

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**PROPAGACION SEXUAL Y ASEXUAL DE LA ERYTRINA
(*Erythrina poeppigiana* (Walpes y Cook)) EN DOS TIPOS DE
SUSTRATOS Y SU RELACION CON LA INOCULACION
SIMBIOTICA EN TINGO MARIA**

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

JAVIER RONDÁN ASPILCUETA

PROMOCIÓN I – 2000

“Unasinos, hacia el desarrollo de un nuevo ecomilenio”

TINGO MARÍA – PERÚ

2013



F02

R82

Rondan Aspilcueta, Javier

Propagación sexual y asexual de la Erythrina (*Erithrina poeppigiana* (Walpes y Cook)) en dos tipos de sustratos y su relación con la inoculación simbiótica en Tingo María - Tingo María, 2001

73 páginas.; 62 cuadros; 5 figs.; 24 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero Agrónomo) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Agronomía.

- | | | |
|--------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1. COMPORTAMIENTO | 2. RENTABILIDAD | 3. BIOESTIMULANTE |
| 4. RENDIMIENTO | 5. FERTILIZACION | 6. BENEFICIO COSTO |

DEDICATORIA

A DIOS:

Que me conceda la vida.

A MI ADORADA MADRE:

Emasila, con todo el cariño y afecto por su abnegado sacrificio, para la culminación de mi carrera profesional.

A LA ETERNA MEMORIA:

De mi querido y recordado padre Maximiliano Rondán y de mis hermanos Juan y Luis que me iluminan desde el cielo (Q. E. P. D.).

A MI QUERIDA ESPOSA:

Claritza, por su abnegado apoyo y comprensión para lograr mi anhelo.

A MIS HIJAS:

Angie Claritza, Emma Victoria y Ruth Xaviera, con el inmenso amor de padre.

A MIS HERMANOS:

Vicente, Clara, Ena, Silvia; mis cuñados: Juan José, Alain; mis sobrinos Maycol, Syndy, Jans, Winfred, Duane y Heremy.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva por permitir lograr mi anhelo de ser profesional.
- Al Ing. Agr: Jorge ADRIAZOLA DEL ÁGUILA, asesor del presente trabajo de tesis.
- A los miembros integrantes del jurado de tesis: Ing. Carlos MIRANDA ARMAS (Presidente), Ing. Jorge CERÓN CHÁVEZ (Miembro) y Blgo. M. Sc. José GUERRA LÚ (Miembro), por su valiosa colaboración en la mejora y culminación del presente trabajo.
- Al Ing. Agr. Jorge SAMANES BILBAO, Representante Técnico Comercial de FARMEX, por su amistad y sabios consejos.
- Al Ing. Agr. M. Sc. José LOAYZA TORRES, por su colaboración en la tesis.
- A los catedráticos de la Facultad de Agronomía, quienes me inculcaron y dieron los conocimientos necesarios para cristalizar mi profesión.
- A todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron durante la ejecución del presente trabajo de tesis.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA



FACULTAD DE AGRONOMIA

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

BACHILLER : RONDAN ASPILCUETA, Javier

TITULO DE LA TESIS : "PROPAGACIÓN SEXUAL Y ASEJUAL DE LA ERYTHRINA (*Erythrina popeppigiana* Walpers y Cook EN DOS TIPOS DE SUSTRATOS Y SU REALCIÓN CON LA INOCULACIÓN SIMBIÓTICA ENTINGO MARIA"

JURADO CALIFICADOR :

 Presidente : ING. CARLOS MIRANDA ARMAS

 Vocal : ING. JORGE CERON CHAVEZ

 Vocal : Blgo. M. Sc. JOSE GUERRA LU

 Asesor : ING. JORGE ADRIAZOLA DEL AGUILA

FECHA DE SUSTENTACION : LUNES, 17 DE DICIEMBRE DE 2001

HORA DE SUSTENTACIÓN : 7:00 P.M.

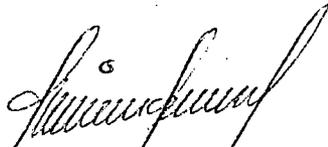
LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA DE GRADOS UNAS

CALIFICATIVO : BUENO

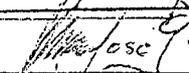
RESULTADO : APROBADO

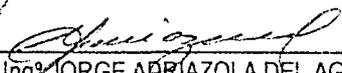
OBSERVACIONES AL ACTA : EN HOJA ADJUNTA

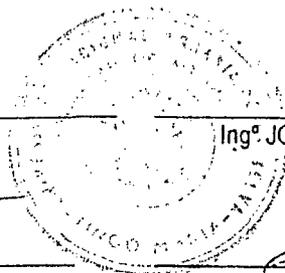
Tingo Maria 18 de diciembre de 2001


Ing° CARLOS MIRANDA ARMAS
PRESIDENTE


Ing° JORGE CERÓN CHAVEZ
VOCAL


Blgo. M. Sc. JOSE GUERRA LU
VOCAL


Ing° JORGE ADRIAZOLA DEL AGUILA
ASESOR



INDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	12
2.1 Generalidades.....	12
2.2 Descripción botánica.....	13
2.3 Fenología.....	13
2.4 Condiciones básicas para el enraizamiento.....	15
2.5 Nitrógeno.....	18
2.6 Erythrina (<i>Erythrina poeppigiana</i>).....	19
2.7 Fijación del nitrógeno atmosférico.....	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1 Ubicación del campo experimental.....	25
3.2 Condiciones climáticas.....	25
3.3 Componentes en estudio.....	26
3.4 Tratamientos en estudio.....	27
3.5 Disposición experimental.....	29
3.6 Ejecución del experimento.....	30
3.7 Características a evaluar y su metodología.....	34
IV. RESULTADOS.....	39
4.1 De la propagación sexual.....	39
4.2 De la propagación asexual.....	47
V. DISCUSION.....	56

5.1 De la propagación sexual.....	56
5.2 De la propagación asexual.....	60
VI. CONCLUSIONES.....	67
VII. RECOMENDACIONES.....	68
VIII. RESUMEN.....	69
IX. BIBLIOGRAFIA.....	71
X. ANEXO.....	74

INDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Determinación del contenido de elementos nutritivos en hojas, ramas y tallos de <i>Erythrina poeppigiana</i> asociado con café en Turrialba, Costa Rica.....	24
2. Determinación del contenido de elementos nutritivos en vegetación, mantillo y suelo de <i>Erythrina poeppigiana</i> asociado con café en Turrialba, Costa Rica.....	24
3. Datos climatológicos registrados durante el periodo experimental (abril – agosto).....	26
4. Descripción de los tratamientos en estudio de la propagación sexual	27
5. Esquema del análisis de variancia (ANVA)	27
6. Descripción de los tratamientos en estudio de la propagación asexual	28
7. Esquema del análisis de variancia (ANVA)	28
8. Características biométricas de las estacas.....	33
9. Número de semillas germinadas	39
10. Cuadrados medios del carácter número de hojas	41
11. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) del carácter número de hojas.....	41
12. Cuadrados medios del carácter longitud del tallo	43
13. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) de la longitud del tallo	43
14. Cuadrados medios del diámetro del tallo.....	44

15. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) del diámetro del tallo	45
16. Cuadrados medios del área foliar y número de nódulos viables (datos transformados a $\text{Arc Sen} \sqrt{\%}$)	46
17. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) del área foliar y número de nódulos viables (datos transformados a $\text{Arc Sen} \sqrt{\%}$)	47
18. Cuadrados medios de estacas vivas y estacas muertas	48
19. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) de estacas vivas.....	48
20. Cuadrados medios del número de brotes a los 60, 90 y 120 días.....	49
21. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) del número de brotes a los 60, 90 y 120 días.....	50
22. Cuadrados medios del número de hojas a los 60, 90 y 120 días	51
23. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) del número de hojas a los 60, 90 y 120 días.....	51
24. Cuadrados medios de la altura de planta a los 60, 90 y 120 días	52
25. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) de la altura de planta a los 60, 90 y 12 días.....	53
26. Cuadrados medios del área foliar y número de nódulos	54
27. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) del área foliar y número de nódulos	55

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Disposición experimental.....	73
2. Enraizamiento en plantas de erytrina utilizando semillas y estacas	92
3. Plantas de erytrina propagadas por semilla.....	92
4. Presencia de nódulos en erytrina propagada por semilla	93
5. Presencia de nódulos en erytrina propagada por estaca	93

I. INTRODUCCIÓN

La “erytrina”, *Erythrina poeppigiana* (Walpes y Cook), es una leguminosa arbórea que se encuentra frecuentemente como formación del bosque natural de nuestra ceja de selva virgen, lo podemos ver fácilmente en las laderas de los cerros en casi toda nuestra selva alta, son árboles que en los meses de junio a setiembre se visten de vistosas flores de color rojo anaranjado.

Podemos considerarla como una especie forestal nativa, utilizada como sombra de cafetales, cacaoales y para postes de cerco. En la actualidad se reconoce a nivel mundial que el 80% de los agricultores en el mundo cultivan especies bajo sombra para lo cual utilizan diversas especies las que adaptan a las condiciones ecológicas de su medio.

En nuestra zona hay especies nativas que cumplen condiciones y dentro de ellas destaca *Erythrina poeppigiana*, que tiene además la posibilidad de usarse como estacas y estacones para cultivos que necesitan espalderas o tutores como es el caso de maracuyá, pimienta, frijoles, etc.

Una opción de propagar esta especie nativa es utilizando la metodología de propagación sexual y asexual. Los árboles portadores del material para propagar deben estar lo suficientemente maduros para expresar sus características y exclusivamente bien identificados. Esta especie tiene una buena producción de biomasa, facilidad de nodulación y buena fijación de nitrógeno en el suelo. Cubre

el suelo en un corto plazo protegiéndole contra la insolación excesiva y la erosión por la tala indiscriminada.

Ensayos preliminares de poda y rebrote rápido nos alienta a considerarlo como un árbol nativo, que puede utilizarse como sombra permanente en cultivos de café y cacao; pero se desconocen aspectos técnicos de su manejo a nivel de vivero. En atención a estas consideraciones, el presente trabajo experimental busca cubrir los siguientes objetivos:

1. Evaluar las características de germinación (análisis de semilla) y crecimiento de las plántulas de *Erythrina poeppigiana*.
2. Evaluar tipos de estacas para su propagación vegetativa.
3. Evaluar la capacidad de nodulación de esta leguminosa.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades

La especie *Erythrina poeppigiana* es conocido como “erytrina” o “palo vivo” (Tingo María) “oropel” (Chanchamayo y Satipo), “poro” (Brasil y Costa Rica), posee una distribución ecológica encontrándose en los bosques húmedos tropicales de Perú, Brasil, Colombia y Costa Rica. Esta especie identificada botánicamente es un árbol de más de 20 m de altura y en los meses de julio a setiembre florea vistosamente de color rojo anaranjado y se presenta como caudifolio; produce bastante semilla. Experimentos realizados en CATIE mostraron que árboles forrajeros como *E. poeppigiana* con cortes cada seis meses pueden reciclar hasta 270 kg de nitrógeno/ha/año (KAS, 1989).

Martínez y Enríquez (1991) reportan que las especies del género *Erythrina* pertenecen al grupo de los papilionáceas y se reconocen las especies *E. fusca* (*E. glauco*), *E. velutina* y *E. poeppigiana*. Está última es conocida con el nombre de “cachimbo”, “amasisa”, “poro gigante”; es la más usada de las erytrinas para sombrío de café, cacao y forrajes, producen aproximadamente 1120 kg ha⁻² de hojas que contienen 4% de nitrógeno, es decir incorporan una cantidad similar a 224 kg de sulfato de amonio por hectárea por año. Es fácilmente reproducible por estacas y por semillas, se siembra generalmente a una distancia de 12 x 12 m en cuadrado, condición bajo el cual permite al cacao y café un 30% de luminosidad (MÜLLER, 1991).

2.2 Descripción botánica

Familia	:	Fabaceae
Sub familia	:	Lotoidea
Grupo	:	Papilionaceas
Género	:	<i>Erythrina poeppigiana</i> (BIONDI, 1987; MÜLLER, 1991)

El árbol forma parte del estrato superior del bosque donde se desarrolla, su altura varía entre 20 y 40 m dependiendo de la calidad del sitio; presenta hojas trifoliadas compuestas, flores de color rojo anaranjado agrupados en racimos y frutos tipo vaina. El fuste esta cubierto por espinas o agujijones, la corteza interna de color anaranjado de textura arenosa y sabor agridulce.

La madera es blanda, casi no tiene uso en carpintería y tampoco como combustible. No resiste fuertes ventarrones por tener ramas quebradizas, arroja la totalidad de sus hojas durante el periodo seco (BIONDI, 1987; MÜLLER, 1991).

2.3 Fenología

La *E. poeppigiana* es una leguminosa arbórea caudocifolia que normalmente florea y fructifica cada año entre julio y setiembre, la época de fructificación se reconoce fácilmente ya que tiene vainas, al secar se desprende la semilla de la vaina y cae al suelo, son de color marrón oscuro como un frijol.

E. poeppigiana es usada frecuentemente como sombra en cafetales, pastizales y para postes de cerco; es capaz de fijar nitrógeno lo que contribuye al mejoramiento de la fertilidad del suelo (BIONDI, 1987; BERRÍOS, 1991).

E. poeppigiana se propaga generalmente por estacas y semilla sexual, para lo cual las estacas y semillas maduras se sacan de árboles como para expresar sus características no se pueden obtener grandes cantidades a partir de una sola planta. Una opción es utilizar la metodología del cultivo de tejidos, en la actualidad se conoce que cuanto más joven sea el tejido mejor será la principal razón para seleccionar explantes que provengan de plantas jóvenes (MÜLLER, 1991).

En experimentos realizados en el Brasil, incorporando *Erythrina*, se obtuvieron no solo un mejoramiento de las propiedades físicas si no también un aumento de la capacidad de adsorción de nutrientes, disponibilidad de nutrientes, energía para los microorganismos, una reducción de la erosión del suelo y estabilización de la temperatura del mismo (MELLO, 1994).

La erytrina tiene una concentración media de 3.49% de nitrógeno 0.26 ppm de fósforo; 1.64 meq/100 ml de potasio, 0.34 y 0.96 meq mL⁻¹ de magnesio, habiéndose realizado trabajos de abonamiento en verde con maíz en Turrialba, Costa Rica, observándose que la concentración de nitrógeno en maíz, aumenta conforme la relación de las leguminosas aplicadas, disminuya teniendo un equivalente de 50 kg de nitrógeno ha⁻¹ en forma de urea (BERRÍOS, 1991).

