

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS PECUARIAS



ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL CON CEDRO ROSADO (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) BAJO DIFERENTES FUENTES DE ABONOS Y ENMIENDAS, EN SUELOS DE PASTURAS DEGRADADAS DEL MÓDULO LECHERO DE AUCAYACU.

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

HEINER CALLOCONDO MORVELI

PROMOCIÓN 2007 - I

Tingo María - Perú

2008

F08

C21

Callocondo Morveli, Heiner

Establecimiento de un Sistema Silvopastoril con Cedro Rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) bajo Diferentes Fuentes de Abonos y Enmiendas, en Suelos de Pasturas Degradadas del Módulo Lechero de Aucayacu. Tingo María, 2008.

59 h.; 14 cuadros; 4 fgrs.; 53 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Zootecnista) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Zootecnia.

ACROCARPUS FRAXINIFOLIUS WIGHT & ARN / FERTILIZACIÓN / SISTEMA SILVOPASTORIL / DEGRADACIÓN DE SUELO / CEDRO ROSADO / METODOLOGÍA / TINGO MARÍA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUÁNUCO / PERÚ.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE ZOOTECNIA**

Av. Universitaria Km. 2 Teléfono: (062) 581280
TINGO MARÍA

“Año de las Cumbres Mundiales del Perú”

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 16 de abril del 2008, a horas 10:00 a.m. para calificar la tesis titulada:

“ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL CON CEDRO ROSADO (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn) BAJO DIFERENTES FUENTES DE ABONOS Y ENMIENDAS, EN SUELOS DE PASTURAS DEGRADADAS DEL MODULO LECHERO DE AUCAYACU”

Presentada por el bachiller **HEINER CALLOCONDO MORVELI**; después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobada con el calificativo de **“MUY BUENO”**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el **TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título, de conformidad con lo establecido en el Artículo 95, inciso “i” del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 16 de abril del 2008

M.Sc. **WILFREDO DA CRUZ DEL AGUILA**
Presidente



M.Sc. **JOSE LEVANO CRISOSTOMO**
Miembro

M.Sc. **MEDARDO DÍAZ CESPEDES**
Miembro

Dr. **JORGE RÍOS ALVARADO**
Miembro

DEDICATORIA

A mis queridos padres Leoncio Callocondo Taípe y Martha Morveli Ramírez con mucho cariño y eterna gratitud, por su apoyo, comprensión y ánimo en todo momento y quienes son una inagotable fuente de inspiración.

A mis hermanos Violeta, Euler y karol Joseph quienes con su comprensión, confianza, paciencia, ánimo, alegría y por su invaluable aliento me apoyaron para realizar los primeros pasos de mi formación profesional.

A Dios por brindarme la oportunidad de tener a mis maravillosos padres, por darme la vida y la oportunidad de cumplir mis metas.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Marco Rojas Paredes y al Dr. Jorge Rios Alvarado, asesores del presente trabajo, por sus instrucciones en el desarrollo y las valiosas sugerencias para la culminación del presente estudio.

A los docentes de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por brindarme la oportunidad de formarme como profesional durante cinco años.

A los integrantes del proyecto “Implementación de una Unidad Familiar de Producción Sostenible para el Trópico Húmedo”, por brindarme la oportunidad y el apoyo para realizar la tesis.

A mis amigos Renzo, Jairo, Christopher, Yucra, Hugo, Joel, Werner y María Elena por el apoyo y amistad que me brindaron durante mi vida universitaria.

A mis compañeros de estudio Ronald, Rómulo, Eduard, Roque, Egoavil, Madison, Teddy, Kelly, Juan Carlos, David, Emerson, Ramelo, Jonny, Miguel Ángel y Cinthya por el apoyo mutuo durante mi vida universitaria.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Características generales del cedro rosado (<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn.).....	3
2.1.1. Procedencia.....	3
2.1.2. Distribución geográfica.....	3
2.1.3. Descripción botánica.	4
2.1.4. Descripción dendrológica del cedro rosado (<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn.).....	6
2.2. Investigaciones realizadas en cedro rosado (<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn.).....	7
2.2.1. Investigaciones realizadas en otras especies forestales.....	8
2.3. Usos del cedro rosado (<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn.).....	9
2.4. Propagación del cedro rosado (<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn.).....	10
2.5. Sistema silvopastoril.....	10
2.6. Fertilización y/o abonamiento.....	12
2.6.1. Abono orgánico.....	12
2.6.1.1. Humus.....	13
2.6.1.2. Utilización del humus de lombriz.....	14

2.6.1.3. Investigaciones con humus de lombriz.....	14
2.6.2. Abono químico.....	15
2.6.2.1. Investigaciones con abonos químicos.....	17
2.7. Nutrientes esenciales para las plantas.....	17
2.7.1 Nitrógeno.....	17
2.7.2 Fósforo.....	19
2.7.3 Potasio.....	20
2.8. Naturaleza de la acidez del suelo.....	21
2.8.1. Reacción del suelo al pH.....	21
2.8.2. Origen de la acidez del suelo.....	23
2.8.3. Efectos tóxicos del aluminio en las plantas.....	23
2.8.4. Encalado.....	26
2.9. Interpretación de resultados de análisis de suelo.....	26
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
3.1. Lugar de ejecución y duración del experimento.....	27
3.2. Tipo de investigación.....	27
3.3. Características climáticas de la zona experimental.....	28
3.4. Características de las fuentes de abonos en estudio.....	28
3.5. Campo experimental.....	29
3.6. Plantas de cedro rosado (<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn.).....	30
3.7. Variables independientes.....	30
3.8. Tratamientos en estudio.....	30
3.9. Croquis de distribución de los tratamientos.....	31

3.10. Diseño estadístico.	32
3.11. Variables dependientes.....	32
3.12. Variables concomitantes.....	33
3.13. Metodología.....	33
3.13.1. Altura de planta.....	33
3.13.2. Diámetro.....	33
3.13.3. Número de hojas.....	34
3.13.4. Número de folíolos.....	34
3.13.5. Composición físico química del suelo.....	34
3.13.6. Costo de establecimiento.....	34
IV. RESULTADOS	35
4.1. Efecto de las diferentes fuentes de abonamiento y enmienda sobre la altura de la planta de cedro rosado (<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn.).....	35
4.2. Efecto de las diferentes fuentes de abonamiento y enmienda sobre el diámetro del tallo de las plantas de cedro rosado (<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn.).....	36
4.3. Efecto de las diferentes fuentes de abonamiento y enmienda sobre el número de hojas del cedro rosado (<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn.).....	38
4.4. Efecto de las diferentes fuentes de abonamiento y enmienda sobre el número de folíolos del cedro rosado (<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn.).....	39
4.5. Composición físico química del suelo.....	40

4.6. Costos de establecimiento del cedro rosado (<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn.) por tratamiento.....	41
V. DISCUSIÓN.....	42
5.1. Efecto de los diferentes tipos de abonos y enmienda sobre la altura del cedro rosado (<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn.).....	42
5.2. Efecto de los tipos de abonos y enmienda sobre el diámetro de tallo del cedro rosado (<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn.).....	45
5.3. Efecto de los tipos de abonos y enmienda sobre el número de hojas y folíolos del cedro rosado (<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn.).....	47
5.4. Efecto de las propiedades físico químicas del suelo en el desarrollo del cedro rosado (<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn.).....	48
5.5. Efecto del cedro rosado (<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn.) sobre las características físico químicas del suelo.....	49
5.6. Costos de establecimiento del cedro rosado (<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn.) por tratamiento.....	49
VI. CONCLUSIONES.....	50
VII. RECOMENDACIONES.....	52
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	53
ANEXO.....	59

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Datos de altura y diámetro de la capirona (<i>Calycophyllum spruceanum</i> Berth) a los 4 y 9 meses.....	9
2. Descripción del rango de pH.....	22
3. Rango de niveles de nutrientes para las plantas.....	26
4. Datos climatológicos registrados durante el periodo experimental (del 21 de junio al 21 de noviembre del 2007).....	28
5. Análisis químico del humus de estiércol de bovino en estudio.....	28
6. Composición química de los abonos inorgánicos.....	29
7. Tratamientos en estudio.....	30
8. Efecto de los diferentes tratamientos sobre la altura (cm) de plantas de cedro rosado (<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn).....	35
9. Efecto de los diferentes abonos y enmienda sobre el diámetro (mm) de tallo de plantas de cedro rosado (<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn).....	37
10. Efecto de diferentes abonos sobre el número de hojas de plantas de cedro rosado (<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn).....	38
11. Efecto de los diferentes abonos y enmienda sobre el número de foliolos del cedro rosado (<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn).....	39
12. Efecto del cedro rosado (<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn) sobre las características físico químicas del suelo.....	40
13. Detalle de costos de establecimiento del cedro rosado.....	41
14. Costos de establecimiento del cedro rosado por hectárea.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Comportamiento de la curva de crecimiento de la altura de las plantas por cada tratamiento, durante los meses de evaluación.....	36
2. Comportamiento de la curva de crecimiento, para el diámetro de las plantas por cada tratamiento durante los meses de evaluación.....	37
3. Número de hojas de las plantas de cedro rosado (<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn.) evaluados por tratamientos y por meses....	38
4. Número de folíolos de las plantas para el efecto de los tratamientos evaluados por mes.....	39

RESUMEN

El experimento se desarrolló en el Módulo Lechero de Aucayacu de la Facultad de Zootecnia de la UNAS; con el objetivo de evaluar la fase de establecimiento del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) como componente arbóreo de un sistema silvopastoril, bajo diferentes fuentes de abonamiento y enmiendas, en suelos de pasturas degradadas. Las variables en estudio fueron altura (cm), diámetro (mm), número de hojas, número de folíolos de las plantas, composición físico química del suelo y costo de establecimiento. Los tratamientos fueron: adición de 2000 gr de humus (T1), 2000 gr de humus, 120 gr de NPK y 50 gr de Cal (T2), 120 gr de NPK (T3) y 50 gr de Cal (T4). El diseño utilizado fue el completamente al azar (DCA) y para el análisis de las diferencias entre las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Duncan. Las evaluaciones se realizaron de Agosto a Noviembre del 2007, habiendo identificado al tratamiento dos con 2000 gr de Humus, 120 gr de NRK y 50 gr de Cal, como el más adecuado para la altura con (64,73 cm), diámetro de planta con (11,27 mm), número de hojas con (16,87) y número de folíolos con (184,80). Llegando a la conclusión; que el efecto de la combinación de humus, NPK y cal, en el crecimiento longitudinal y diametral de la planta de cedro rosado en suelos con pasturas degradadas, ha sido beneficioso porque los productos actuaron complementariamente, favoreciendo el rápido crecimiento y desarrollo de la plantas, superando significativamente a los demás tratamientos.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial las pasturas cubren 3,4 billones de ha, de ello se estima que el sobrepastoreo degradó 680 millones de ha entre 1945 y 1994. El 20% de las pasturas del mundo están perdiendo productividad y continuarán este proceso, a menos que el tamaño de los hatos sean reducidos o que se implementen prácticas ganaderas más sostenibles, permitiéndonos un uso racional de los recursos naturales para satisfacer las necesidades de la generación actual, sin perjudicar la disponibilidad de los recursos naturales para las futuras generaciones (desarrollo sostenible). Los sistemas silvopastoriles presentan la posibilidad de asociar en una misma área el cultivo arbóreo con la actividad pecuaria, existiendo una reducción en el impacto ambiental. La incorporación de las leñosas perennes en los sistemas de producción ganadera con pasturas ya establecidas presenta problemas en el normal crecimiento de los árboles, es por eso que se realiza el abonamiento de las plantas forestales para obtener un buen crecimiento y desarrollo.

Las pasturas del Módulo Lechero de Aucayacu están incluidas en la problemática mundial, éstas van perdiendo productividad y continuarán con este proceso de degradación a menos que no se tomen las precauciones respectivas. Como solución a esta problemática se estableció el cedro rosado

(*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) para un sistema silvopastoril y para el problema del crecimiento y desarrollo de esta especie forestal, al inicio de su establecimiento se aplicaron diferentes fuentes de abonos. Planteándose como hipótesis: Con la combinación de abonos y enmiendas se obtiene mayor crecimiento y desarrollo del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) en suelos con pasturas degradadas. Para ello se planteó los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- Evaluar la fase de establecimiento del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) como componente arbóreo de un sistema silvopastoril (SSP), bajo diferentes fuentes de abonamiento y enmienda.

