporcionan por vía foliar). Así las plantas toman los nutrientes principalmente de las reservas del suelo, los fertilizantes minerales, las fuentes orgánicas, el nitrógeno atmosférico a través de la fijación biológica, las deposiciones aéreas de origen eólico y pluvial, y la irrigación, aguas subterráneas o inundación, y sedimentación provocada por las escorrentías. Estas fuentes son utilizadas por los agricultores de acuerdo con la disponibilidad y posibilidad económica. La cantidad total de los nutrientes disponibles para un cultivo es un factor fundamental para determinar el rendimiento (FAO, 1995).

2.1.4.1. Nutrición de las plantas

El manejo nutricional se inicia con un extremo cuidado del suelo, el cual aporta fundamentalmente un volumen arraigable, y constituye en un reservorio de agua y nutrientes (Toro, 1995). La evaluación en espacio y tiempo, de las formas y fracciones de los nutrientes del suelo permite cuantificar la reserva de nutrientes que pueden ser utilizados en el crecimiento vegetal (Melo et al., 1995b). La reserva mineral del suelo se divide, en función del tiempo, en reserva de corto, mediano y largo plazo, tomándose como base la facilidad relativa de los minerales de liberar nutrientes para la solución del suelo (Melo et al., 1995a).

2.1.4.2. Potencial nutritivo del suelo

Las características físicas del suelo son muy importantes en el éxito del desarrollo de los cultivos, incluyendo los forestales. Las características químicas y microbiológicas determinan el estado nutricional del terreno, donde los árboles han de encontrar una parte importante de los elementos minerales que necesitan. Aunque las condiciones químicas tienen una importancia inferior a las físicas, debido a que una diferencia de macro o micronutrientes puede corregirse con fertilización (Lugo, 1986).

2.1.5. Fertilización

La fertilización es la técnica más eficiente para acelerar el crecimiento y aumentar la supervivencia, tanto de la planta en vivero como de las especies una vez establecidas en el campo (Ruiz et al., 2001). Si el suministro de nutrientes en el suelo es amplio, los cultivos probablemente crecerán mejor y producirán mayores rendimientos. Sin embargo, si aún uno solo de los nutrientes necesarios es escaso, el crecimiento de las plantas es limitado y los rendimientos de los cultivos son reducidos. En consecuencia, a fin de obtener altos rendimientos, los fertilizantes son necesarios para proveer a los cultivos con los

nutrientes del suelo que están faltando. Con los fertilizantes, los rendimientos de los cultivos pueden a menudo duplicarse o más aún triplicarse (FAO – IFA, 2002).

2.1.5.1. Etapas ideales de fertilización

El crecimiento de plantas, presenta aspectos particulares que deben considerarse en relación al manejo de la fertilización. Este manejo tiene cuatro estadios bien diferenciados: plantas en viveros, plantas en el sitio definitivo hasta el comienzo de la producción, plantas desde el inicio de la producción hasta la madurez, y plantas maduras. El manejo de nutrientes deberá tener en cuenta estas condiciones (Coelho, 1999).

2.1.5.2. Los fertilizantes

Son sustancias minerales u orgánicas, naturales o elaboradas que se aplican al suelo, al agua de irrigación o a un medio hidropónico para proporcionarle a la planta los nutrientes (Couston y Narayan, 1987). Los fertilizantes contienen como mínimo el 5% de uno o más de los tres nutrientes primarios (N, P₂O₅, K₂O). Este término es frecuentemente usado como una abreviación del término fertilizantes minerales (mencionado posteriormente). A los productos con menos del 5% de nutrientes combinados, se les denomina fuente de nutrientes. La definición legal varía según los países (FAO, 1999).

Los fertilizantes inorgánicos. Son también conocidos como fertilizantes minerales, son fabricados en forma líquida o sólida, generalmente a través de un proceso industrial (FAO, 1999). Tienen mayor contenido de nutrientes de las plantas y menor volumen que las fuentes orgánicas de nutrientes. Los fertilizantes de alto grado contienen más nutrientes (hasta un 82%) que los de bajo grado, por lo que permiten ahorros substanciales en los costos de transporte y manejo (Couston y Narayan, 1987).

Los fertilizantes orgánicos. Son materiales de origen orgánico, ya sean naturales o procesados que contienen menos del 5% de al menos uno de los tres elementos primarios. El material orgánico puede ser usado para incrementar la cantidad de materia orgánica en el suelo y, por ende, aumentar la capacidad de retención de agua, incrementar la capacidad del intercambio catiónico y mejorar las condiciones físicas del suelo (FAO, 1999). Aun cuando el contenido de nutriente del material orgánico sea bajo y variable, el abono orgánico es muy valioso porque mejora las condiciones del suelo en general (FAO – IFA, 2002).

2.1.5.3. N – P – K (20 – 20 – 20)

Es un fertilizante mineral de gran demanda comercial, el cual posee como nutrientes principales: nitrógeno (N): 20%, fósforo (P₂O₅): 20%, y potasio (K₂O): 20%. Su presentación comercial es en gránulos, y en bolsas de 50 kg. Es formulado para todo

tipo de cultivo, como hortalizas, algodón, papa, maíz, etc. Este fertilizante posee nitrógeno, el que interviene principalmente en la formación de la estructura de la planta; fósforo, interviene en la formación de raíces, floración y fructificación de la planta; y potasio, que interviene en la formación de hidratos de carbono (azúcares), en la formación y traslado de los almidones hacia los órganos de reserva (fruto). Está relacionado con la sanidad de la planta y calidad del producto cosechado (Agrorural, s/d).

2.1.5.4. Guano de las islas

El guano de las islas es un recurso natural renovable, que se encuentra en las superficies de las islas y puntas del litoral peruano, lugares en donde se aposentán y se reproducen las aves guaneras (guanay, piquero y el alcatraz). Es un poderoso fertilizante orgánico con un alto contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, además de muchos otros elementos nutritivos, que los convierten en el fertilizante orgánico más completo del mundo. Biológicamente el guano de las islas juega un rol esencial en el metabolismo básico del desarrollo de raíces, tallos y hojas encerrando todos los elementos fertilizantes y asegurando la nutrición de las plantas, además de tener una acción benéfica sobre la vida de los suelos (Agrorural, s/d).

2.1.5.5. Wanuchasca

De acuerdo a la ficha técnica adquirida al momento de comprar el producto, resalta la información correspondiente a que es un bioabono acondicionador y fertilizante orgánico del suelo, se caracteriza por que aporta rizo bacterias, bacterias libres y simbióticas, bacterias que solubilizan el fósforo, bacterias que descomponen la materia orgánica, hongos estimulantes y hongos entomopatógenos. Su elaboración está compuesta por 80% de residuos animales y 10% de residuos vegetales (Figura 34 del Anexo).

2.1.6. Calidad de plántones y el vivero

La calidad de plántones y otros materiales que se utilizan para establecer una plantación forestal es un aspecto crítico en su desarrollo posterior. Aquí se refiere a la calidad física y fisiológica de las plantas, y no se trata de la calidad genética (Villar-Salvador, 2003). Galloway (1997) agrega que las características deseables de una planta (u otro material como una pseudoestaca) para ser llevada al campo son tamaño, una buena relación entre el tallo y las raíces, raíces sin deformaciones, un buen estado de lignificación, sin defectos de tallo o del sistema radicular (debido al manipuleo).

En los viveros forestales siempre se observa cierta variabilidad en el desarrollo de las plantas. Si el sistema de producción de plantas lo permite, es importante eliminar las no deseables para contar con una producción más uniforme. Hay que enfatizar la

calidad de las plantas también en el momento de despacharlas al campo. No debería llevarse al campo ninguna planta sin las características deseadas (Galloway, 1997).

2.1.7. Presencia de patógenos

Las enfermedades foliares fungosas son áreas que presentan un cambio de color, pueden ser cloróticas (perdida de clorofila) y necrótica (tejido muerto), son ocasionadas por especies de ascomicetos y hongos imperfectos, estos se reproducen por medio de conidios sobre hifas libres o en picnidio, pero algunos de ellos producen conidios en esporodoquios, o bien en acérvulos, algunos producen ascocarpos y ascospora. Por lo tanto, el inoculo primario puede ser las ascosporas o conidios, pero por lo común se originan a partir de las hojas desprendidas infectadas o bien de hojas pendientes del año anterior (Agrios, 2002).

Las enfermedades foliares presentan síntomas como manchas, tizones y pústulas, afectando la producción y utilización de la fotosíntesis y son causados por hongos de los siguientes géneros: *Cercospora*, *Helminthosporium*, *Pestalotia*, *Pyricularia*, *Dinemasporium*, *Septoria*, *Alternaria*, *Ascochyta*, *Colletotrichum*, *Bipolaris* (Agrios, 2002).

Tabla 3. Intensidad de la enfermedad evaluada en las zonas aledañas a Iquitos en el cultivo de *M. flexuosa*.

Zonas de muestreo	Patógeno	Distrito	Plantas evaluadas	% plantas afectadas promedio (incidencia)	% área foliar dañada promedio (severidad)
Zonas aledañas a la ciudad de Iquitos	<i>Pyricularia oryzae</i>	San Juan	10	100	19,6
		Quitococha	10	100	14,5
	El Dorado	Allpahuayo	10	100	11,9
		San Juan	10	100	15,1
	<i>Helminthosporium solani</i>	Quitococha	10	100	17,6
		El Dorado	10	100	18,1
		Allpahuayo	10	100	17,0
			Allpahuayo	10	100

Fuente: Tesis de María Del Rosario Utia Pinedo.

Todas las zonas muestreadas dentro de la Provincia de Maynas, mostraron 100% de plantas afectadas (100% de incidencia) con los patógenos aislados. Estos resultados indican que estos patógenos siempre están presentes en la zona en forma endémica.

Sin embargo, el área foliar dañada (severidad de la enfermedad) presenta variaciones dependiendo del patógeno y de la zona muestreada. En el cultivo de *M. flexuosa*, en las zonas aledañas a Iquitos, la severidad de manchas foliares causadas por *Pyricularia oryzae* oscila entre 11,9% y 19,6%, mientras que la severidad inducida por *Helminthosporium solani* oscila entre el 16,6% y 18,1% (Utia, 2017).

Utia (2017) concluye que, los patógenos fúngicos son endémicos en la zona de estudio, aunque la severidad causada por cada uno de ellos, no es superior al 25% de área foliar afectada.

2.1.8. Coloración de hojas

En base a la coloración de hojas en la *M. flexuosa*, Reategui (2012) clasificó los colores en verde oscuro, verde claro y amarillo verdoso (Figura 1).



Figura 1. Coloración de hojas de *M. flexuosa*, verde oscuro (izquierda), verde claro (medio) y amarillo verdoso (derecha).

2.2. Estado del arte

Van Raij et al., citado por Coelho (1999) señalan que la fertilización es variable respecto a la edad de las plantas, razón por la cual, mencionan que por cada fase de desarrollo se tiene que analizar el suelo con fines de que se diseñe las recomendaciones de fertilización. A la siembra se incorpora al hoyo 30 g tanto para P_2O_5 y K_2O . En terrenos con deficiencia de

Zn ($<0,6 \text{ mg/dm}^3$), se tiene que adicionar este elemento en dosis de 5 g, además, en caso de ser posible se le puede adicionar estiércol corral descompuesto en dosis de 20 litros.

Arteaga et al. (2003) determinaron la influencia de los sustratos y el fertilizante sobre el crecimiento de *Pinus durangensis*. Utilizaron suelo de bosque, suelo agrícola y arena de río, cada uno de estos fueron combinados con hojas de encino en proporciones: 100:00, 70:30 y 50:50. Como resultado obtuvieron que, el fertilizante afecta al crecimiento diametral del hipocótilo, la biomasa seca total por plantón y la relación BSA/BSR, en el caso del sustrato, afectó a la totalidad de variables estudiadas.

Díaz et al. (2004) estudiaron la influencia de los contenedores, sustratos y fertilizantes sobre la calidad morfológica, fisiológica y de respuesta en los plantones de *Pinus canariensis*. Luego de ocho meses de edad se caracterizaron los plantones y se trasladaron a terreno definitivo en donde se evaluó la supervivencia y su crecimiento inicial en altura de las plantas. Los indicadores de la calidad estuvieron relacionados con la tasa de supervivencia en terreno definitivo (97,0%), mostrando significancia estadística del método de cultivo.

Arteaga y Zenil – Rubio (2005) estudiaron el efecto del fósforo y nitrógeno sobre el crecimiento, la biomasa y supervivencia de los plantones de *Pseudotsuga macrolepis*. Se midieron las variables: Supervivencia, diámetro, altura, dimensión de la raíz principal, cantidad de raíces secundarias, volumen del vástago y del sistema radicular, biomasa seca de la parte aérea, biomasa seca radicular y la relación BSA/BSR. Usaron 16 tratamientos, con dosis de 0 g, 12 g, 24 g y 36 g, para Urea y superfosfato de calcio simple. Los plantones fertilizados con nitrógeno fueron afectados en casi todas sus variables, a excepción de la longitud radicular, cantidad de raíces secundarias y el volumen de las raíces.

Bautista-Zarco et al. (2005) evaluaron el comportamiento de la calidad morfológica en brinzales de *Pinus montezumae* en terreno definitivo, utilizaron como tratamientos a dos calidades morfológicas de brinzales: los de alta calidad por presentar diámetros superiores a los 6,0 mm y los de baja calidad por registrar diámetros inferiores a los 6,0 mm, todos registraban una edad de 12 meses. El establecimiento se realizó en tres lugares similares correspondiente a su altitud, humedad, pendiente y exposición. Como resultado, se registró una sobrevivencia del 83,82% en los brinzales que presentaban alta calidad.

Hernández et al. (2007) evaluaron el crecimiento de los hijuelos de la sábila en la etapa de vivero. Se cultivó bajo intensidades de luz del 100% y 20%, luego se fertilizaron con una fórmula completa ($\text{N}_{15}\text{P}_{15}\text{K}_{15}$), humus de lombriz (10% p/p) y T_0 . Se escogió 90 hijuelos cuya longitud fluctuó de 10 a 15 cm y fueron trasplantados en bolsas cuya capacidad fue de 2,0 kg. Emplear humus como sustrato y utilizar 20% de luz tiende a incrementar

significativamente los valores de la masa fresca y la longitud de la penca, y a plena exposición de la luz del Sol registró un mayor valor de la biomasa y el número de raíces.

En Chile, Ritter (2008) evaluó el efecto de la fertilización sobre la calidad del sistema radicular en la especie *Nothofagus obliqua* que son repicados en platabandas en un vivero natural. Utilizó fertilizantes que estimulan las raíces como el: Fosfato monoamónico (T₁), Superfosfato triple (T₂), bioestimulante Fartum (T₃) y un testigo. Como resultado no se logró demostrar significancia estadística sobre las variables estudiadas, solamente se observó severa tendencia en el T₁ por permitir una mejor respuesta de los plantones repicados que se expresó en la estimulación rápida del sistema radicular.

Lazo (1996) estudió el efecto del humus de lombriz en el crecimiento de plantones de *M. flexuosa* en terreno definitivo. Entre los resultados resalta que, el uso del humus de lombriz en dosificaciones de 3,0 y 5,0 kg en la especie de palmera, no registró diferencias estadísticas con respecto a su crecimiento al compararlas a las palmas que no fueron abonadas, razón por la cual, recomienda que se sigan realizando estudios experimentales empleando otras dosificaciones del humus de lombriz.

Navarro (2011) estudió el Comportamiento de los plantones de *M. flexuosa* que fueron trasplantadas con edades de cuatro años, en el CIEFOR Puerto Almendra. Consideró como tratamientos a plantones con todas sus hojas, plantones con una hoja abierta además de la hoja nueva o hoja lanza y hubo un tratamiento que consideró solamente a los plantones que contenía solamente la hoja lanza. Cumplido los 75 días del experimento, la totalidad de plantones en el terreno definitivo habían muerto a consecuencia de la escasa presencia de lluvias y la temperatura media que registraba los 35,5 °C.

En el caso de los plantones, hay una relación entre la baja tasa de rendimiento respecto a un nivel deficiente de los nutrientes, razón por la cual, en el caso de que exista una acción respecto a corregir esta deficiencia nutricional por lo general se observa de manera rápida en una mejoría del crecimiento de los plantones. Cuando se produce una rápida mejoría del crecimiento, el nivel nutricional en el plantón tiende a disminuir de manera leve, generando un efecto de dilución de elementos nutricionales en el vegetal a consecuencia del crecimiento rápido; siendo conocido este acontecimiento como el efecto Steenberg (Havlin et al., 1993).

En el caso de que se haya aumentado la concentración hasta que se llegue al rango crítico, el rendimiento se por lo general se muestra maximizado, debido a que los elementos nutricionales vienen a ser los adecuados, encontrándose muy cercano a considerarse deficiente o suficiente (Havlin et al., 1993).

En el caso de que los niveles de concentración del nutriente resultan ser inferiores al rango crítico, los rendimientos, así como la calidad de los cultivos no logran alcanzar la productividad que se desea. En el caso de que las concentraciones se ubican sobre dicho rango crítico, resulta que el vegetal se encuentra excediendo la absorción de los nutrientes que necesita para que obtenga el máximo rendimiento, lo que genera de esa manera un consumo de lujo, que en su mayoría tienden a darse en casi todos los plántones. En una situación final, en el caso de que el nutriente sea absorbido en exceso, existe la posibilidad de que se reduzca el rendimiento de los vegetales por el efecto de la toxicidad que ocurre de manera directa o indirecta (Havlin et al., 1993).

La finalidad que se tiene es que se estimule a los plántones para que muestren un crecimiento rápido al inicio y posteriormente se le apoye a endurecer al plánton con el objetivo de que pueda resistir al estrés que se somete en la cosecha y en la fase de establecimiento. La cantidad de nutriente que necesita un plánton se encuentra relacionada de manera directa con cada etapa de desarrollo del vegetal. En el caso de que el plánton haya asentado su sistema radicular en el sustrato, se tiene que fertilizar de manera suficiente con fines de que se logre satisfacer la necesidad estacional (Rngr, s.f.).

Hay un valor de concentración de nutrientes dentro del tejido de los vegetales superior a este monto ya no va existir respuesta en crecimiento, dicho valor es el punto crítico, y a partir de este monto se establecerá el rango óptimo de concentración (Escobar, 1995).

Debido a que no se encontró información en viveros, se consideró fertilización en campo definitivo de esta especie:

Reátegui (2011) determinó la influencia de la aplicación de fertilizantes orgánicos como el estiércol y guano de las islas, sobre las características morfológicas de crecimiento en plántones de *M. flexuosa* en terreno definitivo, instaló una parcela de en el CIPTALD. Utilizó un diseño en Bloque Completo al Azar, las dosis aplicadas fueron de 500 g y 1000 g de estiércol de vacuno (T₁ y T₂) y 500 g y 1000 g de guano de las islas (T₃ y T₄) y sin abono (T₀). El T₀ alcanzó dimensiones menos relevantes, seguido por el tratamiento uno, tratamiento cuatro, tratamiento dos y el tratamiento tres con mayor relevancia. La dosis adecuada de guano de las islas fue de 500 g (T₃) que registró 108,73 cm de la altura total y 99,08 cm del diámetro de copa, mientras que en el caso del estiércol de vacuno sobresalió el uso de 1000 g.

Mendez (2010) evaluó el efecto de la aplicación del fertilizante NPK en el crecimiento de *Calycophyllum spruceanum* en asocio con *M. flexuosa* que se instaló en un suelo fuertemente ácido y con niveles bajos de N, K y P. Se observó significancia estadística

al utilizar NPK en dosis de 10-10-10 así como 30-30-30 inferior al tratamiento 20-20-20, resultando ser dosis adecuada, al obtener plántones de *M. flexuosa* con alturas de 67,27 cm, 4,7 hojas por palma y alcanzó 32,56 cm de incremento medio anual para la altura. Similar comportamiento registró *C. spruceanum*, que alcanzó 137,57 cm para la altura, 114,65 cm de incremento anual en altura y 2,26 cm en el incremento medio anual del diámetro.