En Turrialba, Costa Rica se probó el efecto de la incorporación de *E. poeppigiana* y de *Gliricida sepium*, aplicados en forma de mulch, a razón de 20 t ha⁻¹ de materia fresca en maíz, frijol y yuca (MELLO, 1994).

Los resultados del ensayo de evaluación agronómica de 8 gramíneas mejoradas en un sistema silvopastoril con poro (*E. poeppigiana*) en el trópico húmedo de Turrialba muestran diferencias significativas en el comportamiento de la gramíneas asociadas con *E. poeppigiana* en relación con las otras especies. *P. maximum* 16061 y 16051 tienen mayores niveles de producción. Los que aumentan en la asociación con *E. poeppigiana* (JULIO, 1991).

2.4 Condiciones básicas para el enraizamiento

2.4.1 Del material vegetativo

Muy importante es la capacidad natural de enraizar, es un factor hereditario variable que defiere de una especie a otra. Las plantas se agrupan en fáciles y reacias para enraizar; siendo las primeras las que permiten buen rendimiento económico al estacado (VASTEY, 1982).

Asimismo, concluye que es posible propagar en cierto grado todas las especies difíciles siempre que se determine las condiciones óptimas que rigen la emisión de raíces dentro de un tiempo regular, y que permita sobrevivir al propágulo hasta alcanzar su actividad radical.

Las estacas obtenidas de plantas jóvenes enraízan más fácilmente que las obtenidas de plantas viejas. En casi todas las especies forestales se han enraizado estacas tomadas de plantas de 1 a 2 años de edad. La capacidad de enraizamiento disminuye entre los 5 a 10 años (ZANONI, 1975).

El estado fisiológico del árbol y época de recolección de estacas son factores influyentes sobre el enraizamiento cuando se emplean reguladores de crecimiento. Asimismo hay evidencia que la nutrición de la planta madre ejerce

una fuerte influencia sobre el desarrollo de las raíces y ramas en las estacas tomadas de ellas (ZANONI, 1975; HARTMANN, 1983).

Al propagar especies forestales, las estacas de madera blanda y dura pueden tomarse en la estación de reposo (fines de otoño, invierno o comienzo de la primavera). Las estacas deben tomarse de plantas madre sanas y moderadamente vigorosas y que crezcan a plena luz (CUCULIZA, 1980; ACOSTA, 1987).

2.4.2 Características de las estacas

Al elegir material de propagación se puede tener una diversidad de tipos, abarcando en perennes, leñosas desde ramas terminales muy suculentas de crecimiento del año hasta las estacas de madera dura de varios años de edad. Igual que con la mayoría de los otros factores que afectan el enraíce de las estacas es imposible definir un tipo de estacas que sea mejor para todas las plantas. Sin embargo es válido en algunas especies afines (HARTMANN, 1983).

Las estacas deben tener almacenada una amplia provisión de sustancias alimenticias para nutrir a las raíces y tallos en desarrollo hasta que sean capaces de hacerlo por si mismos. Las estacas de madera dura varían considerablemente en longitud de 10 a 75 cm en una estaca se incluye por lo menos dos nudos. El corte basal de ordinario se hace justo debajo de un nudo y el corte superior de 1.5 a 3.0 cm arriba de otro nudo. El diámetro de las estacas varia entre 1.5 a 2.5 cm aun 5.0 cm dependiendo de la especie. Las estacas

simples son comúnmente empleadas, miden 15 ó 20 cm de longitud generalmente sin hojas (ZANONI, 1975).

2.4.3 Del medio ambiente

Cada planta tiene un medio favorable a sus estacas. Además un determinado medio puede convenir mejor que otro a la misma especie, según sea la época del estado. Una formación rápida de raíces ocurre en la mayoría de casos cuando el sustrato es ligero, suelto de buena fertilidad, de temperatura abrigada y de humedad continua pero no excesiva, ya que la falta de oxígeno es perjudicial (ZANONI, 1975; VASTEY, 1982).

2.4.4 Temperatura

La temperatura óptima varía con la especie vegetal. Para estacas de algunas especies, es suficiente protegerlos de los rayos directos del sol; pero en otros casos el enraizado requiere control de temperatura ambiental y uso de camas calientes, lo cual se consigue con condiciones de invernadero (ZANONI, 1975; WILSON, 1990).

2.4.5 Luminosidad

En todos los tipos de crecimiento de las plantas la luz es de importancia primordial pues es fuente de energía en la fotosíntesis. En el enraizado de estacas con hojas, los productos de la fotosíntesis son importantes para la iniciación y el crecimiento de las raíces, la intensidad y duración de la luz debe ser de magnitud suficiente para que produzcan carbohidratos en exceso de los que se usan en la respiración. Trabajando con estacas de café en relación a

la luz, reportó 12% de estacas enraizadas y 45% de estacas muertas con intensidad de luz de 30% a 40%, y de 59% de estacas enraizadas y 8% de estacas muertas, y bajo 80% a 85% de sombra (HARREN, 1988).

Una dosificación lumínica baja provoca emisión de raíces antes que emisión de brotes y disminuye la evaporación del agua de constitución de la estaca manteniéndola turgente. Esta dosificación debe ser óptima, pues la carencia de luz bloquea la función de fotosíntesis, un mínimo de 30% de luz favorece la misma (DEVLIN, 1976).

2.4.6 Humedad

La humedad absoluta se refiere a la cantidad de vapor acuoso por unidad de volumen de aire. La humedad relativa expresa el porcentaje de saturación, se relaciona con la velocidad con que se evapora el agua de una superficie o de una planta y constituye un factor de importancia en la propagación por estacas. En atmósfera seca hay aumento de evapotranspiración y evita el marchitamiento de los propágulos. La humedad ambiente será constante y de 95 a 100%. El medio de enraizamiento también requiere adecuada humedad y óptima aireación (VASTEY, 1982).

2.5 Nitrógeno

El nitrógeno es uno de los macronutrientes de las plantas que tienen como principal fuente abastecedora a la atmósfera, donde se encuentran en una concentración aproximada del 79%, esto podría hacer pensar que las plantas

absorben el nitrógeno directamente del aire, como sucede con el oxígeno, nitrógeno y carbono. Pero ello no se cumple debido a que la planta carece de la enzima reductora nitrogenosa, que permite la formación del primer compuesto nitrogenado conocido como el amoníaco debido a ello el nitrógeno atmosférico debe ser absorbido por la planta (DEVLIN, 1976). Este proceso puede ser efectuado tanto por la fijación biológica o industrial (TISDALE 1970).

En los suelos el nitrógeno puede encontrarse ya sea en forma orgánica formando parte de la materia orgánica o en forma inorgánica siendo su concentración promedio 0.5%. La forma orgánica al descomponerse da lugar a la forma inorgánica que puede ser incrementada a su vez por adición de fertilizantes siendo estas las formas más absorbibles por las plantas. Se encontró expuesto a la pérdida de suelo agrícola debido al lavaje, por ser de alta solubilidad o por volatilización (TISDALE 1970; ZELADA, 1996).

2.6 Erytrina (*Erythrina poeppigiana*)

Son considerados como plantas mejoradoras del suelo por sus características benéficas que aportan a la agricultura, ventajas que se encuentran en relación con su característica de presentar alta concentración proteínica, que nos indico una alta concentración nitrógeno al ser incorporado al suelo. Asimismo la cantidad de materia orgánica apostada al suelo, por sus características biológicas, tal como el sistema radicular y el área foliar. Muchas veces son plantas bastante rusticas. Paralelamente a estas características se tienen que la leguminosas puede desarrollar ciertos tipos de asociaciones con bacterias del género *Rhizobium*, conocido como simbiosis (TISDALE 1970).

Este tipo de asociación permite a la planta fijar directamente el nitrógeno atmosférico a través de la bacteria pudiendo posteriormente emplearlo en su estructura que condicionaría su empleo como abonos verdes, debido a su alta concentración nutricional en determinado momento (ARCA, 1970).

2.7 Fijación del nitrógeno atmosférico

El proceso de fijación simbiótico del nitrógeno atmosférico realizado entre las especies de bacterias del género *Rhizobium* y las plantas de leguminosa en la naturaleza. El nitrógeno del aire es el que ejerce la acción fertilizante con los microorganismos los nódulos se deben a la actividad de las bacterias en ausencia de ellos no habría fijación de nitrógeno atmosférico.

Los *Rhizobium* que viven simbióticamente con las plantas de leguminosa se alimentan de ellas, especialmente de los azúcares que éstas forman a través de la fotosíntesis y a la vez los *Rhizobium* suministran buena parte del nitrógeno fijado que la planta precisa y solo actúan cuando se encuentran las dos partes (planta-*Rhizobium*) esta fijación se caracteriza por la importancia que en ella tiene el molibdeno en el suelo no se fijara el nitrógeno atmosférico si el suelo contiene bajo porcentaje de este metal (WILSON, 1990) además el grado de fijación depende de la especie o variedad (ZELADA, 1996).

Las leguminosa tienen la propiedad de fijar en sus tejidos al nitrógeno atmosférico por la simbiosis con las bacterias que viven en el suelo y que se establecen en las raíces se transforman en un microorganismo móvil y después produce formas bacteroides cuya función es el mecanismo simbiótico.

Ordinariamente los *Rhizobium* se presentan en forma de pequeñas esferas o cocos, que pueden estar dotadas de flagelos y desplazarse si uno de estos cocos se ponen en contacto con un pelo radicular de una leguminosa, se fija en él y se multiplica sobre su superficie cuya membrana se reblandece permitiendo que la bacteria penetre en la célula una vez en el interior de la planta, las bacterias cambian de forma adaptando la de cortos bastoncillos y penetran más hacia el interior (GARASSINI, 1982).

Las células corticales situadas cerca de la región infectadas se dividen activamente, mientras que las células con bacterias aumentan su tamaño, cuyo resultado es la formación de un tejido nuevo visible desde el exterior bajo la forma del nódulo; en esta última situación los bastoncitos bacterianos cambian por segunda vez su forma ramificándose muchas de ellas en forma de y, x. t (JAMES, 1987).

En la forma bacteroides se ha observado presencia del núcleo, el cual se divide formando cuatro núcleos diferenciales que al dividirse se forman dos células hijas con dos núcleos cada una.

Los nódulos empiezan a formarse en los pelillos radiculares de la planta aproximadamente dos semanas después de iniciarse la germinación; se consideran activos cuando su interior es de color rojo y es inactivo cuando su interior es de color blanco o verde. Así mismo el tamaño, número y eficiencia de los nódulos va depender de varios factores como: contenido de nitrógeno, compactación del suelo, humedad, tipo de leguminosa (GARASSINI, 1982).

Generalmente el peso de los nódulos y la nodulación se incrementan con mayor intensidad de luz y longitud del día (MORRIS, 1976). El fósforo es necesario principalmente para el suministro de energía al nódulo, y en caso de ausencia los nódulos son pequeños y no fijan nitrógeno. El potasio normalmente puede asumir un papel específico en la simbiosis por su función osmótica y la actividad de las enzimas (VALERA, 1979).

Los desordenes debido a las deficiencias de elementos menores afectan el crecimiento de las leguminosas; pero la mayoría de ellos limitan la fijación del nitrógeno. Se ha demostrado que los tres elementos que juegan el papel más importante en la fijación del nitrógeno son el Mo, Co y Bo (VICENT, 1995).

En los últimos años se ha dado mucha atención a los sistemas agroforestales, definidos como el conjunto de técnicas de manejo de tierras mediante combinaciones forestales con cultivos; con ganaderías o en combinaciones de ambos en forma simultánea (BONGA, 1982).

En estas asociaciones de cultivo resultan interacciones múltiples entre las especies involucradas en el sistema de producción, especialmente con relación a las condiciones climáticas, irradiación, temperatura, humedad relativa, lluvia, viento (BIONDI, 1987).

La utilización de este árbol como sombra es muy diferenciado entre las regiones y países productores de café. La especie de la familia leguminosa de crecimiento rápido, fuste mediano ramas extendidas, regulan luz, tiene además la ventaja de fijar nitrógeno el suelo. La interacción que se producen en la

transformación de la descomposición de los restos vegetales en descomposición, de las hojas, ramas, tallos, raíces, flores y frutos (MÜLLER, 1991).

La transformación de la materia orgánica en el sistema a través de la posición de los residuos vegetales naturalmente producidos por el manejo de podas a los árboles de sombra. A través de la humificación y mineralización pasan componentes orgánicas y minerales de la capa de mantillo al suelo mineral, del cual absorben todos los componentes bióticos y las cantidades necesarias de elementos nutritivos (MÜLLER, 1991).

En cuanto a los nódulos podemos considerarlo como el resultado de la irritación de la superficie de la raíz como consecuencia del ingreso de microorganismos, pues la bacteria entra en un filamento unicelular de la raíz y se produce formando el nódulo al madurar. Durante la fase ya activa de fijación del nitrógeno se observa la hemoglobina, que son pigmentos que se forman junto a la forma fijadora de nitrógeno del nódulo desarrollándose entre estos y la membrana de la cápsula. Estos pigmentos son capaces de formar y ceder oxígeno molecular.

El nitrógeno atmosférico debe ser fijado al suelo de donde puede ser absorbido por la planta. Este proceso puede ser efectuado tanto por la fijación biológica, ya que la bacteria fija el nitrógeno atmosférico y lo convierte en amoníaco que pasa directamente a la planta; esta a su vez le proporciona la fuente de energía requerida por las bacterias, mediante los compuestos carbohidratos (MARTÍNEZ y ENRÍQUEZ, 1991).

Cuadro 1. Determinación del contenido de elementos nutritivos en hojas, ramas y tallos de *Erythrina poeppigiana* asociado con café en Turrialba, Costa Rica.

Sistema Elementos (kg ha ⁻¹)	Café + <i>Erythrina poeppigiana</i> (poro)					
	Hojas		Ramas		Tallos	
	Café	Poro	Café	Poro	Café	Poro
Nitrógeno	2.47	4.00	1.14	1.28	0.81	0.12
Fósforo	0.11	0.27	0.12	1.15	0.10	0.07
Potasio	0.72	1.59	0.40	1.42	1.02	0.38
Calcio	1.24	1.40	1.04	0.72	0.94	0.80
Magnesio	0.30	0.47	0.12	0.27	0.14	0.12

Fuente: MÜLLER (1991).

Cuadro 2. Determinación del contenido de elementos nutritivos en vegetación, mantillo y suelo de *Erythrina poeppigiana* asociado con café en Turrialba, Costa Rica.