Objetivos específicos:

- Evaluar la altura, diámetro, número de hojas y número de folíolos del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) bajo diferentes tratamientos (abonos y enmienda).
- Evaluar el efecto de la incorporación del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) en la composición físico química del suelo de las pasturas degradadas del Módulo Lechero de Aucayacu.
- Determinar los costos de instalación del establecimiento del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) en suelos con pasturas degradadas del Módulo Lechero de Aucayacu.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Características generales del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.)

2.1.1. Procedencia

GUZMAN (2006) menciona que el cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) es una especie arbórea de rápido crecimiento procedente de la india, pertenece a la familia de las leguminosas favoreciendo la absorción de N libre para incorporarlo al suelo. MENENDEZ (1997), indica que el cedro rosado es nativo del sur de la India, Asma, este del Himalaya, incluyendo Nelap, Bhutan, Burma y Sumatra. También manifiesta que este árbol presenta diferentes nombres comunes: Mundani (India), Lazcar (México), Pink Cedar (Inglaterra), cedro rosado (Perú) y fresno hindú, cedro de la india y cedro rojo.

2.1.2. Distribución geográfica

El cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) crece desde el nivel del mar hasta los 2,000 m.s.n.m. en zonas cálidas con precipitación

pluvial de 1,500 a 5,000 mm, óptima para la selva del Perú, y con muchas posibilidades de desarrollarse en las zonas costeras y desérticas con abastecimiento de agua, no es conveniente para la sierra debido a que es susceptible a las heladas, se advierte que esta especie no tolera periodos prolongados de sequía y el crecimiento mayor se ha observado en suelos frescos y con buena exposición al sol (MENENDEZ, 1997) y (GUZMÁN, 2006).

ROMERO (2007) menciona que el cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) crece mejor en suelos con capa vegetal ancha (bien drenados), también se desarrolla en suelos superficiales y compactados, soporta suelos húmedos y se desarrolla en suelos con rango de pH de 4 a 8.

MENENDEZ (1997) y GUZMAN (2006), recomiendan sembrar en suelos con un pH que va de 5,5 a 7 preferentemente y adicionan que el cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) tiene un extraordinario desarrollo cuando se expone a plena luz solar, ya que es una especie heliófila. Es decir a mayor temperatura y luminosidad mayor crecimiento.

2.1.3. Descripción botánica

Su fuste del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) es cilíndrico y limpio en ramas en las $\frac{3}{4}$ partes de su altura desde la base del tallo. Las ramas son relativamente delgadas y están dispuestas horizontalmente. La copa del árbol abarca un área de sombra de 22 a 28 m². La corteza es delgada

y de color gris claro. Su tronco es recto y liso, en la base alcanza un diámetro desde 90 cm hasta los 3 m. El cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) es un árbol resistente a plagas y enfermedades, y puede utilizarse con cultivos asociados a partir del tercer año, ya que su raíz es profunda alcanzando de 4 a 4,5 m extrayendo nutrientes del interior del suelo a la superficie (MENENDEZ, 1997 y GUZMAN, 2006).

Cuando se corta dicho árbol en su etapa maderable (7, 8, 9, y 10 años), tiene una capacidad de rebrote, y emite un vástago (una pequeña ramita), que le permite retomar nuevamente su crecimiento y volver a formar una nueva planta. Este fenómeno se puede repetir cuatro veces consecutivas en 4 décadas aproximadamente, es decir tendríamos plantaciones renovables hasta por 40 años. Reduciendo costos, porque no es necesario plantar de nuevo (GUZMAN, 2006).

Las hojas del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) contienen excelentes nutrientes, para uso de forraje, de acuerdo a un estudio bromatológico realizado (GUZMAN, 2006). Las hojas del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) son grandes, compuestas, bipinadas y pequeñas. Las flores aparecen en racimos y son de un color rojo escarlata. Generalmente, la floración ocurre en los meses de marzo y abril, en aquellos árboles que alcanzan 10 o más años. Las vainas aplanadas de 8 a 12 cm de largo y conteniendo en promedio 10 semillas de forma ovalada y aplanada. La

copa o corona del árbol es liviana y redondeada. Por ser familia de las leguminosas presenta nodulaciones radiculares (MENENDEZ ,1997).

El Consejo Nacional Forestal (2004) refiere que el cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) presenta hojas pinnaticompuestas, presentando de tres a cuatro pares de pinas, cada una aproximadamente 30 cm de largo. Los folíolos elípticos lanceolado, de 7 a 10 cm de largo, forman 5 ó 6 pares. Las hojas tiernas son de color rojo claro llamativo y dan al árbol su apariencia característica. Las flores van de color rojo a anaranjado.

2.1.4. Descripción dendrológica del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.)

GUZMAN (2006), menciona que la albura de la madera es de color blanquizco, el duramen es de color rojo claro o marrón rojizo, es muy decorativo por su veteado oscuro, contiene una resina gomosa que brota después de la tala. Es fácil de impregnar. Su dureza y resistencia son medianas. La densidad de su madera oscila entre 0,55 y 0,70 g/cm³.

MENENDEZ (1997) señala que en México, el cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) alcanza dimensiones de 0,80 a 1,10 m de diámetro a la altura del pecho. La característica principal es que es un árbol de un solo tronco, de fuste recto y limpio, pudiendo alcanzar 18 m de altura de aprovechamiento para madera aserrada y una altura de 35 m.

2.2. Investigaciones realizadas en cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.)

Estudios realizados en el Perú demuestran que en su primer año puede alcanzar 3 m en la Costa y 5 m en la selva. Según últimos datos comprobados en la zona de Aguaytía, en los primeros 6 meses creció 4 m y a los 14 meses, dichos árboles llegaron a 12 m de altura, con un diámetro apreciable del tronco. En su país de origen como la India, Kenia, Uganda y Tanzania alcanza alturas de hasta 60 m. En países como México ha alcanzado alturas de 25 a 30 m y en la República Dominicana, el cedro ha alcanzado una altura de 8,50 m en los primeros 12 meses (GUZMAN, 2006).

WANGEMAN (2007), con el fin de determinar el crecimiento y desarrollo del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) en Aguaytía se establecieron parcelas piloto demostrativas en 2 sectores. En el sector 1 se instalaron 3 parcelas en terrenos de ladera, fuertemente degradados por el anterior uso intensivo de la planta de coca, en el sector 2 se instalaron 3 parcelas en terrenos aluviales de buena calidad. En 5 meses, la primera plantación de cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) en terrenos fuertemente degradados alcanzó los 3 m de altura en promedio a pesar del estiaje, a los 10 meses a pesar de la mala calidad de los suelos alcanzó 5,5 m de altura, finalmente a los 2 años ya pasan los 15 m de altura con 12 cm de diámetro, obsérvese que las hojas van cayendo naturalmente. En terrenos aluviales de buena calidad el cedro rasado alcanzó 4 m a los 6 meses y 12 m a

los 14 meses. Pudiendo observar el extraordinario crecimiento en diámetro con 18 cm y una altura de 18 m logrado en poco menos de 2 años.

RICSE (2006) informa sobre plantaciones de cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) en la provincia de Chanchamayo para reforestación, reporta que a los 6 meses de establecido las plantas tienen de 3 a 5 m de altura.

2.2.1. Investigaciones realizadas en otras especies forestales

HERNANDO (1998) evaluó diferentes especies forestales determinando que las plantas a los 2 y 3 meses alcanzaban entre 30 y 40 cm de altura. Se obtuvo datos menores en caoba (*Swietenia macrophylla* G. King) y en el cedro. A su vez SÁNCHEZ (1991), obtuvo a los 6 meses una altura de 32,98 cm en caoba (*Swietenia macrophylla* G. King).

FONSECA (1995) realizó estudios de siembra directa con caoba (*Swietenia macrophylla* G. King.) en un bosque primario, determinando un 22% de germinación, en altura obtuvo a los 30 días 13,24 cm, a los 60 días 13,68 cm, a los 90 días 14,71 cm, a los 120 días 16,94 cm y a los 180 días registro 17,96 cm. de altura.

De igual manera MEXAL y CUEVAS (1999) refuerza el crecimiento lento alcanzado por la caoba (*Swietenia macrophylla* G. King) en el

bosque primario con 17,05 cm a los 6 meses, indicando también que la caoba con poca preparación del terreno en 28 meses alcanza una altura de 1 m y su establecimiento en sitios abiertos logra crecer hasta 3 m de altura.

MENDOZA (1995) evaluó el efecto de cuatro niveles de humus de lombriz en el crecimiento inicial de la capirona (*Calycophyllum spruceanum* Berth). En suelos ex cacaes (1961-1980), donde posteriormente predominaba rabo de zorro (*Andropogon bicornis* L.) y kudzú (*Pueraria phaseoloides* L.) (1981-1993) obteniendo a los 4 y 9 meses los siguientes resultados:

Cuadro 1. Datos de altura y diámetro de la capirona (*Calycophyllum spruceanum* Berth) a los 4 y 9 meses.

Tratamiento	Nivel de humus (Kg)	Altura a los 4 meses (cm)	Altura a los 9 meses (cm)	Diámetro a los 4 meses (cm)	Diámetro a los 9 meses (cm)
T3	2,0	46,86 ^a	105,44 ^a	0,75 ^a	1,69 ^a
T4	4,0	46,32 ^{ab}	104,22 ^{ab}	0,71 ^{ab}	1,60 ^{ab}
T2	1,0	39,85 ^{abc}	89,67 ^{abc}	0,58 ^{abc}	1,30 ^{abc}
T1	0,5	35,70 ^{bcd}	80,32 ^{bcd}	0,56 ^{bcd}	1,27 ^{bcd}
T0	0,0	29,17 ^d	65,63 ^d	0,52 ^{cd}	1,17 ^{cd}

Fuente: Mendoza, 1995

2.3. Usos del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.)

GUZMAN (2006) y MENENDEZ (1997) manifiestan que el cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) sirve para proporcionar sombra a las plantaciones de café, como cortinas rompevientos debido a la profundidad con la que crece su raíz de anclaje al actuar como muro de contención, cercas

vivas, así como su utilización con fines silvopastoriles, aumentando considerablemente el precio de los fundos. También es un árbol melífero y sirve para la producción de miel, asimismo, la utilización en la industria maderera para la fabricación de muebles finos, triplay, tarimas, fabricación de durmientes, cajas para embalaje, además de ser utilizada en construcciones y para pulpa para papel, enchapes, parquet y sus derivados, esto debido a su facilidad de trabajar en el torneado y pulido.

2.4. Propagación del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.)

MENENDEZ (1997) refiere que la propagación del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) se realiza por semilla sexual. Para la propagación de esta especie la semilla debe poseer algunas características, como reproducir con fidelidad las características de la especie, tener capacidad para una germinación elevada, estar libre de enfermedades y estar exenta de materiales extraños.

2.5. Sistema silvopastoril

Tradicionalmente, en la Selva Peruana, el productor agropecuario incorpora nuevas tierras al sector productivo mediante un proceso de deforestación, seguido de quemas para la siembra posterior de cultivos tales como maíz y frijol. Al final de unos tres años, cuando ya el suelo comenzó a perder fertilidad, éste se cubre de pasto natural y por consiguiente, aparece la

ganadería de baja rentabilidad y productividad, así como, en el corto plazo, terrenos degradados y erosionados, de ello surge la necesidad de producir eficientemente y en áreas más reducidas, tomando importancia los sistemas integrados de manejo con el fin de producir en armonía con el ambiente; tal es el caso de los sistemas agrosilvopastoriles y silvopastoriles (DA CRUZ, 2005).

MONTAGNINI (1992) menciona que el efecto ecológico más esperado de los árboles en los agro ecosistemas tropicales húmedos, es la conservación del suelo. Las copas de los árboles pueden disminuir el impacto de las lluvias que provoca la erosión y compactación de los suelos. Y por otro lado, el sistema radicular del árbol, generalmente denso y profundo, además de evitar el arrastre de las partículas del suelo, tiene el potencial de absorber los nutrientes en las capas más profundas del suelo.