En Tingo María, Vela (2005) estudió el efecto de los abonos orgánicos en la plantación de *C. spruceanum* asociada a *M. flexuosa* que se ubicaba en Tingo María, los abonos orgánicos lo conformaron el guano de islas y el humus de lombriz, se utilizaron dosis de 500 g y 1000 g por tipo de abono orgánico. Fueron medidos 40 plántones de *C. spruceanum* y 40 plántones de *M. flexuosa* con edad de 1,5 años de edad. Como resultado resalta que, el guano de islas favoreció en mayor medida al incremento diametral del tallo y también para la altura total (61,33 cm) al emplear una dosis de 1000 g. Para el caso de *M. flexuosa*, no se registró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos utilizados.

Huamán (2011) estudió la etapa de crecimiento de *M. flexuosa* con una edad de un año, como componente del sistema silvopastoril que fueron sometidas al abonamiento, debido a que se instalaron en medios con presencia del pasto natural Torourco. Se consideró como tratamientos: 2 000 g de gallinaza más 250 g de roca fosfórica (T₁), 4 000 g de gallinaza más 250 g de roca fosfórica (T₂), 2 000 g de estiércol de vacuno mezclada con 250 g de roca fosfórica (T₃), y 4 000 g de estiércol de vacuno mezclada con 250 g de roca fosfórica (T₄). Como resultado se muestra significancia estadística al utilizar el T₂ sobre la altura de total de los plántones con una media de 118,42 cm, así como en el caso de la producción del forraje.

Solano (2017) midió el incremento de las variables cuantitativas y cualitativas en plántones de *M. flexuosa* bajo diferentes formas de aplicar el guano de islas. Utilizó 250 g de guano de islas y se consideró como tratamientos a las formas de aplicar: T₀, T₁ (mezclado), T₂ (en hoyos), T₃ (en bandas) y T₄ (circular), distribuidos bajo un diseño en bloques completos al azar y se evaluó por un periodo de 12 meses. En resultados se determinó la altura total en 101,58 cm para T₂, el diámetro de copa en 85,21 cm para T₂, la cantidad de hojas en T₃ con 6,83 hojas, la longitud del peciolo en T₂ con 67,67 cm, la longitud del canal en T₂ con 28,58 cm, el diámetro del peciolo en T₂ con 1,51 cm y la longitud del foliolo en T₃ con 57,40 cm; la mayor coloración de hojas fue distribuido en verde oscuro, verde claro y amarillo verdoso.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente estudio fue ejecutado en tres fases, siendo la primera en el vivero y la segunda en terreno definitivo en los ambientes del Centro de Investigación y Producción Tulumayo - CIPTALD; mientras que la tercera fase correspondía al laboratorio para obtener la biomasa de los plántones se realizó en el Laboratorio de Certificación de Semillas Forestales de la Escuela Profesional de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, mientras que la muestra correspondiente del sustrato empleado para la producción de plántones fue llevada al Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes para el análisis correspondiente en la Universidad Nacional Agraria La Molina en la ciudad de Lima.

3.1.1. Ubicación política

Los ambientes donde se realizó la fase de vivero con coordenadas son 385330 m Este y 8990694 m Norte y en campo definitivo las coordenadas 385555 m Este y 8991225 m Norte, políticamente pertenecen al distrito de Pueblo Nuevo, mientras que el laboratorio de análisis se ubica en el distrito Rupa Rupa, ambos distritos corresponden a la provincia de Leoncio Prado de la región Huánuco.

3.1.2. Ubicación ecológica

En base a la categorización bioclimática elaborado por Holdridge (Instituto Nacional de Recursos Naturales [INRENA], 1995), el estudio se realizó en un medio categorizada como el Bosque muy húmedo–Premontano Sub Tropical cuya sigla de identificación es bmh-PST.

3.1.3. Clima

Entre los meses de mayo hasta agosto del año 2020 se registró que la temperatura media fue 25,23 °C, con una humedad relativa de 83,00% y la precipitación acumulada fue de 878,70 mm, siendo mayor en el mes de junio con un acumulado de 367,50 mm y menor fue la precipitación en el mes de agosto con un acumulado de 29,20 mm (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI], 2022).

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Material biológico

Las semillas de *M. flexuosa* se obtuvieron de una palmera que se localiza en áreas del Centro de Investigación y Producción Tulumayo anexo la Divisoria;

específicamente, dicha planta semillera se encuentra en la parcela II conocido como el “Área de Porcinos” en donde se estableció a un distanciamiento de 10 x 12 m en el año 2007; específicamente se ubica en la fila número 15 y corresponde a la planta número 4 cuyas coordenadas son: 385644 m Este y 8991219 m Norte.

3.2.2. Insumos

Se consideró al sustrato para el embolsado, cuya proporción fue de 3 - 2 - 1, correspondiente a tierra agrícola, aserrín y tierra negra, en donde el nivel nutricional (Soil Survey Staff, 1993) determinada mediante análisis realizado en un laboratorio (Figura 31 del anexo) fue:

- El pH fue 7,29 (neutro)
- La materia orgánica fue 3,11% (nivel medio)
- El nitrógeno fue 0,19% (nivel medio)
- El fósforo expresado mediante el compuesto óxido de fósforo (P_2O_5) fue de 1,55% (nivel alto)
- El potasio representado mediante el óxido de potasio (K_2O) fue 0,16% (nivel alto).

Además, se le consideró en este acápite a los abonos orgánicos guano de islas y el wanuchasca, así como al fertilizante inorgánico 20-20-20.

3.2.3. Herramientas

Para las actividades de ejecución, se utilizó una carretilla, pala tipo cuchara, regadera, zaranda metálica, rastrillo, malla Raschel color negro, instrumentos de medición, pala recta, regla métrica y bolsas de polietileno de 9" x 12".

3.2.4. Equipos

Se consideró el uso del receptor GPS, la balanza de precisión Electronic Scale, la cámara fotográfica y vernier Litz Profesional con precisión a 0,05 mm y estufa Binder. Además, se incluyó el uso de una desbrozadora con la finalidad de preparar el terreno para obtener los efectos de la capacidad de respuesta de los plantones.

3.3. Método

3.3.1. Nivel del estudio

Debido a que se buscaba explicar relaciones de causa – efecto (Blumen, s.d.,) entre la variable independiente como es el caso de los fertilizantes con la variable dependiente como es el caso de la calidad morfológica y la calidad de respuesta observada en los plantones de *M. flexuosa* (Figura 2), el estudio corresponde al nivel explicativo.



Figura 2. Esquema de la relación causal.

3.3.2. Diseño del estudio

El diseño utilizado para demostrar la causalidad correspondió a los estudios experimentales, específicamente al tipo denominado experimento puro (Hernández et al., 2014). Es experimental puro, ya que se tuvo que manipular de manera intencional la variable independiente y presentó un tratamiento control; es de alcance comparativo – explicativo, porque se hizo la comparación de calidad de plántones de *M. flexuosa* con los dos diferentes fertilizantes y sin fertilización.

Además, se cumplió con los requisitos básicos de la experimentación (Silva y Barrios, 2015) como son la repetición (un tratamiento apareció más de una vez en el experimento), aleatorización (la localización de los tratamientos en las unidades experimentales fue realizado al azar) y control local (toda la parcela experimental estuvo sometido a la misma cantidad de sombreado y se utilizó el mismo sustrato inicial para todas las unidades experimentales).

Se consideró como tratamiento a una variable categórica nominal (fertilizantes orgánicos e inorgánico) que se utilizaron en dosis de 20 g aportados durante toda la fase de vivero a excepción del tratamiento testigo o control que se caracterizó de no recibir fertilización alguna (Tabla 4). La dosificación se optó en base al guano de islas que se encontró variabilidades en la aplicación durante la fase de vivero, siendo de 10 g por Rojas (2017) y 60 g por Aguilar (2021) que en muchos casos cuando fue la dosis muy bajo complementado con dosificaciones de alguna fuente de materia orgánica como el compost, mientras que en el caso de dosis elevadas no presentaban acompañamiento de fuentes

orgánicas, siendo la dosis de 20 g en el caso de la presente investigación por no tener sustratos diferentes en estudio.

Tabla 4. Tratamientos considerados en el experimento.

Código	Tratamientos (fertilizantes)	Dosis (g)
T ₀	Sin fertilización alguna	0
T ₁	Guano de las islas	20
T ₂	N – P – K (20 – 20 – 20)	20
T ₃	Wanuchasca	20

Debido a la homogeneidad de los sustratos, se estableció el diseño completo aleatorio comprendido por cuatro tratamientos conformados por cuatro unidades experimentales o repeticiones en la fase de vivero debido a que Calzada (1970) indica que es útil para estudios de métodos y técnicas de trabajo de laboratorio, estudios en invernaderos y los viveros; mientras que, en caso de conocer su capacidad de respuesta de los plantones de la especie en estudio y basándose con el principio de la variabilidad elevada en los suelos en base a un determinado punto, se escogió establecer un diseño más acorde que detectara algún efecto adicional al experimento, razón por la cual se optó realizar el ensayo bajo un diseño en bloques completos al azar, en donde se distribuyó en cuatro bloques. Esto es solventado por el autor citado en donde aclara que, siempre que se pueda distinguir la presencia de una fuente de variabilidad en las unidades experimentales, se debe emplear el diseño bloque completo randomizado, en este caso debido a que en la zona donde se llevó a cabo el experimento había una franja en el costado donde en la temporada de altas precipitaciones se volvía un área temporalmente inundable, los bloques se establecieron paralelos a la franja señalada.

3.3.3. Unidad experimental

En el ensayo se tomó en cuenta que la unidad experimental estuvo constituida por un conjunto de 10 plantones (Figura 3), este criterio fue tomado en cuenta debido a que una de las variables a obtener en la producción de los plantones de *M. flexuosa* bajo fertilización fue la mortalidad que mayormente se expresa en valores porcentuales para facilitar su análisis y su interpretación de los resultados.

En estas unidades experimentales los individuos presentaban una edad de 30 días posteriores al repique ya que se habían adaptado al nuevo medio o sustrato embolsado y la formación de raíces continuaban debido a que superaron el estrés ocasionado en la actividad de repique.



Figura 3. Unidad experimental conformado por 10 unidades de observación.

3.4. Metodología

3.4.1. Efecto de los fertilizantes en la calidad morfológica en plántones de *M. flexuosa* en fase de vivero

3.4.1.1. Cosecha y almacigado

Se realizó la cosecha el día 23 de diciembre del 2019 de los frutos de una palma que se ubica en la parcela II, este semillero fue elegido por parte del técnico encargado y los profesionales que vienen monitoreando la producción y se basaron a los aspectos morfológicos como el tamaño de racimos, tamaño del fruto y espesor de la pulpa, siendo estas dos últimas prioritarios para su comercialización.

Se procedió a cosechar cortando los racimos y seleccionando los frutos con similares dimensiones, los cuales fueron llenados en un costal con capacidad aproximada de 50 kg para ser trasladado hacia el distrito de Padre Felipe Luyando donde fueron mojados y se mantuvo por un periodo 3 días encostalado donde lograron madurar todos los frutos y estuvieron con la pulpa suave que es un criterio para separar la pulpa de las semillas.

Las semillas fueron limpiadas y se las colocaron en una tina con agua por un periodo de 10 días con fines de que recibieran un tratamiento de escarificación previa, una vez culminada la fecha, se trasladó hacia el vivero agroforestal “Sembrando Futuro” que se encuentra en el sector Tulumayo. Paralelo al traslado de semillas se llevó aserrín de las microempresas cajoneras hacia el vivero mencionado para ser utilizado como sustrato del almácigo. Se utilizó una cama de concreto que contenían un tinglado con malla Raschel color verde, se realizaron las actividades de limpieza y se adicionó aserrín a la

cama almaciguera hasta una altura aproximada de 18 a 20 cm. La instalación de la cama de germinación se realizó el 09 de enero del 2020 en donde se acomodó 200 semillas de *M. flexuosa*.

3.4.1.2. Embolsado y repique

Una vez germinadas las semillas, se preparó un sustrato general para el llenado de bolsas, la composición del sustrato fue tierra agrícola, aserrín, tierra negra en proporciones de 50%, 33,3% y 16,7% (3:2:1) respectivamente. Luego del llenado de bolsas, el 02 de mayo se realizó el repique respectivo se acomodó las bolsas en la cama de cría donde los plantones se encontraron en un periodo de 30 días, para que posteriormente se les establezca el diseño experimental para su posterior aplicación de los tratamientos, es por esto, que se ha tenido que acomodar grupos de 10 plantones (cinco bolsas con sustrato por fila) que representaron a una unidad experimental, dejando un espacio que separe entre unidades experimentales de 20 cm.



Figura 4. Distribución de las unidades experimentales.

Para identificar a las unidades experimentales y el respectivo tratamiento a aplicar, se ha utilizado el método de la tómbola (Hernández et al., 2014) que consistió en elaborar balotas con los códigos de T₀, T₁, T₂ y T₃ para ser llenados a una bolsa y empezar a sacar uno en uno dichas balotas y su posterior anotación en un papel de manera consecutiva respecto a la extracción de la bolsa, luego se prosiguió a juntar de nuevo las

balotas y llenarlas en la bolsa y nuevamente se extrajo uno en uno anotándolos determinando de esta manera la ubicación de las unidades correspondiente a la segunda repetición, esta actividad se realizó por cuatro veces debido a que cada tratamiento tenía que contener cuatro repeticiones en toda la unidad experimental.

Una vez identificada al grupo de 10 plántones (unidad experimental) que recibirían su respectivo tratamiento, se le colocó al primer plánton una codificación para su fácil identificación (los códigos estuvieron enmarcados entre T₀R₁, T₀R₂, T₀R₃, T₀R₄, T₁R₁, T₁R₂, ... T₃R₄) utilizando un alambre galvanizado, lámina de plástico y plumón indeleble (Figura 4).

3.4.1.3. Aplicación de los abonos y fertilizantes

Para aplicar la primera proporción de los fertilizantes, se ha tenido inconvenientes debido a que un día anterior y el mismo día (02-06-2020) hubo excesiva precipitación, es por ello que se decidió no aplicar los tratamientos para evitar la lixiviación de los elementos contenidos por el exceso de humedad en el sustrato. Pasado dos días de la precipitación (06-06-2020) se aplicó los tratamientos realizando hoyos aperturados lo más cercano a los bordes de las bolsas con fines de no ocasionar daño a los plántones, se aplicó la proporción indicada y se tapó inmediatamente.



Figura 5. Panel informativo colocada cerca al experimento.

La aplicación de los tratamientos se realizó de manera mensual (al primer y segundo mes de haberse repicado) en donde se llevaba ya pesados y llenados en unas bolsas las proporciones para facilitar el trabajo de aplicación a los plantones.

Además de las labores de fertilización, se realizó actividades de la eliminación de la vegetación que aparecía alrededor de los plantones de *M. flexuosa*, esta actividad se ejecutó manualmente y cada vez que se creía necesario ya que la aparición de dichos vegetales no fue homogénea por ser de diferentes especies.

Por otra parte, con fines de reconocer y difundir la ejecución del experimento, se ha colocado cartel impreso con información básica del proyecto de tesis, para esto se ha tenido que mandar a colocarlo en un marco de madera y con un listón se instaló a una altura aproximada de 1,30 m sobre el suelo y a 3,0 m delante del túnel con malla Raschel donde se encontraba la parcela experimental (Figura 5).

3.4.1.4. Variables estudiadas

Variable independiente: Fertilizantes

Variable dependiente: Calidad morfológica y calidad de respuesta

3.4.1.5. Variables medidas y/o contadas

Altura de la parte aérea (cm). Variable cuantitativa que fue adaptado de Freitas et al. (2006) por ser utilizada en palmeras grandes, en este caso se midió la longitud máxima que alcanzó el plantón en el periodo de los cuatro meses en el vivero y 15 días adicionales en terreno definitivo.

Altura del peciolo (cm). Adaptado de Freitas et al. (2006), se tuvo que medir en la primera hoja funcional del plantón cuyo origen fue la base, siendo tomado la dimensión en centímetros iniciando en la base del peciolo y culminando en el inicio de los foliolos que se caracteriza por ser un semicírculo diferenciada con el inicio del raquis de la hoja compuesta.

Diámetro del cuello del plantón (cm). Variable adaptada de Freitas et al. (2006), la cual se midió en la base del plantón que se encontraba al ras del sustrato, este valor se obtuvo directamente con el uso de un vernier mecánico.

Masa aérea y radical (g). Adaptado de Freitas et al. (2006), se seleccionó un plantón por cada repetición, en este caso se utilizó los índices de esbeltez para realizar un muestreo no probabilístico o dirigido debido a que se buscó los plantones que se acercaban al promedio de cada unidad experimental (conjunto de 10 plantones), una vez determinada los promedios se tuvo que verificar en la ficha de recolección de datos la cercanía de los valores y se tuvo que escoger a la palmera más cercana a al valor obtenido de

la media, se anotó el código al que pertenecía y se acercó a la parcela experimental para sacar de la cama de cría, actividad realizada para cada repetición.

Una vez seleccionada los plántones, se procedió a quitar la bolsa de polietileno con su respectivo sustrato, siendo necesario el uso de un balde con agua para poder facilitar el desprendimiento del sustrato de las raíces más finas; luego se trasladó las muestras hacia el laboratorio de Semillas de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en este ambiente se tuvo que seccionar a los plántones en parte aérea (vástago) y el sistema radicular para que de manera independiente se le rotule con papel que finalmente se colocó en la estufa eléctrica a una temperatura de 105 °C por un periodo de tres días (Anexo B). Luego de pasar ese tiempo, se determinó el peso seco de cada sección de los plántones donde se utilizó una balanza de precisión.

Índice de esbeltez (Eb). Este indicador fue calculado en la hoja de cálculo Ms Excel 2010, para esto se utilizó los valores de la altura total del plantón sobre el diámetro basal a nivel del cuello de los mismos, siendo expresada mediante la fórmula reportada por Smurfit Kappa (2008), siendo esto:

$$\text{Índice de esbeltez} = H \text{ (cm)}/d \text{ (mm)}$$

Siendo:

H : Altura total del plantón en centímetros

d : Diámetro a nivel del cuello del plantón medido en milímetros

Proporción de masa aérea con la masa radicular (Pa/Rz). Se utilizó los valores obtenidos en el laboratorio, siendo el cociente del peso seco determinado para el vástago o parte aérea con el peso seco determinado para el sistema radicular (Smurfit Kappa, 2008).

El índice de calidad de Dickson (ICD). Este indicador se calculó al utilizar los dos indicadores determinados anteriormente, para lo cual se utilizó lo publicado en artículos de Smurfit Kappa (2008) donde la fórmula radica en:

$$\text{ICD} = \text{PStotal}/(\text{Eb} + \text{Pa}/\text{Rz})$$

Donde:

ICD : Valor del índice de calidad de Dickson

PStotal : valor del peso seco total (g) del plantón en gramos

Eb : Valor de la esbeltez

Pa : Peso seco de la parte aérea del plantón en gramos

Rz : Peso seco de la parte radicular del plantón en gramos

Coloración de la hoja. La variable cualitativa coloración de hojas se evaluó en base a la categorización de la coloración que fue empleada por Reátegui (2012) para la misma especie, siendo dividido en: Verde oscuro, verde claro y amarillo verdoso.

Presencia de ataque de patógenos. La variable cualitativa ataque de patógenos se evaluó en base a la categorización empleada en la tesis de Reátegui (2012) que los divide en: Ausente (plátón sano), bajo (0 % - 25% de ataque) medio (25 % – 50 % de ataque) y alto (> 50% de ataque).

3.4.2. Determinación del efecto de los fertilizantes en la calidad de respuesta en plántones de *M. flexuosa* en campo definitivo

3.4.2.1. Instalación de los plántones

La actividad de limpieza inicial se realizó utilizando una desbrozadora debido a que en el área predominaban las gramíneas; se ha limpiado mediante franjas para facilitar el alineado ya que el distanciamiento entre plántones fue de 10 m y entre filas también alcanzó los 10 m (método cuadrado). La apertura de hoyos se realizó con una palana y las dimensiones aproximadas fueron de 30,0 cm x 30,0 cm x 30,0 cm, luego se realizó la actividad de plantación propiamente dicha.