Sistema Elementos (kg ha ⁻¹)	Vegetación	Café + <i>Erythrina poeppigiana</i> (poro)	
		Mantillo	Suelos
Materia orgánica	38100.00	6300.00	164400.00
Nitrógeno	630.00	136.00	8500.00
Fósforo	47.00	10.10	2997.00
Potasio	356.00	17.10	630.00
Calcio	433.00	85.10	2835.00
Magnesio	107.00	14.50	573.00

Fuente: MÜLLER (1991).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del campo experimental

El presente trabajo se realizó en las camas de almácigo ubicado en el Fundo Agrícola N° 1 de la Universidad Nacional Agraria de la Selva de Tingo María distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado y departamento de Huánuco; cuyas coordenadas geográficas son:

Latitud : 09° 08' 00" Sur

Longitud : 75° 57' 00" Oeste

Altitud : 670 msnm

3.2 Condiciones climáticas

Los datos meteorológicos que se indican en el Cuadro 3 corresponden a los promedios de los meses de abril a agosto de 1999 desde la siembra hasta la culminación del trabajo; los cuales fueron registrados en el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). Tingo María.

En el Cuadro 3 se puede observar una precipitación variable desde 74 mm en el mes de agosto hasta 268 mm en el mes de mayo, la temperatura media fluctuó entre 24.00 hasta 24.65°C y la humedad relativa fluctuó entre 44.60 y 79%.

Cuadro 3. Datos climatológicos registrados durante el periodo experimental (Abril - Agosto).

Meses	Temperatura (° C)			Precipitación (mm)	H° R (%)
	Máxima	Media	Mínima		
Abril	29.70	24.20	18.70	93.0	79.0
Mayo	29.20	24.40	19.60	268.0	73.0
Junio	29.80	24.65	19.60	80.4	74.0
Julio	29.40	24.00	18.60	184.0	74.0
Agosto	30.20	24.50	18.80	74.0	44.6

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). Tingo María.

3.3 Componentes en estudio

Se estudio los siguientes componentes:

3.3.1 Propagación botánica

- Semilla al estado natural.
- Semilla al estado pregerminado

3.3.2. Tipos de estacas

- Herbáceas ó apical (tercio superior de la rama).
- Semiherbáceas o sub apical (tercio medio de la rama).
- Leñosa o basal (tercio inferior de la rama).

3.3.3. Tipos de sustrato

- Suelo de bosque
- Suelo inoculado

3.4 Tratamientos en estudio

3.4.1 Tratamientos de propagación sexual

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos en estudio de la propagación sexual.

Tratamiento	Clave	Descripción	
		Inoculación	Semilla
T ₁	A + 1	Sustrato con inóculo +	Semilla germinada y repicada
T ₂	A + 2	Sustrato con inóculo +	Semilla sembrada directamente
T ₃	B + 1	Sustrato sin inóculo +	Semilla germinada y repicada
T ₄	B + 2	Sustrato sin inóculo +	Semilla sembrada directamente

3.4.2 Diseño experimental para la propagación sexual

El diseño experimental empleado fue el Bloque Completo al Azar con 4 tratamientos y 10 repeticiones cuyas fuentes de variabilidad y grados de libertad se presenta en el Cuadro 4.

Cuadro 5. Esquema del análisis de variancia.

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	3
Error experimental	36
Total	39

3.4.3 Tratamientos de propagación por estacas (asexual)

Cuadro 6. Descripción de los tratamientos en estudio de la propagación asexual.

Tratamiento	Clave	Descripción	
		Inoculación	Semilla
T ₄	B + T ₄	Sustrato sin inóculo	+ Estacas herbáceas
T ₁	A + T ₁	Sustrato con inóculo	+ Estacas herbáceas
T ₅	B + T ₅	Sustrato con inóculo	+ Estacas semi herbáceas
T ₂	A + T ₂	Sustrato sin inóculo	+ Estacas semi herbáceas
T ₆	B + T ₆	Sustrato con inóculo	+ Estacas leñosas
T ₃	A + T ₃	Sustrato sin inóculo	+ Estacas leñosas

3.4.4 Diseño experimental para la propagación asexual

El diseño experimental empleado fue el Bloque Completo al Azar (DBCA) con 6 tratamientos y 3 repeticiones cuyas fuentes de variabilidad y grados de libertad se presentan en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Esquema del análisis de variancia.

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	5
Error experimental	12
Total	17

3.5 Disposición experimental

a. Bloques

Número de bloques.....	3
Largo de bloques.....	10.0 m
Ancho de bloques.....	1.2
Area de cada bloque.....	12.0 m ²
Número de calles.....	2
Ancho de calle.....	0.5 m

b. Parcelas

Número de parcelas por bloque.....	6
Número total de parcelas.....	18
Largo de cada parcela.....	1.65 m
Ancho de cada parcela.....	1.20 m.
Area de cada parcela.....	1.9800 m ²
Area de la parcela neta.....	10.82 m ²

c. Hileras

Número de hileras por parcela.....	3
Número de golpes por hileras.....	10
Número de golpes por parcela.....	30
Distanciamiento entre golpes.....	0.30 m
Distanciamiento entre golpes.....	0.30 m

d. Dimensiones del campo

Largo.....	11.00 m
Ancho.....	5.60 m
Area total del experimento.....	61.60 m ²

e. Material vegetativo asexual.

Nº de estacas por parcela.....	30
Nº de estacas por bloque.....	180
Nº total de estacas por experimento.....	540

3.6 Ejecución del experimento

3.6.1 Preparación del sustrato para la siembra sexual

Se obtuvo suelo del Fundo Agrícola Nº 1 de la UNAS para el embolsado de 180 bolsas, este suelo tenía antecedentes de infestación de *Rhizobium* por lo que anteriormente se sembró soya. Luego se embolsó "suelo virgen" que se obtuvo previamente del bosque, se embolsó 180 bolsas.

a. Semilla

La semilla sexual de la *Erythrina poeppigiana* se cosecho de un árbol especialmente identificado. Se llevó al Laboratorio de Semillas, siendo desinfectadas con Homai WP (Tiofanate Metil + Thiram) a razón de 3 g kg⁻¹ de semilla y sometido a la prueba de germinación con un 90% de poder germinativo.

b. Siembra directa

Esta labor se realizó colocando 5 semillas por bolsa en un hoyo de 5 cm de profundidad, el cual se hizo con un punzón en el sustrato.

c. Siembra almacigado y repicado

Esta labor se realizó colocando las semillas en un plato germinador y luego al estado de fosforito se le repicó a las bolsas, haciendo un hoyo con un punzón de 0.5 cm de diámetro y colocando la plántula al sustrato de la bolsa.

3.6.2 Preparación de propagadores para la siembra asexual

- En la instalación de este experimento se utilizaron 3 camas de propagación de 10 m x 1.20 m x 30 cm limitada con bordes de cemento.
- Se efectuó la limpieza de malezas de cada uno de ellas y el área circundante de las mismas
- Se vació el sustrato del interior de las camas de propagación en total de 3 camas.
- Luego el sustrato empleado para llenar las camas de propagación fue según el balotario de tratamientos, colocando una cantidad suficiente a la altura total de las camas.
- El sustrato que se empleó fue el suelo del Fundo Agrícola Nro. 1 con inóculo de bacterias.
- El sustrato sin inóculo fue un suelo de bosque virgen.
- Se levantó el tinglado a 90 cm de altura cubriéndose uniformemente con malla metálica dando a las camas un 80 a 90% de sombra. Seguidamente se regó el sustrato de las parcelas y se procedió al sembrado de estacas.
- Se clasificó las estacas según su longitud, diámetro entre 0.7 a 2.0 cm desprovistas de hojas practicando cortes de bisel simple en la parte superior e inferior de cada uno de ellas.

- Luego de los tratamientos baloteados se efectuó la siembra en hoyos practicados en el sustrato.
- Las estacas se colocaron según su tamaño, en posición vertical por tratamiento.
- Se presionó fuertemente el sustrato para dejar firme las estacas y evitar la presencia de cámaras de aire.
- Luego se regó constantemente a las estacas para evitar su pérdida de agua y manteniendo la humedad relativa del ambiente mediante la sombra.
- Cuando brotarón las estacas y hubo un conteo de brotamiento de las mismas se retiró un 50% de sombra.
- Cuando hubo más brotes se retiró totalmente el tinglado.

Elección de la planta madre

Se seleccionó plantas adultas de bosque natural, teniendo en cuenta sus condiciones morfológicas, aspecto fitosanitario y óptimo crecimiento. Se eligieron plantas jóvenes y adultas de 25 a 40 m de altura y 50 cm de DAP respectivamente; se procedió a extraer sus ramas y preparar las estacas del presente experimento. Se seleccionaron ramas tiernas de longitud y diámetro lo más uniformemente posible ubicadas en la parte terminal de la copa del árbol.

Clasificación de estacas

Se efectuó un muestreo al azar de 60 estacas para determinar el diámetro promedio de las mismas, midiendo con un calibrador (pie de rey) el diámetro superior e inferior de cada estaca.

Cuadro 8. Características biométricas de las estacas.

Tipo de estacas	Diámetro (cm)			Color de corteza
Herbáceas ó apical	0.90	a	1.30	Verde claro
Semi-herbáceas ó sub-apical	1.30	a	1.70	Pardo verdoso
Leñosas ó basal	1.70	a	2.10	Verde oscuro

Las estacas fueron clasificadas de acuerdo a la posición que ocupa la rama considerando estas características se tiene 3 tipos de estacas:

- a. Herbáceas ó apical (del ápice de la rama)
- b. Semi-herbáceas ó sub-apical (del sector adyacente al ápice)
- c. Leñosas ó basal (del extremo basal de la rama).

Obtención y selección de estacas

Se prepararon estacas de 20 cm de longitud y diámetro entre 0.9 a 2.1 cm desprovistos de hojas, se practicó cortes en bisel simple en la parte superior e inferior de cada uno de las estacas; se seccionó estacas sanas y succulentas con un buen y uniforme de yemas. Durante la operación se ha mantenido el material húmedo, para así evitar el marchitamiento de las estacas.

Transporte

Preparadas las estacas se procedió a envolverlas con papel periódico húmedo e introducirlos en bolsas de plástico, para su traslado a las parcelas y su siembra respectiva.

Tratamiento

Se agruparon las estacas de acuerdo al tipo y número requerido por tratamiento (30 estacas por parcela), luego se trasladaron a los propagadores para su siembra inmediata.

Siembra

Previo a la siembra se tuvo lleno cada parcela con el sustrato adecuado y en estado húmedo. Las estacas se colocaron en posición vertical con un distanciamiento de 30 x 30 cm. En cada siembra se presionó fuertemente el suelo para dejar firme a las estacas y evitar la presencia de cámaras de aire; luego de terminado la siembra se procedió al riego de las parcelas.

Cuidado posterior a la siembra

Se cuidó la presencia del 75% de sombra sobre el plantel de estacas y plántulas, así como el control de insectos y hongos aplicando insecticidas y fungicidas. Se cuidó el riego diario efectuando por las mañanas y tardes con un asperjador de mano (regadora).

3.7 Características a evaluar y su metodología

Sistema de evaluación

Durante el periodo experimental se realizaron las siguientes evaluaciones:

a. Propagación sexual (semilla botánica)

1ra. evaluación: Número de días a la germinación (emergencia).

2da. evaluación: Número de días a la aparición de las primeras hojas verdaderas.

3ra. evaluación: Número de hojas cada 30 días.

4ta. evaluación: Longitud del tallo cada 30 días.

5ta. evaluación: Diámetro del tallo cada 30 días

6ta. evaluación: Área foliar al finalizar el trabajo de campo.

7ma. evaluación: Número de nódulos al finalizar el trabajo de campo.

b. Propagación vegetativa asexual (estacas)

1ra. evaluación: a los 30 días para la evaluar las estacas vivas y muertas se tomó en cuenta lo siguiente:

- Estacas vivas: las que presentan parte verde, considerándose de la mitad hacia el extremo basal.

- Estacas muertas: las que estaban secas, es decir no presentaban ningún signo de vida.

2da. evaluación: a los 60 días, que consistió en muestrear al azar 5 estacas por parcela y evaluar el número de estacas vivas y el número de brotes emergidos por estaca.

3ra. evaluación: a los 90 días, se muestrearon 5 estacas por parcela evaluándose los parámetros anteriormente mencionados, además de observar la presencia de hongos en las estacas.

4ta. evaluación: a los 120 días, lo cual consistió en extraer 5 estacas al azar por parcela para evaluar lo siguiente:

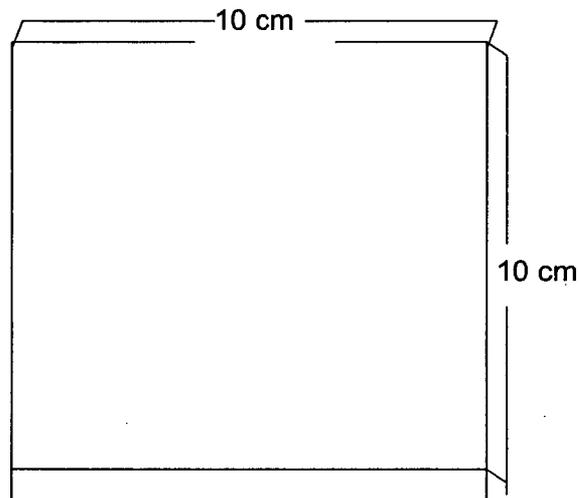
- Número de brotes emergidos por estaca.
- Número de hojas.
- Altura de los brotes.
- Área foliar por tratamiento
- Número de nódulos viables por tratamiento.

c. Área foliar (método de las pesadas)

Pasos:

- Se dibujó las siluetas de las hojas de la planta a evaluar en un papel con igual grosor y densidad.
- Recortamos las siluetas de las hojas dibujadas del papel por cada planta a evaluar.
- Recortamos el papel al igual que se hizo para dibujar las siluetas, hacemos un cuadrado perfecto con dimensiones de 10 cm por lado el cual hace un área de 100 cm^2 .
- Pesamos el papel recortado del cuadrado perfecto el cual nos dio un peso determinado el que nos sirvió como peso Patrón, para hallar el área foliar.
- Luego pesamos todas las siluetas de las hojas de cada tratamiento planta por planta y anotamos el peso
- Luego por regla de tres simple, obtendremos el área foliar de cada planta evaluada.

Ejemplo: Papel $100 \text{ cm}^2 = \text{dm}^2$



Peso del papel cuadrado = 100 g

Peso de la silueta recortada = 50 g

$$\begin{array}{l} 1\text{dm}^2 \text{ ————— } 100 \text{ g} \\ x \text{ ————— } 50 \text{ g} \end{array}$$

$$x = \frac{1\text{dm}^2 \times 50 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 0.5 \text{ dm}^2$$

d. Nódulos viables

Para determinar la actividad del nódulo, se registró como activos aquellos que tenían su parte interior de color rojo claro o rosado, lo cual comprobamos haciendo un corte al nódulo en cuya superficie se observaba una coloración rojiza, lo que nos indicaba que el nódulo era viable.