BASTOS (2002) manifiesta que este proceso puede favorecer, mediante el ciclaje de nutrientes, los forrajes u otro cultivo anual de enraizamiento superficial, que son sembrados de forma asociada a los árboles, como en los sistemas silvopastoriles. Otras ventajas proporcionadas por el uso de árboles como componente de ecosistemas pecuarios, siendo uno de ellos el mejoramiento del microclima, beneficiando tanto a las plantas como animales.

MENENDEZ (1997) menciona que el cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) por pertenecer a la familia de las leguminosas, favorece la recuperación de suelos degradados, esto debido a que fija

nitrógeno libre en el aire para incorporarlo al suelo. Además la excelente fijación de sus raíces, permite evitar la erosión de los suelos degradados.

2.6. Fertilización y/o abonamiento

CONIF, (1998) señala que la practica de la fertilización es indispensable para el desarrollo y vigor de las plántulas y se efectúa con base en las recomendaciones sobre clase de nutrientes y dosis que determine el técnico. Los suelos del terreno donde se establecerán las plantas deben ser fértiles. Para mantener la fertilidad se hace necesario restituir al suelo los elementos necesarios para el desarrollo de las plantas, lo cual puede hacerse con la aplicación de abono químico u orgánico.

2.6.1. Abono orgánico

Los abonos orgánicos se obtienen de la descomposición del estiércol y restos orgánicos vegetales y animales. Pueden producirse en pilas de compost hechas en un vivero, para luego llevarlos al campo de establecimiento de las plantas. Otra forma de abonamiento orgánico es la siembra de leguminosas que luego son incorporadas al suelo como abono verde (CONIF, 1998).

ZÉREGA (1999) BOWEN y KRATY (1986) señalan que los estiércoles aportan los siguientes efectos benéficos:

- Suministra nutrientes en forma aprovechable para las plantas, como N, P y K, aunque en menores cantidades.
- Aumenta el contenido de materia orgánica de los suelos, lo que determina que estos últimos se vuelvan porosos y permeables al agua y al aire.
- Disminuye la acidez del suelo debido a que son ligeramente alcalinos, cuando se descomponen contrarrestan los factores que provocan la acidez.
- Mejora las propiedades físicas del suelo, como la retención de humedad, tasa de infiltración, la porosidad, disminuye la densidad aparente del suelo, mejora la estructura del suelo.
- Incrementa significativamente la capacidad del suelo para retener nutrientes, impidiendo que se pierdan por lavado.

2.6.1.1. Humus

NOVAK (1990) y SÁENZ (1987) mencionan que la descomposición del humus libera una abundante provisión de compuestos nitrogenados que quedan a disposición de las plantas; esta materia orgánica a su vez es sede y fuente de alimentación de las bacterias del suelo, por lo tanto cualquier tratamiento del suelo que aumente su contenido de humus tiende a aumentar su productividad. Como resultado de estas actividades los elementos químicos nutricionales constituidos por; C, N, P, S, Ca, Mg, Zn, etc. se encuentran en los residuos, los cuales son liberados haciéndolos disponibles para las plantas. El

humus es un producto estable, actuando como uno de los fertilizantes de mejor calidad existentes, con efecto en el suelo de hasta 5 años.

2.6.1.2. Utilización del humus de lombriz

Se debe aplicar el humus alrededor de la planta por lo menos de 15 a 20 cm de profundidad en la proyección de la copa de la planta de tal manera que quede lo más cerca posible de los pelos absorbentes. Con la aplicación del humus se lograra plantas de excelente calidad y muy parejas, producto de una acelerada formación de tejido radicular por la acción del ácido indol-acético y giberélico (NOVAK, 1990).

FERRUZZI (1987) y NOVAK (1990) recomiendan la dosis a aplicar de la siguiente manera:

- Plantones : de 1,0 – 2 Kg / árbol.
- Producción : de 1,5 – 3 Kg / árbol.
- Transplante : de 0,5 – 1 Kg / árbol.
- Almacigos : preparar el sustrato de 0,5 – 1 Kg /m²

2.6.1.3. Investigaciones con humus de lombriz

FERRUZZI (1987) reporta que el cultivo de tomate, la berenjena y las fresas abonado con humus de lombriz se cosecharon semanas antes de lo

normal, además todos estos tuvieron mas cantidad de hojas y estas plantas mostraron colores mas vivos; estas carecen de enfermedades y parásitos.

2.6.2. Abono químico

Se encuentran en el comercio en diferentes fórmulas. El abono y la cantidad más adecuada solo se recomiendan previo análisis de los suelos. Se puede aplicar mezclándolas con el suelo en medio de las hileras de arbolitos o diluyéndolas en agua que se riega con bomba o regadera. En cuanto a la aplicación de urea se debe tener mucho cuidado ya que una dosis alta de este elemento puede causar la muerte de los plantones. Su aplicación se debe cuando sea indispensable, de lo contrario será mejor evitar su uso, ya que con este elemento los árboles crecen mas rápido, pero débiles (CONIF, 1998).

Rodríguez (1982) citado por GONZALES (1995) indica que los nutrientes aportados vía fertilización mineral solo se mantienen disponibles en el suelo por periodos cortos y una alta proporción se pierde por precolación, filtración o evaporación.

Son los mas conocidos y usados, especialmente en agricultura. Se caracterizan porque se disuelven con facilidad en el suelo y por tanto, las plantas disponen de esos nutrientes nada mas al echarlos o pocos días después. Se tiene fertilizantes nitrogenados como urea (45 % de N), nitrato de amonio (33 % de N), sulfato amónico, nitrato potásico, nitrato cálcico, nitrato

sódico entre otros. Como fertilizantes fosfóricos se tiene al superfosfato y al fosfato amónico como mas importantes, los fertilizantes potásicos están representados en el mercado por el cloruro potásico y sulfato potásico (INFOJARDIN, 2007).

TISDALE y NELSON (1988) mencionan que la urea $[\text{CO}(\text{HN}_2)_2]$ se produce mediante la reacción del amoníaco con CO_2 bajo presión y a una temperatura elevada. Contiene el porcentaje más alto de N de entre cualquier material sólido corrientemente utilizable (45%). Aunque no es un fertilizante amónico en la forma que se encuentra en el mercado, hidroliza al carbonato amónico muy rápidamente cuando se añade al suelo, como se muestra por la ecuación siguiente: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.

El carbonato amónico es un compuesto inestable y se descompone a amoníaco y CO_2 . El NH_3 o NH_4^+ así liberando es absorbido por la fracción coloidal del suelo y subsiguientemente nitrificado. A causa del ion amónico producido por la hidrólisis de este material, es algo ácido en su última reacción con el terreno. La hidrólisis es grandemente aumentada en presencia del enzima ureasa, que se encuentra en varios grados en los suelos. En muchos suelos se halla presente en suficientes concentraciones, como para realizar la rápida conversión de la urea a NH_4 . Una vez en la forma NH_4 , se comporta igual que cualquier otra fuente amoniacal de N (FASSBENDER, 1991).

El superfosfato triple (TSP) contiene del 19 al 22% de fósforo (44 - 52% P_2O_5) un 95 al 98% del cual es hidrosoluble y aproximadamente todo es clasificado como disponible. Es esencialmente fosfato monocálcico y se fabrica mediante el tratamiento del fosfato mineral con ácido fosforoso (TISDALE y NELSON, 1988).

2.6.2.1. Investigaciones con abonos químicos

PAREDES (1990) determinó que al aplicar altas cantidades de fósforo perjudican a la actividad simbiótica de algunas micorrizas contrarrestando la influencia en el crecimiento de la planta de la soya.

2.7. Nutrientes esenciales para las plantas

POTASH y PHOSPHATE INSTITUTE (1986) señala que existen 16 elementos químicos esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, divididos en 2 grupos principales: los no minerales y los minerales, siendo los primeros el C, H, O y subdividiéndose los segundos en primarios: N, P, K, secundarios: Ca, Mg, S, y los micronutrientes; B, Fe, Cl, Mn, Cu, Mo y Zn.

2.7.1 Nitrógeno

FASSBENDER (1991) indica que el N del suelo es un elemento muy móvil y se encuentra íntimamente relacionado con gran cantidad de

proceso físicos, químicos y biológicos, el empleo de N por las plantas es esencial para la fotosíntesis, crecimiento y reproducción; y constituye la fracción nitrogenada de las proteínas de las plantas, así como también es constituyente de la clorofila.

DINAH (2004) menciona que el N es un elemento vital para las plantas. Tan importante como la proteína para el organismo humano. Cuando existe una deficiencia de N en las plantas, las hojas se ponen amarillas y la planta se retrasa en su crecimiento.

TISDALE y NELSON (1988) indica que el N es importante para la nutrición de la planta y su suministro puede ser controlado por el hombre. Este elemento, para ser absorbido por la mayoría de las plantas (excepto leguminosas), debe estar en forma diferente que la del N elemental. Las formas más comúnmente asimiladas por las plantas son los iones de nitrato (NO_3^-) y el amonio (NH_4^+). La urea (NH_2CONH_2) puede ser también absorbida por las plantas. Es improbable que grandes cantidades de nitrógeno, en forma de urea, sean absorbidas por las raíces de las plantas, ya que este compuesto se hidroliza en nitrógeno amoniacal en la mayoría de los suelos. Indiferentemente de la forma del N absorbido por las plantas, este es transformado en el interior de las plantas a las formas de $-\text{N}=\text{}$, $-\text{N}-$, o $-\text{NH}_2$. Este N reducido es elaborado en compuestos más complejos y finalmente transformado en proteínas.

Cuando se aplica al terreno fertilizantes nitrogenados comerciales tanto en forma orgánica como amoniacal. Se produce reacciones con demandas de O molecular, favoreciendo a terrenos bien aireados. Esta reacción libera H^+ , la liberación de estos iones es una resultante de la acidificación del suelo cuando los fertilizantes amoniacales y la mayor parte de los orgánicos nitrogenados son convertidos a nitratos (FASSBENDER, 1991).

2.7.2 Fósforo

DINAH (2004) señala que el P estimula el crecimiento pero en menor medida que el N, estando implicado básicamente en el crecimiento de la raíz mejorando por ende la captura del N por las plantas. El P le da la fuerza necesaria a la planta para que se mantenga rígida y pueda así sostener todas sus partes. También promueve el buen desarrollo de las raíces y fortalece el ciclo de cada planta. La falta de P se reconoce porque las hojas se oscurecen más de lo normal.

Es esencial en todas las formas de vida conocidas, dado que constituye un elemento clave en muchos procesos fisiológicos y bioquímicas. Se trata de un componente presente en todas las células de todos los organismos vivos. El P controla todos los procesos biológicos en las plantas. Además, el P es un componente fundamental del sistema de transporte de energía en todas las células (HARTMANN y KESTER, 1987).

TISDALE y NELSON (1988) mencionan que el P, con el N y el K, se clasifica como un elemento nutritivo mayor. Sin embargo, en la mayoría de las plantas se encuentra en menores cantidades que el N y el K. Se considera generalmente que las plantas absorben la mayoría de ese fósforo en forma de ion primario ortofosfato H_2PO_4^- . Pequeñas cantidades del ion secundario ortofosfato HPO_4^{2-} son absorbidas. De hecho, la absorción por las raíces de las plantas de H_2PO_4^- es diez veces más rápida que la del HPO_4^{2-} . Las cantidades relativas de estos dos iones absorbidas por las plantas están afectadas por el pH del medio que rodea a las raíces. Valores bajos del pH incrementan la absorción de la forma H_2PO_4^- , mientras los valores mas altos del pH incrementan la absorción de la forma HPO_4^{2-} .

El ciclo del fosfato en las plantas presenta tres fases distintas. En la primera, el fosfato inorgánico es absorbido y se combina con las moléculas o radicales orgánicos. En el siguiente paso, estos compuestos primeramente fosforilados transmiten el grupo fosforilo a otras moléculas, llamándosele a este paso transfosforilización. En la última fase el fosfato o pirofosfato se divide en los fosforilatos intermedios, ya sea por escisión hidrolítica o por sustitución de un radical orgánico (TISDALE y NELSON, 1988).