3.4.2.2. Variables consideradas como respuesta

Pasado los 15 días de haberse establecido los plántones en el terreno definitivo, se procedió a registrar los valores de las siguientes variables.

Potencial de regeneración de raíces (g). Para obtener esta variable, se tuvo que reaperturar los hoyos para extraer el plánton establecido sin que se desmorone el pan de tierra y luego se ha tenido que contar las raíces nuevas que sobresalían, posteriormente se cortaron con una tijera y fueron llevados a la estufa para que finalmente se determine el peso seco como lo reporta Smurfit Kappa (2008).

Supervivencia (%). Se determinó mediante conteo directo, esta actividad fue ejecutada a los 15 días posteriores de que se hayan establecidos los plántones. La determinación de la tasa de prendimiento en los plántones establecidos, se consideró el uso de la fórmula (Gonzales, 2011):

$$P(\%) = \frac{T_{pp}}{T_{pe}} \times 100$$

Siendo:

P : Tasa de prendimiento en porcentajes

T_{pp} : Cantidad de plántones vivos

Tpe : Cantidad de plantones que se establecieron

Crecimiento (cm). Se consideró las evaluaciones sobre la altura total que presentaban los plantones, la longitud del peciolo y el diámetro del a nivel del cuello en los plantones de *M. flexuosa* según al proceso de medición y conteo que fue adaptado de la publicación de Freitas et al. (2006), dichas evaluaciones fueron registradas a los 15 días posteriores del establecimiento en campo definitivo, siendo un periodo de tiempo enmarcado a los siete días recomendadas como mínimo por Ritchie, citado por Villar-Salvador (2003).

3.5. Técnicas de procesamiento y análisis de los datos

Los datos fueron procesados a través del software Microsoft Excel 2010 y el SPSS v. 25 para datos cuantitativos y cualitativos, y así encontrar el modelo estadístico de ajuste de datos. Con fines de contrastar las hipótesis de los cuatro tratamientos en estudio sobre los indicadores medidos, se consideró la expresión matemática siguiente:

$$H_0: \mu_{T0} = \mu_{T1} = \mu_{T2} = \mu_{T3}$$

$$H_1: \mu_{T0} \neq \mu_{T1} \neq \mu_{T2} \neq \mu_{T3} \quad ; \text{ o al menos el efecto de un tratamiento es diferente.}$$

Si $p < 0,05$ se rechaza H_0

Para comparar la diferencia entre los tratamientos se hizo uso de la herramienta estadística denominada análisis de varianza (ANVA), para el caso de existir diferencias estadísticas expresado a través del p-valor obtenido sea inferior al 5% ($p < 0,05$) se procedió a realizar la prueba de comparación de promedios de Tukey a un nivel de confianza del 95%.

Los resultados estuvieron representados por la siguiente ecuación, cuyo modelo aditivo lineal fue (Vasquez, 1990):

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + T_j + \varepsilon_{ijk}$$

Siendo:

Y_{ijk} : Variable respuesta

μ : Media poblacional

β_i : Efecto de los bloques

T_i : Efecto de los tratamientos

ε_{ijk} : Factores no consideradas en la evaluación

Una vez obtenida los resultados, se procedió a la interpretación de los mismos que finalmente fueron plasmados en el informe final de tesis prosiguiendo las normas técnicas para redacción y presentación de documentos científicos elaborados por la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto de los fertilizantes en la calidad morfológica en plántones de *M. flexuosa* en fase de vivero

4.1.1. Altura de la parte aérea (cm)

Se encontró ligera superioridad de los valores promedios en los plántones que no recibieron fertilización; además, los datos de la altura de la parte aérea fueron muy homogéneos en cada tratamiento utilizado (Tabla 5).

Tabla 5. Estadísticos para la altura de la parte aérea en plántones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

Tratamiento	Repetición	Promedios (cm)	Coefficiente de variabilidad (%)
Testigo	4	40,04	5,58
Guano de isla	4	37,73	2,59
20-20-20 (NPK)	4	35,95	5,61
Wanuchasca	4	39,18	2,25

Los plántones de *M. flexuosa* con mayor promedio se observaron al no ser fertilizados que muestra una media de 40,04 cm (Figura 6).

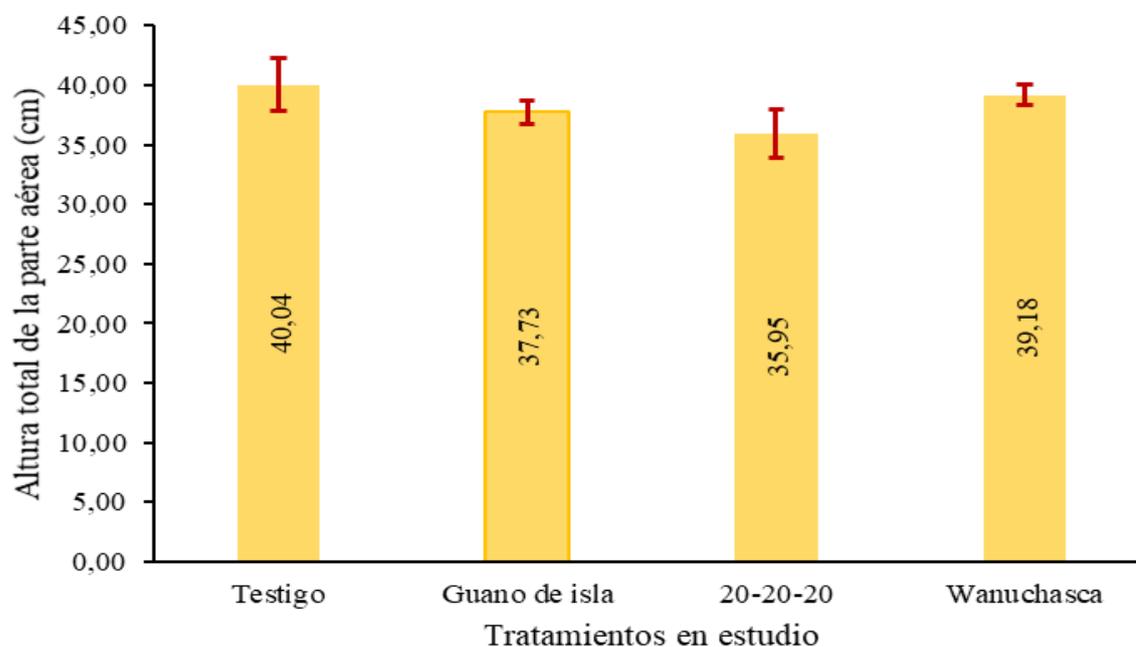


Figura 6. Altura de la parte aérea en plántones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

En la producción de plántones de *M. flexuosa*, se encontró que los tratamientos generaron efectos estadísticos significativos, con el cual, se determina que al menos uno de los tratamientos utilizados favoreció el crecimiento de la parte aérea (Tabla 6).

Tabla 6. ANVA para la altura de la parte aérea en plántones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

FV	SC	GL	CM	Fc	Valor P
Tratamientos	38,53	3	12,844	4,7636	0,0207*
Error	32,35	12	2,696		
Total	70,88	15			

CV = 4,30%. *: existen diferencias estadísticas significativas.

En la comparación de medias bajo la prueba de rangos múltiples de Tukey, se obtuvo que los plántones que no recibieron fertilización obtuvieron una media de 40,04 cm, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos utilizados; además, es notorio que la aplicación del Wanuchasca y el guano de islas de manera independiente obtuvieron efectos estadísticos intermedios (Tabla 7).

Tabla 7. Prueba Tukey para la altura de la parte aérea en plántones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

Mérito	Tratamiento	N	Promedio (cm)	Subconjunto
1	Testigo	4	40,04	a
2	Wanuchasca	4	39,18	ab
3	Guano de islas	4	37,73	ab
4	20-20-20 (NPK)	4	35,95	b

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

La altura de los plántones con tres meses posteriores al repique fue de 40,04 cm en caso de no emplearse fertilización alguna, lo cual representa a los plántones de *M. flexuosa* que presentaban buena calidad y se encontraban en buenas condiciones para poder trasladarse a terreno definitivo, ya que en estudios llevados a cabo por Vela (2005) con cinco meses después del establecimiento encontró plántones muy pequeñas que medían hasta 14,4 cm al ser tratados con 1,0 kg de humus de lombriz; estas diferencias pueden atribuirse al nivel nutricional de los sustratos, al manejo agronómico asignado o a los factores genéticos de

la planta madre, contrario a estos valores lo reporta Huamán (2011) donde el menor promedio fue de 52,08 cm, pero no informa de la edad de los plántones ya que muchas veces cuando un plánton pasa los cuatro meses en la fase de vivero, los plántones empiezan a competir por la luz y espacio generando individuos muy altos pero de menor diámetro del peciolo y el DAC.

4.1.2. Altura del peciolo (cm)

Las alturas de los peciolos en las hojas abiertas de los plántones de *M. flexuosa* reportaron promedios muy cercanos entre los tratamientos utilizados en el experimento; además, se observa que los datos que se recolectaron para la variable en mención presentan alta homogeneidad por presentar valores del coeficiente de variación inferior a 5,84% que se encontró en el tratamiento testigo (Tabla 8).

Tabla 8. Estadísticos para la altura del peciolo en plántones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

Tratamiento	Repetición	Promedios (cm)	Coefficiente de variabilidad (%)
Testigo	4	27,98	5,84
Guano de isla	4	26,85	5,39
20-20-20 (NPK)	4	25,69	5,57
Wanuchasca	4	27,43	4,00

En caso de los promedios, se observa ligera superioridad de dicho valor en el tratamiento testigo a pesar de tener mayor variabilidad (Figura 7).

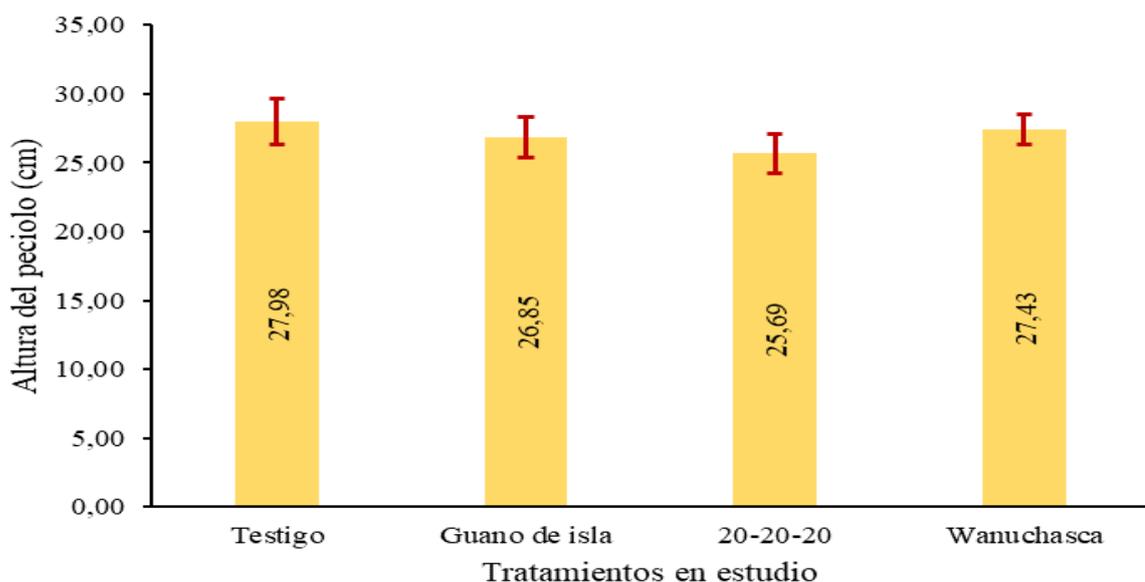


Figura 7. Altura del peciolo en plántones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

Las longitudes alcanzadas en el peciolo de los plantones de *M. flexuosa* no fueron afectadas estadísticamente por los tratamientos utilizados, con el cual, se determina que todos los tratamientos tuvieron los mismos efectos. En caso de la variabilidad, se observó que hubo homogeneidad de los datos (Tabla 9).

Tabla 9. ANVA para la altura del peciolo en plantones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

FV	SC	GL	CM	Fc	Valor P
Tratamientos	11,48	3	3,826	1,9101	0,1818 ^{ns}
Error	24,04	12	2,003		
Total	35,52	15			

CV = 5,24%. ns: No presenta diferencias estadísticas significativas.

4.1.3. Diámetro del cuello del plantón (cm)

En el análisis descriptivo para cada uno de los tratamientos utilizados, se registra que, al utilizar el fertilizante 20-20-20 se alcanzó una media de 1,09 cm, siendo inferior a lo registrado por los demás tratamientos considerados en el estudio. Los datos que se obtuvieron de cada repetición en los tratamientos a base de guano de islas reportan mayor homogeneidad en base al diámetro del cuello del plantón, en caso de aplicar el fertilizante 20-20-20, se observó un poco más de variabilidad entre los datos basados en las cuatro repeticiones establecidas (Tabla 10).

Tabla 10. Estadísticos para diámetro del cuello en plantones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

Tratamiento	Repetición	Promedios (cm)	Coefficiente de variabilidad (%)
Testigo	4	1,18	6,73
Guano de isla	4	1,17	1,55
20-20-20 (NPK)	4	1,09	6,90
Wanuchasca	4	1,19	6,74

Hubo resultados muy similares en caso del diámetro a nivel del cuello de los plantones sometidas a diferentes tratamientos (Figura 8). Esto pudo atribuirse a la dimensión que registran las semillas de *M. flexuosa* ya que provenían de una planta madre con

características favorables y su semilla poseía abundante cotiledón, siendo esto para Barajas y Álvarez (2004) un factor muy primordial ya que en el caso de la especie *Nectandra ambigens* registraron que gracias al tamaño de sus cotiledones se encontró que las regeneraciones naturales se mantuvieron hasta por un periodo de 250 días.

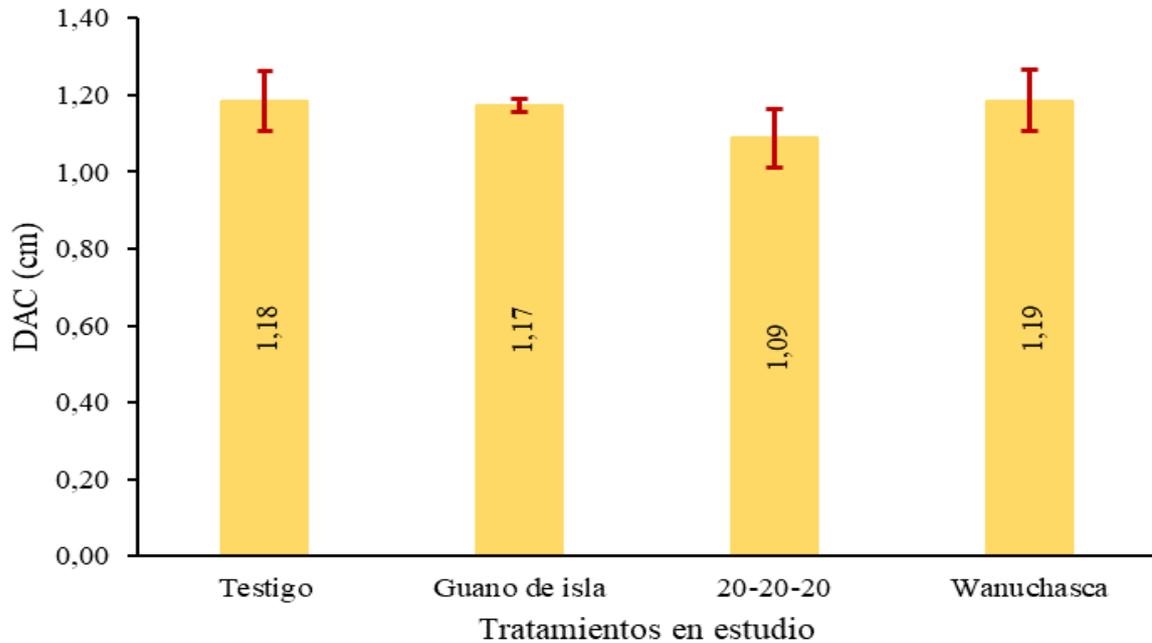


Figura 8. Diámetro del cuello en plántones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

Al utilizar los diferentes tratamientos basados en la aplicación de abonos orgánicos e inorgánicos, se reportó que no hubo efectos estadísticos de dichos fertilizantes sobre la variable diámetro a nivel del cuello de los plántones de *M. flexuosa*; además, se muestra que hubo alta homogeneidad de los datos debido a que el coeficiente de variación fue 5,91% (Tabla 11).

Tabla 11. ANVA para diámetro del cuello en plántones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

FV	SC	GL	CM	Fc	Valor P
Tratamientos	0,03	3	0,009	1,8924	0,1847 ^{ns}
Error	0,06	12	0,005		
Total	0,08	15			

CV = 5,91%. ns: No presenta diferencias estadísticas significativas.

Las características morfológicas representaron la calidad de los plántones, ya que en estudios similares con *M. flexuosa* se tiene al reporte de Solano (2017)

quien empleó plántones con dimensiones muy similares a lo encontrado en el presente estudio, estas características pudieron ser afectados por el sustrato o en todo caso por las características genéticas del árbol madre ya que se escogió una palmera con frutos grandes ubicada en la parcela II del mismo Centro de Investigación y Producción Tulumayo.

4.1.4. Masa aérea

En el análisis de los estadísticos descriptivos para cada tratamiento utilizado en el experimento, se observa que el mayor promedio correspondiente a la masa aérea que estaba compuesto por los peciolos y folíolos de los plántones de *M. flexuosa* obtuvo un valor de 8,00 g/plánton, mientras que al analizar la variabilidad de los datos respecto a los cuatro repeticiones por tratamientos, se observa en los plántones producidas con wanuchasca hubo resultados muy homogéneos, pero al aplicar guano de islas se encontró resultados muy variables (Tabla 12 y Figura 9).

Tabla 12. Estadísticos para la masa aérea en plántones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

Tratamiento	Repetición	Promedios (g)	Coefficiente de variabilidad (%)
Testigo	4	7,22	12,70
Guano de isla	4	8,00	31,72
20-20-20 (NPK)	4	7,67	13,99
Wanuchasca	4	6,92	7,95

CV: Coeficiente de variación.

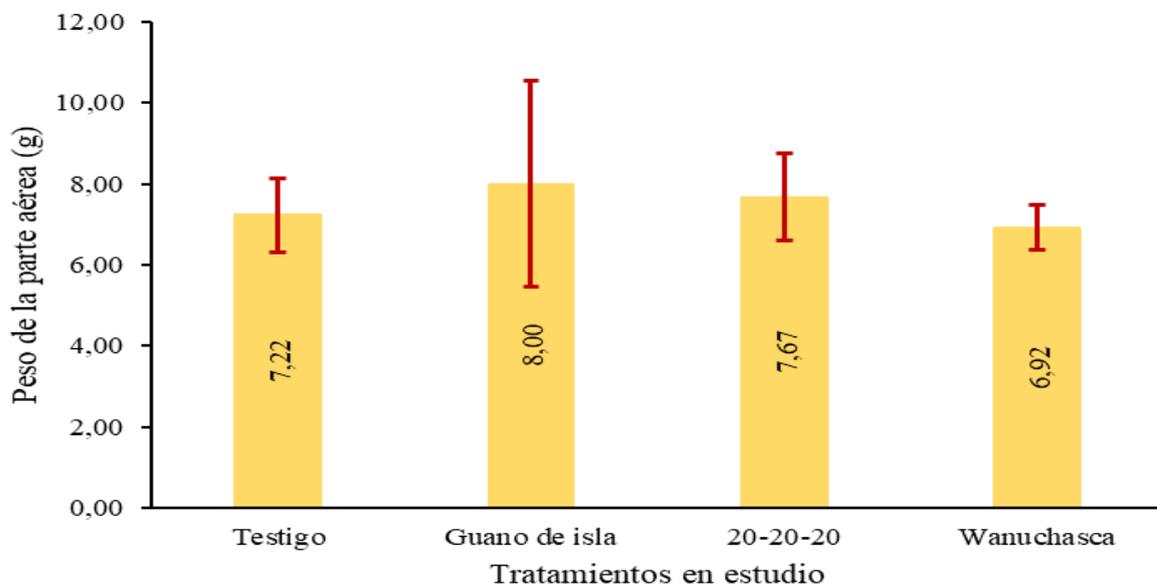


Figura 9. Masa aérea en plántones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

La aplicación de los tratamientos en el presente experimento no generó efectos estadísticos significativos sobre la masa aérea de los plantones, con lo cual se resalta las medias son estadísticamente iguales respecto a la variable mencionada. En caso de la variabilidad general, se observa que, los datos obtenidos fueron homogéneos debido a que el coeficiente de variación calculada fue del 19,83% (Tabla 13).