La presencia de un pigmento rojizo en el interior de los nódulos nos indicaba que es eficiente y tiene un alto contenido de leg-hemoglobina, la cual cumple una función similar a la hemoglobina de la sangre, esto nos muestra que hay desoxigenación y una buena simbiosis planta - *Rhizobium*.

Los nódulos inactivos se consideró a los que presentaban diferentes tonalidades de otros colores y la desecación de un nódulo radical pone de manifiesto la ausencia de un pigmento llamado hemoglobina-leg y resulta ser un producto del complejo *Rhizobium* - leguminosa.

Se ha encontrado que las células de los nódulos carentes de hemoglobina son incapaces de fijar nitrógeno y existen correlaciones entre las concentraciones de hemoglobina y la intensidad de fijación simbiótica del nitrógeno y están ligados íntimamente.

IV. RESULTADOS

4.1 De la propagación sexual

4.1.1 Germinación

En el Cuadro 9 se puede apreciar que el tratamiento T₃ (sustrato sin inóculo + semilla repicada), es el que logró mayor número de semillas germinadas, seguido del tratamiento T₁ (sustrato con inóculo + semilla repicada). Asimismo, se observa que entre el 13 y 16avo. día se presentó el mayor número de semillas germinadas para todos los tratamientos llegando a culminar al 25^{avo} día contando desde el primer día de germinación.

4.1.2 Número de hojas

En el Cuadro 10 se puede apreciar que a los 30 días sí existe diferencias significativas para el efecto de los tratamientos, pero sí existe diferencias altamente significativas para el efecto de los tratamientos; a los 60 días no existe diferencias estadísticas para el efecto de los tratamientos y solo existe diferencias significativas para el efecto de los tratamientos. A los 90 días solo existen diferencias significativas para el efecto de los tratamientos y diferencias altamente significativas para el efecto de los tratamientos. A los 120 días se observan diferencias altamente significativas para el efecto de los tratamientos. Los coeficientes de variabilidad de 19.94, 16.70, 11.99 y 14.47% para las evaluaciones de número de hojas a los 30, 60, 90 y 120 días respectivamente son aceptables para las condiciones en que se desarrolló el trabajo.

Cuadro 9. Número de semillas germinadas.

Trat.	Días de evaluación																									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
T ₁	1	0	1	1	1	2	2	6	5	5	2	3	2	2	8	12	4	5	4	8	5	5	6	2	2	94
T ₂	1	2	1	2	3	2	3	4	3	4	2	3	4	1	7	10	8	4	4	5	4	5	4	1	1	88
T ₃	2	1	1	2	3	2	5	3	6	3	2	1	3	9	12	5	5	6	7	5	4	3	3	3	0	96
T ₄	1	1	1	1	1	3	6	5	4	3	2	5	2	11	10	9	6	5	3	4	2	2	2	2	0	91

T₁ = Sustrato con inóculo + semilla repicada

T₂ = Sustrato con inóculo + semilla sembrada directamente en bolsas

T₃ = Sustrato sin inóculo + semilla repicada

T₄ = Sustrato sin inóculo + semilla sembrada directamente en bolsas

Cuadro 10. Cuadrados medios del carácter número de hojas.

Fuente de variación	G.L.	Número de hojas			
		30 días	60 días	90 días	120 días
Tratamientos	3	3.292 **	2.025 *	6.092 **	14.625 *
Error experimental	36	0.364	0.636	0.847	4.697
Total	39				
	C.V. :	19.94%	16.70%	11.99%	14.47%

* : Significación estadística al 5% de probabilidad.

** : Significación estadística al 1% de probabilidad.

En el Cuadro 11 se puede apreciar que a los 30 días el tratamiento T₁ (sustrato con inóculo + semilla repicada), ocupa el primer lugar no se diferencia estadísticamente del tratamiento T₂ (sustrato con inóculo + semilla sembrada directamente en bolsas), pero si supera al resto de tratamientos en estudio.

Cuadro 11. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) del carácter número de hojas.

Clave	Número de hojas			
	30 días	60 días	90 días	120 días
T ₁	3.80 a	5.30 a	7.20 b	16.30 a
T ₂	3.10 a b	5.00 a	7.60 b	14.00 b c
T ₃	2.70 b	4.40 a	8.80 a	15.70 a
T ₄	2.50 b	4.40 a	7.10 b	13.90 c

Tratamientos seguidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre sí.

T₁ = Sustrato con inóculo + semilla repicada

T₂ = Sustrato con inóculo + semilla sembrada directamente en bolsas

T₃ = Sustrato sin inóculo + semilla repicada

T₄ = Sustrato sin inóculo + semilla sembrada directamente en bolsas

A los 60 días no existe diferencia estadísticas entre ninguno de los tratamientos en estudio, siendo el tratamiento T_1 (sustrato con inóculo + semilla repicada) que alcanzó el mayor valor.

A los 90 días el tratamiento T_3 (sustrato sin inóculo + semilla repicada), ocupa el primer lugar diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos en estudio.

A los 120 días el tratamiento T_1 (sustrato con inóculo + semilla repicada) ocupa el primer lugar no se diferencia estadísticamente del tratamiento T_3 (sustrato sin inóculo + semilla repicada), pero si estos se diferencian estadísticamente de los demás tratamientos en estudio.

4.1.3 Longitud del tallo

En el Cuadro 12 se puede apreciar que a los 30 y 60 días solo existe diferencias significativas para el efecto de los tratamientos y diferencias altamente significativas para el efecto de los tratamientos.

A los 90 días existe diferencias altamente significativas para el efecto de los tratamientos; a los 120 días solo existe diferencias significativas para el efecto de los tratamientos.

Los coeficientes de variabilidad de 12.69%, 10.66%, 9.04%, y 13.16% para las evaluaciones de longitud del tallo a los 30, 60, 90 y 120 días respectivamente son aceptables para las condiciones en que se desarrolló el trabajo.

Cuadro 12. Cuadrados medios del carácter longitud del tallo.

Fuente de variación	G.L.	Longitud del tallo (cm)			
		30 días	60 días	90 días	120 días
Tratamientos	3	34.092 **	24.425 **	27.716 **	44.391 *
Error experimental	36	0.575	1.131	1.581	13.965
Total	39				
	C.V.:	12.69%	10.66%	9.04%	13.16%

* : Significación estadística al 5% de probabilidad.

** : Significación estadística al 1% de probabilidad.

En el Cuadro 13 se puede apreciar que a los 30, 60 y 90 días el tratamiento T₁ (sustrato con inóculo + semilla repicada) es el que alcanzó el mayor valor.

Cuadro 13. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) de la longitud del tallo.

Clave	Longitud del tallo (cm)			
	30 días	60 días	90 días	120 días
T ₁	8.60 a	12.30 a	16.40 a	27.35 b c
T ₃	5.70 b	10.10 b	13.08 b	31.20 a
T ₂	4.30 c	8.30 d	12.95 b	28.70 b
T ₄	5.30 b	9.20 c	13.20 b	26.33 c

Tratamientos seguidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre si.

T₁ = Sustrato con inóculo + semilla repicada

T₂ = Sustrato con inóculo + semilla sembrada directamente en bolsas

T₃ = Sustrato sin inóculo + semilla repicada

T₄ = Sustrato sin inóculo + semilla sembrada directamente en bolsas

A los 120 días el tratamiento T₃ (sustrato sin inóculo + semilla repicada) alcanzó el mayor, diferenciándose estadísticamente del resto de tratamientos en estudio.

4.1.4 Diámetro del tallo

En el Cuadro 14 se puede apreciar que a los 30 y 120 días no existen diferencias significativas para el efecto de los tratamientos y diferencias altamente significativas para el efecto de los tratamientos; a los 60 y 90 días no existe diferencia estadística, tanto para el efecto de los tratamientos.

Los coeficientes de variabilidad de 13.09%, 23.38%, 23.30% y 22.42% para las evaluaciones de diámetro del tallo a los 30, 60, 90 y 120 días respectivamente son aceptables para las condiciones en que se desarrolló el trabajo.

Cuadro 14. Cuadrados medios del diámetro del tallo.

Fuente de variación	G.L.	Diámetro del tallo (cm)			
		30 días	60 días	90 días	120 días
Tratamientos	3	0.139 **	0.210 N.S.	0.846 N.S.	5.124 N.S.
Error experimental	36	0.007	0.258	1.028	2.329
Total	39				

C.V. : 13.09% 23.38% 23.30% 22.42%

N.S. : No existe significación estadística.

** : Significación estadística al 1% de probabilidad.

En el Cuadro 15 se puede apreciar que a los 30, 60, 90 y 120 días el tratamiento T₁ (sustrato con inóculo + semilla repicada) fue el que alcanzó el mayor valor diferenciándose solo del tratamiento T₂ (sustrato con inóculo + semilla sembrada directamente en bolsas) a los 30 días y de ninguno del resto de tratamientos a los 60, 90 y 120 días.

Cuadro 15. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) del diámetro del tallo.

Clave	Diámetro del tallo (cm)			
	30 días	60 días	90 días	120 días
T ₁	0.73 a	2.34 a	4.67 a	7.78 a
T ₃	0.68 a b	2.11 a	4.23 a	6.32 a
T ₄	0.60 a b	2.00 a	4.01 a	6.22 a
T ₂	0.46 b	2.24 a	4.49 a	6.94 a

Tratamientos seguidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre si.

T₁ = Sustrato con inóculo de bacterias + semilla repicada

T₂ = Sustrato con inóculo de bacterias + semilla sembrada directamente en bolsas

T₃ = Sustrato sin inóculo + semilla repicada

T₄ = Sustrato sin inóculo + semilla sembrada directamente en bolsas

4.1.5 Área foliar y número de nódulos viables

En el Cuadro 16 se puede apreciar que en el carácter área foliar no existe diferencia estadística alguna tanto para el efecto de los tratamientos. El coeficiente de variabilidad de 17.07% es aceptable para las condiciones en que se desarrolló el trabajo.

En el mismo Cuadro se puede apreciar que en el carácter número de nódulos existe diferencias altamente significativas tanto para el efecto de los tratamientos. El coeficiente de variabilidad de 20.50% es aceptable para las condiciones en que se desarrolló el trabajo.

Cuadro 16. Cuadrados medios del área foliar y del número de nódulos viables (datos transformados a $\sqrt{x+0.5}$).

Fuente de variación	G. L.	Área foliar (dm ²)	Número de nódulos
Tratamientos	3	0.106 N.S.	5.473 **
Error experimental	36	0.049	1.521
Total	39		

C.V.: 17.07% 20.50%

N.S : No existe significación estadística.

** : Significación estadística al 1% de probabilidad.

En el Cuadro 17 se puede apreciar que para el carácter área foliar no existe diferencia estadística alguna entre ninguno de los tratamientos, siendo el tratamiento T₃ (sustrato sin inóculo + semilla repicada) el que ocupa el primer lugar.

Cuadro 17. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) del área foliar y del número de nódulos viables (datos transformados a $\sqrt{x+0.5}$).

Clave	Área foliar (dm ²)	Número de nódulos
T ₃	1.46 a	5.69 a
T ₂	1.29 a	5.21 a b
T ₁	1.28 a	4.30 b
T ₄	1.23 a	4.14 b

Tratamientos seguidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre si.

T₁ = Sustrato con inóculo + semilla repicada

T₂ = Sustrato con inóculo + semilla sembrada directamente en bolsas

T₃ = Sustrato sin inóculo + semilla repicada

T₄ = Sustrato sin inóculo + semilla sembrada directamente en bolsas

4.2 De la propagación asexual

4.2.1 Estacas vivas y muertas

En el Cuadro 18 se puede apreciar que tanto para el carácter estacas vivas y estacas muertas no existe diferencia estadística tanto para el efecto de los tratamientos. Los coeficientes de variabilidad de 19.856 y 35.18% tanto para el carácter estacas vivas y muertas son aceptables para las condiciones en que se desarrolló el trabajo.

En el Cuadro 19 se puede apreciar que para el carácter número de estacas vivas el tratamiento T₅ (sustrato con inóculo + estacas semiherbáceas) ocupa el primer lugar, no se diferencia estadísticamente de los tratamientos T₂ (sustrato sin inóculo + estacas semiherbáceas) y T₄ (sustrato sin inóculo + estacas herbáceas, se diferencia estadísticamente del resto de tratamientos).

Para el carácter número estacas muertas se puede observar que T₁ (sustrato con inóculo + estacas herbáceas) ocupa el primer lugar, no diferenciándose estadísticamente del resto de tratamientos en estudio.

Cuadro 18. Cuadrados medios de estacas vivas y estacas muertas.

Fuente de variación	GL	Cuadrados medios	
		Estacas vivas ¹	Estacas muertas ²
Tratamientos	5	11.122 N.S.	0.437 N.S.
Error experimental	12	19.944	0.836
Total	17		

N.S : No existe significación estadística.

1 : Datos originales

2 : Datos transformados a $\sqrt{x + 0.5}$

Cuadro 19. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) de estacas vivas y estacas muertas.

Clave	Número de estacas	
	Vivas ¹	Muertas ²
T ₅	25.67 a	2.00 a
T ₂	24.33 a	2.47 a
T ₄	23.33 a b	2.53 a
T ₆	23.33 b	2.58 a
T ₁	21.00 b	3.06 a
T ₃	20.67 b	2.97 a

1 : Datos originales

2 : Datos transformados a $\sqrt{x+0.5}$

T₁ = sustrato con inóculo + estacas herbáceas

T₂ = sustrato sin inóculo + estacas semiherbáceas

T₃ = sustrato sin inóculo + estacas leñosas

T₄ = sustrato sin inóculo + estacas herbáceas

T₅ = sustrato con inóculo + estacas semiherbáceas

T₆ = sustrato sin inóculo + estacas leñosas

4.2.2 Número de brotes

En el Cuadro 20 se puede apreciar que a los 60 días no existe diferencias estadística alguna tanto para el efecto de los tratamientos; a los 90 días solo existe diferencias significativas para el efecto de los tratamientos y diferencias altamente significativas para el efecto de los tratamientos; a los 120 días no existe diferencia estadística alguna para el efecto de los tratamientos y sólo diferencias significativas para el efecto de los tratamientos. Los coeficientes de variabilidad de 25.10, 4.50 y 7.25% son aceptables para las condiciones en que se desarrolló el trabajo.

Cuadro 20. Cuadrados medios del número de brotes a los 60, 90 y 120 días.