2.7.3 Potasio

El K activa las necesidades de enzimas en la formación de proteína, almidón, celulosa y lignina además de estar implicado en el

intercambio de gas necesario para la fotosíntesis y la transformación ya que con un buen suministro de este elemento la planta transpira menos y por ende mejora el empleo de agua (HARTMANN y KESTER, 1987).

DINAH (2004) califica al K como un elemento indispensable para la fotosíntesis de las plantas. Sin este elemento, la planta no puede cumplir su ciclo normalmente. Sin K las hojas muestran severos cambios de color que pueden ser en tonalidades amarillentas o verde muy pálido con manchas cafés. Las plantas también muestran algunos cambios cuando les falta algún otro componente como Zn, Fe, Mg, Ca y otros.

Este elemento es absorbido como ion K^+ y se encuentra en los suelos en cantidades variables, pero la fracción cambiante o en forma asimilable para las plantas del total de K es generalmente pequeña. El fertilizante potásico es añadido a los suelos en forma de sales solubles tales como cloruro potásico, sulfato potásico, nitrato potásico y sulfato potásico magnésico (TISDALE y NELSON, 1988).

2.8. Naturaleza de la acidez del suelo

2.8.1. Reacción del suelo al pH

El pH del suelo es una medida de su acidez o alcalinidad. Esta propiedad del suelo afecta el crecimiento de las plantas a través de su efecto

en la disponibilidad de los elementos esenciales y actividad de los microorganismos. En el suelo, la acidez depende de la presencia de hidrógeno y de aluminio en forma intercambiable. La acidez activa la constituyen los iones hidrógeno en la solución del suelo, y la acidez potencial es la que está unida a la superficie de los coloides orgánicos e inorgánicos y está constituida por los iones H y Al (DA CRUZ, 2005).

Cuadro 2. Descripción del rango de pH.

Descripción	Rango
Extremadamente ácido	Menor de 4,5
Muy fuertemente ácido	4,5 – 5,0
Fuertemente ácido	5,1 – 5,5
Medianamente ácido	5,6 – 6,0
Ligeramente ácido	6,1 – 6,5
Neutro	6,6 – 7,3
Suavemente alcalino	7,4 – 7,8
Moderadamente alcalino	7,9 – 8,4
Fuertemente alcalino	8,5 – 9,0
Muy fuertemente alcalino	Mayor de 9,0

Fuente: Chávez, 2007

El Aluminio intercambiable es el catión dominante asociado a la acidez del suelo, en suelos orgánicos se encuentra relacionado con la liberación de los iones de hidrógenos por parte de los grupos funcionales de la materia orgánica, siendo una acidez del tipo no intercambiable. El Al se precipita con pH de 5,5 a 6,0; encontrándose poco o nada de Al intercambiable, una medida útil de la acidez del suelo es el porcentaje de saturación de Al en base a la capacidad de intercambio de cationes efectiva. El Al intercambiable

se retiene fuertemente a las cargas negativas de los sistemas de silicatos laminares con revestimiento de óxidos (FASSBENDER, 1991).

2.8.2. Origen de la acidez del suelo

Los suelos degradados se da por la abúndate precipitación pluvial. Por esta razón se lixivian gran cantidad de bases intercambiables del suelo: Ca, Mg, K, Na; con la consecuente acidificación progresiva de los suelos tropicales, siendo controlada principalmente por el Al cambiabile y reacciones de intercambio cationico. En los suelos ácidos el Al activo se encuentra en la solución suelo, de donde puede ser absorbido libremente por las plantas llegando en algunos casos a causar toxicidad en las plantas (ESTRADA y CUMMING, 1978).

La mayor solubilidad del aluminio (Al^{3+}) esta alrededor del pH 4,5, en esta condición el ión puede ser absorbido fácilmente por las raíces de las plantas, pudiéndose originar toxicidad. Siendo baja la solubilidad del Al dentro del rango de pH de 5,5 a 7,5 donde se precipita permaneciendo relativamente insoluble, como $Al(OH)_3$ (FASSBENDER, 1991).

2.8.3. Efectos tóxicos del aluminio en las plantas

ESTRADA y CUMMING (1978) manifiesta que los mayores daños del aluminio en la planta se dan a nivel radicular, centralizándose en la zona

meristemática y en la de elongación, siendo estos considerados los mas efectivos en los referentes a la absorción y por consiguiente a la translocación de los elementos nutritivos, es por esto que plantas que desarrollan en altos niveles de aluminio presentan síntomas de desnutrición general.

La toxicidad en la parte aérea se manifiesta porque se forman hojas más pequeñas con entrenudos delgados y cortos. El follaje se vuelve muy oscuro y a veces se observa una coloración púrpura en las hojas o en los tallos, lo que significa deficiencia aparente de P, que es precipitado por el Al. A veces se presentan síntomas de deficiencia de Mg ó Ca, ya que el Al impide el funcionamiento normal de estos cationes en las células, la movilidad del Al en la planta es muy lenta y generalmente precipita en forma compleja en las células radiculares, juntamente con el P y otras veces es absorbido por macromoléculas (FOY, 1978).

La disolución de los compuestos hidróxidos de aluminio en el suelo depende mucho del pH. Valores bajos de pH pueden resultar en altos niveles de Al^{3+} soluble, que son tóxicos para las plantas. En muchos suelos ácidos no es tanto la alta concentración de H^+ en la solución suelo, sino las altas concentraciones del Al^{3+} , las que son dañinas para las plantas en especial para el crecimiento radicular. La solubilidad del Al en el suelo es demasiado baja en suelos neutros y alcalinos como para que este sea tóxico para el crecimiento de las plantas. Hay, sin duda alguna, pruebas de que niveles bajos de Al^{3+}

puede tener un efecto favorable en el crecimiento de las plantas, aun que el mecanismo no esta claro (FOY, 1978).

El Al^{3+} se halla adsorbido en forma cambiabile en los coloides del suelo como ión trivalente hexahidratado, estando la máxima solubilidad a un pH alrededor de 4,5. Una razón de la baja CIC en los suelos ácidos del trópico, es debido a que una parte de las cargas negativas de la materia orgánica es neutralizada por el Al^{3+} . El Al^{3+} acomplejado por la materia orgánica no es cambiabile con cationes de soluciones no buferadas de sales; sin embargo, con la adición de cal existe incremento de pH y aumento de la CIC_E (BUCKMAN y BRADY ,1985).

Existen tres estrategias para atenuar las limitaciones impuestas por la acidez del suelo:

- 1.- Añadir cal con el fin de reducir la saturación de Al por debajo del nivel que puede causar toxicidad.
- 2.- Añadir cal para aumentar Ca y Mg a la planta y para estimular el movimiento de estos dos nutrientes del suelo superficial al subsuelo.
- 3.- Buscar variedades de cultivos tolerantes a altas concentraciones de Al y Mn (BUCKMAN y BRADY ,1985).

2.8.4. Encalado

Los usos de cal en los suelos ácidos de trópico deben tener un sentido práctico y económico que tiendan a encontrar un equilibrio para cada sistema específico suelo-cultivo. Un valor apropiado para que una variedad o cultivo produzca por encima del 80% del rendimiento máximo, viene a ser el porcentaje crítico de saturación de Al (BUCKMAN y BRADY, 1985).

La cal y la dolomita son carbonatos que en contacto con el suelo húmedo reacciona para dar como productos finales: CO_2 , H_2 , Ca^{2+} , Mg^{2+} . El Ca^{2+} que se encuentra en la solución suelo en alta concentración, desplazara al Al^{3+} intercambiable de los coloides del suelo. El Al^{3+} en la solución se hidroliza hasta llegar al $\text{Al}(\text{OH})_3$ que tiene una solubilidad muy baja y por esta razón se precipita separándose del sistema. Los sitios de intercambio dejados por el Al pasaran a ser ocupados por el Ca y Mg (VILLAR, 1986).

2.9. Interpretación de resultados de análisis de suelos

Cuadro 3. Rango de niveles de nutrientes para las plantas.

Nivel	M.O. (%)	N (%)	P (ppm)	K_2O (Kg/Ha)	CaCO_3 (%)	CIC (cmol/kg) (meq/100 gr)
Muy bajo	---	---	---	---	---	< 6
Bajo	< 2	0 – 0,1	0 – 6	0 – 300	< 1	6 -12
Medio	2 – 4	0,1 – 0,2	7 – 14	300 – 600	1 – 5	12 - 20
Alto	> 4	> 0,2	> 14	> 600	5 – 15	20 - 40
Muy alto	---	---	---	---	> 15	> 40

Fuente: Chávez, 2007

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución y duración del experimento

El presente trabajo de investigación se realizó en el potrero número dos perteneciente al Centro de Capacitación e Investigación - Módulo Lechero, de la Facultad de Zootecnia, ubicado en el Distrito José Crespo y Castillo (Aucayacu), Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco. Geográficamente se encuentra ubicado a 75° 23' 27" longitud oeste, 09° 51' 00" latitud sur, a una altitud de 630 m.s.n.m. con una temperatura promedio anual de 23,6°C y una humedad relativa de 83,6%. Ecológicamente se encuentra ubicado en la zona de vida bosque muy húmedo - premontano subtropical (bmh – PT), (UNAS, 2008).

La presente investigación tuvo una duración de 6 meses en fase experimental comprendida entre los meses de Junio a diciembre del 2007.

3.2. Tipo de investigación

El presente trabajo responde a una investigación del tipo experimental.

3.3. Características climáticas de la zona experimental

Cuadro 4. Datos climatológicos registrados durante el periodo experimental (del 21 de junio al 21 de noviembre del 2007).

Meses	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)	Horas de sol (mes)	Horas de sol (día)
	Máx	Min	Media				
Junio - Julio	29,63	19,66	24,65	85,68	93,41	195,75	6,31
Julio - Agosto	29,77	19,51	24,64	86,25	115,76	187,36	6,04
Agosto - Septiembre	30,75	19,46	25,11	86,67	130,37	178,35	5,94
Septiembre - Octubre	30,15	20,26	25,21	82,69	246,80	152,45	4,92
Octubre - Noviembre	30,24	21,06	25,65	79,81	318,04	136,77	4,56

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Los datos meteorológicos son los promedios mensuales del tiempo que duró el experimento, estos fueron registrados en la estación climatológica de Tingo María, convenio UNAS – SENAMHI, José Abelardo Quiñones.

3.4. Características de las fuentes de abonos en estudio

Cuadro 5. Análisis químico del humus de estiércol de bovino en estudio.

Descripción	Medida	Cantidad	Descripción	Medida	Cantidad
M.O.	%	54,41	ceniza	%	18,00
pH		7,22	D. A.	%	0,48
N	%	1,90	D. R.	%	1,80
P	%	1,93	E. P.	%	58,10
K	%	1,24	C. I. C.	me	48,00
Mn	ppm	228,00	C/N	%	12,70

Fuente: Mendoza, 1995

Como fuente de abono inorgánico se emplearon la urea, superfosfato triple, cloruro de potasio y como enmienda se uso cal.

Cuadro 6. Composición química de los abonos inorgánicos.

Descripción	Medida	Nutriente	Cantidad
Urea	%	N	45-46
Superfosfato triple	%	P ₂ O ₅	45-46
Cloruro de potasio	%	K ₂ O	60

Fuente: Chávez, 2007

3.5. Campo experimental

El potrero que fue utilizado para el trabajo experimental presenta una topografía moderadamente ondulada. Las pasturas que existen en los potreros es básicamente pasto natural como el torurco (*Axonopus compressus* Bentham) y como pastura establecida esta la *Brachiaria brizantha* Bentham y *Centrocema macrocarpum* Bentham, las que eran utilizadas en el pastoreo de vacunos de leche; para la fase de experimento estos potreros entraron en descanso, de esta manera se evitó daños en las plantas de cedro rosado.