Tabla 13. ANVA para la masa aérea en plantones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

FV	SC	GL	CM	Fc	Valor P
Tratamientos	2,74	3	0,913	0,4180	0,7433 ^{ns}
Error	26,21	12	2,184		
Total	28,94	15			

CV = 19,83%.

4.1.5. Masa radicular

El peso seco o biomasa acumulada en el sistema radicular de los plantones de *M. flexuosa* fueron superiores en los que funcionaron como testigo con una media de 4,59 g/plantón, mientras que los menores valores de observó en los individuos que fueron producidos empleando el guano de islas con una media de 3,70 g/plantón. En caso de la variabilidad por cada tratamiento, se observa que los datos fueron más variables en los plantones que fueron sometidos al guano de islas (Tabla 14).

Tabla 14. Estadísticos para la masa radicular en plantones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

Tratamiento	Repetición	Promedios (g)	Coefficiente de variabilidad (%)
Testigo	4	4,59	4,41
Guano de isla	4	3,70	45,77
20-20-20 (NPK)	4	3,83	5,42
Wanuchasca	4	4,33	15,08

Generalizando los estadísticos descriptivos, se observa plantones más homogéneos y con mayor promedio al no ser fertilizados (Figura 10).

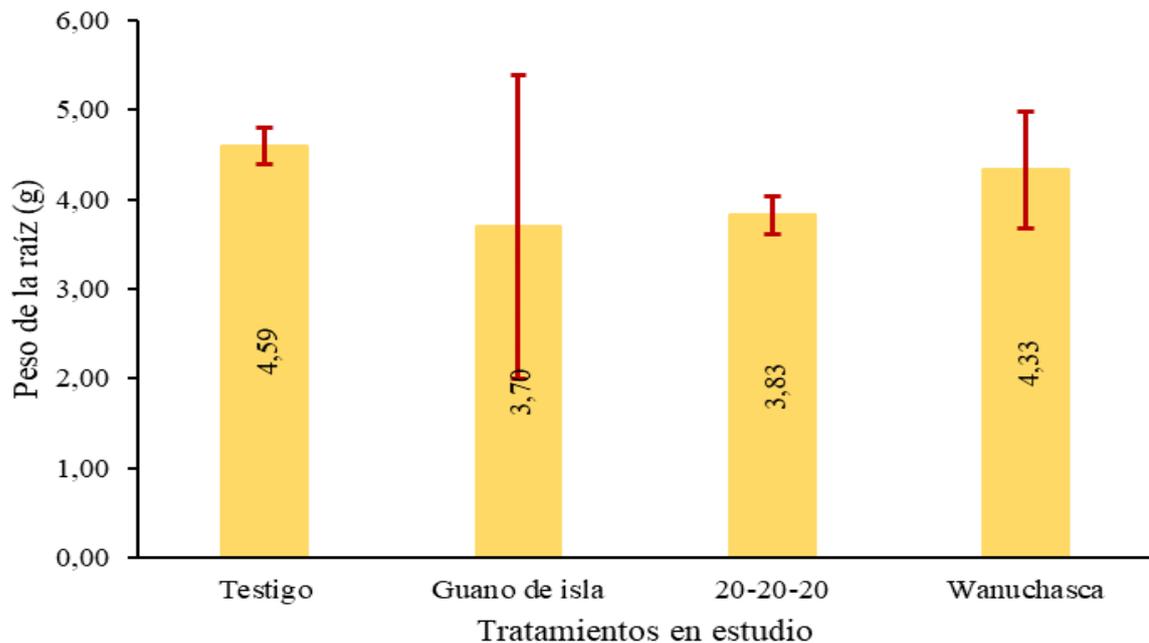


Figura 10. Masa radicular en plántones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

En el análisis de la varianza se sometió a la contrastación de hipótesis a los valores obtenidos de la masa radicular, en donde se observa que no hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos utilizados; además, se reporta que los datos presentaron mediana homogeneidad de dispersión debido a que el valor del coeficiente de variación fue 22,33% (Tabla 15).

Tabla 15. ANVA para la masa radicular en plántones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

FV	SC	GL	CM	Fc	Valor P
Tratamientos	2,14	3	0,714	0,8478	0,4940 ^{ns}
Error	10,11	12	0,843		
Total	12,25	15			

CV = 22,33%. ns: No presenta diferencias estadísticas significativas.

4.1.6. Índice de esbeltez (Eb)

Para el caso de la esbeltez de los plántones de *M. flexuosa*, se tuvo reportes de que el mayor promedio se representó en el tratamiento testigo, con un valor de 24,03, a pesar de que esto representa a los plántones con mayor diámetro y menor altura

total. Además de que se observó mayor promedio, también se reporta que estos resultados fueron muy variables debido a que el coeficiente de variación obtenido fue de 10,51% respecto a las cuatro repeticiones instalados, mientras que los plantones que fueron tratados con wanuchasca presentaron valores más homogéneos (Tabla 16).

Tabla 16. Estadísticos para índice de esbeltez en plantones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

Tratamiento	Repetición	Promedios	Coficiente de variabilidad (%)
Testigo	4	24,03	10,51
Guano de isla	4	23,38	5,29
20-20-20 (NPK)	4	23,93	7,35
Wanuchasca	4	23,63	5,08

Los plantones presentaron mayores valores homogéneos al recibir fertilización, mientras que el testigo fue más variable en base a la barras de error (Figura 11).

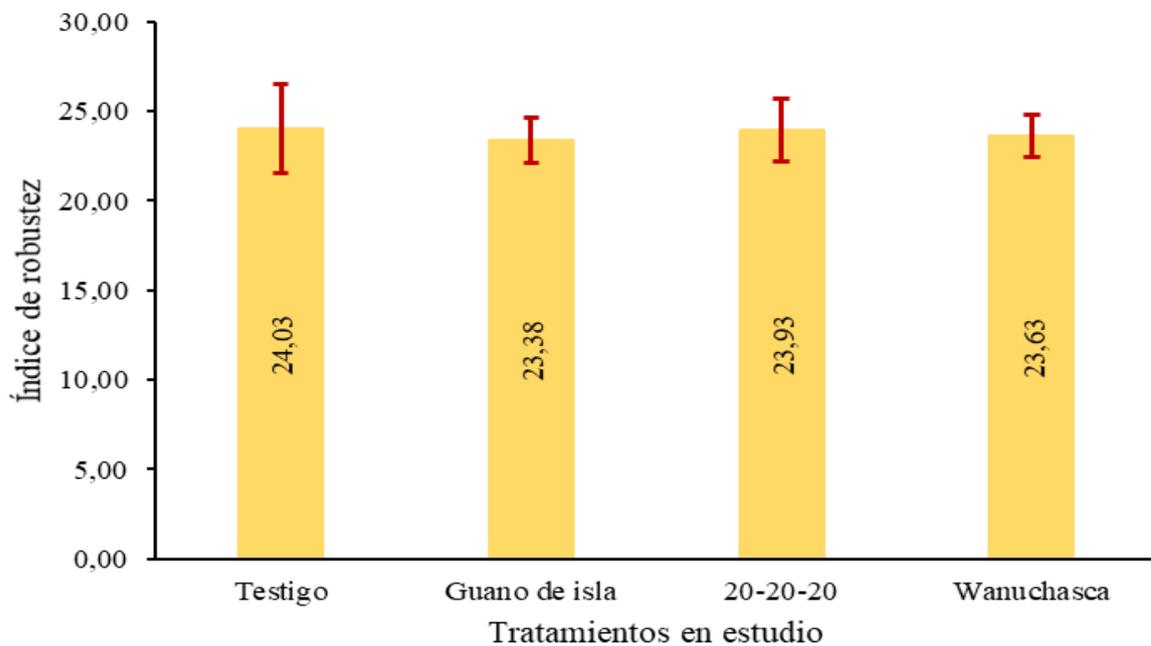


Figura 11. Índice de esbeltez en plantones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

En caso del análisis de la varianza, se reporta que los plantones de *M. flexuosa* no presentaron efectos diferentes a causa de la aplicación de los tratamientos;

además, estos valores reportados presentan muy buena homogeneidad de dispersión de los datos por alcanzar un coeficiente de variación del 7,43% (Tabla 17). La ausencia de significancia estadística se puede atribuir a que los plantones se encontraban aun nutriéndose de su cotiledón debido a que Illanes (2014) reporta que las semillas son de gran dimensión en comparación al fruto, ya que el peso de la semilla representa el 41,10% del total que pesa el fruto y se observó que durante la fase de laboratorio aún las semillas mantenían el cotiledón, el cual indicaba que aún los plantones estaban beneficiándose aún y no tanto dependían nutricionalmente de la fertilización aplicada.

Tabla 17. ANVA para índice de esbeltez en plantones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

FV	SC	GL	CM	Fc	Valor P
Tratamientos	1,05	3	0,351	0,1129	0,9509 ^{ns}
Error	37,36	12	3,113		
Total	38,41	15			

CV = 7,43%. ns: No presenta diferencias estadísticas significativas.

4.1.7. Proporción entre masa aérea y radical (Pa/Rz)

Respecto a la proporción alcanzada en la parte aérea y la parte radicular de los plantones de *M. flexuosa*, se observa que mayor masa en la parte aérea se reportó para los individuos que fueron tratados con el guano de islas en donde la parte aérea pesó 2,34 veces más que el sistema radicular, mientras que en caso de los plantones testigo solo se observó que la parte aérea pesaba 1,57 veces más que el sistema radicular. En caso de la variabilidad entre las repeticiones de cada tratamiento, los datos más variables se reportan al utilizar el abono Wanuchasca en donde el coeficiente de variación fue del 18,31% respecto a los cuatro tratamientos instalados (Tabla 18).

Tabla 18. Estadísticos para la proporción de la masa aérea y radical en plantones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

Tratamiento	Repetición	Promedios	Coficiente de variabilidad (%)
Testigo	4	1,57	10,81
Guano de isla	4	2,34	37,73
20-20-20 (NPK)	4	2,00	9,99
Wanuchasca	4	1,63	18,31

Se observa que los plántones de *M. flexuosa* presentan más biomasa en la parte aérea respecto a su sistema radicular a nivel de vivero (Figura 12).

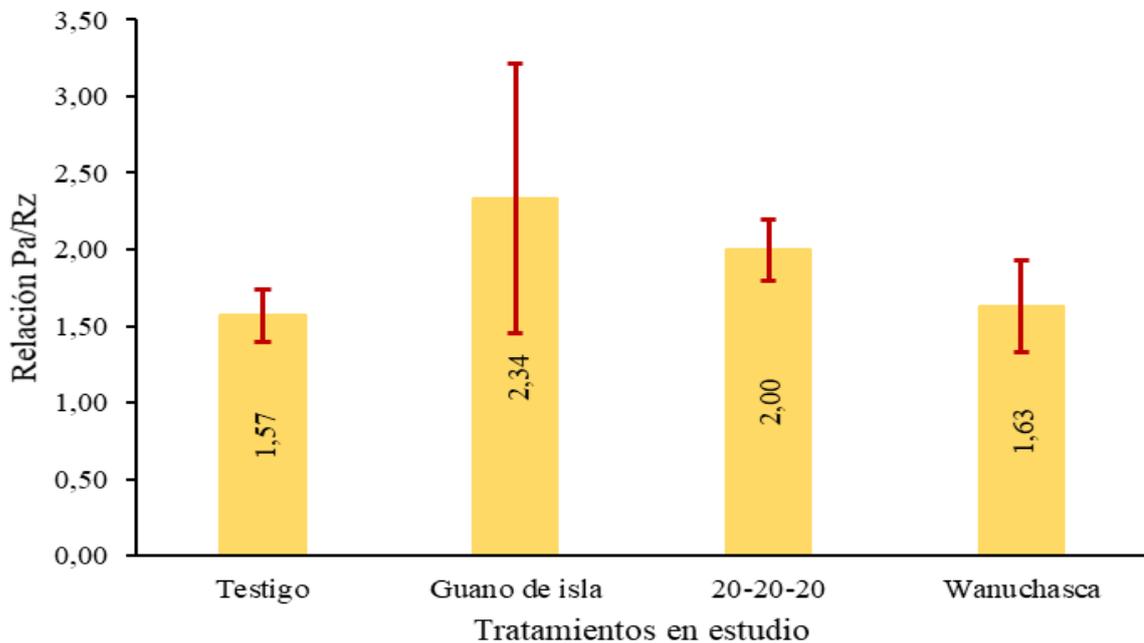


Figura 12. Proporción de la masa aérea y radical en plántones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

En caso de la contrastación o comprobación de la hipótesis por intermedio del análisis de la varianza, se reporta que los tratamientos utilizados en el experimento no tuvieron efectos estadísticos significativos sobre la proporción en la masa aérea y la radicular; además de ello, se reporta que los valores fueron variables debido a que el coeficiente de variación obtenida fue del 25,66% (Tabla 19).

Tabla 19. ANVA para la proporción de la masa aérea y radical en plántones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

FV	SC	GL	CM	Fc	Valor P
Tratamientos	1,52	3	0,507	2,1706	0,1445 ^{ns}
Error	2,80	12	0,234		
Total	4,33	15			

CV = 25,66%. ns: No presenta diferencias estadísticas significativas.

4.1.8. Índice de calidad de Dickson (ICD)

En caso del índice de calidad de Dickson, se reporta que la mejor calidad de los plántones se observa en el grupo de los que no fueron fertilizadas durante el

experimento con una media de 0,47, mientras que el valor más bajo (0,42) se observó en los individuos fertilizados con 20-20-20. Para el caso de la variabilidad respecto a las cuatro repeticiones establecidas por cada tratamiento, se indica que hubo alta variabilidad en el grupo de los que recibieron tratamiento bajo la aplicación del guano de islas y en caso del uso de wanuchasca se obtuvo datos muy homogéneos (Tabla 20).

Tabla 20. Estadísticos para el índice de Dickson en plántones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

Tratamiento	Repetición	Promedios	Coefficiente de variabilidad (%)
Testigo	4	0,47	13,03
Guano de isla	4	0,46	31,78
20-20-20 (NPK)	4	0,42	11,64
Wanuchasca	4	0,45	4,72

CV: Coeficiente de variación.

En caso de los valores del índice de calidad de Dickson, se registra que hubo similares valores, pero en diferente grado de variabilidad (Figura 13).

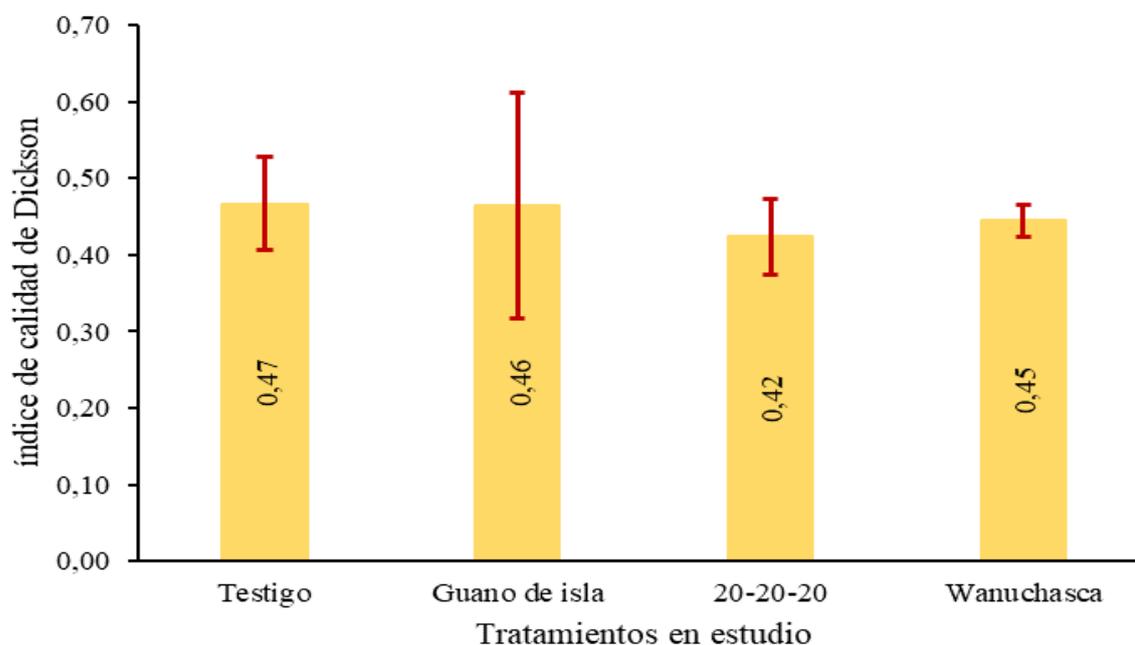


Figura 13. Índice de Dickson en plántones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

Con la aplicación de los tratamientos en la producción de plántones de la palmera *M. flexuosa*, se reporta que el índice de calidad de Dickson, no fueron afectados de

manera significativa por los abonos utilizados, mientras que, en caso de los datos encontrados de manera global, se tiene que dichos valores fueron homogéneos debido a que el coeficiente de variación alcanzado fue del 18,72% para esta variable (Tabla 21).

Tabla 21. ANVA para el índice de Dickson en plántones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

FV	SC	GL	CM	Fc	Valor P
Tratamientos	0,005	3	0,002	0,2263	0,8763 ^{ns}
Error	0,085	12	0,007		
Total	0,090	15			

CV = 18,72%. ns: No presenta diferencias estadísticas significativas.

4.1.9. Coloración de la hoja

Los plántones de *M. flexuosa* al culminar la fase de vivero y cuando se encontraban adecuados para ser trasplantados a campo presentaban en su mayoría folíolos de color verde oscuro, que en muchos casos fueron el total de plántones vivos como los reportados en el tratamiento testigo y con Wanuchasca; además, se observó individuos que perecieron en casi todos los tratamientos a excepción del grupo conformado por las palmeras sometidas a fertilización con guano de islas (Figura 14).

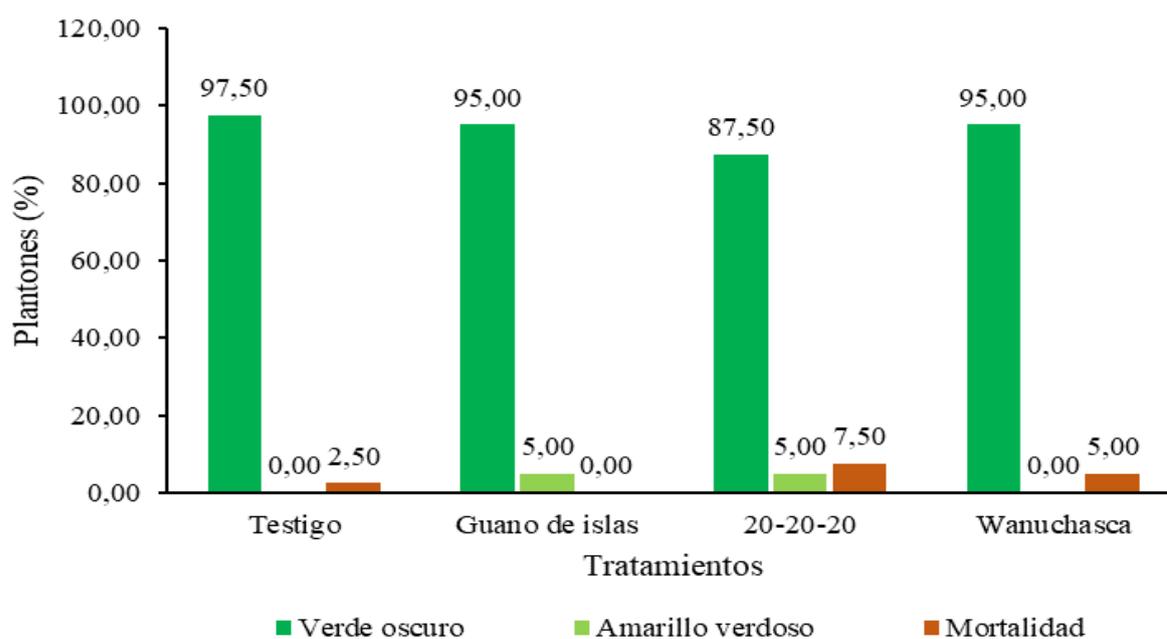


Figura 14. Coloración de hojas en plántones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

4.1.10. Presencia de ataque de patógenos

Los plantones de *M. flexuosa* que se produjeron en viveros con tinglado utilizando malla Raschel no presentaron la presencia de patógenos en ninguno de los individuos, a pesar que se observó la presencia de plantones muertos en algunos grupos de los tratamientos instalados que en la mayoría de los casos no fue originado a patógenos sino posiblemente a daño mecánico (Figura 15).