Fuente de variación	GL	Cuadrados medios		
		A los 60 días	A los 90 días	A los 120 días
Tratamientos	5	0.094 N.S.	0.196 **	0.189 *
Error experimental	12	0.147	0.020	0.040
Total	17			
	C.V. :	25.10%	4.50%	7.25%

N.S : No existe significación estadística.

* : Significación estadística al 5 de probabilidad.

** : Significación estadística al 1% de probabilidad.

En el Cuadro 21 se puede apreciar que a los 60 días el tratamiento T₃ (sustrato sin inóculo + estacas leñosas) ocupa el primer lugar, no se diferencia estadísticamente de los tratamientos T₁ (sustrato con inóculo + estacas herbáceas), T₆ (sustrato con inóculo + estacas leñosas) y T₄ (sustrato sin inóculo + estacas herbáceas), pero si se diferencia estadísticamente del resto de tratamientos en estudio.

A los 90 y 120 días el tratamiento T₆ (sustrato con inóculo + estacas leñosas) ocupa el primer lugar, diferenciándose estadísticamente del resto de tratamientos en estudio.

Cuadro 21. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) del número de brotes a los 60, 90 y 120 días.

Clave	A los 60 días	Clave	A los 90 días	Clave	A los 120 días
T ₃	1.60 a	T ₆	2.87 a	T ₆	3.20 a
T ₁	1.47 a b	T ₃	2.60 b	T ₄	2.87 b
T ₆	1.47 a b	T ₄	2.40 c	T ₅	2.67 b c
T ₄	1.40 a b	T ₅	2.27 d	T ₃	2.60 c
T ₅	1.20 b	T ₂	2.27 d	T ₂	2.60 c
T ₂	1.13 b	T ₁	2.20 d	T ₁	2.53 c

Tratamientos seguidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre si.

- T₁ = sustrato con inóculo + estacas herbáceas
- T₂ = sustrato sin inóculo + estacas semiherbáceas
- T₃ = sustrato sin inóculo + estacas leñosas
- T₄ = sustrato sin inóculo + estacas herbáceas
- T₅ = sustrato con inóculo + estacas semiherbáceas
- T₆ = sustrato sin inóculo + estacas leñosas

4.2.3 Número de hojas

En el Cuadro 22 se puede apreciar que a los 60 días no existe diferencias estadística alguna tanto para el efecto de los tratamientos; a los 90 días no existe diferencia estadística alguna para el efecto de los tratamientos y sólo diferencias significativas para el efecto de los tratamientos; a los 120 días no existe diferencia estadística alguna para el efecto de los tratamientos y diferencias altamente significativas para el efecto de los tratamientos. Los coeficientes de variabilidad de 15.06, 4.58 y 3.58% son aceptables para las condiciones en que se desarrolló el trabajo.

Cuadro 22. Cuadrados medios del número de hojas a los 60, 90 y 120 días.

Fuente de variación	GL	Cuadrados medios		
		A los 60 días	A los 90 días	A los 120 días
Tratamientos	5	0.192 N.S.	1.967 **	6.962 **
Error experimental	12	0.153	0.349	0.927
Total	17			
	C.V. :	15.06%	4.58%	3.58%

N.S : No existe significación estadística.
 * : Significación estadística al 5 de probabilidad.
 ** : Significación estadística al 1% de probabilidad.

En el Cuadro 23 se aprecia que a los 60 días el tratamiento T₆ (sustrato sin inóculo + estacas leñosas) ocupa el primer lugar, no se diferencia estadísticamente de los tratamientos T₂ (sustrato con inóculo + estacas semiherbáceas), T₃ (sustrato con inóculo + estacas leñosas) y T₁ (sustrato con inóculo + estacas herbáceas), pero si se diferencia estadísticamente del resto de tratamientos en estudio.

Cuadro 23. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) del número de hojas a los 60, 90 y 120 días.

Clave	A los 60 días	Clave	A los 90 días	Clave	A los 120 días
T ₆	2.87 a	T ₃	14.00 a	T ₂	28.87 a
T ₂	2.80 a b	T ₂	13.27 b	T ₅	28.47 b
T ₃	2.80 a b	T ₁	13.07 b	T ₃	26.67 b
T ₁	2.47 a b c	T ₅	12.80 b	T ₄	26.53 b
T ₅	2.40 b c	T ₄	12.73 b	T ₁	26.27 b
T ₄	2.27 c	T ₆	11.53 c	T ₆	24.73 c

Tratamientos seguidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre si.

T₁ = sustrato con inóculo + estacas herbáceas
 T₂ = sustrato sin inóculo + estacas semiherbáceas
 T₃ = sustrato sin inóculo + estacas leñosas
 T₄ = sustrato sin inóculo + estacas herbáceas
 T₅ = sustrato con inóculo + estacas semiherbáceas
 T₆ = sustrato sin inóculo + estacas leñosas

A los 90 días el tratamiento T₃ (sustrato con inóculo + estacas leñosas) ocupa el primer lugar, diferenciándose estadísticamente del resto de tratamientos en estudio. A los 120 días el tratamiento T₂ (sustrato con inóculo + estacas semiherbáceas) ocupa el primer lugar, diferenciándose estadísticamente del resto de tratamientos en estudio.

4.2.4 Altura de planta

En el Cuadro 24 se puede apreciar que a los 60 días existe diferencias altamente significativas para el efecto de los tratamientos y no existe diferencia estadística alguna para el efecto de los tratamientos; a los 90 días existe diferencias altamente significativas tanto para el efecto de los tratamientos; a los 120 días solo existe diferencias significativas para el efecto de los tratamientos y diferencias altamente significativas para el efecto de los tratamientos. Los coeficientes de variabilidad de 20.16, 5.13 y 4.32% son aceptables para las condiciones en que se desarrolló el trabajo.

Cuadro 24. Cuadrados medios del número de altura de planta a los 60, 90 y 120 días.

Fuente de variación	GL	Cuadrados medios		
		A los 60 días	A los 90 días	A los 120 días
Tratamientos	5	0.509 N.S.	2.120 N.S.	11.924 *
Error experimental	12	1.960	0.731	2.371
Total	17			
	C.V. :	20.16%	5.13%	4.32%

N.S : No existe significación estadística.

* : Significación estadística al 5 de probabilidad.

En el Cuadro 25 se puede apreciar que a los 60 días el tratamiento T₆ (sustrato sin inóculo + estacas leñosas) ocupa el primer lugar, no se diferencia estadísticamente del resto de tratamientos a excepción del tratamiento T₅ (sustrato sin inóculo + estacas semiherbáceas).

Cuadro 25. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) de la altura de planta a los 60, 90 y 120 días.

Clave	A los 60 días	Clave	A los 90 días	Clave	A los 120 días
T ₆	7.67 a	T ₂	17.53 a	T ₂	37.67 a
T ₂	7.00 a b	T ₅	17.27 a	T ₅	37.60 a
T ₄	6.93 a b	T ₃	17.20 a	T ₁	36.30 a
T ₃	6.87 a b	T ₆	16.53 b	T ₄	34.60 b
T ₁	6.80 a b	T ₄	16.27 b	T ₃	34.60 b
T ₅	6.40 b	T ₁	15.27 c	T ₆	32.67 c

Tratamientos seguidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre sí.

T₁ = sustrato con inóculo + estacas herbáceas

T₂ = sustrato sin inóculo + estacas semiherbáceas

T₃ = sustrato sin inóculo + estacas leñosas

T₄ = sustrato sin inóculo + estacas herbáceas

T₅ = sustrato con inóculo + estacas semiherbáceas

T₆ = sustrato sin inóculo + estacas leñosas

A los 90 días el tratamiento T₂ (sustrato con inóculo + estacas semiherbáceas) ocupa el primer lugar, no se diferencia estadísticamente del tratamiento T₅ (sustrato sin inóculo + estacas semiherbáceas) y del T₃ (sustrato con inóculo + estacas leñosas), pero sí, se diferencia estadísticamente del resto de tratamientos en estudio. A 120 días el tratamiento T₂ (sustrato con inóculo + estacas semiherbáceas) ocupa el primer lugar, no se diferencia estadísticamente del tratamiento T₅ (sustrato sin inóculo + estacas semiherbáceas) y del T₁ (sustrato con inóculo + estacas herbáceas), pero sí se diferencia estadísticamente del resto de tratamientos en estudio.

4.2.5. Area foliar y número de nódulos

En el Cuadro 26 se puede apreciar que en el carácter área foliar no existe diferencia estadística alguna tanto para el efecto de los tratamientos y de los tratamientos. El coeficiente de variabilidad de 15.48% es aceptable para las condiciones en que se desarrolló el trabajo.

En el mismo Cuadro se puede apreciar que en el carácter número de nódulos existe diferencias altamente significativas tanto para el efecto de los tratamientos. El coeficiente de variabilidad de 21.58% es aceptable para las condiciones en que se desarrolló el trabajo.

Cuadro 26. Cuadrados medios del área foliar y del número de nódulos.

Fuente de variación	GL	Cuadrados medios	
		Área foliar	Número de nódulos
Tratamientos	5	0.237 N.S.	36.589 N.S.
Error experimental	12	0.085	19.778
Total	17		
	C.V. :	15.48%	21.58%

N.S : No existe significación estadística.

En el Cuadro 27 se puede apreciar que para el carácter área foliar no existe diferencia estadística alguna entre ninguno de los tratamientos, siendo el tratamiento T₅ (sustrato sin inóculo + estacas semiherbáceas) el que ocupa el primer lugar.

En el mismo Cuadro para el carácter número de nódulos se puede observar que T₂ (sustrato con inóculo + estacas semiherbáceas) fue el que

alcanzó el mayor valor, no se diferencia estadísticamente de los tratamientos T₃ (sustrato con inóculo + estacas leñosas), T₅ (sustrato sin inóculo + estacas semiherbáceas) y T₁ (sustrato con inóculo + estacas herbáceas), pero si se diferencia estadísticamente del resto de tratamientos en estudio.

Cuadro 27. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) del área foliar y del número de nódulos.

Clave	Área foliar (dm ²)	Clave	Número de nódulos
T ₅	2.06 a	T ₂	21.80 a
T ₂	1.84 a	T ₃	21.20 a
T ₃	1.60 a	T ₅	20.80 a
T ₁	1.60 a	T ₁	20.00 a b
T ₄	1.50 a	T ₄	17.60 b c
T ₆	1.46 a	T ₆	15.00 c

T₁ = sustrato con inóculo + estacas herbáceas
T₂ = sustrato sin inóculo + estacas semiherbáceas
T₃ = sustrato sin inóculo + estacas leñosas
T₄ = sustrato sin inóculo + estacas herbáceas
T₅ = sustrato con inóculo + estacas semiherbáceas
T₆ = sustrato sin inóculo + estacas leñosas

V. DISCUSIÓN

5.1 De la propagación sexual

5.1.1 Germinación

En el Cuadro 9 se puede apreciar que el tratamiento T₃ (sustrato sin inóculo + semilla repicada), es el que logró mayor porcentaje de semillas germinadas (96%), seguido del tratamiento T₁ (sustrato con inóculo de bacterias + semilla repicada) con 94%. El tratamiento T₂ (sustrato con inóculo de bacterias + semilla sembrada directamente en bolsas) quedó en último lugar con un 88% de semillas germinadas.

Estos resultados nos permiten atribuir que la semilla de *Erythrina poeppigiana* depende mucho de las condiciones al que se le someta para conseguir un mayor porcentaje de germinación como es en el caso del tratamiento con semilla repicada el que se realizó en platos germinadores dándole las condiciones de humedad óptima para obtener un buen porcentaje de germinación, además estuvo libre de ser infectado por microorganismos que pudieran causar pudrición como puede haber pasado con las semillas sembradas directamente los cuales pueden haber sido atacados por los microorganismos del suelo y esto lo estaría demostrando el tratamiento T₂ (sustrato con inóculo de bacterias + semilla sembrada directamente en bolsas) cuyo suelo es procedente de los suelos del fundo de la UNAS.

5.1.2 Número de hojas

La superioridad alcanzada por el tratamiento T₁ (sustrato con inóculo + semilla repicada) puede atribuirse a la ventaja que tiene el tipo de siembra de

semilla repicada ya que con este se consiguió una más rápida germinación por lo que las plantas lograron crecer y desarrollarse rápidamente en el más corto tiempo que las semillas sembradas directamente.

A los 90 días el tratamiento T_3 (sustrato sin inóculo + semilla repicada), ocupa el primer lugar diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos en estudio. La superioridad presentada por el tratamiento T_3 (sustrato sin inóculo + semilla repicada) puede atribuirse a lo indicado anteriormente y también pudiera atribuirse a las mejores características físico-químicas del suelo sin inóculo ya que el suelo procedía de un suelo virgen el que a la vez contenía un mayor porcentaje de materia orgánica.

5.1.3 Longitud del tallo

En el Cuadro 13 se puede apreciar que a los 30, 60 y 90 días el tratamiento T_1 (sustrato con inóculo + semilla repicada) es el que alcanzó el mayor valor con promedios de 8.60, 12.30, y 16.40 cm respectivamente. La superioridad alcanzada por el tratamiento antes mencionado pudiera deberse al modo de siembra ya que con el tipo de siembra de semilla repicada se consiguió tener una mejor y más rápida germinación por lo que las plantas consiguieron crecer más rápidamente alcanzando de esta manera una mayor longitud del tallo.

A los 120 días el tratamiento T_3 (sustrato sin inóculo + semilla repicada) alcanzó el mayor valor a con un promedio de 31.20 cm, diferenciándose estadísticamente del resto de tratamientos en estudio.

En forma general se puede decir que se debe a la ventaja que tuvo el sustrato sin inóculo, pudiera atribuirse a las características favorables que tuvo tal como es mayor contenido de materia orgánica el que hizo que este tipo de sustrato proporcione a las plantas un ambiente más favorable para conseguir un más rápido crecimiento y desarrollo.

5.1.4 Diámetro del tallo

En el Cuadro 15 se puede apreciar que a los 30, 60, 90 y 120 días el tratamiento T₁ (sustrato con inóculo + semilla repicada) fue el que alcanzó el mayor valor diferenciándose solo del tratamiento T₂ (sustrato con inóculo + semilla sembrada directamente en bolsas) a los 30 días y de ninguno del resto de tratamientos a los 60, 90 y 120 días.

La superioridad alcanzada por el tratamiento T₁ (sustrato con inóculo + semilla repicada) puede atribuirse a la ventaja de usar sustrato con inóculo de bacterias, ya que con ella, se está dando la facilidad a las plantas para logren aprovechar el nitrógeno que las bacterias toman de la atmósfera el cual es uno de los macronutrientes que participa activamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Además es uno de los macronutrientes de las plantas que tienen como principal fuente abastecedora a la atmósfera, donde se encuentra en una concentración aproximada del 79% (DEVLIN, 1976). El que puede ser aprovechada gracias a la fijación del nitrógeno atmosférico el cual es un proceso simbiótico realizado entre las especies de bacterias del género *Rhizobium* y las leguminosas (ZELADA, 1996).