El suelo al inicio del experimento tenía una estructura franco, en la que predominaba la arena y el limo con 45 y 34% respectivamente; contenido de Materia Orgánica de 2,4%, considerado pobre. Los suelos son de pH ácido (4,5), en general el suelo es considerado infértil, presentando una alta

concentración de aluminio (2,20), que a 4,5 de pH que presenta el suelo se hace asimilable para las plantas.

3.6. Plantas de cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.)

Se utilizó un total de 96 plantones de cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) con una edad de 90 días, con una altura promedio de 17,90 cm y un diámetro a 2 cm del suelo de 3,41mm.

3.7. Variables independientes

Fuentes de fertilización y enmienda.

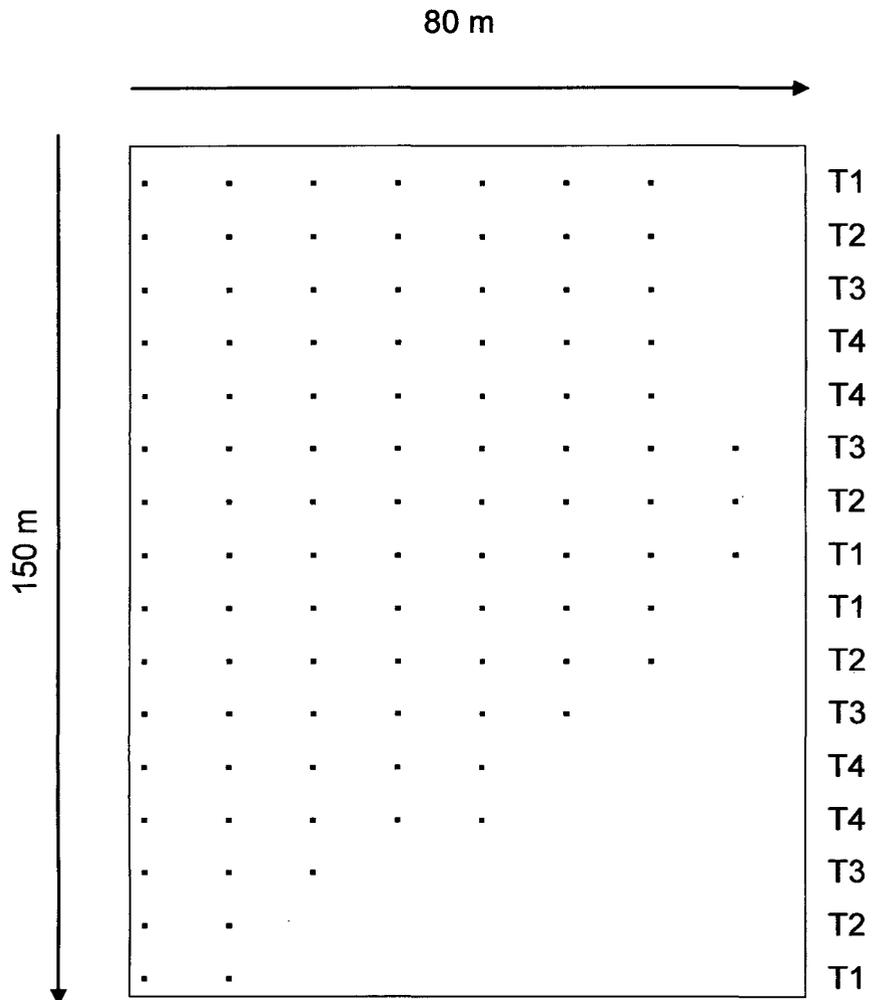
3.8. Tratamientos en estudio

Cuadro 7. Tratamientos en estudio.

Tratamientos	Humus (gr)	NPK (20-20-20) (gr)	Cal (gr)	Total (gr)
T1	2000	---	---	2000
T2	2000	120	50	2150
T3	---	120	---	120
T4	---	---	50	50

3.9. Croquis de distribución de los tratamientos

El método cuadrado de siembra fue utilizado para distribuir al cedro rosado en 10 x10 m entre plantas. Las dimensiones y la disposición de tratamientos en el área experimental se muestran en el presente esquema.



- T1 = Humus 2000 gr
- T2 = NPK (20-20-20)+cal +humus 2170 gr
- T3 = NPK (20-20-20) 120 gr
- T4= Cal 50 gr

3.10. Diseño estadístico

Los datos obtenidos fueron procesados mediante un diseño completamente al azar (DCA). Siendo el modelo aditivo lineal el siguiente:

$$Y_{ij} = u + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = j - ésima observación bajo el i - ésimo tratamiento

u = Media de la población

T_i = Efecto del i - ésimo tratamiento

E_{ij} = Error experimental

Para el cálculo de las diferencias significativas entre las medias de los tratamientos se usó la prueba de DUNCAN con nivel de significancia de $p \leq 0,05$.

3.11. Variables dependientes

- Altura de la planta (cm)
- Diámetro de la planta (mm)
- Número de hojas
- Número de folíolos
- Composición físico química del suelo.
- Costo de establecimiento

3.12. Variables concomitantes

Presencia de plagas y enfermedades

Temperatura

Presencia de lluvias

3.13. Metodología

3.13.1. Altura de planta

Se registró en centímetros (cm), desde la superficie del suelo hasta el extremo de la yema apical de la plántula, para no tener variación en la toma de datos, puesto que al medir hasta la última parte de la hoja final, ésta puede estar recién brotando y por ende se mantiene más erguida o si ésta tiene mayor días de brote tiende a echarse hacia los costados perjudicando así la evaluación. Fueron evaluadas todas las plantas, para tal efecto se utilizó una wincha metálica, siguiendo la metodología empleada por Gómez (2007).

3.13.2. Diámetro

Se determinó a 2 mm de altura del cuello radicular de la planta mediante el empleo del vernier digital.

3.13.3. Número de hojas

Se realizó de manera directa mediante el conteo del número de hojas pinnaticompuestas y bipinnaticompuestas de cada planta.

3.13.4. Número de folíolos

Puesto que el cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) es una planta con hojas compuestas, bipinnadas, formando así hojas bipinnaticompuestas que esta formado por folíolos, nos vemos en la necesidad de contar de manera directa cada folíolo de cada planta.

3.13.5. Composición físico química del suelo

El análisis físico - químico del suelo se realizó al inicio y al final del experimento en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

3.13.6. Costo de establecimiento

Se tomaron en cuenta todos los costos que ocurrieron desde el inicio hasta el final del experimento, considerando las labores de deshierbo y fertilización. Los costos de producción se realizaron para cada tratamiento, para determinar que tratamiento es más económico.

VI. RESULTADOS

4.1. Efecto de las diferentes fuentes de abonamiento y enmienda sobre la altura de la planta de cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.)

Los resultados obtenidos de altura de planta se presentan en el cuadro 8 y en la figura 1, donde el tratamiento T2 (Humus + NPK + Cal), alcanza la mejor altura en las cuatro evaluaciones, seguido de los tratamiento T1 (Humus), T3 (NPK) y T4 (cal) respectivamente.

Cuadro 8. Efecto de los diferentes tratamientos sobre la altura (cm) de plantas de cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.)

Tratamientos	Meses			
	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Humus + NPK + Cal	27,00 ^a	36,80 ^a	44,07 ^a	64,73 ^a
Humus	24,93 ^b	32,87 ^b	38,73 ^b	56,67 ^b
NPK	23,87 ^b	26,40 ^c	31,00 ^c	41,13 ^c
Cal	19,93 ^c	21,40 ^d	23,80 ^d	30,67 ^d

Promedio con letras diferentes en las columnas difieren estadísticamente según la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$).

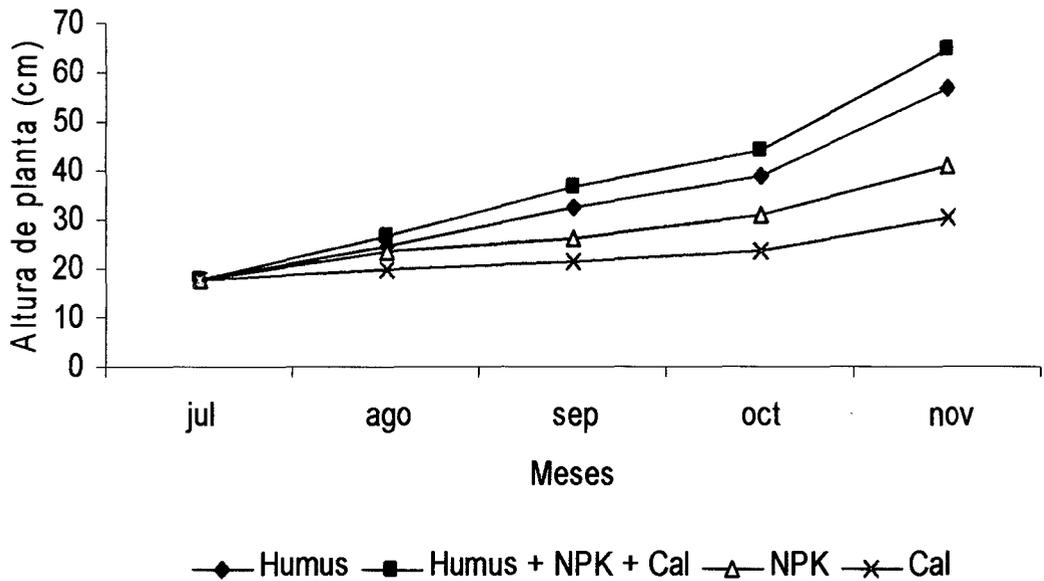


Figura 1. Comportamiento de la curva de crecimiento de la altura de las plantas por cada tratamiento, durante los meses de evaluación.

4.2. Efecto de las diferentes fuentes de abonamiento y enmienda sobre el diámetro del tallo de las plantas de cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.)

Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 9 y figura 2, donde se muestra que los tratamientos T2 (Humus + NPK + Cal) y T1 (Humus), alcanzaron mejores diámetros de tallo en los 4 meses de evaluación, seguidos del T3 (NPK) y T4 (cal), respectivamente.

Cuadro 9. Efecto de diferentes abonos y enmienda sobre el diámetro (mm) de tallo de plantas de cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.)

Tratamientos	Meses			
	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Humus + NPK + Cal	4,79 ^a	6,68 ^a	8,20 ^a	11,27 ^a
Humus	4,42 ^b	6,16 ^a	7,59 ^a	10,61 ^a
NPK	3,99 ^c	4,96 ^b	6,06 ^b	8,07 ^b
Cal	3,58 ^d	3,94 ^c	4,60 ^c	5,44 ^c

Promedio con letras diferentes en las columnas difieren estadísticamente según la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$).

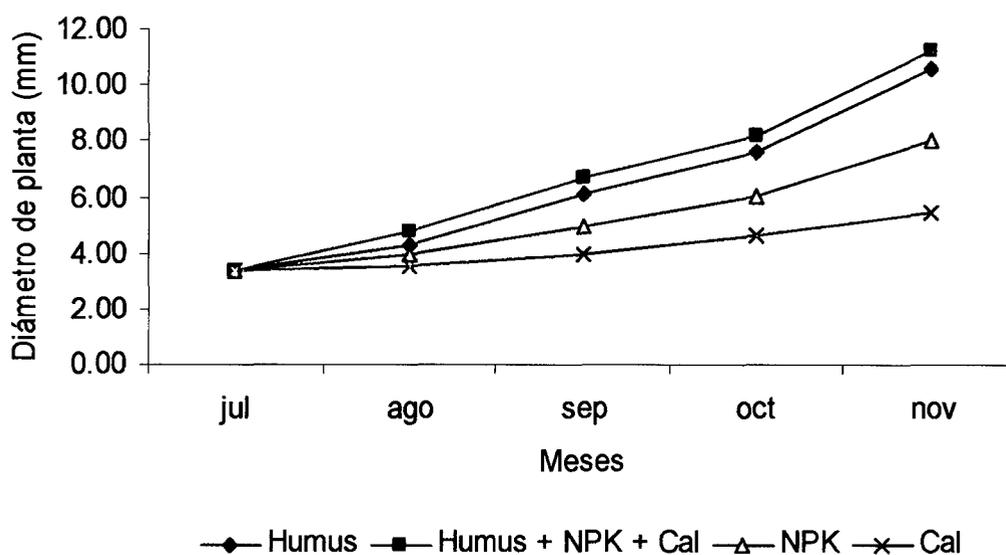


Figura 2. Comportamiento de la curva de crecimiento, para el diámetro de las plantas por cada tratamiento durante los meses de evaluación.