La mortalidad de plantones fue superior en el grupo que fueron tratados con el fertilizante inorgánico 20-20-20 al alcanzar un valor de 7,5% de mortalidad, mientras que en caso de los grupos tratados con Wanuchasca y el tratamiento testigo solo reportaron valores del 5% correspondiente a la mortalidad (Figura 15).

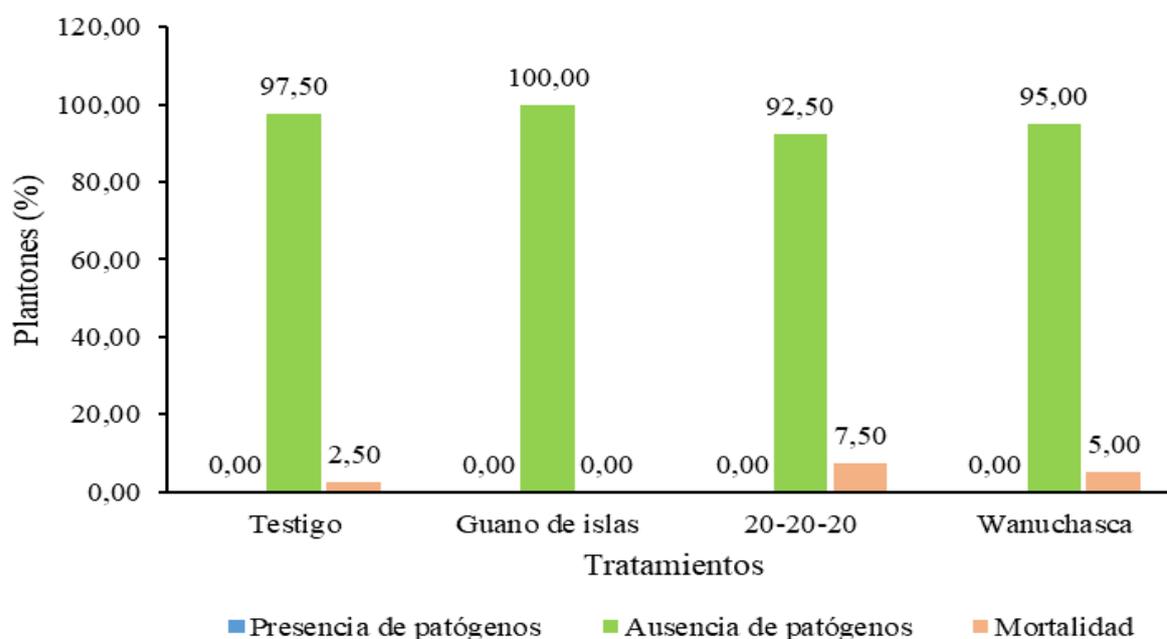


Figura 15. Ataque de patógenos en plantones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

Esta ausencia de significancia se pudo atribuir al hábito de la especie en estudio que es una palmera y que debido a su corta edad se constituye principalmente por hojas compuestas (peciolo y foliolos), mientras que en especies leñosas se registran diferencias estadísticas significativas como es el caso de *Pinus durangensis* M. (Arteaga et al., 2003), *Pinus canariensis* (Díaz et al., 2004).

La ausencia de los efectos estadísticos frente a los tratamientos utilizados podría atribuirse a que no se cuenta con los requerimientos nutricionales de la especie en estudio, ya que autores como Coelho (1999) reportan que, la dosificación de la fertilización

tiene variaciones respecto a la edad de los plántones, pero recalca que para conocer una dosificación más adecuada es primordial realizar el análisis del suelo y al obtener los resultados recién se diseñan las recomendaciones de fertilización.

La carencia de efectos estadísticos por parte de la fertilización utilizada puede atribuirse al tipo de abono y la dosis empleada, ya que también se encuentran experiencias de resultados similares como el de Ritter (2008) en la especie *Nothofagus obliqua*, por esto, es recomendable probar otros tipos de fertilizantes y otras dosificaciones.

4.2. Efecto de los fertilizantes en la calidad de respuesta en plántones de *M. flexuosa* en campo definitivo

4.2.1. Potencial de regeneración de raíces

4.2.1.1. Número de raíces

La cantidad de raíces nuevas correspondientes al sistema radicular de los plántones de *M. flexuosa* que se observaron a los 15 días de su establecimiento repercutieron con mayor promedio en los plántones que procedían del vivero sin recibir fertilización alguna, seguido de los que fueron tratados con el abono orgánico Wanuchasca, mientras que el menor promedio se observó en los plántones que habían sido tratadas con NPK (Tabla 22 y Figura 16).

Tabla 22. Estadísticos para el número de raíces en plántones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

Tratamiento	Bloques	Promedio (unidad)	Coefficiente de variabilidad (%)
Testigo	4	8,25	59,69
Guano de islas	4	4,25	44,54
20-20-20 (NPK)	4	3,25	63,43
Wanuchasca	4	7,50	62,06

CV: Coeficiente de variación.

La ausencia de significancia estadística en la cantidad de raíces regeneradas (Tabla 22, 23 y Figura 16), resalta que el tratamiento testigo no dependió de la fertilización, esto pudo atribuirse al tamaño de las semillas o también al sustrato empleado en dicho vivero, ya que de acuerdo a las categorizaciones consideradas por Soil Survey Staff (1993) el pan de tierra presentaba un pH neutro, contenía un nivel medio tanto de la materia orgánica como el nitrógeno, además, en el caso del fósforo y el potasio, la categoría obtenida fue de alto, siendo posiblemente beneficiado los plántones lo requerido para su desarrollo en la fase de vivero y por lo tanto se encontraban vigorosos si sufrían efectos sobre la cantidad de raíces nuevas posterior al establecimiento en terreno definitivo.

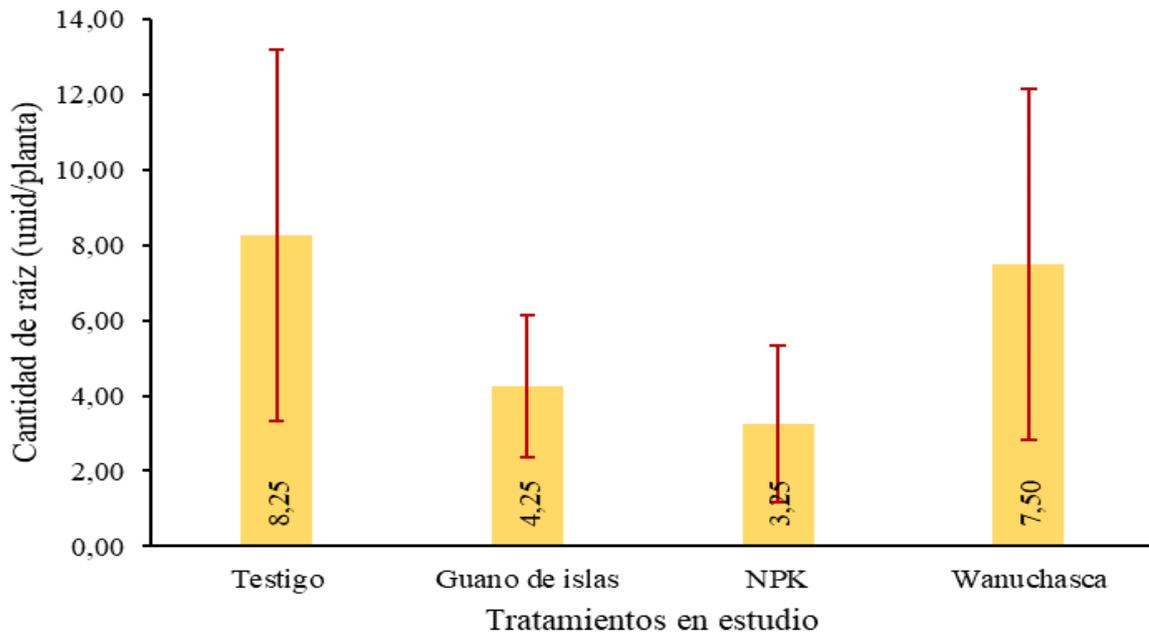


Figura 16. Número de raíces en plántones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

En el análisis de la varianza (ANVA) se muestra que los bloques presentes en terreno definitivo no tuvieron efectos estadísticos significativos, con lo cual se determinó que no hubo heterogeneidad en dicho terreno; de manera muy similar al emplear plántones que recibieron y no recibieron tratamientos en la fase de vivero, se obtuvieron plántones con similares cantidades de raíces regeneradas (Tabla 23).

Tabla 23. ANVA para el número de raíces en plántones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

FV	SC	GL	CM	Fc	P-valor
Bloque	1,006	3	0,335	0,598	0,632 ^{ns}
Tratamiento	2,950	3	0,983	1,752	0,226 ^{ns}
Error	5,052	9	0,561		
Total	9,008	15			

ns: No presenta diferencias estadísticas significativas.

4.2.1.2. Peso de raíces

La biomasa que se obtuvo por las raíces regenerados luego de establecerse en terreno definitivo se reportó mayores promedios de biomasa en los plántones

procedentes del vivero que fueron tratados con guano de islas y el Wanuchasca con un valor de 0,05 g por plantón para ambos tratamientos, mientras que los menores valores se registró en los plantones de *M. flexuosa* que habían sido tratadas con NPK; además, es muy notorio en que al menos uno de los valores encontrados procedente de algún bloque establecido registraron variación en comparación de los demás, esto se tradujo en el coeficiente de variación calculado y también es muy relevante en las barras de error elaborado a partir de la desviación estándar; el elevado valor del coeficiente de variación se debe a que los datos obtenidos del peso de raíces fueron muy cercanos a cero (Tabla 24 y Figura 17).

Tabla 24. Estadísticos para el peso de raíces en plantones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

Tratamiento	Bloques	Promedio (g)	Coefficiente de variabilidad (%)
Testigo	4	0,03	47,14
Guano de islas	4	0,05	91,56
20-20-20 (NPK)	4	0,02	40,82
Wanuchasca	4	0,05	46,68

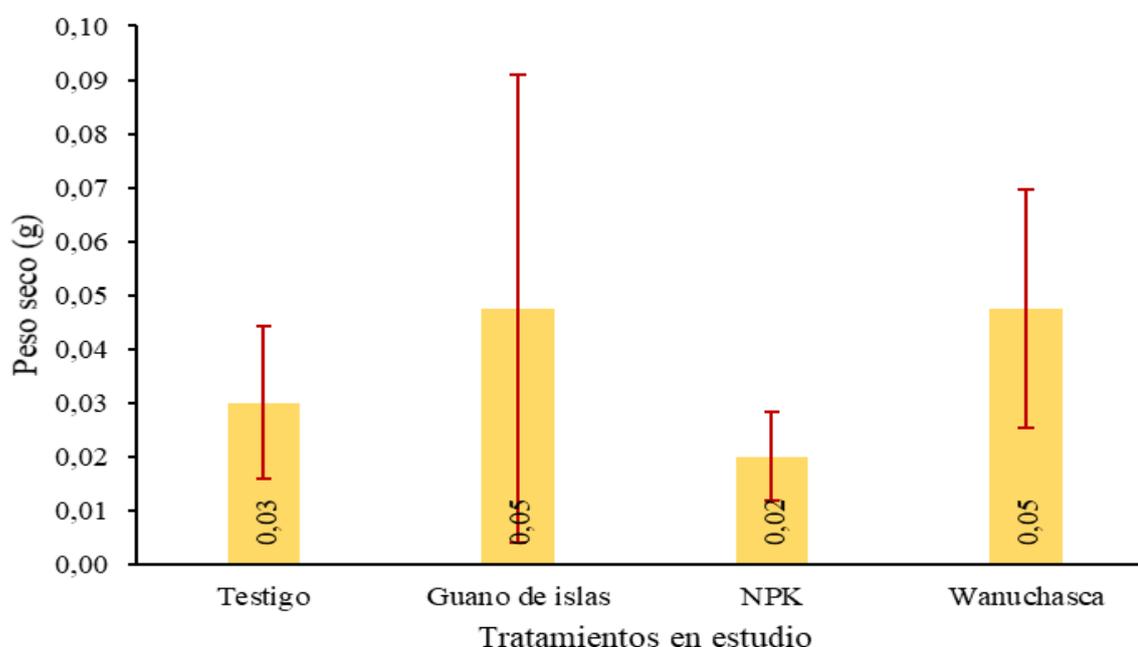


Figura 17. Peso de raíces en plantones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

En el análisis de la varianza correspondiente al peso de las raíces, tanto los bloques y también los tratamientos utilizados no repercutieron de manera

significativas sobre el peso seco de las raíces regeneradas en los plantones de *M. flexuosa* (Tabla 25).

Tabla 25. ANVA para el peso de raíces en plantones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

FV	SC	GL	CM	Fc	P-valor
Bloque	0,001	3	0,000	0,469	0,711 ^{ns}
Tratamiento	0,002	3	0,001	0,971	0,448 ^{ns}
Error	0,007	9	0,001		
Total	0,010	15			

ns: No presenta diferencias estadísticas significativas.

4.2.2. Supervivencia (%)

La supervivencia de los plantones en terreno definitivo fue el 100% para todos los tratamientos utilizados en el estudio (Figura 18).

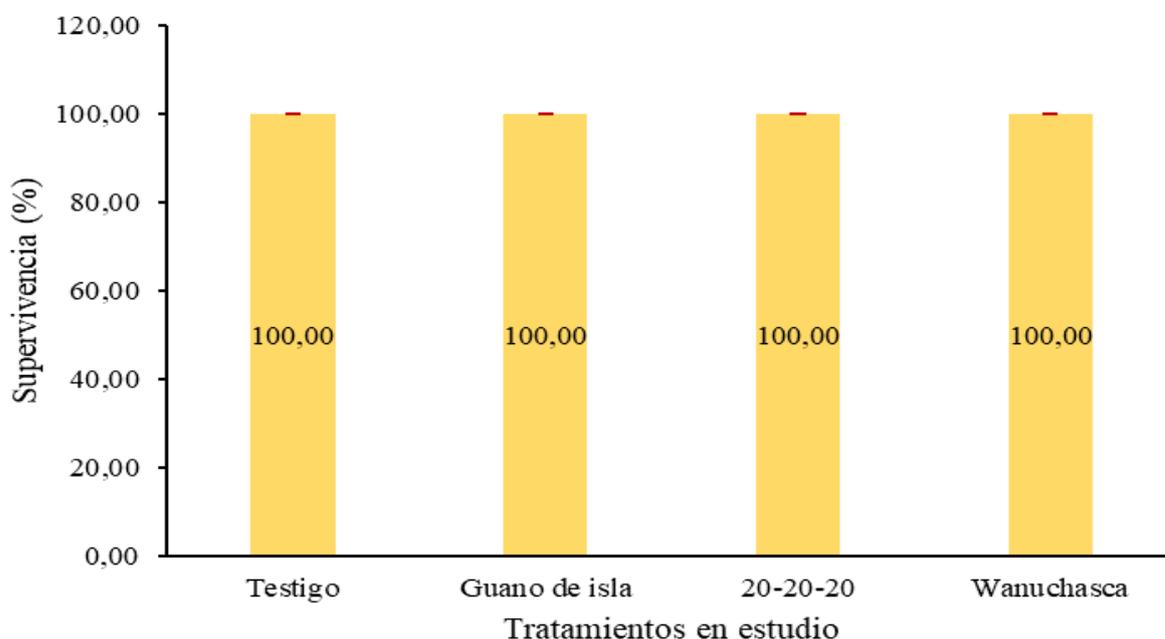


Figura 18. Supervivencia en plantones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

4.2.3. Crecimiento (cm)

4.2.3.1. Altura total de los plantones

La altura total reportadas por los plantones de *M. flexuosa* que fueron establecidos en terreno definitivo y perduraron por un periodo de 15 días presentaron

valores superiores en los tratamientos al que se le aplicó NPK y el guano de islas con promedios de 39,50 y 39,44 cm respectivamente, en caso del menor valor se reportó en el grupo de los que fueron tratados con Wanuchasca en la fase de vivero (Tabla 26 y Figura 19).

La variabilidad de los datos en los cuatro bloques establecidos fue muy similar a pesar de que el tratamiento testigo reportó ligera superioridad de la variabilidad, estas variaciones fueron expresadas en el coeficiente de variación y las barras de error elaboradas con la desviación estándar de cada tratamiento considerado en el estudio (Tabla 26 y Figura 19).

Tabla 26. Estadísticos para la altura total en plántones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

Tratamiento	Repetición	Promedios (cm)	Coefficiente de variabilidad (%)
Testigo	4	39,31	10,88
Guano de isla	4	39,44	5,21
20-20-20 (NPK)	4	39,50	4,42
Wanuchasca	4	39,13	7,48

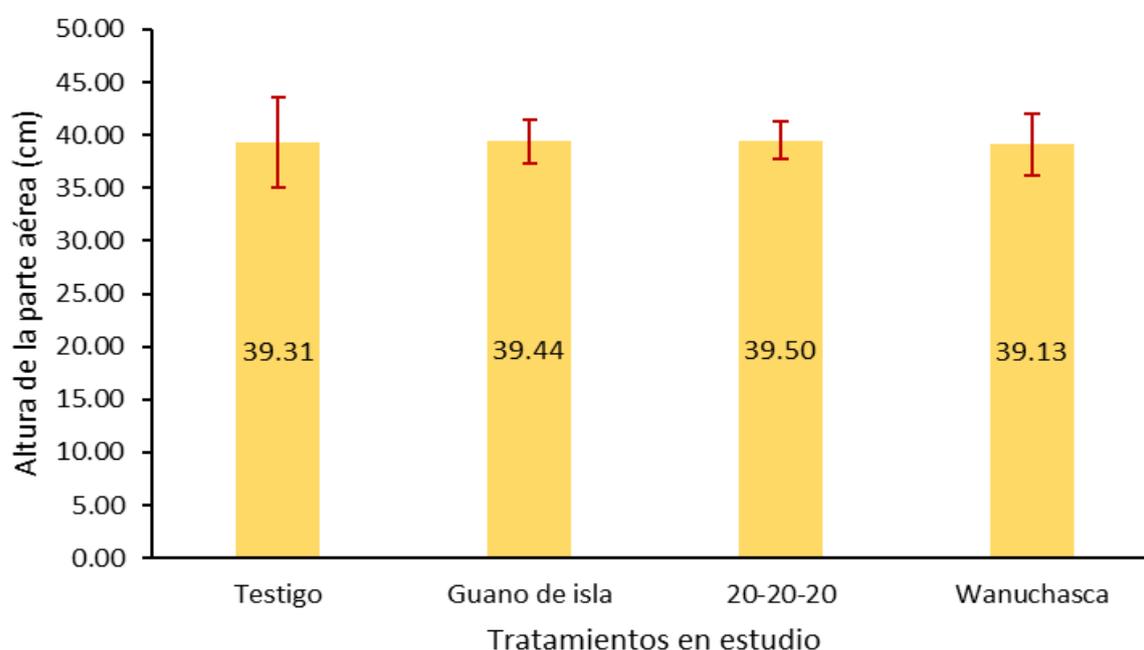


Figura 19. Altura total en plántones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

En el análisis de la varianza, los bloques distribuidos en el terreno definitivo presentaron efectos significativos sobre la altura total; y en caso de los

tratamientos utilizados en el presente estudio, no se determinó significancia alguna sobre la variable indicada en los plantones de *M. flexuosa* (Tabla 27).