La inferioridad presentada por el tratamiento T₂ (sustrato con inóculo + semilla sembrada directamente en bolsas) se puede deber básicamente a que con este tipo de siembra se consiguió un más lenta germinación por lo que las plantas presentaban un menor crecimiento y desarrollo con plantas de un aspecto menos vigoroso.

5.1.5 Área foliar y número de nódulos viables

En el Cuadro 17 se puede apreciar que para el carácter área foliar no existe diferencia estadística alguna entre ninguno de los tratamientos, siendo el tratamiento T₃ (sustrato sin inóculo + semilla repicada) el que ocupa el primer lugar con un promedio de 1.46 dm².

Esta superioridad alcanzada por el tratamiento antes mencionado pudiera deberse a la mayor nodulación que logró alcanzar tal como se puede observar en el mismo Cuadro, el cual contribuyó en una mayor fijación de nitrógeno que fue aprovechado por las plantas contribuyendo este en un mayor crecimiento y desarrollo dando como resultado plantas más vigorosa.

En el mismo Cuadro para el carácter número de nódulos se puede observar que T₃ (sustrato sin inóculo + semilla repicada) fue el que alcanzó el mayor valor con un promedio de 5.69, no se diferencia estadísticamente del tratamiento T₂ (sustrato con inóculo de bacterias + semilla sembrada directamente en bolsas) que alcanzó un promedio de 5.21, pero si se diferencia estadísticamente del resto de tratamientos en estudio.

El tipo de siembra con semilla repicada también le dio una ventaja ya que como se explicó anteriormente este es uno de los métodos de siembra con el que se logró una más pronta germinación de las semillas por lo que las plantas sembradas por este método sacaron ventaja, creciendo y desarrollándose rápidamente el que se tradujo en un mayor desarrollo del sistema radicular el cual va a influir directamente en que haya una mayor cantidad de raíces expuestas a ser infectadas por la bacteria del género *Rhizobium* y por lo tanto haya una mayor proliferación de nódulos.

El tipo de suelo también aquí juega un papel importante ya que este procedía de un bosque virgen con una mayor cantidad de nutrientes y materia orgánica los que influyeron directamente en la mayor proliferación de nódulos. Esto se puede corroborar con la siguiente afirmación: "El tamaño, número y eficiencia de los nódulos va a depender de varios factores como contenido de nitrógeno, compactación del suelo, humedad y tipo de leguminosa (MORRIS, 1976). Además las bacterias simbióticas se encuentran presentes en el bosque virgen, en asociación con las especies leguminosas nativas.

5.2 De la propagación asexual

5.2.1 Estacas vivas y muertas

En el Cuadro 19 se puede apreciar que en el carácter número de estacas vivas el tratamiento T₅ (sustrato con inóculo + estacas semiherbáceas) ocupa el primer lugar con un promedio de 25.67, no se diferencia estadísticamente de los tratamientos T₂ (sustrato sin inóculo + estacas

semiherbáceas) y T₄ (sustrato sin inóculo + estacas herbáceas) que alcanzaron promedios de 24.33 y 23.33, respectivamente.

Estos resultados nos estarían indicando que el tipo de sustrato (referido con o sin inóculo) no es muy importante en el prendimiento de las estacas, si no mas bien es más importante la edad y tipo de estacas que se quieren propagar. La ventaja que tiene las estacas semiherbáceas sobre las estacas leñosas se debe básicamente a que estas últimas no presentan buena capacidad de enraizamiento y las primeras sí; esta afirmación se puede corroborar con la siguiente afirmación: "las estacas obtenidas de pies jóvenes enraízan más fácilmente que las obtenidas de pies viejos en casi todas las especies forestales (ZANONI, 1975).

En el mismo Cuadro para el carácter número estacas muertas se observa que el tratamiento T₁ (sustrato con inóculo + estacas herbáceas) ocupa el primer lugar con un promedio de 3.06, no diferenciándose estadísticamente del resto de tratamientos en estudio. Este resultado nos estaría indicando que estacas provenientes de plantas muy jóvenes son susceptibles cuando se les somete a sustratos donde existe una mayor carga de microorganismos, los que muchas veces son causantes de la pudrición de estas.

5.2.2 Número de brotes

En el Cuadro 21 se aprecia que a los 60 días el tratamiento T₃ (sustrato sin inóculo + estacas leñosas) ocupa el primer lugar con un promedio de

1.60, no se diferencia estadísticamente de los tratamientos T_1 (sustrato con inóculo + estacas herbáceas), T_6 (sustrato con inóculo + estacas leñosas) y T_4 (sustrato sin inóculo + estacas herbáceas) que alcanzaron promedios de 1.47, 1.47 y 1.40 respectivamente, pero si se diferencia estadísticamente del resto de tratamientos en estudio.

A los 90 y 120 días el tratamiento T_6 (sustrato con inóculo + estacas leñosas) ocupa el primer lugar con promedios de 2.87, diferenciándose estadísticamente del resto de tratamientos en estudio. Es de esperarse si se logra un más rápido prendimiento y si las plantas tienen a su alcance factores que le puedan ayudar en su desarrollo, como en este caso sean los inóculos de bacterias inoculadas; puede esperarse una mayor proliferación de brotes gracias a la fijación del nitrógeno atmosférico por las bacterias del genero *Rhizobium*.

5.2.3 Número de hojas

En el Cuadro 23 se puede apreciar que a los 60 días el tratamiento T_6 (sustrato sin inóculo + estacas leñosas) ocupa el primer lugar con un promedio de 2.87 hojas, no se diferencia estadísticamente de los tratamientos T_2 (sustrato con inóculo + estacas semiherbáceas) T_3 (sustrato con inóculo + estacas leñosas) y T_1 (sustrato con inóculo + estacas herbáceas), que alcanzaron promedios de 2.80, 2.80 y 2.47 hojas respectivamente, pero si se diferencia estadísticamente del resto de tratamientos en estudio. Este resultado era de esperarse ya que este tratamiento es uno de los que poseen mayor cantidad de brotes a los 60 días el cual influye directamente el mayor número de hojas.

A los 90 días el tratamiento T₃ (sustrato con inóculo + estacas leñosas) ocupa el primer lugar con un promedio de 14.00 hojas, diferenciándose estadísticamente del resto de tratamientos en estudio.

A los 120 días el tratamiento T₂ (sustrato con inóculo + estacas semiherbáceas) ocupa el primer lugar con un promedio de 28.87 hojas, diferenciándose estadísticamente del resto de tratamientos en estudio. La superioridad alcanzada por este tratamiento puede atribuirse a la acción de los nódulos ya que como se observa en el Cuadro 25 este es el tratamiento que logró un número de nódulos, los cuales son los responsables de la fijación del nitrógeno atmosférico y el nitrógeno es el elemento que participa activamente en el crecimiento de las plantas el que crea la posibilidad de que se formen una mayor cantidad de hojas.

5.2.4 Altura de planta

En el Cuadro 25 se puede apreciar que a los 60 días el tratamiento T₆ (sustrato sin inóculo + estacas leñosas) ocupa el primer lugar con un promedio de 7.67, no se diferencia estadísticamente del resto de tratamientos a excepción del tratamiento T₅ (sustrato sin inóculo + estacas semiherbáceas), que alcanzó un promedio de 6.40.

La superioridad alcanzada por el tratamiento antes mencionado puede atribuirse a la más rápida emergencia de los brotes el cual hizo que hasta la edad de los 60 días tuvieran una ventaja en el crecimiento de estos brotes,

pero con el transcurrir del tiempo este crecimiento se va volviendo lento siendo superado por los tratamientos con estacas semiherbáceas ya que las estacas leñosas son las que tienen menos facilidad de enraizar. Al respecto (ZANONI, 1975), afirma que las estacas obtenidas de pies jóvenes enraízan más fácilmente que las obtenidas de pies viejos en casi todas las especies forestales. Las plantas toman los nutrientes del suelo gracias a las raíces lo que le permite alcanzar un mayor y crecimiento y desarrollo.

A los 90 días el tratamiento T_2 (sustrato con inóculo + estacas semiherbáceas) ocupa el primer lugar con un promedio de 17.53, no se diferencia estadísticamente del tratamiento T_5 (sustrato sin inóculo + estacas semiherbáceas) y del T_3 (sustrato con inóculo + estacas leñosas), pero si, se diferencia estadísticamente del resto de tratamientos en estudio.

A 120 días el tratamiento T_2 (sustrato con inóculo + estacas semiherbáceas) ocupa el primer lugar con un promedio 37.67, no se diferencia estadísticamente del tratamiento T_5 (sustrato sin inóculo + estacas semiherbáceas) y del T_1 (sustrato con inóculo + estacas herbáceas), pero si se diferencia estadísticamente del resto de tratamientos en estudio.

La superioridad alcanzada por el tratamiento T_2 (sustrato con inóculo + estacas semiherbáceas) puede atribuirse a la acción de los nódulos ya que como se observa en el Cuadro 27 este es el tratamiento que logró un número de nódulos, los cuales son los responsables de la fijación del nitrógeno atmosférico y

el nitrógeno es el elemento que participa activamente en el crecimiento de las plantas. Además es uno de los macronutrientes de las plantas que tienen como principal fuente abastecedora a la atmósfera, donde se encuentra en una concentración aproximada del 79% (DEVLIN, 1976). El que puede ser aprovechada gracias a la fijación del nitrógeno atmosférico el cual es un proceso simbiótico realizado entre las especies de bacterias del género *Rhizobium* y las leguminosas (ZELADA, 1996).

5.2.5 Área foliar y número de nódulos

En el Cuadro 27 se puede apreciar que para el carácter área foliar no existe diferencia estadística alguna entre ninguno de los tratamientos, siendo el tratamiento T₅ (sustrato sin inóculo + estacas semiherbáceas) el que ocupa el primer lugar con un promedio de 2.06 dm².

Esta superioridad alcanzada por el tratamiento antes mencionado pudiera atribuirse al tipo de estaca ya que estas son las que logran enraizar rápidamente y por lo tanto su prendimiento va ser también rápido teniendo la posibilidad de crecer y desarrollarse en un más corto tiempo; esto a la vez va a permitir a la planta requerir de una mayor cantidad de nutrientes el que puede haber logrado en mayor cantidad del suelo sin inóculo ya que este procedía de un bosque virgen el cual contenía una mayor cantidad de nutrientes y materia orgánica que son los causantes para que las plantas logren un mejor desarrollo dando como resultado plantas mas vigorosas con hojas más verdes y de mayor tamaño.

En el mismo Cuadro para el carácter número de nódulos se puede observar que T₂ (sustrato con inóculo + estacas semiherbáceas) fue el que alcanzó el mayor valor con un promedio de 21.80, no se diferencia estadísticamente de los tratamientos T₃ (sustrato con inóculo + estacas leñosas), T₅ (sustrato sin inóculo + estacas semiherbáceas) y T₁ (sustrato con inóculo + estacas herbáceas), que alcanzaron promedios de 21.20, 20.80 y 20.00, pero si se diferencia estadísticamente del resto de tratamientos en estudio. La superioridad presentada por T₂ (sustrato con inóculo + estacas semiherbáceas) se pudiera atribuir básicamente al tipo de estaca ya que estas las semileñosas son los que enraízan fácilmente (BIONDI, 1987). Esta facilidad de enraizar permitió a que estas estacas logren una mayor proliferación de raíces, por lo tanto hubo una mayor cantidad de estas, expuestas a ser infectadas por las bacterias del género *Rhizobium* habiendo la probabilidad de lograr una mayor cantidad de nódulos.

VI. CONCLUSIONES

1. Con el sistema de siembra con semilla repicada se consiguió obtener mayor porcentaje de germinación tanto con sustrato sin inóculo (96%) y con inóculo (94%). La germinación regular duró 25 días, presentándose el mayor porcentaje entre el 15^{avo} y 17^{avo} día.
2. Con el tratamiento T₁ (sustrato con inóculo + semilla repicada) se consiguió tener plantas con un mayor diámetro de tallo y mayor número de hojas.
3. El tratamiento T₃ (sustrato sin inóculo + semilla repicada) resultó ser superior a los demás tratamientos con un área foliar de 1.46 dm² y 5.69 nódulos viables.
4. Con el tratamiento T₅ (sustrato con inóculo + estacas semiherbáceas) se consiguió un mayor promedio de prendimiento con 25.67 estacas vivas, significando esto un 77% de prendimiento.
5. Con el tratamiento T₂ (sustrato con inóculo + estacas semiherbáceas) se consiguió un mayor promedio de hojas con 28.87, una mayor altura de planta con un promedio de 37.67 cm y una mayor proliferación de nódulos viables con un promedio de 21.80.

VII. RECOMENDACIONES

1. Practicar la propagación sexual de semillas de *Erythrina poeppigiana* con la forma de siembra de semilla repicada.
2. Practicar la propagación vegetativa con estacas semiherbáceas y con inóculo de bacterias para lograr un más rápido desarrollo de las plantas y una mayor proliferación de nódulos viables.

VIII. RESUMEN

El presente experimento se llevó a cabo en las camas de vivero del Fundo Agrícola N° 1 de la Universidad Nacional Agraria de la Selva ubicada a 1.5 Km. de la carretera Tingo María – Huánuco, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco - Perú; con una duración de cinco meses (abril a agosto de 1999). Se realizó con la finalidad de evaluar las características de germinación (análisis de semilla) y crecimiento de plántulas, evaluar la factibilidad de la propagación vegetativa y la capacidad de nodulación de *Erythrina poeppigiana*.

En el experimento consistió en evaluar la propagación sexual y vegetativa de *E. poeppigiana*. Para la primera se consideraron 4 tratamientos: T₁= Sustrato con inóculo + semilla germinada y repicada, T₂ = Sustrato con inóculo + semilla sembrada directamente, T₃ = Sustrato sin inóculo + semilla germinada y repicada y T₄ = Sustrato sin inóculo + semilla sembrada directamente; y, para el segundo 6 tratamientos: T₁ = Sustrato con inóculo + estacas herbáceas, T₂ = sustrato con inóculo + estacas semiherbáceas, T₃ = sustrato con inóculo + estacas leñosas, T₄ = sustrato sin inóculo + estacas herbáceas, T₅ = sustrato sin inóculo + estacas semiherbáceas y T₆ = sustrato sin inóculo + estacas leñosas, los que fueron adoptadas al Diseño Completo al Azar con 3 repeticiones. Las observaciones evaluadas fueron: porcentaje de germinación, número de hojas, longitud y diámetro de tallo, área foliar y nódulos viables para el caso de la propagación sexual y para la propagación vegetativa porcentaje de prendimiento, número de brotes y de hojas, altura de planta, área foliar y nódulos viables.