4.3. Efecto de las diferentes fuentes de abonamiento y enmienda sobre el número de hojas del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.)

Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 10 y figura 3, donde el tratamiento T2 (Humus + NPK + Cal) y T1 (Humus) superaron en número de hojas a los demás tratamientos, durante los 4 meses de evaluación.

Cuadro 10. Efecto de diferentes abonos sobre el número de hojas de plantas de cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.)

Tratamiento	Meses			
	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Humus + NPK + Cal	13,07 ^a	14,07 ^a	14,40 ^a	16,87 ^a
Humus	12,47 ^a	13,53 ^a	13,80 ^a	15,60 ^{ab}
NPK	10,13 ^b	10,80 ^b	11,07 ^b	12,93 ^{bc}
Cal	8,20 ^c	8,67 ^c	8,93 ^c	10,07 ^c

Promedio con letras diferentes en las columnas difieren estadísticamente según la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$).

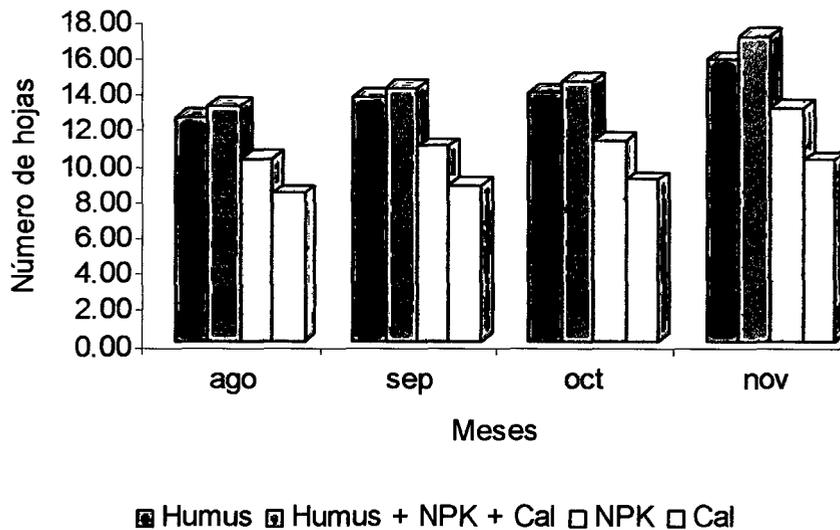


Figura 3. Número de hojas de las plantas de cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) evaluados por tratamientos y por meses.

4.4. Efecto de las diferentes fuentes de abonamiento y enmienda sobre el número de foliolos del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.)

En el cuadro 11 y figura 4, se muestra la superioridad de los tratamientos T2 (Humus, NPK, y Cal) y T1 (Humus) sobre los demás.

Cuadro 11. Efecto de los diferentes abonos y enmienda sobre el número de foliolos del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.)

Tratamientos	Meses			
	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Humus + NPK + Cal	105,40 ^a	122,67 ^a	150,47 ^a	184,80 ^a
Humus	99,07 ^a	118,13 ^a	147,07 ^a	178,80 ^a
NPK	81,87 ^b	102,20 ^a	109,40 ^b	126,73 ^b
Cal	54,00 ^c	55,60 ^b	77,13 ^c	101,40 ^b

Promedio con letras diferentes en las columnas difieren estadísticamente según la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$).

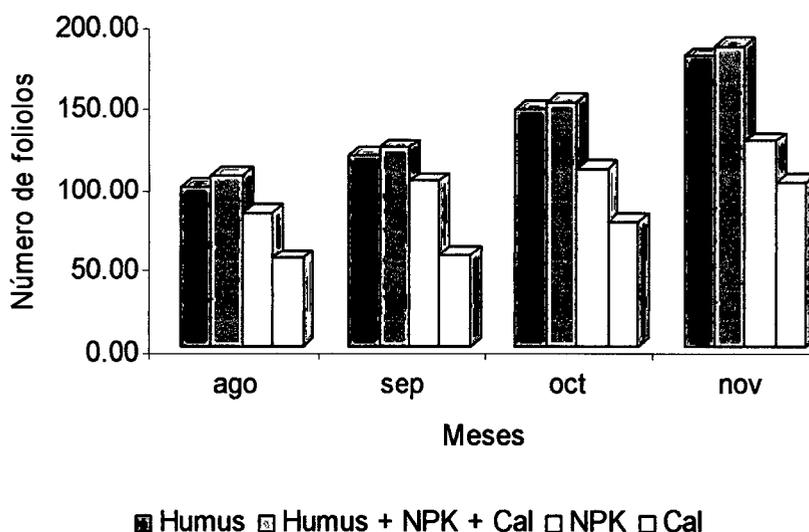


Figura 4. Número de foliolos de las plantas para el efecto de los tratamientos evaluados por mes.

4.5. Composición físico química del suelo

El efecto del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) sobre las características físico-químicas del suelo se muestra en el cuadro 12.

Cuadro 12. Efecto del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) sobre las características físico-químicas del suelo.

Elemento		Análisis inicial	Análisis final	Método
		Contenido	Contenido	
Análisis físico				
Arena	%	45	35	Hidrómetro
Limo	%	34	44	Hidrómetro
Arcilla	%	21	21	Hidrómetro
Textura	%	Franco	Franco	Triangulo textural
Análisis químico				
pH		4,5	4,5	Potenciómetro
CO ₃ Ca		---	---	Gasovolumétrico
M.O	%	2,4	3,7	Walkley Black
N		0,11	0,17	M.O * Fac. 0,045
P	(ppm)	4,60	7,20	Olsen modificado
K ₂ O	(Kg/ha)	132	170	Acido sulfúrico
Ca	me/100g	2,10	2,00	Absorción atómica
H	me/100g	1,00	1,70	Yuan
Al	me/100g	2,20	2,60	Yuan
C.I.C	me/100g	---	---	Desplazamiento kel kal 1N
Mg	me/100g	0,80	0,30	Absorción atómica
CIC _e	me/100g	6,10	6,60	Desplazamiento kel kal 1N
Bas.Camb	%	47,54	34,85	(Ca+K+Na+Mg)/CICe*100
Ac.Camb	%	52,46	65,15	(Al+H)/CICe*100

Fuente: Laboratorio de análisis de suelo de la Facultad de Agronomía de la UNAS - 2007.

4.6. Costos de establecimiento del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) por tratamiento

Los costos de establecimiento del cedro rosado por tratamiento empleado se detallan en el cuadro 13.

Cuadro 13. Detalle de costos de establecimiento del cedro rosado.

DETALLE	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO S/.		
			Unitario	Total	
A. Costos fijos				390,00	
Labores culturales					
Deshierbo (D)	20	jornales	15	300,00	
Plantación (P)	3	jornales	15	45,00	
Fertilización (F)	3	jornales	15	45,00	
B. Costos variables				238,80	
Fertilizantes					
NPK(20-20-20)	5,76	Kg.	2,5	14,40	
Humus	96	Kg.	0,3	28,80	
Enmienda					
Cal	2,4	Kg.	1,5	3,60	
Plantas	96	unidad	2,0	192,00	
Total				628,80	

Cuadro 14. Costos del establecimiento del cedro rosado de acuerdo al tratamiento por hectárea.

Tratamientos	Plantas unidad	Humus Kg	NPK Kg	Cal Kg	Precio sub. total	Labores (s/.)			Precio total s/.
						P	D	F	
Tratamiento1	100	200	0	0	260,00	45	300	30	635,00
Tratamiento2	100	200	12	5	297,50	45	300	30	672,50
Tratamiento3	100	0	12	0	230,00	45	300	15	590,00
Tratamiento4	100	0	0	5	207,50	45	300	15	567,50

V. DISCUSIÓN

5.1. Efecto de los diferentes tipos de abonos y enmienda sobre la altura del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.)

Según los resultados mostrados en el cuadro 8, los tipos de abonos aplicados tuvieron efecto en el incremento de la altura de planta, esta respuesta nos lleva a deducir que el cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) reaccionó positivamente al abonamiento, debido al aporte de nutrientes de los diferentes abonos, coincidiendo con lo manifestado por CONIF (1998), ZÉREGA (1999), BOWEN y KRATY (1986), quienes indican que la práctica de la fertilización es indispensable para el desarrollo y vigor de las plántulas.

La prueba de Duncan para la altura de la planta de cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) nos indica que el tratamiento T2 (2000 gr de humus, 120 gr de NPK (20-20-20) y 50 gr de cal) obtuvo el mejor comportamiento en los cuatro meses de evaluación, esto debido a que las plantas de cedro rosado se ven estimulados por la aplicación de diferentes abonos y enmienda, este resultado es explicado por INFOJARDIN (2007) y por la CONIF (1998), quienes mencionan que los abonos químicos ofrecen un

resultado muy rápido y sorprendente porque se disuelven con facilidad en el suelo y por tanto, las plantas disponen de esos nutrientes nada mas al echarlos o pocos días después. La aplicación de 2000 gr de humus a estas plantas (T2), incrementó los niveles de nutrientes como menciona (NOVAK, 1990), quien sostiene que con la aplicación del humus se logrará plantas de excelente calidad y muy parejas, producto de una acelerada formación de tejido radicular por la acción del ácido indol-acético y giberélico.

A su vez el suministro de 50 gr cal, en el tratamiento T2 influyó en la respuesta, debido a que provocó la disponibilidad de los nutrientes adicionados a través del humus y del NPK. Constatando con lo mencionado por (BUCKMAN y BRADY, 1985), quienes mencionan que con la adición de cal existe un incremento de pH y aumento de la capacidad de intercambio de cationes específicos (CIC_E).

Los tratamientos T1 (2000 gr de humus) y T3 (120 gr de NPK) en la primera evaluación tienen similar comportamiento estadístico empero, en las evaluaciones siguientes el tratamiento T1 fue superior al tratamiento T3, esto concuerda con lo mencionado por ZÉREGA (1999), BOWEN y KRATY (1986), quienes indican que el humus mejora las propiedades físicas del suelo, como la retención de humedad, tasa de infiltración, la porosidad, disminuye la densidad aparente del suelo, mejora la estructura del suelo, así como incrementa significativamente la capacidad del suelo para retener nutrientes, impidiendo que se pierdan por lavado, favoreciendo al desarrollo de las plantas.

El tratamiento con NPK es inferior con el pasar de los meses al tratamiento con humus debido a que los nutrientes aportados por el NPK solo se mantiene disponibles en el suelo por periodos cortos y una alta proporción se pierde por evaporación tal como menciona GONZALES (1995) a su vez TISDALE y NELSON (1988), mencionan que la urea se debe hidrolizar para transformarse en amoniaco y luego a nitritos y nitratos en presencia del O₂, así mismo informa que el superfosfato triple y cloruro de potasio son hidrosolubles, esta transformación a amoníaco, hidrosolubilidad del superfosfato triple y cloruro de potasio, se vio perjudicado por la ausencia de humedad y la compactación de los suelos donde se realizo la investigación.

El tratamiento T4 (50gr de cal), fue el que reporto los resultados menos favorables, debido a que la adición de cal al suelo solo subió el pH y no incorporó nutriente al suelo, tal como menciona BUCKMAN y BRADY (1985) quienes indican que con la adición de cal existe un incremento de pH y aumento de la CIC_E, quedando este incremento de CIC_E en vano por tener un suelo con bajos niveles de nutrientes tal como lo demuestra el análisis de suelo realizado de la zona experimental y comparado con los rangos de niveles de nutrientes de CHAVEZ (2007).

5.2. Efecto de los tipos de abonos y enmienda sobre el diámetro de tallo del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.)