Tabla 27. ANVA para la altura total en plantones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

FV	SC	GL	CM	Fc	P-valor
Bloque	60,797	3	20,266	4,383	0,037*
Tratamiento	0,328	3	0,109	0,024	0,995 ^{ns}
Error	41,609	9	4,623		
Total	102,734	15			

ns: No presenta diferencias estadísticas significativas. *: Existe diferencias estadísticas significativas.

4.2.3.2. Altura de peciolo

Las alturas de los peciolos comprendidos desde la base del plantón hasta la inserción de los peciolos en la hoja de *M. flexuosa* presentaron promedios muy similares a excepción de los plantones que fueron tratadas con el fertilizante orgánico Wanuchasca en la fase de vivero ya que éstos obtuvieron un valor de 29,13 cm y numéricamente fue inferior la media alcanzada por parte de los plantones de *M. flexuosa* que no recibieron fertilización alguna durante la fase de vivero (Tabla 28 y Figura 20).

En caso de la variabilidad de los datos que se registra en base a los cuatro bloques establecidos en terreno definitivo, se tiene que, mayores homogeneidades de la altura de los peciolos se reportaron en la aplicación del fertilizante inorgánico NPK, dichas limitadas variaciones de los valores respecto a la altura del peciolo en la especie en estudio se expresaron en el coeficiente de variación y las barras de error obtenidas mediante la desviación estándar (Tabla 28 y Figura 20).

Tabla 28. Estadísticos para la altura del peciolo en plantones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

Tratamiento	Repetición	Promedios (cm)	Coeficiente de variabilidad (%)
Testigo	4	27,38	9,91
Guano de isla	4	27,81	6,33
20-20-20 (NPK)	4	27,90	3,53
Wanuchasca	4	29,13	5,79

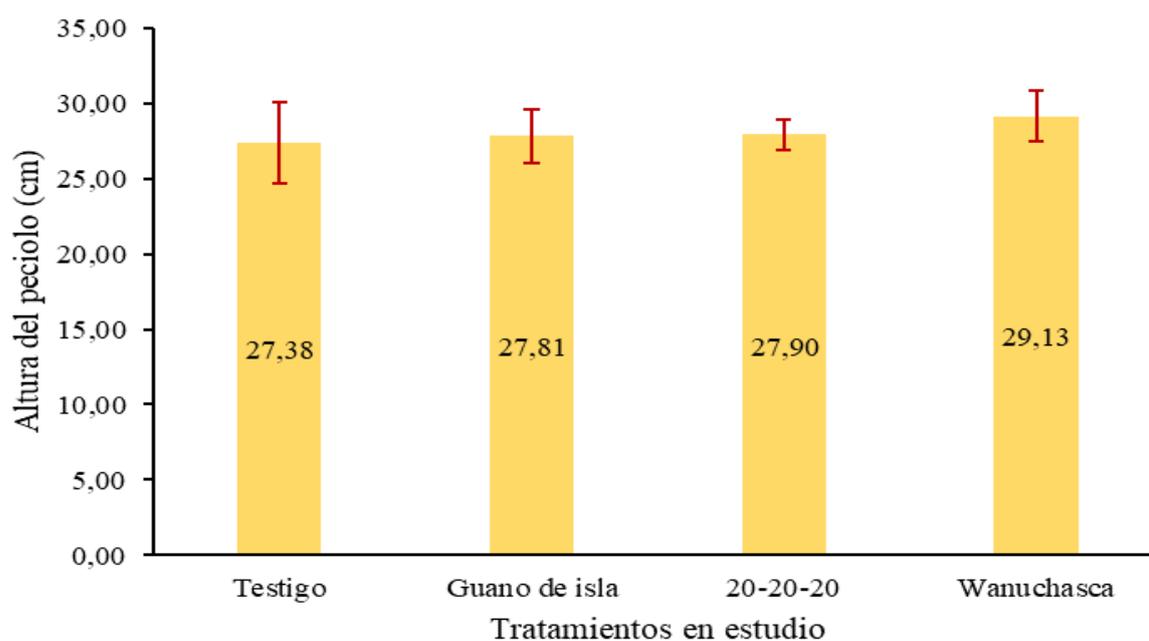


Figura 20. Altura del peciolo en plántones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

La delimitación de los bloques en terreno definitivo y la aplicación de los tratamientos no favorecieron en la altura del peciolo (Tabla 29).

Tabla 29. ANVA para la altura del peciolo en plántones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

FV	SC	GL	CM	Fc	P-valor
Bloque	16,181	3	5,394	1,823	0,213 ^{ns}
Tratamiento	6,760	3	2,253	0,762	0,543 ^{ns}
Error	26,624	9	2,958		
Total	49,565	15			

ns: No presenta diferencias estadísticas significativas.

4.2.3.3. Diámetro del cuello

Los plántones de *M. flexuosa* procedentes del vivero a los cuales les aplicaron el fertilizante inorgánico 20-20-20 como parte del complemento nutricional en el sustrato generaron que en el campo presentaran mayor promedio del diámetro en comparación a los demás tratamientos (Tabla 30).

Los plantones de *M. flexuosa* que procedían del vivero y que fueron tratadas con el abono orgánico Wanuchasca así como los que no recibieron fertilización alguna reportaron individuos con mayor variabilidad del diámetro a nivel del cuello del plantón debido a que el coeficiente de variación calculado correspondió a 11,50% y 18.17% respectivamente (Tabla 37) y en caso de la expresión gráfica, se muestra mayores dimensiones de la barras de error elaboradas por la desviación estándar que representa la variación del 95% de los datos respecto a la media aritmética (Figura 21).

Tabla 30. Estadísticos para el diámetro a nivel del cuello en plantones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

Tratamiento	Repetición	Promedios (cm)	Coefficiente de variabilidad (%)
Testigo	4	1,23	18,17
Guano de isla	4	1,20	8,06
20-20-20 (NPK)	4	1,31	8,46
Wanuchasca	4	1,27	11,50

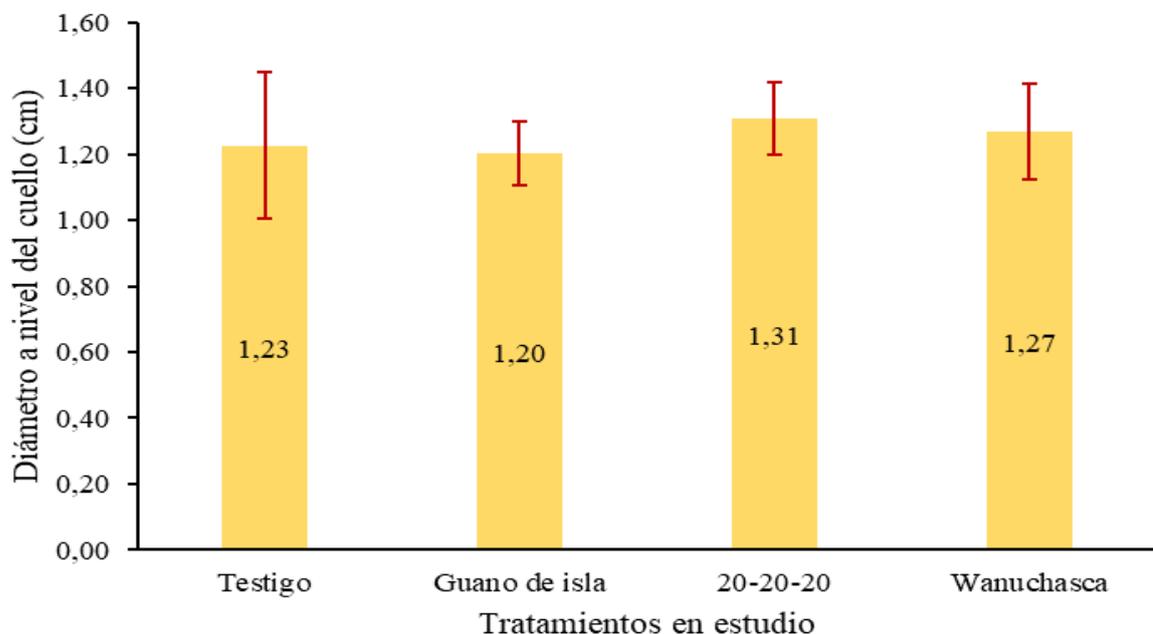


Figura 21. Diámetro a nivel del cuello en plantones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

En el análisis de la varianza, se determinó que los bloques afectaron de manera significativa al diámetro a nivel del cuello del plantón y fue ausente el efecto en los tratamientos considerados en el estudio (Tabla 31).

Tabla 31. ANVA para el diámetro a nivel del cuello en plantones de *M. flexuosa* producidos con diferentes fertilizantes.

FV	SC	GL	CM	Fc	P-valor
Bloque	0,220	3	0,073	11,362	0,002*
Tratamiento	0,025	3	0,008	1,300	0,333 ^{ns}
Error	0,058	9	0,006		
Total	0,303	15			

ns: No presenta diferencias estadísticas significativas. *: Existe diferencias estadísticas significativas.

A pesar que no se logró demostrar diferencias estadísticas significativas, se reportó ligera superioridad de los plantones en el diámetro a nivel del cuello al utilizar plantones procedentes del vivero que fueron producidas bajo fertilización, la importancia de este indicador de calidad lo resaltan Bautista-Zarco et al. (2005) al señalar que el diámetro del tallo en los plantones es un buen indicador para garantizar la sobrevivencia en terreno definitivo, lo que fue verificado en el presente estudio al no encontrar plantón de *M. flexuosa* alguna que murieron o con síntoma de un estrés crítico por la actividad de trasplante. Además, no hubo mortalidad debido a que los plantones presentaban una altura total favorable para ser instaladas en terreno definitivo, al respecto, Díaz et al. (2004) en especies leñosas recalcan que, la variable altura total de las especies vegetales es un parámetro con mayor grado de correlación con la tasa de supervivencia en terreno definitivo.

La mortalidad luego del trasplante, determinados a los 15 días posteriores al establecimiento fue nula debido a que todos sobrevivieron, lo que es un buen indicativo de la calidad de las mismas a pesar que el trasplante se realizó en temporada seca, esto es contradictorio a lo encontrado por Navarro (2011) al establecer plantones de *M. flexuosa* con cuatro años de edad y en el mismo periodo de tiempo al presente estudio reportó 100% de mortalidad y le atribuyó dicho comportamiento a la época seca que se realizó el estudio, el cual no es del todo cierto, más bien esto se debería a la edad de los plantones ya que un individuo con excesiva edad presentan raíces más largas pero no en mayor cantidad y al momento de trasplantarlas fueron rotas o cortadas y es por este punto que se deshidrató y alcanzó la mortalidad con facilidad.

En terreno definitivo no se reportó efectos estadísticos de los plantones que fueron tratados con fertilización en la fase de vivero, resultados muy similares señala Lazo (1996) en *M. flexuosa* ya que aplicó humus de lombriz en dosis de 3 kg y 5 kg sin encontrar efectos estadísticos y sugiriendo que se sigan realizando estudios con otras dosis y

otros abonos con la finalidad de acelerar su crecimiento, ya que es muy lenta en los primeros años y generan muchos costos por mantenimiento. Al respecto, resultados alentadores, pero en más periodo de tiempo lo reportan para *M. flexuosa*, por parte de Reátegui (2011) y Vela (2005) utilizando abonos orgánicos, Mendez (2010) con fertilización inorgánica.

V. CONCLUSIONES

1. La aplicación de fertilizantes como guano de isla, NPK y Wanuchasca no repercutió de manera significativa sobre la calidad morfológica y de respuesta en los plantones de *M. flexuosa*.
2. Dentro de los aspectos morfológicos en vivero, solo se reportó efectos estadísticos significativos en la variable altura de la parte aérea con mayor promedio en el testigo (40.04 cm), mientras que en las demás variables no hubo diferencias estadísticas significativas, mostrando medias superiores en el testigo para la altura del peciolo (27,98 cm), masa radicular (4,59 g) e índice de Dickson (0,47); mientras que el guano de isla generó plantones con mayor masa aérea (8,00 g), esbeltez (23,38) y la proporción entre masa aérea y radical (2,34), en caso del Wanuchasca solo se mostró plantones con mayor diámetro del cuello del plantón (1,19 cm). Para el caso de la coloración de la hoja en su mayoría fueron de verde oscuro y no hubo presencia de patógenos.
3. Los efectos en la calidad de respuesta no hubo diferencias estadísticas en el uso de los fertilizantes, pero fue notorio en el potencial de regeneración de raíces los plantones con mayor número de raíces (8,25 raíces/plantón) en el testigo, en los plantones fertilizados con Wanuchasca y guano de islas se encontró mayor peso radicular (0,05 mg/plantón), además 100% de sobrevivencia en todos los tratamientos. Respecto al crecimiento se registró mayor promedio de altura total (39,50 cm) y diámetro (1,31 cm) al proceder de ser tratados con NPK, mientras que la altura del peciolo (29,13 cm) sobresalió con Wanuchasca.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Realizar trabajos relacionados con la fertilización inicial en plántones de *M. flexuosa* empleando fertilizantes y dosificaciones distintas a lo considerado en el presente estudio.
2. Realizar estudios correspondientes a la calidad de sitio donde prolifera la *M. flexuosa* no solamente incluyendo a las propiedades edáficas, sino también a las condiciones medioambientales como el microclima, los cuales servirán de base para que se elaboren programas de fertilización que abarquen desde la producción de plántones hasta el manejo nutricional de plantaciones.
3. Continuar con la evaluación de los plántones de *M. flexuosa* en campo definitivo para ver el desarrollo de estas en periodos prolongados de tiempo.
4. Se recomienda para otros estudios considerar los datos meteorológicos en el tiempo que se ejecute el trabajo de investigación, para definir su influencia en el comportamiento de los plántones.
5. Se recomienda antes de definir la dosis de fertilización para trabajos de investigación similares, se realice el análisis del sustrato o suelo dependiendo del caso a plantearse.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrios, G. N. (2002). *Fitopatología*. Séptima reimpresión de la Segunda Edición. Editorial Limusa, S.A. Grupo Noriega Editores.
- AGRORURAL. (s/d). *Guano de las islas. Mejorando tu suelo, mejoras tu cosecha*. Dirección de Operaciones Sub Dirección de Insumos y Abonos. Ministerio de Agricultura.
- Aguiar, I. B., y Mello, H. A. (1974). Influencia do recipiente na producao de mudas e no desenvolvimento inicial ap.s o plantio no campo, de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus saligna* Smith. *Rev. IPEF*, 8, 19-40.
- Aguilar, A. (2021). *Efecto de tres abonos orgánicos en plantones de café (Coffea arábica L.) variedad Catimor, Jorobamba – Utcubamba – Amazonas – 2020* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro Del Perú]. Repositorio institucional UPA.
- Armas, E. (2008). *Plan de Negocio del Aguaje Comunidad Nativa Parinari*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.
- Arteaga, B., León, S., y Amador, C. (2003). Efecto de la mezcla de sustratos y fertilización sobre el crecimiento de *Pinus durangensis* Martínez en vivero. Universidad Veracruzana. *Rev. Foresta Veracruzana*, 5(002), 9-16.
- Arteaga, B., y Zenil – Rubio, J. (2005). Fertilización en vivero de *Pseudotsuga macrolepis* Flous. Universidad Veracruzana. *Rev. Foresta Veracruzana*, 7(001), 41-45.
- Barajas, G., y Álvarez, F. J. (2004). Asignación de recursos e influencia de los cotiledones en el crecimiento de plántulas de *Nectandra ambigens* (Blake) C.K.Allen (Lauraceae) en una selva tropical húmeda. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 74, 5-11. <https://www.redalyc.org/pdf/577/57707401.pdf>
- Bautista-Zarco, N., Cetina-Alcalá, V. M., Castillo, J. A., y Tarcicio, C. (2005). *Evaluación de la calidad de brinzales de Pinus montezumae Lamb., producidos en el Vivero San Luis Tlaxialtemalco, Distrito Federal*. Universidad Autónoma Indígena de México.
- Birchler, T. (1998). *La planta ideal. Investigación Agrícola: Sistemas Recursos Forestales*. http://www.inia.es/gcontrec/pub/11.T.BIRCHLER_1047630290178.pdf
- Blumen, S. (s.d.). *Niveles de investigación*. PUCP. <https://capacitacionesweb.pucp.edu.pe/posgrado/unidad3/#/lessons/JYEMqoUOa8eOVDXuXqHkoaRlwrn1lpv>
- Burdett, A. N. (1979). New methods for measuring root growth capacity: their value in assessing lodgepole pine stock quality. Traducido por: Bartra, M. Canadian. *Journal of Forest Research*, 9, 63-67.

- Calzada, J. (1970). *Métodos estadísticos para la investigación* (3ª ed.). Editorial Jurídica S. A.
- Coelho, J. R. (1999). Importancia da adubacao na cultura da seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). Traducido por: Garay, V. *Rev. Forestal Latinoamericana*, 36, 7-9.
- Couston, J. W., y Narayan, P. (1987). *Role of fertilizer pricing policies and subsidies in agricultural development*. Traducido por: Llanes, Y. FAO.
- Delgado, C., Couturier, G., y Mejía, K. (2007). *Mauritia flexuosa* (Arecaceae: Calamoideae), an Amazonian palm with cultivation purposes in Peru. *Fruits*. Traducido por: López, J. *Revista Brasileira de Fisiología Vegetal*, 1(62), 157-159.
- Díaz, L., Maldonado, J. C., Peters, J., Pérez, E., Puértolas, S., Morales, D., Jiménez, M. S., y Sánchez, L.G. (2004). Evaluación de la calidad de plántulas de *Pinus canariensis* cultivadas con diferentes métodos en la supervivencia y crecimiento en campo. *Rev. de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 17, 63-67.
- Duryea, M. L. (1985). *Evaluating seedling quality; importance to reforestation. Principles, Procedures and Predictive Abilities of Major Tests*. Forest Rev. Lab., Oregon State Univ.
- Escobar, R. (1990). Análisis de algunos elementos básicos involucrados en la producción artificial de plantas de especies nativas. *Bosque*, 11(1), 3-9.
- Escobar, R. (1995). *Apuntes de viveros forestales*. Fac. de Cs Forestales. Univ. de Concepción-Chile. No publicados.
- Folk, R. S., y Grossnickle, S. C. (1997). Determining field performance potential with the use of limiting environmental conditions. *Rev. New Forests*, 13, 121-138.
- Freitas, L., Inedo, M., Linares, C., y Del Castillo, D. (2006). *Descriptorios para el aguaje (Mauritia flexuosa L.f.)*. Documento técnico N° 30.
- Galloway, G. (1997). *El fomento de plantaciones forestales en América Central*. III Congreso Forestal Centroamericano. San José, Costa Rica. p. 68-74.
- González, A., y Torres, G. M. (2010). *Manual Cultivo de aguaje Mauritia flexuosa L. f.* Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP. www.iiap.org.pe
- Gonzales, W. JR. (2011). *Evaluación del efecto de guano de islas en el crecimiento de guaba (Inga edulis C. Martius) y pino chuncho (Schizolobium parahyba (Velloso) Blake var. Amazonicum (Huber ex Ducke) Barneby) asociados con especies del género heliconia* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional agraria de la Selva].
- Havlin, J., Beaton, J., Tisdale, S., y Nelson, W. (1993). *Soil fertility and fertilizers*. 6ª ed. MacMillan Publishing Company.