De los resultados se concluye que con el sistema de siembra con semilla repicada se consiguió obtener mayor porcentaje de germinación tanto con sustrato sin inóculo (96%) y con inóculo (94%). Con el tratamiento T₁ (sustrato con inóculo + semilla repicada) se consiguió tener plantas con un mayor diámetro de tallo y mayor número de hojas. El tratamiento T₃ (sustrato sin inóculo + semilla repicada) resultó ser superior a los demás tratamientos con un área foliar de 1.46 dm² y 5.69 nódulos viables. Con el tratamiento T₅ (sustrato con inóculo + estacas semiherbáceas) se consiguió un mayor promedio de prendimiento con 25.67 estacas vivas, significando esto un 77% de prendimiento. Con el tratamiento T₂ (sustrato con inóculo + estacas semiherbáceas) se consiguió un mayor promedio de hojas con 28.87, una mayor altura de planta con un promedio de 37.67 cm y una mayor proliferación de nódulos viables con un promedio de 21.80.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. ACOSTA, S.M. 1987. Propagación vegetativa de forestales y leñosas. Lima, Perú. 120 p.
2. ARCA, B.M. 1970. Manejo de suelos. La Molina, Perú. 200 p.
3. BERRÍOS, A. 1991. Propagación clonal in vitro de diferentes especies de pro. Turrialba, Costa Rica.
4. BIONDI, J. 1987. Clonal propagation of forest tree, species in international symposium on tissue culture of economically important. Editorial Rao Singapore. 204 p.
5. BONGA, J.A. 1982. Tissue vegetative techniques in tissue culture in forestry in Bonga D. I Durzan (Eds). La Haya Martinus Nijhoff/Ar. W. Junk. Pp 4 – 35.
6. CUCULIZA, P. 1980. Propagación de plantas. Universidad Nacional Agraria. La Molina. Lima, Perú. 280 p.
7. DEVLIN, R.M. 1976. Fisiología vegetal. Editorial Omega. Barcelona, España. 517 p.
8. GARASSINI, L. 1982. Enfermedades del cacao de importancia económica en América . Revista Mexicana de Fitopatología. Mexico. 4: 78-82.
9. HARREN, A.J. 1988. Notes in the vegetative propagation of grengwod cutting with. The papua an New Guinea. Ag. J. Pp 54 – 64.
10. HARTMANN, T. 1983. Propagación de plantas. Barcelona, España. p 223

11. JAMES, W. 1987. Introducción a la fisiología vegetal. Trad. por A. Rancoño Editorial Salvat. Barcelona, España. 203 p.
12. JULIO, B. 1991. Evaluación del comportamiento de ocho gramíneas asociados con poro (*Erythrina poeppigiana*) y solas. Tesis Mg, Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p: 118.
13. KAS, D.L. 1989. Resultados de seis años de investigación de cultivos en callejones (alley cropping) en la montaña de Turrialba, Costa Rica. El Chasqui (C.R). 19: 5 - 24.
14. MARTINES, E. y ENRIQUEZ, L. 1991. Propagación de *Erythrina poeppigiana* como asociación en el cultivo de cacao y café. Vol. 35 N° 3 C.R. Turrialba, Costa Rica. 233 p.
15. MELLO, F.A.F. 1994. Efeitos da materia orgânica sobre algumas propriedades retons a fertilidade dos solos de estado. Escuela Superior de Agricultura "Luis Quiroz". Piracicaba. Brasil. p: 120
16. MORRIS, D.A.R. 1976. Legume bacteriday in tropical pasture reach principals an methods London Show and N. W Bryon. Pp: 134 – 174.
17. MÜLLER, L.E. 1991. Propagación clonal in vitro de diferentes especies de poro. N° 4 C. R. Turrialba, Costa Rica. Pp. 607 – 614.
18. TISDALE, S.L. 1970. Fertilidad de suelos y fertilizantes. Montaner y Simon. p: 618.
19. VALERA, R. 1979. Nodulación y fijación de nitrógeno en el cultivo de leguminosas en el Cauca. Noviembre – diciembre. IICA: INTSOY – AID. Pp 2 1 – 27.

20. VASTEY, J. 1982. Estudios sobre propagación de especies forestales por estacas. Tesis Mg. Agr. IICA. Turrialba, Costa Rica. p: 67.
21. VICENT, J. 1995. Manual práctico de Rhizobiología. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 225 p.
22. WILSON, J.R. 1990. The enviromaen an potencial growth of herbage under plantations in foranges for plantation crops. Edit H.M Shelton and W.W Stur. Aciar Proceedings N° 32. pp 10 – 24.
23. ZANONI, M. 1975. Propagación vegetativa por estacas de ocho especies forestales. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. p 100.
24. ZELADA, E.S. 1996. Tolerancia a la sombra de especies forrajeras herbáceas en la zona atlántica de Costa Rica. Tesis M. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p: 88.

X. ANEXO

Cuadro 28. Datos originales del área foliar.

Repetición	Tratamientos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	1.40	0.40	1.50	1.40
2	1.60	1.30	1.60	2.60
3	1.10	1.50	1.20	0.80
4	1.40	1.60	1.20	0.40
5	2.20	0.90	2.20	0.40
6	1.00	1.60	1.60	1.00
7	1.10	1.30	0.70	1.20
8	0.50	1.90	2.00	0.80
9	0.50	0.30	2.10	0.40
10	0.90	1.20	2.70	1.70
Sumatoria	11.70	12.00	16.80	10.70
Promedio	1.17	1.20	1.68	1.07

Cuadro 29. Datos del número de nódulos.

Repetición	Tratamientos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	17.00	9.00	10.00	5.00
2	16.00	12.00	18.00	14.00
3	16.00	12.00	18.00	29.00
4	43.00	7.00	27.00	16.00
5	28.00	12.00	31.00	19.00
6	38.00	57.00	40.00	15.00
7	51.00	30.00	16.00	20.00
8	37.00	10.00	45.00	19.00
9	35.00	19.00	26.00	16.00
10	51.00	17.00	49.00	35.00
Sumatoria	332.00	185.00	280.00	188.00
Promedio	33.20	18.50	28.00	18.80

Cuadro 30. Datos originales del número de hojas a los 15 días de la propagación sexual.

Repetición	Tratamientos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	2.00	2.00	2.00	2.00
2	2.00	2.00	2.00	2.00
3	2.00	2.00	2.00	2.00
4	2.00	2.00	2.00	2.00
5	2.00	2.00	2.00	2.00
6	2.00	2.00	2.00	2.00
7	2.00	2.00	2.00	2.00
8	2.00	2.00	2.00	2.00
9	2.00	2.00	2.00	2.00
10	2.00	2.00	2.00	1.00
Sumatoria	20.00	20.00	20.00	19.00
Promedio	2.00	2.00	2.00	1.90

Cuadro 31. Datos originales del número de hojas a los 30 días de la propagación sexual.

Repetición	Tratamientos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	3.00	3.00	2.00	3.00
2	3.00	3.00	3.00	3.00
3	4.00	3.00	3.00	2.00
4	5.00	3.00	3.00	2.00
5	4.00	4.00	2.00	3.00
6	5.00	3.00	3.00	2.00
7	3.00	3.00	2.00	3.00
8	4.00	2.00	3.00	2.00
9	4.00	4.00	3.00	3.00
10	3.00	3.00	3.00	2.00
Sumatoria	38.00	31.00	27.00	25.00
Promedio	3.80	3.10	2.70	2.50

Cuadro 32. Datos originales del número de hojas a los 45 días de la propagación sexual.

Repetición	Tratamientos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	4.00	4.00	3.00	4.00
2	4.00	4.00	3.00	3.00
3	4.00	4.00	3.00	3.00
4	5.00	4.00	4.00	3.00
5	4.00	5.00	3.00	4.00
6	5.00	4.00	3.00	3.00
7	4.00	4.00	3.00	3.00
8	5.00	3.00	3.00	3.00
9	5.00	5.00	3.00	4.00
10	4.00	4.00	5.00	2.00
Sumatoria	44.00	41.00	33.00	32.00
Promedio	4.40	4.10	3.30	3.20

Cuadro 33. Datos originales del número de hojas a los 60 días de la propagación sexual.

Repetición	Tratamientos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	6.00	4.00	5.00	4.00
2	5.00	4.00	4.00	4.00
3	4.00	5.00	5.00	4.00
4	6.00	4.00	5.00	5.00
5	5.00	5.00	4.00	5.00
6	6.00	6.00	4.00	4.00
7	4.00	6.00	3.00	4.00
8	6.00	4.00	4.00	5.00
9	6.00	7.00	5.00	5.00
10	5.00	5.00	5.00	4.00
Sumatoria	53.00	50.00	44.00	44.00
Promedio	5.30	5.00	4.40	4.40

Cuadro 34. Datos originales del número de hojas a los 75 días de la propagación sexual.

Repetición	Tratamientos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	7.00	5.00	6.00	5.00
2	6.00	5.00	6.00	5.00
3	5.00	6.00	6.00	5.00
4	7.00	6.00	7.00	6.00
5	6.00	7.00	6.00	6.00
6	7.00	7.00	6.00	6.00
7	5.00	7.00	4.00	5.00
8	7.00	6.00	7.00	6.00
9	7.00	8.00	8.00	7.00
10	6.00	7.00	7.00	6.00
Sumatoria	63.00	64.00	63.00	57.00
Promedio	6.30	6.40	6.30	5.70

Cuadro 35. Datos originales del número de hojas a los 90 días de la propagación sexual.

Repetición	Tratamientos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	8.00	6.00	8.00	7.00
2	7.00	7.00	9.00	6.00
3	6.00	8.00	8.00	6.00
4	7.00	7.00	10.00	8.00
5	7.00	8.00	9.00	7.00
6	8.00	7.00	9.00	7.00
7	6.00	8.00	7.00	6.00
8	8.00	7.00	9.00	8.00
9	8.00	9.00	10.00	9.00
10	7.00	9.00	9.00	7.00
Sumatoria	72.00	76.00	88.00	71.00
Promedio	7.20	7.60	8.80	7.10

Cuadro 36. Datos originales del número de hojas a los 105 días de la propagación sexual.

Repetición	Tratamientos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	8.00	9.00	10.00	10.00
2	10.00	10.00	12.00	9.00
3	7.00	9.00	12.00	9.00
4	9.00	10.00	14.00	10.00
5	8.00	12.00	13.00	10.00
6	9.00	9.00	12.00	9.00
7	8.00	10.00	10.00	9.00
8	10.00	13.00	12.00	10.00
9	15.00	13.00	14.00	11.00
10	9.00	10.00	12.00	10.00
Sumatoria	93.00	105.00	121.00	97.00
Promedio	9.30	10.50	12.10	9.70

Cuadro 37. Datos originales del número de hojas a los 120 días de la propagación sexual.

Repetición	Tratamientos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	16.00	12.00	14.00	13.00
2	16.00	13.00	16.00	12.00
3	13.00	12.00	15.00	15.00
4	15.00	13.00	18.00	14.00
5	13.00	14.00	16.00	13.00
6	15.00	13.00	15.00	13.00
7	17.00	15.00	13.00	12.00
8	19.00	17.00	17.00	14.00
9	24.00	15.00	18.00	17.00
10	15.00	16.00	15.00	16.00
Sumatoria	163.00	140.00	157.00	139.00
Promedio	16.30	14.00	15.70	13.90

Cuadro 38. Datos originales de la longitud del tallo a los 15 días de la propagación sexual.

Repetición	Tratamientos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	4.00	3.00	3.00	2.00
2	6.00	2.00	3.00	3.00
3	6.00	3.00	3.00	3.00
4	6.00	4.00	4.00	4.00
5	8.00	4.00	3.00	3.00
6	6.00	3.00	4.00	4.00
7	5.00	4.00	3.00	3.00
8	6.00	4.00	4.00	4.00
9	7.00	3.00	5.00	3.00
10	6.00	3.00	3.00	4.00
Sumatoria	60.00	33.00	35.00	33.00
Promedio	6.00	3.30	3.50	3.30

Cuadro 39. Datos originales de la longitud del tallo a los 30 días de la propagación sexual.

Repetición	Tratamientos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	7.00	4.00	5.00	4.00
2	9.00	3.00	5.00	5.00
3	8.00	4.00	5.00	5.00
4	9.00	5.00	6.00	6.00
5	9.00	5.00	5.00	5.00
6	8.00	4.00	6.00	6.00
7	9.00	5.00	5.00	5.00
8	9.00	5.00	6.00	6.00
9	9.00	4.00	8.00	5.00
10	9.00	4.00	6.00	6.00
Sumatoria	86.00	43.00	57.00	53.00
Promedio	8.60	4.30	5.70	5.30

Cuadro 40. Datos originales de la longitud del tallo a los 45 días de la propagación sexual.

Repetición	Tratamientos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	8.00	6.00	7.00	6.00
2	10.00	5.00	7.00	7.00
3	9.00	6.00	7.00	7.00
4	11.00	7.00	9.00	8.00
5	10.00	6.00	7.00	7.00
6	11.00	5.00	9.00	7.00
7	11.00	6.00	7.00	7.00
8	12.00	7.00	9.00	8.00
9	12.00	6.00	10.00	7.00
10	10.00	6.00	9.00	8.00
Sumatoria	104.00	60.00	81.00	72.00
Promedio	10.40	6.00	8.10	7.20

Cuadro 41. Datos originales de la longitud del tallo a los 60 días de la propagación sexual.

Repetición	Tratamientos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	10.00	9.00	9.00	8.00
2	11.00	7.00	9.00	9.00
3	12.00	8.00	9.00	9.00
4	13.00	9.00	11.00	10.00
5	12.00	8.00	9.00	9.00
6	13.00	7.00	11.00	9.00
7	13.00	9.00	9.00	9.00
8	14.00	10.00	11.00	10.00
9	14.00	8.00	12.00	9.00
10	11.00	8.00	11.00	10.00
Sumatoria	123.00	83.00	101.00	92.00
Promedio	12.30	8.30	10.10	9.20

Cuadro 42. Datos originales de la longitud del tallo a los 75 días de la propagación sexual.

Repetición	Tratamientos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	11.00	10.20	11.20	10.00
2	13.00	0.90	11.00	11.00
3	14.00	10.00	11.10	11.00
4	15.00	11.00	12.00	12.00
5	14.00	10.40	11.00	11.00
6	15.00	10.20	12.00	11.00
7	15.00	11.00	11.00	11.00
8	16.00	12.50	12.50	12.00
9	17.00	11.00	13.20	11.00
10	12.00	10.00	11.30	12.00
Sumatoria	142.00	97.20	116.30	112.00
Promedio	14.20	9.720	11.63	11.20

Cuadro 43. Datos originales de la longitud del tallo a los 90 días de la propagación sexual.