Los resultados obtenidos para el diámetro de la planta de cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.); mostrados en el cuadro 9 indican que los tratamientos T2 (Humus + NPK + Cal) y T1 (Humus) son superiores a los demás tratamientos, ambos tratamientos tuvieron un comportamiento igual en las tres últimas evaluaciones. Este comportamiento de las plantas se explica porque ambos tratamientos (T2 y T1) recibieron 2000 gr de humus influenciando directamente en el diámetro de tallo, dando condiciones a las plantas para su adecuado desarrollo, el humus apporto nutrientes al suelo para ser aprovechado por las plantas, tal como mencionan NOVAK (1990) y SÁENZ (1987), quienes indican que el humus libera una abundante provisión de compuestos nitrogenados que quedan a disposición de las plantas y que el humus es un producto estable, actuando como uno de los fertilizantes de mejor calidad existentes, factores que provocó un desarrollo parejo y unas plantas de excelente calidad.

El efecto de la adición de NPK a las plantas que recibieron el tratamiento T2, no resultó significativo en el incremento de diámetro de las plantas, esto concuerda con lo obtenido por la CONIF (1998), que menciona que con los fertilizantes químicos los árboles crecen mas rápido, pero débiles.

Los resultados obtenidos del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) a los 4 meses de evaluación para variables como altura (T2=64,73 cm, T1=56,67 cm, T3=41,13 cm, T4=30,67 cm), y diámetro (T2=11,27 mm, T1=10,61 mm, T3=8,07 mm, T4=5,44 mm), son muy bajos, comparados a los reportados en la zona de Aguaytia, por (WANGEMAN, 2007), que en 5 meses, la primera plantación de cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) en terrenos degradados alcanzó los 3 m de altura en promedio y en Chanchamayo (RICSE, 2006), que a los 6 meses reporto alturas de 3 a 5 m. En terrenos aluviales de buena calidad el cedro rosado alcanzó 4 m a los 6 meses. Estos resultados bajos se obedece al pH de 4,5 del suelo donde se trabajo, contradiciendo a lo recomendado por MENENDEZ (1997) y GUZMAN (2006), quienes recomiendan sembrar en suelos con un pH que va de 5,5 a 7 y que no estén sujetas a periodos prolongados de sequías y que el crecimiento mayor se ha observado en suelos frescos y con buena exposición al sol.

Estos resultados comparados con otras especies forestales son muy altos. HERNANDO (1998), evaluó diferentes especies forestales determinando que las plantas a los 2 y 3 meses alcanzaban entre 30 y 40 cm de altura. A su vez SÁNCHEZ (1991), obtuvo a los 6 meses una altura de 32.98 cm en caoba (*Swietenia macrophylla* G. King.) FONSECA (1995), realizó estudios de siembra directa con caoba (*Swietenia macrophylla* G. King.) en un bosque primario, donde reportó alturas a los 30 días de 13,24 cm, a los 60 días 13,68 cm, a los 90 días 14,71 cm, a los 120 días 16,94 cm y a los 6 meses registro 17,96 cm de altura.

El cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) presento mejor rendimiento que la capirona (*Calycophyllum spruceanum* Berth) comparando con lo realizado por MENDOZA (1995), quien evaluó el efecto de cuatro niveles de humus de lombriz en el crecimiento inicial de la capirona (*Calycophyllum spruceanum* Berth) en suelos ex cacaes obteniendo a los 4 meses alturas de 29,17 cm y diámetro de 5,2 mm sin ningún tratamiento y 46,86 cm de altura y 7,5 mm de diámetro con 2 Kg de humus. A los 9 meses obtuvo alturas de 65,63 a 105,44 cm y diámetros de 1,17 a 1,69 cm con los respectivos tratamientos.

5.3. Efecto de los tipos de abonos y enmienda sobre el número de hojas y foliolos del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.)

Los tratamientos T2 (Humus + NPK + Cal) y T1 (Humus) en las cuatro evaluaciones de número de hojas y foliolos se comportaron estadísticamente iguales, y a su vez superiores a los demás tratamientos, dicho resultado se le acredita a la adición de humus, concordando a lo mencionado por (FERRUZI, 1987), quien reporta que en cultivo abonado con humus de lombriz se obtuvieron plantas con mayor cantidad de hojas y que mostraron colores mas vivos. El tratamiento T4 con 50 gr de cal, obtuvo los mas bajos resultados en cuanto a número de hojas y foliolos esto debido a la falta de nutrientes en el suelo y a la no fertilización de dichos suelos, como señala la (CONIF, 1998), que indica que la fertilización es indispensable para el desarrollo y vigor de las plántulas.

5.4. Efecto de las propiedades físico químicas del suelo en el desarrollo del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.)

Con respecto al efecto físico químico del suelo experimental podemos decir que ha influenciado directamente en el crecimiento de la planta de cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.); podemos indicar que el suelo en estudio se encuentra degradado, teniendo un pH de 4,5 que es considerado por CHAVEZ (2007), como extremadamente ácido, por lo tanto el ión Al intercambiable presente en el suelo en 2,20 – 2,60 me/100 gr, se presentó soluble y asimilable para la planta de cedro rosado, esto es afirmado por (FASSBENDER, 1991), quien menciona que la mayor solubilidad del Al^{+3} esta alrededor de pH igual a 4,5 en esta condición el ión puede ser tóxico, el Al se precipita con pH de 5,5 a 6,0; encontrándose poco o nada de Al intercambiable. Esta situación del suelo afecta el crecimiento de las plantas tal como menciona DA CRUZ (2005), quien indica que el pH ácido afecta en la disponibilidad de algunos elementos esenciales y de la actividad de los microorganismos. El análisis de suelo nos muestra un bajo contenido de materia orgánica, N, P, K, Ca y baja CICE, tal como manifiesta CHAVEZ (2007), esta deficiencia de nutrientes nos indico a fertilizar con humus y NPK para suministrar nutrientes en forma aprovechable para las plantas tal como señala (ZÉREGA, 1999) y (BOWEN y KRATY, 1986).

5.5. Efecto del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) sobre las características físico químicas del suelo

Los análisis de suelo presentados en el cuadro 12, realizados al inicio y final, del experimento no reportan diferencias, los efectos ecológicos esperados del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) por ser leguminosa, que son la conservación y recuperación del suelo, mejoramiento del microclima, tal como señala (MONTAGNINI, 1992), (BASTOS, 2002) y (MENENDEZ, 1997), no se pudieron observar por ser evaluadas en la fase inicial del establecimiento del cedro rosado y por el corto periodo de evaluación.

5.6. Costos de establecimiento del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) por tratamiento

El costo de establecimiento del trabajo experimental con 96 plantas de cedro rosado a un distanciamiento de 10 x 10 m en una Ha, distribuidos por tratamiento es de S/. 628,80. El valor inicial de las plantas de cedro rosado era de S/. 2,00 y el valor actual es de S/. 6,55. Este incremento de precio en la planta se da por el costo de establecimiento, el potrero también incrementa de precio en S/. 628,80 tal como manifiesta GUZMAN (2006) y MENENDEZ (1997) quienes indican que existe un aumento considerable del precio de los fundos al instalar sistemas silvopastoriles en ellos.

VI. CONCLUSIONES

- El efecto de la combinación de humus, NPK y cal, en el crecimiento longitudinal y diametral de la planta de cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) en suelos con pasturas degradadas, ha sido beneficioso porque estos productos actuaron complementariamente, favoreciendo en el crecimiento de la planta, superando significativamente a los demás tratamientos.
- La incorporación de las plantas de cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) en pasturas degradadas como componente arbóreo de un sistema silvopastoril no tuvo efectos positivos en la recuperación de las propiedades físico químicas del suelo, debido al corto periodo de evaluación.
- El costo de establecimiento del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) bajo condiciones de investigación y distribuidos de acuerdo a los tratamientos a un distanciamiento de 10 x 10 m en una ha de pastura establecida es S/. 628,80.

- Los costos de establecimiento del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) para una hectárea de pastura establecida con humus es de S/. 635,00 con NPK es de S/. 590,00 con cal es de S/.567,00 y con la combinación de NPK, humus y cal es de S/. 672,50.

VII. RECOMENDACIONES

- Establecer el cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) en suelos con pasturas degradadas, con abonamiento combinado de humus, NPK y cal, para obtener un mayor desarrollo de las plantas y tener menos tiempo de descanso de los potreros.
- Continuar con investigaciones en cuanto a la incorporación del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) como componente arbóreo de un sistema silvopastoril en el potrero número 2 del Modulo Lechero de Aucayacu, hasta un periodo mayor de 10 años para medir el aporte de nutrientes, conservación y recuperación de suelos en el tiempo.
- Evaluar en el futuro el efecto del sistema silvopastoril con cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) en los vacunos, efectos como; reducción del estrés térmico, aumento de la productividad, mayor tiempo de pastoreo, menor consumo de agua por parte del animal, mayor consumo de pasturas, mejor conversión de forrajes, aumento en la producción de leche, aumento en la ganancia de peso, mayor tasa de concepción, mayor vida reproductiva entre otros.

ABSTRACT

This experiment was carried out at Aucayacu dairy module, Animal Science Faculty, NAFU, with the objective to evaluate the pink cedar (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.), as tree component of a forest grazing system, under different fertilizer and soil amend sources in degraded pastures in the establishment phase. The variables studied were: Height (cm), diameter (mm), leaves number, plant folium number, physic chemistry soil composition and establishment cost. The treatments were: T1 2000 g humus, T2 2000 g humus plus 120 g inorganic NPK and 50 g lime, T3 120 g NPK, T4 50 g lime. Complete random design was used and difference means analysis was proved by Duncan test. The evaluation were made from August to November – 2007, being T2 with organic humus, inorganic NPK and lime showed better results: 64,73 cm height, 11,27 mm diameter, 16,87 leaves number and 184,80 folium number. Getting the following conclusion: The combine effect of humus, inorganic NPK and lime, had an favorable effect the longitude development and in the plant diameter of pink cedar established in degraded pastures, because fertilizers actuated in complementary way, getting a fast plant developed, being significant superior to the other treatments.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

BASTOS, J. 2002. Sistemas silvopastoriles en la amazonia. EMBRAPA.

Artículo [En línea]: (<http://www.embrapa.br.com>, junio del 2007).

BOWEN, J. y KRATKY, B. 1986. El estiércol y el suelo. Agricultura de las Américas. EE.UU. 35p.

BUCKMAN, R. y BRADY, K. 1985. Química y fertilidad de suelos. Uteha. México. 360p.

CHAVEZ, J. 2007. Agrotecnia. Publicado por el área de cultivos del departamento de ciencias agrarias de la UNAS. 75p.

CONSEJO NACIONAL FORESTAL, 2004. El cedro. [En línea]: CONAFOR (http://www.conafor.gob.pe/rrnn_f_agro.shtml, documento 09 Abril del 2007).

CORPORACIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y FOMENTO FORESTAL (CONIF), 1998. Guía técnica sobre sistemas forestales y agroforestales. Colombia 171p.

DINAH, M. 2004. Manejo de plantas con abonos orgánicos e inorgánicos. [En línea] (http://www.plantas_y_hogar.com. junio del 2007).

DA CRUZ, W. 2005. Manejo de pasturas tropicales, UNAS. Tingo Maria, Perú. 188p.

ESTRADA, J. y CUMMING, N. 1978. Efecto de la aplicación de cal y fósforo a horizontes específicos de un suelo ácido sobre el crecimiento y contenido de fósforo y aluminio en el maíz. Anuales científicos. 78p.

FASSBENDER, W. 1991. Química de los suelos con énfasis en suelos de América Latina .San José. Costa Rica. Ed. IICA.398 p.

FERRUZZI, C. 1987. Manual de lombricultura. Trad. Del italiano por Carlos Buxa. Madrid. Mundi prensa. 138 p.

FONSECA, A. 1995. Evaluación de siembra directa de caoba en un bosque primario en Tingo María. Tesis para optar el título de ingeniero en recursos naturales renovables, mención forestal. 51p.

FOY, D. 1978. Effects of aluminum on plant growth. En E. W. Carson. Ed. The plant root and its environment, USA. University Press of Virginia. 646.

GÓMEZ, Y. 2007. Producción de plantas de *Eucalyptus grandis* en viveros, mediante la obtención de un sustrato utilizando como elemento principal la cachaza. Centro Universitario de Guantánamo - Cuba. [En línea]: (http://www.gtmo.inf.cu/revista%20electronica/numero_33/Producci%F3n%20de%20plantas.html. 24 de abril de 2008).