- Hernández, P., De La Ossa, G., Vilorio, Z., y Bracho, B. (2007). *Influencia de la luz solar y abonamiento sobre el crecimiento de sábila (Aloe barbadensis Miller). f.) en la fase de vivero*. Universidad del Zulia.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. P. (2014). *Metodología de investigación*. 6 ed. McGraw-Hill/Interamericana EDITORES, S.A. DE C.V. 600 p.
- Holdridge, R. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*. 3 ed. Servicio editorial IICA.
- Huamán, F. (2011). *Establecimiento de un sistema sivopastoril con aguaje *Mauritia flexuosa* L.f. utilizando abonos orgánicos en suelos de pasto natural degradado torourco en el módulo lechero de Aucayacu* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS.
- Illanes, C. I. (2014). *Ensayos de tratamientos pregerminativos en semillas de aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f.) en Tingo María, Perú* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/623/T.FRS-227.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana [IIAP]. (2006a). *Aguaje: La maravillosa palmera de la amazonía*. Ed. Wust.
- Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana [IIAP]. (2006b). *El aguaje*. Siforestal. <http://www.siforestal.org.pe/Aguaje.htm>
- Instituto Nacional de Recursos Naturales [INRENA]. (1995). *Mapa ecológico del Perú*. INRENA.
- Kruse, J., Hetzger, I., Mai, C., Polle, A., y Rennenberg, H. (2003). Elevated CO² affects N metabolism of young poplar plants (*Populus tremolo* XP. *alba*) differently at deficient and sufficient N-supply. *New Phytologist*, 157, 65-81.
- Lazo, S. (1996). *Efectos del humus de lombriz en plantones de *Mauritia flexuosa* L.f. "aguaje" en plantación a campo abierto* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana].
- Loreto, F., y Centritto, M. (2008). Leaf carbon assimilation in a water-limited world. *Plant Biosystems*, 142, 154-161.
- Lugo, H. (1986). Suelos, interpretación físico-química. Cátedra de Química Xeral e Agrícola, E.U.I.T.A. GEOCITIES. http://www.geocities.com/Yosemite/8300/anexo1_2.htm
- Mattsson, A. (1997). Predicting field performance using seedling quality assessment. *New Forests*, 13, 227-252.

- Melo, V., Da Costa, L., De Barros, N., Ferreira, M., y Ferreira, R. (1995a). Caracterización mineralógica del suelo y su relación con la reserva mineral en parcelas con *Eucalyptus saligna*, en Río Grande do Sul, Brasil. En: Simposio IUFRO. *Manejo nutritivo de plantaciones forestales*. Valdivia, Chile. p. 71-77.
- Melo, V., De Barros, N., Da Costa, L., Ferreira, R., y Ferreira, M. (1995b). Formas de K y de Mg en suelos de Río Grande do Sul, Brasil, y su relación con el contenido en la planta y con la producción en parcelas con *Eucalyptus saligna*. En: Simposio IUFRO. *Manejo nutritivo de plantaciones forestales*. Valdivia, Chile. p. 82-87.
- Mendez, J. (2010). *Efecto de la fertilización con NPK en el comportamiento silvicultural de Calycophyllum spruceanum Benth (capirona) y Mauritia flexuosa L.f. (aguaje) en Tulumayo – Aucayacu* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Navarro, A. (2011). *Comportamiento al trasplante de plántones de aguaje (Mauritia flexuosa L. f.) de cuatro años de edad, en el CIEFOR Puerto Almendra- Perú* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana]. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2290/T%20631.%20535%20N29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Oliet, J. A., Planelles R., López M., y Artero F. (1999). Efecto de la fertilización en vivero sobre la supervivencia en plantación de *Pinus halepensis*. España. *Revista de la sociedad Española*, 3(19), 48-54.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] – Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes [IFA]. (2002). *Los fertilizantes y su uso. Una guía de bolsillo para los oficiales de extensión*. 4 ed. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (1995). *Agricultura Mundial: Hacia el año 2010*. FAO. N. Alexandratos. Chichester.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (1999). *Guía para el manejo eficiente de la nutrición de las plantas*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Pemán, J., Ribelles, M., y Navarro Cerrillo, M. (2000). *Replantaciones forestales: Análisis del marco legal*. Universidad de Lérida.
- Prieto, R. J. A., García R. J. L., Mejía B. J. M., Huchín A. S. y Aguilar V. J. L. (2009). *Producción de planta del género Pinus en vivero en clima templado frío*. Publicación Especial Núm. 28. Campo Experimental Valle del Guadiana INIFAP-SAGARPA.

- Puttonen, P. (1997). *Looking for the “silver bullet” - Can one test do it all?* Traducido por: Gardnés, A. *Rev. New Forests*, 13, 9-27. <https://doi.org/10.1023/A:1006557502326>
- Reátegui, J. (2011). *Caracterización morfológica del aguaje (Muritia flexuosa L.f.) a diferentes dosis de abonos orgánicos en suelos inundados temporalmente del CIPTALD* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Reforestation Nurseries, & Genetics Resources (RNGR). *Vivero Forestal: Producción de Plantas Nativas a Raíz Cubierta*. RNGR. <https://rngr.net/publications/vivero-forestal-produccion-de-plantas-nativas-a-raiz-cubierta>
- Ribeiro, M. E., De Moraes, P. V., y Gimenez, C. A. (1998). Crescimento, condutância estomática, fotossíntese e porosidade do buriti sob inundação. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 10(1), 51-58.
- Ritchie, G. A. (1985). Root growth potential: principles, procedures and predictive ability. En: M.L. Duryea editor. *Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests*. Traducido por: Ferreyra, A. Oregon State University, Corvallis. p. 93-104.
- Ritter, A. A. (2008). *Efecto de tres tipos de fertilizantes para estimulación radicular sobre la calidad de las raíces en plantas de roble (Nothofagus obliqua (Mirb) Oerst.) como reacción rápida al repique*. Universidad Austral de Chile.
- Rodríguez, D. A. (2008). *Indicadores de calidad de planta forestal*. Mundi Prensa.
- Rojas, K. J. (2017). *Enmiendas orgánicas (guano de isla, humus y compost) en Coffea arabica L., variedad Costa Rica 95 en condiciones de vivero – en el fundo Be Hurt ubicado en la provincia de Satipo- Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro Del Perú]. Repositorio institucional UNCP.
- Ruiz, F., Soria, F., Pardo, M., y Toval, G. (2001). Ensayos factoriales de fertilización en masas de *Eucalyptus globulus* (Labill.) de mediana edad. Análisis de rentabilidad de inversión por fertilización. En: Simposio IUFRO. *Desarrollando el eucalipto del futuro*. Valdivia, Chile.
- Scagel, R., Bowden, R., Madill, M., y Kooistra, C. (1993). *Provincial seedling stock type selection and ordering guidelines*. British Columbia. Min. of Forests.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI]. (2020). *Datos Hidrometeorológicos en Huánuco*. SENAMHI. <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=huanuco&p=estaciones>

- Silva, R., y Barrios, R. (2015). *Diseños de experimentos: Principios del análisis de varianza*. Universidad de Oriente. <https://es.slideshare.net/rbarriosm/5-diseo-de-experimentos-principios>.
- Smurfit Kappa. (2008). La calidad de la planta forestal. Un concepto en Cartón de Colombia. III *Seminario de Reforestación*. Bogotá, Colombia. 43 p.
- Soil Survey Staff. (1993). *Soil survey manual*. United States Department of Agriculture. Hnbk no. 18 U.S. Gov. Printing Office.
- Solano, J. (2017). *Efecto de diferentes formas de aplicación del guano de isla en el crecimiento inicial del aguaje (Mauritia flexuosa L.f.) en el distrito de Daniel Alomía Robles – Perú* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- The Angiosperm Phylogeny Group. (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161, 105-121.
- Thompson, B. (1985). Seeling morphological evaluation. What can you tell by looking. In: *Evaluating seeling quality: principles, procedures and predictive abilities of major test*. M. L. Durges. Forest Research Laboratory. Oregon State University. 59-65
- Toro, J. (1995). Avances en fertilización en *Pino radiata* y *Eucalyptus* en Chile. En: Simposio IUFRO. *Manejo Nutritivo de Plantaciones Forestales*. Valdivia, Chile. p. 293-298.
- Turnbull, M. H., Murthy, R., y Griffin K.L. (2002). The relative impacts of daytime and night-time warming on photosynthetic capacity in *Populus deltoides*. *Plant Cell and Environment*, 25, 1729-1737.
- Utia, M. R. (2017). *Hongos asociados a manchas foliares del aguaje (Mauritia flexuosa) y camu camu (Myrciaria dubia) en la provincia de Maynas* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3020/H20-U9-T.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Vasquez, V. (1990). *Experimentación agrícola: Diseños estadísticos para la investigación científica tecnológica*. Amaru Editores S.A.
- Vela, F. (2005). *Efecto de dos tipos de abonos orgánicos en una plantación asociada de capirona (Calycophyllum spruceanum Benth) y aguaje (Mauritia flexuosa L.f.) en Tingo María* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Villar-Salvador, P. (2003). *Importancia de la calidad de planta en los proyectos de revegetación*. Universidad de Alcalá. Asociación Española de Ecología Terrestre. <https://pedrovillar.web.uah.es/PDF/Texto%20publicado.pdf>

Walter, A., Christ, M., Barron-Gafford, G., Grieve, A., Murthy, R., y Rascher, U. (2005). The effect of elevated CO² on diel leaf growth cycle, leaf carbohydrate content and canopy growth performance of *Populus deltoides*. *Global Change Biology*, 11, 1207-1219.

Anexo

Anexo A. Base de datos**Tabla 32.** Datos de altura y diámetro a nivel del cuello.

Trat.	Rep.	Plantón	Altura parte aérea (cm)	Altura peciolo (cm)	DAC (cm)
0	1	1	44,00	30,00	1,36
0	1	2	40,00	25,00	1,60
0	1	3	38,00	29,00	1,38
0	1	4	33,00	24,00	1,32
0	1	5	39,00	31,00	1,23
0	1	6	42,00	24,00	1,22
0	1	7	32,00	23,00	1,15
0	1	8	28,00	23,00	1,27
0	1	9	29,00	19,50	1,00
0	1	10	42,00	30,00	1,20
0	2	1	39,00	27,50	1,24
0	2	2	45,00	35,00	1,20
0	2	3	43,00	28,00	1,40
0	2	4			
0	2	5	40,00	27,00	0,75
0	2	6	40,00	33,00	1,25
0	2	7	41,00	28,50	1,30
0	2	8	43,00	30,00	1,31
0	2	9	39,00	28,00	1,14
0	2	10	43,00	30,50	1,43
0	3	1	40,00	28,00	1,31
0	3	2	47,00	34,50	1,10
0	3	3	40,00	30,00	1,17
0	3	4	37,00	27,50	1,02
0	3	5	37,00	25,00	1,24
0	3	6	45,00	28,00	1,24
0	3	7	39,00	26,00	1,12
0	3	8	36,00	26,00	1,07
0	3	9	46,00	26,50	1,00
0	3	10	43,00	26,00	1,17
0	4	1	42,00	30,00	1,03
0	4	2	39,00	23,50	1,10
0	4	3	37,00	31,00	0,95
0	4	4	38,00	28,00	1,14
0	4	5	40,00	26,00	1,15
0	4	6	42,00	31,00	1,13
0	4	7	38,00	29,00	1,00

Trat.	Rep.	Plantón	Altura parte aérea (cm)	Altura peciolo (cm)	DAC (cm)
0	4	8	40,00	31,00	1,27
0	4	9	40,00	29,00	1,18
0	4	10	33,00	27,50	1,00
1	1	1	36,00	26,80	1,19
1	1	2	15,00	15,00	0,50
1	1	3	45,00	30,00	1,44
1	1	4	41,00	34,00	1,33
1	1	5	37,00	23,00	1,25
1	1	6	49,00	26,00	1,30
1	1	7	45,00	35,00	1,20
1	1	8	30,00	27,00	1,25
1	1	9	33,00	26,50	1,02
1	1	10	37,00	28,00	1,22
1	2	1	43,00	32,00	1,32
1	2	2	37,00	23,00	1,02
1	2	3	38,00	29,00	1,45
1	2	4	37,00	32,50	1,12
1	2	5	45,00	38,00	1,34
1	2	6	35,00	26,00	1,26
1	2	7	36,00	24,00	0,86
1	2	8	35,00	29,00	1,05
1	2	9	33,00	25,00	0,92
1	2	10	37,00	29,00	1,31
1	3	1	40,00	27,00	1,09
1	3	2	43,00	28,00	0,90
1	3	3	39,00	34,00	1,53
1	3	4	36,00	25,00	1,04
1	3	5	23,00	17,00	0,75
1	3	6	38,00	24,00	1,00
1	3	7	45,00	28,00	1,25
1	3	8	41,00	28,00	2,05
1	3	9	38,00	21,50	1,23
1	3	10	31,00	28,00	1,14
1	4	1	45,00	29,00	1,48
1	4	2	34,00	23,00	1,23
1	4	3	41,00	27,00	1,11
1	4	4	38,00	26,00	1,09
1	4	5	36,00	26,00	1,15
1	4	6	35,00	21,50	1,03
1	4	7	34,00	22,00	1,00
1	4	8	36,00	22,00	1,21

Trat.	Rep.	Plantón	Altura parte aérea (cm)	Altura peciolo (cm)	DAC (cm)
1	4	9	43,00	28,00	1,06
1	4	10	49,00	30,00	1,20
2	1	1	40,00	26,00	1,21
2	1	2	43,00	30,00	1,45
2	1	3	40,00	29,50	1,40
2	1	4	38,00	24,00	0,85
2	1	5			
2	1	6	31,00	25,00	1,14
2	1	7	45,00	37,00	1,08
2	1	8	36,00	27,50	1,05
2	1	9	31,00	20,50	1,15
2	1	10	40,00	31,00	1,00
2	2	1	40,00	24,50	1,05
2	2	2	40,00	26,50	1,17
2	2	3	33,00	27,00	1,13
2	2	4	39,00	29,50	1,06
2	2	5	37,00	23,50	1,20
2	2	6	18,00	14,00	0,95
2	2	7	36,00	23,00	1,13
2	2	8	45,00	30,00	1,27
2	2	9	36,00	26,00	1,14
2	2	10	45,00	26,00	1,00
2	3	1	48,00	31,00	1,21
2	3	2			
2	3	3	23,00	19,00	1,00
2	3	4	34,00	22,00	1,13
2	3	5	42,00	31,00	1,16
2	3	6	42,00	29,00	1,31
2	3	7	31,00	25,00	1,14
2	3	8	29,00	18,00	0,93
2	3	9	36,00	26,00	1,20
2	3	10	30,00	25,00	0,95
2	4	1	37,00	24,00	0,85
2	4	2	41,00	30,00	0,92
2	4	3	33,00	25,00	1,00
2	4	4	32,00	25,00	0,74
2	4	5	30,00	29,00	0,90
2	4	6			
2	4	7	30,00	21,00	1,08
2	4	8	29,00	21,50	1,06
2	4	9	34,00	23,00	1,09

Trat.	Rep.	Plantón	Altura parte aérea (cm)	Altura peciolo (cm)	DAC (cm)
2	4	10	37,00	25,00	1,16
3	1	1	53,00	38,00	1,57
3	1	2	43,00	32,00	1,27
3	1	3	32,00	29,00	1,05
3	1	4	35,00	24,00	1,15
3	1	5	38,00	29,50	1,58
3	1	6	38,00	26,00	1,30
3	1	7	35,00	21,50	1,27
3	1	8	45,00	30,00	1,33
3	1	9	32,00	26,00	1,05
3	1	10	41,00	29,00	1,45
3	2	1	38,00	30,00	1,26
3	2	2	37,00	23,00	1,09
3	2	3	39,00	23,50	1,26
3	2	4	49,00	33,00	1,08
3	2	5	43,00	31,00	1,30
3	2	6	40,00	30,00	1,04
3	2	7	40,00	31,00	0,90
3	2	8	37,00	24,00	1,01
3	2	9	32,00	23,00	1,14
3	2	10	39,00	27,00	1,22
3	3	1	38,00	27,00	1,36
3	3	2	33,00	25,00	0,90
3	3	3	48,00	35,50	1,12
3	3	4	37,00	23,00	0,83
3	3	5	38,00	27,00	1,40
3	3	6	41,00	29,00	1,17
3	3	7	42,00	27,50	1,22
3	3	8	35,00	20,00	1,23
3	3	9	32,00	20,00	0,84
3	3	10	36,00	25,00	1,29
3	4	1	46,00	33,00	0,90
3	4	2	37,00	26,00	1,20
3	4	3	38,00	23,00	0,94
3	4	4	40,00	26,50	1,40
3	4	5			
3	4	6	42,00	26,00	1,42
3	4	7			
3	4	8	35,00	27,50	1,31
3	4	9	36,00	25,00	0,87
3	4	10	47,00	35,00	1,37

Tabla 33. Datos de las hojas y la presencia de patógenos.

Trat.	Rep.	Plantón	Cantidad hojas	Coloración de hoja	Patógenos
0	1	1	1	verde claro	ausente
0	1	2	1	verde claro	ausente
0	1	3	1	verde claro	ausente
0	1	4	2	verde claro	ausente
0	1	5	1	verde claro	ausente
0	1	6	1	verde claro	ausente
0	1	7	1	verde claro	ausente
0	1	8	1	verde claro	ausente
0	1	9	1	verde claro	ausente
0	1	10	1	verde claro	ausente
0	2	1	2	verde claro	ausente
0	2	2	1	verde claro	ausente
0	2	3	2	verde claro	ausente
0	2	4			
0	2	5	1	verde claro	ausente
0	2	6	1	verde claro	ausente
0	2	7	2	verde claro	ausente
0	2	8	1	verde claro	ausente
0	2	9	1	verde claro	ausente
0	2	10	1	verde claro	ausente
0	3	1	1	verde claro	ausente
0	3	2	1	verde claro	ausente
0	3	3	1	verde claro	ausente
0	3	4	1	verde claro	ausente
0	3	5	1	verde claro	ausente
0	3	6	1	verde claro	ausente
0	3	7	1	verde claro	ausente
0	3	8	1	verde claro	ausente
0	3	9	1	verde claro	ausente
0	3	10	1	verde claro	ausente
0	4	1	1	verde claro	ausente
0	4	2	1	verde claro	ausente
0	4	3	1	verde claro	ausente
0	4	4	1	verde claro	ausente
0	4	5	1	verde claro	ausente
0	4	6	1	verde claro	ausente
0	4	7	1	verde claro	ausente
0	4	8	1	verde claro	ausente
0	4	9	1	verde claro	ausente
0	4	10	1	verde claro	ausente

Trat.	Rep.	Plantón	Cantidad hojas	Coloración de hoja	Patógenos
1	1	1	1	Amarillo verdoso	ausente
1	1	2	0		
1	1	3	2	verde claro	ausente
1	1	4	1	verde claro	ausente
1	1	5	1	verde claro	ausente
1	1	6	2	verde claro	ausente
1	1	7	2	verde claro	ausente
1	1	8	1	verde claro	ausente
1	1	9	1	verde claro	ausente
1	1	10	1	verde claro	ausente
1	2	1	2	verde claro	ausente
1	2	2	2	verde claro	ausente
1	2	3	1	Amarillo verdoso	ausente
1	2	4	1	verde claro	ausente
1	2	5	2	verde claro	ausente
1	2	6	1	verde claro	ausente
1	2	7	2	verde claro	ausente
1	2	8	1	verde claro	ausente
1	2	9	2	verde claro	ausente
1	2	10	2	verde claro	ausente
1	3	1	1	verde claro	ausente
1	3	2	1	verde claro	ausente
1	3	3	1	verde claro	ausente
1	3	4	2	verde claro	ausente
1	3	5	1	verde claro	ausente
1	3	6	1	verde claro	ausente
1	3	7	2	verde claro	ausente
1	3	8	1	verde claro	ausente
1	3	9	2	verde claro	ausente
1	3	10	2	verde claro	ausente
1	4	1	2	verde claro	ausente
1	4	2	2	verde claro	ausente
1	4	3	2	verde claro	ausente
1	4	4	1	verde claro	ausente
1	4	5	1	verde claro	ausente
1	4	6	2	verde claro	ausente
1	4	7	2	verde claro	ausente
1	4	8	2	verde claro	ausente
1	4	9	1	verde claro	ausente
1	4	10	2	verde claro	ausente
2	1	1	1	verde claro	ausente