Repetición	Tratamientos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	13.00	12.00	12.00	12.00
2	15.00	11.50	12.00	13.00
3	16.00	11.00	12.00	13.00
4	17.00	13.00	13.50	14.00
5	16.00	12.00	12.30	13.00
6	17.00	13.00	14.00	13.00
7	17.00	14.00	13.00	13.00
8	18.00	16.00	14.00	14.00
9	19.00	14.00	15.00	13.00
10	16.00	13.00	13.00	14.00
Sumatoria	164.00	129.50	130.80	132.00
Promedio	16.40	12.95	13.08	13.20

Cuadro 44. Datos originales de la longitud del tallo a los 105 días de la propagación sexual.

Repetición	Tratamientos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	17.00	17.00	15.00	14.00
2	18.00	16.00	14.00	15.00
3	18.00	16.40	14.20	15.00
4	19.00	19.00	15.00	16.00
5	18.00	16.00	14.00	15.00
6	20.00	20.00	16.00	15.00
7	19.00	24.00	15.20	15.00
8	20.00	27.00	16.00	16.00
9	25.00	25.00	18.00	15.00
10	22.00	19.00	15.30	16.00
Sumatoria	196.00	199.40	152.70	152.00
Promedio	19.60	19.94	15.27	15.20

Cuadro 45. Datos originales de la longitud del tallo a los 120 días de la propagación sexual.

Repetición	Tratamientos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	30.00	23.00	28.00	22.00
2	32.00	21.00	23.00	26.00
3	30.00	22.00	26.00	26.00
4	28.00	30.00	27.00	28.00
5	32.00	21.00	25.00	27.00
6	30.00	32.00	30.00	26.00
7	30.00	35.00	28.00	27.00
8	32.00	38.00	30.00	28.00
9	35.00	36.00	30.50	26.30
10	33.00	29.00	26.00	27.00
Sumatoria	312.00	287.00	273.50	263.30
Promedio	31.20	28.70	27.35	26.33

Cuadro 46. Datos originales del diámetro tallo a los 30 días de la propagación sexual.

Repetición	Tratamientos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	0.55	0.40	0.60	0.53
2	0.75	0.40	0.60	0.73
3	0.70	0.40	0.60	0.60
4	0.75	0.50	0.75	0.60
5	0.85	0.40	0.60	0.60
6	0.70	0.50	0.75	0.65
7	0.70	0.40	0.60	0.60
8	0.75	0.50	0.75	0.50
9	0.80	0.65	0.80	0.70
10	0.75	0.45	0.75	0.50
Sumatoria	7.30	4.60	6.80	6.01
Promedio	0.73	0.46	0.68	0.60

Cuadro 47. Datos originales del diámetro del tallo a los 60 días de la propagación sexual.

Repetición	Tratamientos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	2.06	1.87	2.08	2.94
2	2.94	2.56	2.31	3.00
3	2.44	1.85	2.25	1.82
4	2.78	2.45	2.02	1.24
5	2.31	2.08	3.19	1.32
6	2.61	2.21	2.13	2.38
7	2.86	2.71	1.72	1.87
8	1.08	1.92	2.04	1.63
9	2.59	2.16	2.05	2.01
10	1.68	2.59	1.32	1.83
Sumatoria	23.35	22.4	21.11	20.04
Promedio	2.34	2.24	2.11	2.00

Cuadro 48. Datos originales del diámetro del tallo a los 90 días de la propagación sexual.

Repetición	Tratamientos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	4.12	3.79	4.16	5.88
2	5.88	5.13	4.63	6.00
3	4.89	3.70	4.51	3.65
4	5.56	4.91	4.05	2.48
5	4.62	4.16	6.38	2.65
6	5.22	4.43	4.27	4.76
7	5.73	5.43	3.44	3.75
8	2.17	3.85	4.09	3.27
9	5.18	4.32	4.11	4.02
10	3.37	5.18	2.64	3.66
Sumatoria	46.74	44.90	42.28	40.12
Promedio	4.67	4.49	4.23	4.01

Cuadro 49. Datos originales del diámetro del tallo a los 120 días de la propagación sexual.

Repetición	Tratamientos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
1	4.52	9.33	5.16	6.35
2	7.66	7.41	5.21	8.00
3	6.91	3.96	7.69	6.26
4	7.85	5.16	7.68	5.43
5	7.23	6.82	8.41	5.25
6	7.09	6.15	6.19	7.25
7	10.47	9.59	6.13	6.17
8	8.55	5.16	6.57	4.53
9	7.00	7.05	5.98	6.97
10	10.49	8.47	4.20	5.94
Sumatoria	77.77	69.10	63.22	62.15
Promedio	7.78	6.91	6.32	6.22

Cuadro 50. Datos originales del número de estacas vivas de la propagación asexual.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	I	II	III		
T ₁	21.00	18.00	24.00	63.00	21.00
T ₂	24.00	23.00	26.00	73.00	24.33
T ₃	28.00	15.00	19.00	62.00	20.67
T ₄	25.00	28.00	17.00	70.00	23.33
T ₅	30.00	24.00	23.00	77.00	25.67
T ₆	22.00	20.00	28.00	70.00	23.33

Cuadro 51. Datos originales del número de estacas muertas de la propagación asexual.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	I	II	III		
T ₁	9.00	12.00	6.00	27.00	9.00
T ₂	6.00	7.00	4.00	17.00	5.67
T ₃	2.00	15.00	11.00	28.00	9.33
T ₄	5.00	2.00	13.00	20.00	6.67
T ₅	0.00	6.00	7.00	13.00	4.33
T ₆	8.00	10.00	2.00	20.00	6.67

Cuadro 52. Datos originales de la altura de planta a los 60 días de la propagación asexual.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	I	II	III		
T ₁	6.80	6.20	7.40	20.40	6.80
T ₂	6.60	6.60	7.80	21.00	7.00
T ₃	4.60	7.20	8.80	20.60	6.87
T ₄	4.80	8.00	8.00	20.80	6.93
T ₅	5.00	6.80	7.40	19.20	6.40
T ₆	6.40	7.80	8.80	23.00	7.67

Cuadro 53. Datos originales de la altura de planta a los 90 días de la propagación asexual.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	I	II	III		
T ₁	14.60	14.40	16.80	45.80	15.27
T ₂	16.80	17.00	18.80	52.60	17.53
T ₃	16.20	17.60	17.80	51.60	17.20
T ₄	15.80	16.00	17.00	48.80	16.27
T ₅	17.00	17.00	17.80	51.80	17.27
T ₆	16.40	16.60	16.60	49.60	16.53

Cuadro 54. Datos originales de la altura de planta a los 120 días de la propagación asexual.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	I	II	III		
T ₁	37.80	37.60	34.40	109.80	36.60
T ₂	38.20	38.80	36.00	113.00	37.67
T ₃	35.80	34.80	33.20	103.80	34.60
T ₄	36.60	33.60	33.60	103.80	34.60
T ₅	38.20	38.20	36.40	112.80	37.60
T ₆	31.20	34.40	32.40	98.00	32.67

Cuadro 55. Datos originales del número de brotes a los 60 días de la propagación asexual.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	I	II	III		
T ₁	1.20	1.80	1.40	4.40	1.47
T ₂	1.00	1.40	1.00	3.40	1.13
T ₃	1.60	1.60	1.60	4.80	1.60
T ₄	1.00	1.20	2.00	4.20	1.40
T ₅	1.00	1.20	1.40	3.60	1.20
T ₆	1.20	1.00	2.20	4.40	1.47

Cuadro 56. Datos originales del número de brotes a los 90 días de la propagación asexual.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	I	II	III		
T ₁	2.00	2.40	2.20	6.60	2.20
T ₂	2.20	2.40	2.20	6.80	2.27
T ₃	2.60	2.60	2.60	7.80	2.60
T ₄	2.20	2.60	2.40	7.20	2.40
T ₅	2.20	2.20	2.40	6.80	2.27
T ₆	2.80	3.00	2.80	8.60	2.87

Cuadro 57. Datos originales del número de brotes a los 120 días de la propagación asexual.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	I	II	III		
T ₁	2.60	2.20	2.80	7.60	2.53
T ₂	2.60	2.40	2.80	7.80	2.60
T ₃	2.40	2.60	2.80	7.80	2.60
T ₄	3.00	2.80	2.80	8.60	2.87
T ₅	2.60	2.60	2.80	8.00	2.67
T ₆	3.20	3.40	3.00	9.60	3.20

Cuadro 58. Datos originales del número de hojas a los 60 días de la propagación asexual.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	I	II	III		
T ₁	2.40	2.60	2.40	7.40	2.47
T ₂	2.80	2.80	2.80	8.40	2.80
T ₃	3.00	2.60	2.80	8.40	2.80
T ₄	3.00	1.40	2.40	6.80	2.27
T ₅	2.00	2.40	2.80	7.20	2.40
T ₆	2.60	3.00	3.00	8.60	2.87

Cuadro 59. Datos originales del número de hojas a los 90 días de la propagación asexual.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	I	II	III		
T ₁	13.40	13.00	12.80	39.20	13.07
T ₂	13.60	12.60	13.60	39.80	13.27
T ₃	13.60	14.80	13.60	42.00	14.00
T ₄	12.20	12.40	13.60	38.20	12.73
T ₅	12.40	13.00	13.00	38.40	12.80
T ₆	11.60	10.80	12.20	34.60	11.53

Cuadro 60. Datos originales del número de hojas a los 120 días de la propagación asexual.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	I	II	III		
T ₁	26.60	26.20	26.00	78.80	26.27
T ₂	29.00	29.40	28.20	86.60	28.87
T ₃	27.00	26.60	26.40	80.00	26.67
T ₄	28.80	25.40	25.40	79.60	26.53
T ₅	27.60	28.60	29.20	85.40	28.47
T ₆	25.40	24.00	24.80	74.20	24.73

Cuadro 61. Datos originales del área foliar de la propagación asexual.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	I	II	III		
T ₁	1.50	2.30	1.60	5.40	1.80
T ₂	2.00	1.80	2.20	6.00	2.00
T ₃	2.00	1.80	1.50	5.30	1.77
T ₄	1.30	1.70	2.00	5.00	1.67
T ₅	2.20	2.60	2.40	7.20	2.40
T ₆	1.80	1.40	1.80	5.00	1.67

Cuadro 62. Datos originales del número de nódulos de la propagación asexual.

Tratamientos	Repeticiones			Total	Promedio
	I	II	III		
T ₁	18.00	30.00	17.00	65.00	21.67
T ₂	27.00	19.00	25.00	71.00	23.67
T ₃	25.00	20.00	22.00	67.00	22.33
T ₄	13.00	20.00	20.00	53.00	17.67
T ₅	20.00	22.00	28.00	70.0	23.33
T ₆	15.00	12.00	18.00	45.00	15.00

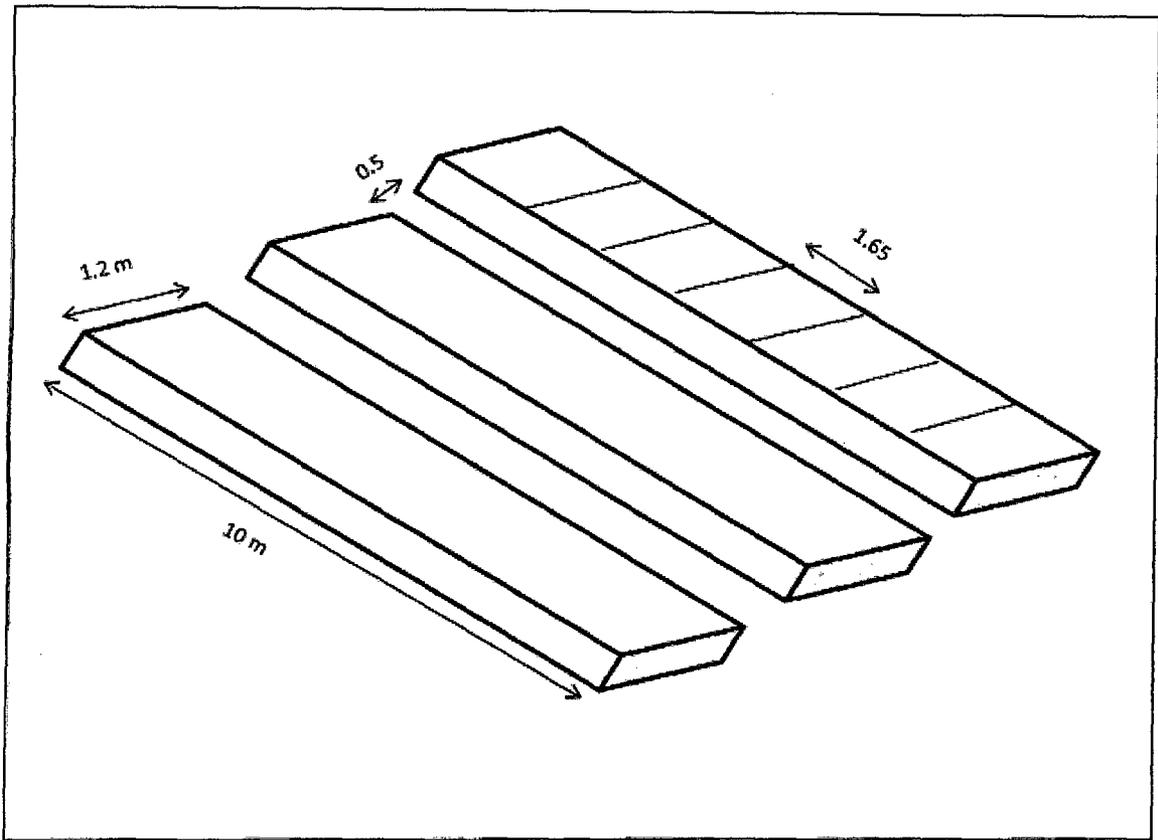


Figura 1. Disposición experimental

Largo de Bloque : 10.0 m

Ancho de Bloque : 1.20 m

Ancho de Calles : 0.5 m

Largo de cada parcela : 1.65 m

Ancho de cada parcela : 1.20 m



Figura 2. Enraizamiento en plantas de eritrina utilizando semillas y estacas.



Figura 3. Plantas de eritrina propagadas por semilla.



Figura 4. Presencia de nódulos en eritrina propagada por semilla.



Figura 5. Presencia de nódulos en eritrina propagada por estaca.