GONZALES, A. 1995. Aplicación y efecto residual del estiércol en la producción y calidad del buffel (*Cenchrus ciliaris*) en trópico seco. [En línea]: (http://digecet.ucol.mx/tesis_posgrado/resumen.php/cno17.pdf, 25 Nov. 2006).

GUZMAN, O. 2006. El cedro rosado de la India. [En línea]: (<http://www.cedrosrosados-paulownias.com/cedro.htm>, 08 Abril del 2007).

HARTMANN, T. y KESTER, E. 1987. Propagación de plantas. Principios y prácticas. Compañía editorial Continental, S.A. de C.V., México. 760p.

HERNANDO, T. 1998. Comportamiento y selección de leña perennes con potencial silvopastoril en el Magdalena Medio Caendense. Colombia. 12p

INFOJARDIN 2007. Tipo de abonos para jardines. [En línea] (http://www.infojardin.com/articulos/tipo_de_abonos_2htm, julio 2007).

MENDOZA, V. 1995. Efecto de 4 niveles de humus de lombriz, en el crecimiento inicial de la capirona (*Calycophyllum spruceanum* berth), en suelos degradados de Tingo María. Tesis ingeniero en recursos naturales renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 62p.

MENENDEZ, H. 1997. Guía de cultivo del cedro rosado. [En línea]: (<http://www.monografias.com/trabajos20/cedro-rosado/cedro-rosado.shtml>, 08 Abril del 2007).

MEXAL, G. y CUEVAS, R. 1999. Reforestación de especies tropicales en México: Calidad de plántulas y método de siembra. New México State University. México. 132p.

MONTAGNINI, F. 1992. Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos, 2^a. Ed. San Jose, CR. Organización para estudios tropicales.

NOVAK, A. 1990. La lombriz de tierra. Curso básico lombricultura ciencia y tecnología. Lima – Perú. 27p.

PAREDES, R. 1990. Efecto de la dolomita, fuente de fósforo y micorriza V. A. en la nutrición y crecimiento de la soya (*Glycine max* L. Cerril), en un suelo ácido. Tesis ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 91p.

POTASH, I. 1986. Manual de fertilidad de suelos. USA. 7p.

RICSE, A. 2006. Programa nacional de investigación en sistemas agroforestales sub dirección de investigación forestal. [En línea]: www.inia.gov.pe/notas/nota0110/expo/PNI%20Sistemas%20Agroforestales%20Auberto%20Ricse.pdf. 22 de abril de 2008).

ROMERO, M. 2007. Reforestación y plantaciones forestales. [En línea]: <http://cododelpozuzo.com/content/view/22/41/>, 08 de abril del 2007).

SAENZ, C. 1987. La lombriz en el mejoramiento de la tierra. Gaceta Agrícola. México. 64p.

SANCHEZ, H. 1991. Efecto del ácido giberélico (GA3) en la germinación y crecimiento de la caoba (*Swietenia macrophylla* G. King), en fase de vivero. Tesis para optar el título de ingeniero en recursos naturales renovables. Tingo Maria, Perú. 94p.

TISDALE, L. y NELSON, W. 1991. Fertilidad de suelos y fertilizantes. Uteha. México. 760p.

UNAS. 2008. Datos meteorológicos. Estación meteorológica José Abelardo Quiñones. Datos no publicados.

VILLAR, M. 1986. Química del suelo. Edit. Mundiprensa S.A. México. 209 p.

WANGEMAN, E. 2007. Plantaciones de cedro rosado - Trabajos de Reforestación realizados en Aguaytía - Región Ucayali. 20p.

ZÉREGA, L. 1999. Características de algunos fertilizantes agrícolas no tradicionales en el trópico de Venezuela [En Línea]: (<http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd53/fertilizantes.htm> 22 de enero 2007).

ANEXO

Anexo 1. Análisis de varianza y prueba de Duncan ($p \leq 0,05$) para la altura del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) a 30 días después de la fertilización (agosto).

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	p-valor
Tratamientos	3	396,13	132,04	22,3	<0,0001
Error	56	331,60	5,92		
Total	59	727,73			

C. V. = 10,17 $R^2 = 0,54$

Tratamientos	Medias	n	Significación
T2	27,00	15	a
T1	24,93	15	b
T3	23,87	15	b
T4	19,93	15	c

Anexo 2. Análisis de varianza y prueba de Duncan ($p \leq 0,05$) para la altura del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) a 60 días después de la fertilización (septiembre).

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	p-valor
Tratamientos	3	2096,67	698,87	52,79	<0,0001
Error	56	741,33	13,24		
Total	59	2837,93			

C. V. = 12,39 $R^2 = 0,74$

Tratamientos	Medias	n	Significación
T2	36,80	15	a
T1	32,87	15	b
T3	26,40	15	c
T4	21,40	15	d

Anexo 3. Análisis de varianza y prueba de Duncan ($p \leq 0,05$) para la altura del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) a 90 días después de la fertilización (octubre).

F. V	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	p-valor
Tratamientos	3	3542,13	1180,71	53,05	<0,0001
Error	56	1246,27	22,25		
Total	59	4788,40			

C. V. = 13,71 $R^2 = 0,74$

Tratamientos	Medias	n	Significación
T2	44,07	15	a
T1	38,73	15	b
T3	31,00	15	c
T4	23,80	15	d

Anexo 4. Análisis de varianza y prueba de Duncan ($p \leq 0,05$) para la altura del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) a 120 días después de la fertilización (noviembre).

F. V	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	p-valor
Tratamientos	3	10535,27	3511,76	31,59	<0,0001
Error	56	6225,33	111,17		
Total	59	16760,60			

C. V. = 21,83 $R^2 = 0,63$

Tratamiento	Medias	n	Significación
T2	64,73	15	a
T1	56,67	15	b
T3	41,13	15	c
T4	30,67	15	d

Anexo 5. Análisis de varianza y prueba de Duncan ($p \leq 0,05$) para el diámetro de tallo del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) a 30 días después de la fertilización (agosto).

F. V	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	p-valor
Tratamientos	3	12,33	4,11	17,20	<0,0001
Error	56	13,38	0,24		
Total	59	25,72			

C. V. = 11,65 $R^2 = 0,48$

Tratamientos	Medias	n	Significación
T2	4,79	15	a
T1	4,42	15	b
T3	3,99	15	c
T4	3,58	15	d

Anexo 6. Análisis de varianza y prueba de Duncan ($p \leq 0,05$) para el diámetro de tallo del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) a 60 días después de la fertilización (septiembre).

F. V	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	p-valor
Tratamientos	3	67,98	22,66	21,67	<0,0001
Error	56	58,56	1,05		
Total	59	126,54			

C. V. = 18,80 $R^2 = 0,54$

Tratamientos	Medias	n	Significación
T2	6,68	15	a
T1	6,16	15	a
T3	4,96	15	b
T4	3,94	15	c

Anexo 7. Análisis de varianza y prueba de Duncan ($p \leq 0,05$) para el diámetro de tallo del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) a 90 días después de la fertilización (octubre).

F. V	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	p-valor
Tratamientos	3	117,53	39,18	16,26	<0,0001
Error	56	134,91	2,41		
Total	59	252,44			

C. V. = 23,48 $R^2 = 0,47$

Tratamientos	Medias	n	Significación
T2	8,20	15	a
T1	7,59	15	a
T3	6,06	15	b
T4	4,60	15	c

Anexo 8. Análisis de varianza y prueba de Duncan ($p \leq 0,05$) para el diámetro de tallo del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) a 120 días después de la fertilización (noviembre).

F. V	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	p-valor
Tratamientos	3	317,30	105,77	21,89	<0,0001
Error	56	270,52	4,83		
Total	59	587,86			

C. V. = 24,84 $R^2 = 0,54$

Tratamientos	Medias	n	Significación
T2	11,27	15	a
T1	10,61	15	a
T3	8,07	15	b
T4	5,44	15	c

Anexo 9. Análisis de varianza y prueba de Duncan ($p \leq 0,05$) para el número de hojas del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) a 30 días después de la fertilización (agosto).

F. V	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	p-valor
Tratamientos	3	225,13	75,04	14,76	<0,0001
Error	56	284,80	5,09		
Total	59	509,93			

C. V. = 20,56 $R^2 = 0,44$

Meses	Medias	n	Significación
T2	13,07	15	a
T1	12,47	15	a
T3	10,13	15	b
T4	8,20	15	c

Anexo 10. Análisis de varianza y prueba de Duncan ($p \leq 0,05$) para el número de hojas del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) a 60 días después de la fertilización (septiembre).

F. V	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	p-valor
Tratamientos	3	284,33	96,33	21,90	<0,0001
Error	56	295,87	5,28		
Total	59	584,85			

C. V. = 17,68 $R^2 = 0,54$

Meses	Medias	n	Significación
T2	14,07	15	a
T1	13,53	15	a
T3	10,80	15	b
T4	8,67	15	c

Anexo 11. Análisis de varianza y prueba de Duncan ($p \leq 0,05$) para el número de hojas del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) a 90 días después de la fertilización (octubre).

F. V	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	p-valor
Tratamientos	3	288,98	96,33	18,23	<0,0001
Error	56	295,87	5,28		
Total	59	584,85			

C. V. = 19,08 $R^2 = 0,49$

Meses	Medias	n	Significación		
T2	14,40	15	a		
T1	13,80	15	a		
T3	11,07	15		b	
T4	8,93	15			c

Anexo 12. Análisis de varianza y prueba de Duncan ($p \leq 0,05$) para el número de hojas del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) a 120 días después de la fertilización (noviembre).

F. V	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	p-valor
Tratamientos	3	409,73	136,58	7,49	0,0003
Error	56	1021,20	18,24		
Total	59	1430,93			

C. V. = 30,80 $R^2 = 0,29$

Meses	Medias	n	Significación		
T1	16,87	15	a		
T2	15,60	15	a	b	
T4	12,93	15		b	c
T3	10,07	15			c

Anexo 13. Análisis de varianza y prueba de Duncan ($p \leq 0,05$) para el número de folíolos del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) a 30 días después de la fertilización (agosto).

F. V	G. L.	S. C.	C. M.	F. c.	p-valor
Tratamientos	3	23772,32	7924,11	20,84	<0,0001
Error	56	21664,27	386,86		
Total	59	45436,58			

C. V. = 23,12 $R^2 = 0,52$

Meses	Medias	n	Significación
T1	105,40	15	a
T2	99,07	15	a
T4	81,87	15	b
T3	54,00	15	c

Anexo 14. Análisis de varianza y prueba de Duncan ($p \leq 0,05$) para el número de folíolos del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) a 60 días después de la fertilización (septiembre).

F. V	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	p-valor
Tratamientos	3	42274,58	14091,53	16,88	<0,0001
Error	56	46761,07	835,02		
Total	59	89035,65			

C. V. = 29,00 $R^2 = 0,47$

Meses	Medias	n	Significación
T1	122,67	15	a
T2	118,13	15	a
T3	102,20	15	a
T4	55,60	15	b

Anexo 15. Análisis de varianza y prueba de Duncan ($p \leq 0,05$) para el número de foliolos del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) a 90 días después de la fertilización (octubre).

F. V	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	p-valor
Tratamientos	3	54098,98	18032,99	15,50	<0,0001
Error	56	65148,00	1163,36		
Total	59	119246,98			

C. V. = 28,18 $R^2 = 0,45$

Meses	Medias	n	Significación
T2	150,47	15	a
T1	147,07	15	a
T3	109,40	15	b
T4	77,13	15	c

Anexo 16. Análisis de varianza y prueba de Duncan ($p \leq 0,05$) para el número de foliolos del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) a 120 días después de la fertilización (noviembre).

F. V	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	p-valor
Tratamientos	3	73900,40	24633,47	9,25	<0,0001
Error	56	149173,33	2663,81		
Total	59	223073,73			

C. V. = 34,89 $R^2 = 0,33$

Meses	Medias	n	Significación
T1	184,80	15	a
T2	178,80	15	a
T3	126,73	15	b
T4	101,40	15	b