Trat.	Rep.	Plantón	Cantidad hojas	Coloración de hoja	Patógenos
2	1	2	2	verde claro	ausente
2	1	3	1	verde claro	ausente
2	1	4	1	verde claro	ausente
2	1	5			
2	1	6	1	verde claro	ausente
2	1	7	1	verde claro	ausente
2	1	8	1	verde claro	ausente
2	1	9	1	verde claro	ausente
2	1	10	1	verde claro	ausente
2	2	1	1	verde claro	ausente
2	2	2	1	verde claro	ausente
2	2	3	1	verde claro	ausente
2	2	4	1	verde claro	ausente
2	2	5	1	verde claro	ausente
2	2	6	1	verde claro	ausente
2	2	7	1	verde claro	ausente
2	2	8	1	verde claro	ausente
2	2	9	1	verde claro	ausente
2	2	10	1	verde claro	ausente
2	3	1	1	verde claro	ausente
2	3	2			
2	3	3	1	Amarillo verdoso	ausente
2	3	4	1	verde claro	ausente
2	3	5	1	verde claro	ausente
2	3	6	2	verde claro	ausente
2	3	7	1	verde claro	ausente
2	3	8	1	verde claro	ausente
2	3	9	1	verde claro	ausente
2	3	10	1	verde claro	ausente
2	4	1	1	verde claro	ausente
2	4	2	1	Amarillo verdoso	ausente
2	4	3	1	verde claro	ausente
2	4	4	1	verde claro	ausente
2	4	5	2	verde claro	ausente
2	4	6			
2	4	7	1	verde claro	ausente
2	4	8	1	verde claro	ausente
2	4	9	2	verde claro	ausente
2	4	10	1	verde claro	ausente
3	1	1	1	verde claro	ausente
3	1	2	1	verde claro	ausente

Trat.	Rep.	Plantón	Cantidad hojas	Coloración de hoja	Patógenos
3	1	3	1	verde claro	ausente
3	1	4	1	verde claro	ausente
3	1	5	2	verde claro	ausente
3	1	6	1	verde claro	ausente
3	1	7	1	verde claro	ausente
3	1	8	2	verde claro	ausente
3	1	9	1	verde claro	ausente
3	1	10	1	verde claro	ausente
3	2	1	2	verde claro	ausente
3	2	2	1	verde claro	ausente
3	2	3	2	verde claro	ausente
3	2	4	1	verde claro	ausente
3	2	5	1	verde claro	ausente
3	2	6	1	verde claro	ausente
3	2	7	1	verde claro	ausente
3	2	8	1	verde claro	ausente
3	2	9	1	verde claro	ausente
3	2	10	1	verde claro	ausente
3	3	1	2	verde claro	ausente
3	3	2	1	verde claro	ausente
3	3	3	1	verde claro	ausente
3	3	4	1	verde claro	ausente
3	3	5	1	verde claro	ausente
3	3	6	1	verde claro	ausente
3	3	7	1	verde claro	ausente
3	3	8	2	verde claro	ausente
3	3	9	2	verde claro	ausente
3	3	10	1	verde claro	ausente
3	4	1	1	verde claro	ausente
3	4	2	1	verde claro	ausente
3	4	3	1	verde claro	ausente
3	4	4	2	verde claro	ausente
3	4	5			
3	4	6	2	verde claro	ausente
3	4	7			
3	4	8	1	verde claro	ausente
3	4	9	1	verde claro	ausente
3	4	10	1	verde claro	ausente

Tabla 34. Valores de los plántones para obtener la biomasa.

Trat.	Rep.	Plantón	M. aérea (g)	M. radical (g)	Masa (g)	IR	Pa/Rz	ICD
0	1	7	7,11	4,47	11,58	20,00	1,59	0,54
0	2	8	7,53	4,46	11,99	22,90	1,69	0,49
0	3	3	6,03	4,55	10,58	25,64	1,33	0,39
0	4	6	8,22	4,89	13,11	27,43	1,68	0,45
1	1	10	5,67	2,89	8,56	22,95	1,96	0,34
1	2	1	10,82	3,03	13,85	24,24	3,57	0,50
1	3	3	9,46	6,22	15,68	22,22	1,52	0,66
1	4	7	6,05	2,64	8,69	22,00	2,29	0,36
2	1	8	8,09	4,01	12,1	26,19	2,02	0,43
2	2	9	8,03	3,91	11,94	22,81	2,05	0,48
2	3	5	8,48	3,85	12,33	26,72	2,20	0,43
2	4	3	6,09	3,53	9,62	25,00	1,73	0,36
3	1	8	7,18	3,89	11,07	22,56	1,85	0,45
3	2	8	6,24	5,25	11,49	23,76	1,19	0,46
3	3	9	6,75	3,84	10,59	23,81	1,76	0,41
3	4	3	7,51	4,35	11,86	24,47	1,73	0,45

Anexo B. Panel de fotografías

Figura 22. Aplicación de tratamientos y parcela experimental.



Figura 23. Plantones de *M. flexuosa* en fase de vivero.



Figura 24. Semillas de *M. flexuosa* con cotiledón al final de la fase de vivero.



Figura 25. Muestras de *M. flexuosa* rotuladas en estufa.



Figura 26. Registro de datos correspondiente a la biomasa de *M. flexuosa*.



Figura 27. Preparación del terreno.



Figura 28. Plantación propiamente dicha de *M. flexuosa*.



Figura 29. Plantón de *M. flexuosa* en terreno definitivo.

Anexo C. Mapas y/o planos

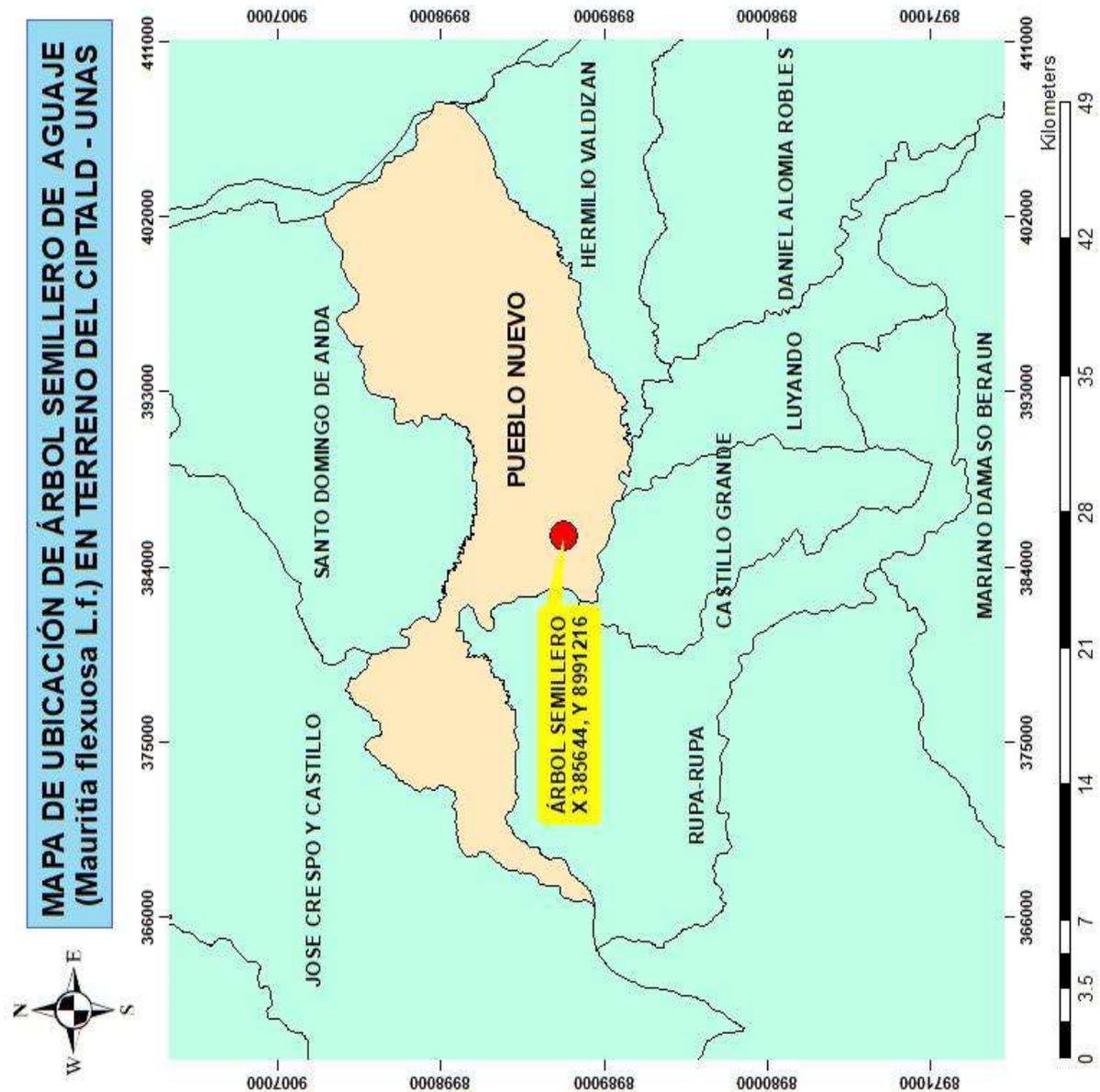
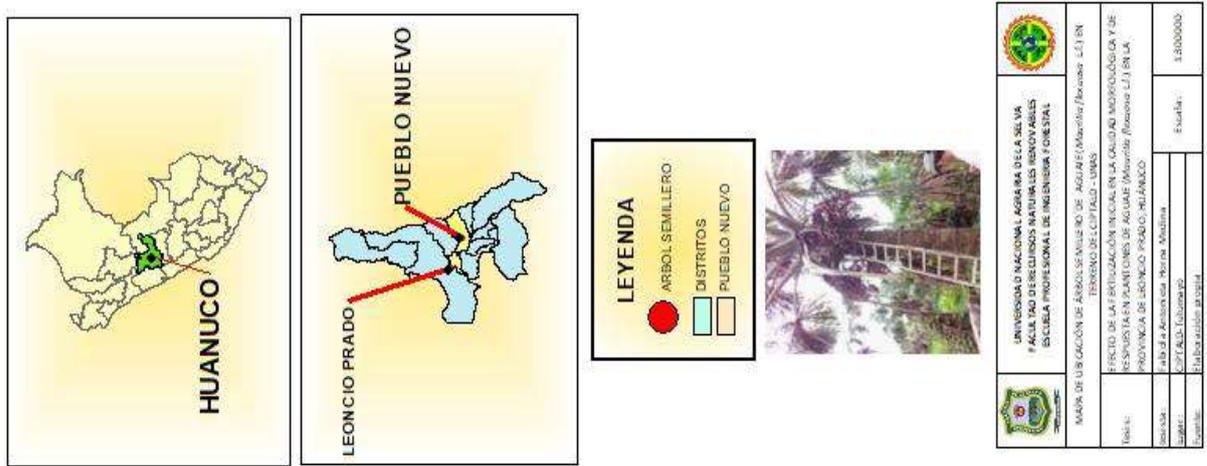


Figura 30. Mapa de ubicación del árbol semillero de *M. flexuosa*.

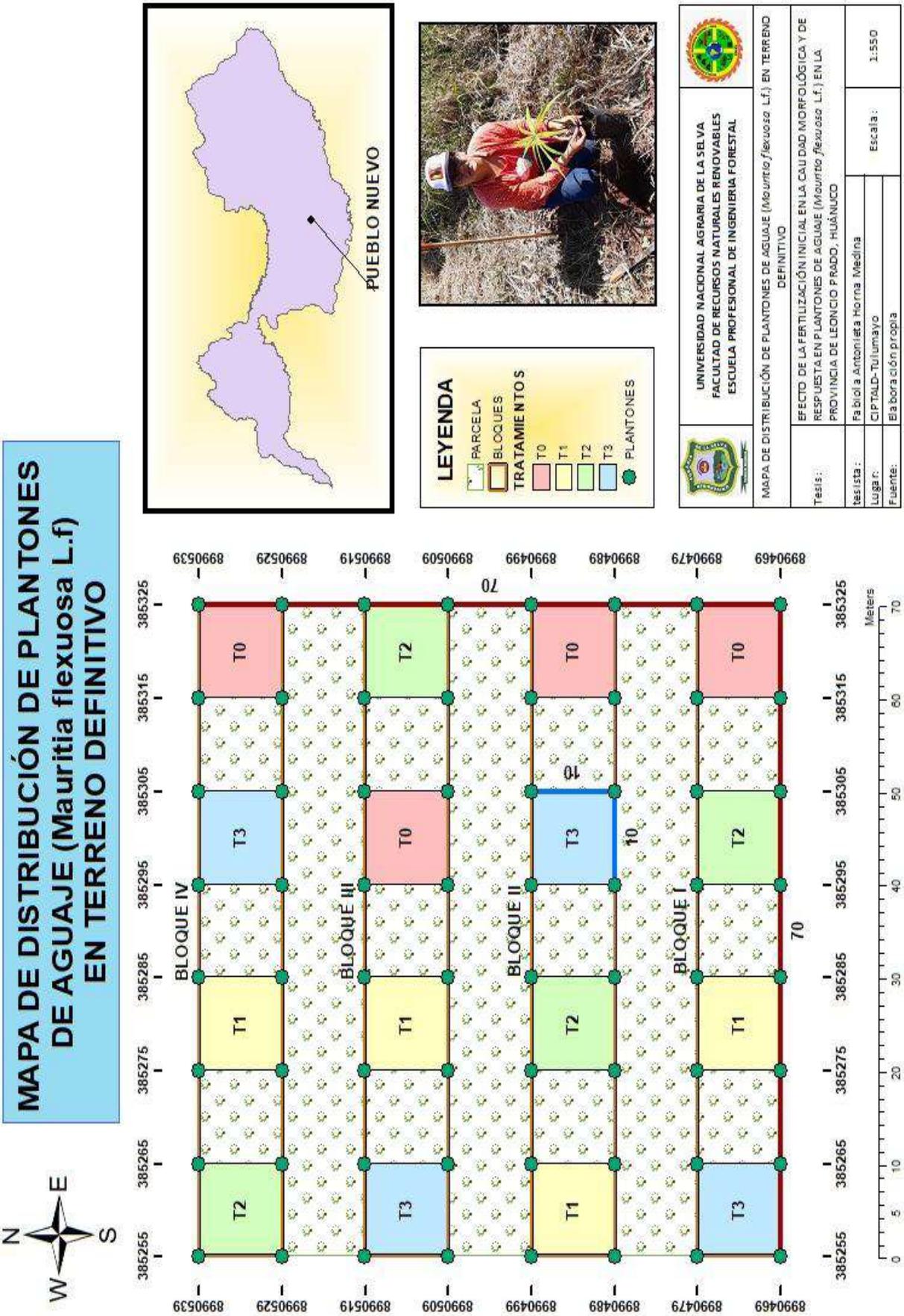


Figura 32. Mapa de distribución de la parcela experimental en campo definitivo.

INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : FABIOLA ANTONIETA HORNA MEDINS
 PROCEDENCIA : HUÁNUCO/ LEONCIO PRADO/ LUYANDO
 MUESTRA DE : SUSTRATO
 REFERENCIA : H.R. 72492
 FACTURA : 4194
 FECHA : 21/09/2020

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
371	-	7.29	0.31	3.11	0.19	1.55	0.16

Nº LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
371	-	7.63	0.48	27.10	0.02

Ing. Braulio La Torre Martínez
Jefe de Laboratorio

Figura 33. Reporte del análisis de sustrato empelado en el presente estudio.

Ji/kbnhh

COMPOST-MATERIA ORGANICA PARA SU SUELO

FICHA TECNICA DE BIO ABONO

WANUNCHASQA TIPO I

WANUNCHASQA es un bio abono acondicionador y fertilizante orgánico del suelos, formulado para aplicaciones generales en la agricultura orgánica o convencional, contiene elementos mayores y menores de fuentes orgánicas y naturales, e incluyen microorganismos benéficos de la rizosfera como levaduras, hongos y bacterias, que estimulan e incrementan la fertilidad biológica del suelo, ayuda a solubilizar nutrientes que normalmente están presentes en el suelo de forma insoluble.

El bio abono **WANUNCHASQA** fertiliza y acondiciona el suelo, el proceso de Humificación continua hasta crear humus en su estado final, aportando al cultivo los nutrientes esenciales a las raíces sin evaporarse ni lixiviarse manteniéndose en el suelo hasta que la planta lo requiera

WANUNCHASQA libera un numero de hongos y bacterias de la rizosfera que colonizan la zona de la raíz ayudando en a la disponibilidad y asimilación de nutrientes, la combinación de materia orgánica estabilizada, nutrientes de lenta liberación y microorganismos benéficos, crean la condiciones ideales de raíz y suelo que aseguran un óptimo crecimiento, vigor y sanidad de las plantas.

En actualidad, la mayoría de los suelos explotable de acuerdo a su capacidad de uso mayor carecen de activada microbiológica y materia orgánica necesaria para mantener la sanidad de los cultivos, su producción actual y futura a costos bajos de abonamiento.

BENEFICIOS:

WANUNCHASQA aporta

- ↳ Rizo bacterias.- promotoras de crecimiento que producen una variedad de sustancias que incrementan y estimulan el crecimiento las plantas.
- ↳ Bacterias libres y simbióticas.- fijadoras de Nitrógeno atmosférico favoreciendo el crecimiento de la planta.
- ↳ Bacterias solubilizadora de fósforo.- solubilizan el fósforo de fuentes minerales insolubles no disponibles a las plantas en formas que esta lo pueden asimilar.
- ↳ Bacterias descomponedoras de materia orgánica.- rompen las estructura de la materia orgánica convirtiéndola en humus.
- ↳ Hongos estimulantes.- ayuda el desarrollo radicular creando una simbiosis en el hongo y la planta.
- ↳ Hongos entomopatógenos.- ayudan a mantener la sanidad de los suelos y el cultivo controlando la desarrollo de los patógenos.

PROPIEDADES:

Física WANUNCHASQA

- ↳ Reducción en las oscilaciones térmicas
- ↳ Mejora la estructura del suelo
- ↳ Aligera suelos arcillosos
- ↳ Aumenta la capacidad hídrica y gaseosa
- ↳ Mejora el drenaje
- ↳ Reduce la erosión
- ↳ Aumenta la retención de humedad
- ↳ Reduce la evaporación

Químicas WANUNCHASQA

- ↳ Regula el pH
- ↳ Aumenta la capacidad de intercambio catiónico
- ↳ Mantiene los cationes de forma cambiabile
- ↳ Forma quelatos
- ↳ Se forma en ácido fúlvicos y húmicos
- ↳ Mantiene la reservas de elementos mayores y menores en el suelo

Biológicas WANUNCHASQA

- ↳ Favorece la respiración radicular
- ↳ Favorece la respiración de semillas
- ↳ Regula la actividad microbiana
- ↳ Es fuente de energía para los microorganismos benéficos
- ↳ El CO₂ desprendido favorece la solubilización de nutrientes
- ↳ Mejora la nutrición del cultivo

FUENTES:

WANUNCHASQA es elaborado a partir de:

Residuos Animales..... 80 %
Residuos Vegetales..... 10%

INOCULACIÓN:

WANUNCHASQA contiene una variedad de microorganismo como *Levaduras, Hongo y Bacterias* benéficas los cuales provienen de un caldo microbiológico de alta actividad biológica, que al hacer contacto con la materia orgánica se multiplican en millones, iniciando así los procesos de descomposición de la materia orgánica.

Composición mínima Garantizada

Elemento	Valor	Unidad
pH	6.5 a 7.5	-
M.O	30 a 40	%
N	1.5 a 2.5	%
P ₂ O ₅	1.5 a 3.5	%
K ₂	1.5 a 3.5	%
CaO	2.5 a 4.0	%
MgO	1.0 a 2.0	%
Humedad	20	%
Cu	70	ppm
Zn	400	ppm
Fe	2000	ppm
Retención de Humedad	100	%
Ácidos Húmicos	10 - 15	%
Ácidos Fulvico	2 - 5	%
Mineralización	80	%
Relación C/N	20-25	-

Características Físicas

Aspecto	Gránulos finos
Olor	No fétido
Color	Marrón oscuro

PRESENTACION – SACO DE POLIPROPILENO LAMINADO DE 50 KILOS
(En los sacos está impreso el nombre del fabricante y composición química del producto)

Figura 34. Ficha técnica del bioabono wanuchasca.