



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL
AMBIENTE

**Por un Desarrollo
Agrario Integral
y Sostenible**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Evaluación de la sobrevivencia y crecimiento inicial del
Eléqueme (*Erythrina fusca*) bajo condiciones de vivero
en la Universidad Nacional Agraria, 2019**

AUTOR:

Br. Belkyz Daniela Pérez Molina

ASESORES:

**Ing.M.C. Francisco Giovanni Reyes Flores
Ing. Enrique de Jesús Mayorga Arostegui**

**Managua, Nicaragua
Noviembre del 2019**



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

Trabajo de Graduación

Evaluación de la sobrevivencia y crecimiento inicial del
Elequeme (*Erythrina fusca*) bajo condiciones de vivero
en la Universidad Nacional Agraria, 2019

AUTOR:

Br. Belkyz Daniela Pérez Molina

ASESORES:

Ing. M.C. Francisco Giovanni Reyes Flores
Ing. Enrique de Jesús Mayorga Arostegui

Managua, Nicaragua
Noviembre del 2019



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

Universidad Nacional Agraria

Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Honorable Tribunal Examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, como requisito parcial para optar al Título Profesional de:

Ingeniero Forestal

Presidente

Secretario

Vocal

ÍNDICE DE CONTENIDO

Sección	Pág.
ÍNDICE DE CUADROS.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTOS.....	vii
RESUMEN.....	viii
SUMMARY.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1.- Objetivo General.....	3
2.2.- Objetivos Específicos.....	3
III MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
3.1.- Localización y descripción del sitio de estudio.....	4
3.2.- Acceso.....	4
3.3.- Suelo.....	4
3.4.- Clima.....	5
3.5.- Diseño	5
3.6.- Preparación de los sustratos.....	7
3.7.- Llenado y acomodado de bolsas.....	7
3.8.- Tratamiento pre germinativo aplicado a las semillas.....	8
3.9.- Siembra de la semilla.....	8
3.10.- Variables a evaluar.....	9
VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	13
4.1.- Germinación de la especie <i>Erythrina fusca</i> en un periodo de tres meses.....	13
4.2.- Sobrevivencia de <i>Erythrina fusca</i> bajo condiciones de vivero durante tres meses	14
4.3.- Crecimiento en altura y diámetro basal.....	14
4.3.1.- Altura.....	14

4.3.2.-	Diámetro basal.....	15
4.3.3.-	Longitud y ancho de la hoja en un periodo de tres meses.....	16
4.3.3.1.	Longitud.....	16
4.3.3.2.	Ancho.....	16
4.4.-	Índice de calidad de Dickson.....	17
4.5.-	Biomasa verde y seca.....	17
4.5.1.-	Biomasa verde.....	17
4.5.2.-	Biomasa seca.....	18
4.6.-	Contenido de humedad.....	18
4.7.-	Análisis de la varianza.....	19
4.7.1.-	Análisis de la varianza del largo de hojas.....	19
4.7.2.-	Análisis de la varianza del ancho de hojas.....	19
4.7.3.-	Análisis de la varianza de la altura de la planta.....	20
4.7.4.-	Análisis de la varianza del diámetro basal.....	20
V	CONCLUSIONES.....	22
VI	RECOMENDACIONES.....	23
VII	LITERATURA CITADA	24
	ANEXOS	26

ÍNDICE DE CUADROS

N°		Pág
1	Calidad de las plantas determinadas a través del Índice de Calidad de Dickson.....	17
2	Producción de biomasa verde total a partir de los 90 días gr por tratamiento con la especie <i>Elequeme (Erythrina fusca)</i>	18
3	Producción de biomasa seca total a partir de los 90 días en gramos por tratamiento con la especie <i>Elequeme (Erythrina fusca)</i>	18
4	Contenido de humedad para los tratamientos en porcentaje, 2019.....	19
5	Análisis de Varianza del largo de hojas de la especie <i>Erythrina fusca</i> en la tercera medición a nivel de vivero, 2019.....	19
6	Análisis de Varianza del Ancho de hojas de la especie <i>Erythrina fusca</i> en la tercera medición a nivel de vivero, 2019.....	20
7	Análisis de Varianza de la altura de la especie <i>Erythrina fusca</i> en la tercera medición a nivel de vivero, 2019.....	20
8	Análisis de Varianza del diámetro basal de la especie <i>Erythrina fusca</i> en la tercera medición a nivel de vivero, 2019.....	21

ÍNDICE DE FIGURAS

N°		Pág.
1	Ubicación del sector Norte de la Universidad Nacional Agraria, donde está el vivero académico de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente (Alemán, 2019).....	4
2	Distribución de los tratamientos en el diseño de bloques completamente aleatorio, 2019.....	6
3	Preparación de los diferentes sustratos en el vivero de la UNA, 2019.....	7
4	Aplicación del tratamiento pre germinativo y llenado de bolsas en el vivero UNA, 2019.....	8
5	Medición de la altura total de la plántula <i>Erythrina fusca</i> , 2019.....	10
6	Medición del diámetro basal de la plántula <i>Erythrina fusca</i> , 2019.....	10
7	Medición de la longitud y ancho de la hoja de la plántula <i>Erythrina fusca</i> , 2019.....	11
8	Separación del tallo, raíz y hojas a nivel de laboratorio, 2019.....	12
9	Porcentaje de germinación de la especie <i>Erythrina fusca</i> a nivel de vivero, 2019.....	13
10	Porcentaje de la sobrevivencia de la especie <i>Erythrina fusca</i> a nivel de vivero, 2019	14
11	Crecimiento en altura de la especie <i>Erythrina fusca</i> a nivel de vivero, 2019.....	15
12	Crecimiento en diámetro basal de la especie <i>Erythrina fusca</i> a nivel de vivero, 2019	15
13	Crecimiento en longitud de la hoja de la especie <i>Erythrina fusca</i> a nivel de vivero, 2019.....	16
14	Crecimiento ancho de la hoja de la especie <i>Erythrina fusca</i> a nivel de vivero, 2019....	17

ÌNDICE DE ANEXOS

N°		Pág.
1	Registro de datos de las variables germinación y sobrevivencia de la especie <i>Erythrina fusca</i>	27
2	Registro de datos de las variables diámetro basal y altura de la especie <i>Erythrina fusca</i>	27
11	Separación de medias para el largo de hojas de la especie <i>Erythrina fusca</i> en la tercera medición a nivel de vivero, 2019.....	27
12	Separación de medias para el Ancho de hojas de la especie <i>Erythrina fusca</i> en la tercera medición a nivel vivero, 2019.....	28
13	Separación de medias de la altura de la especie <i>Erythrina fusca</i> en la tercera medición a nivel de vivero, 2019.....	28
14	Separación de medias del diámetro de la especie <i>Erythrina fusca</i> en la tercera medición a nivel de vivero, 2019.....	28

DEDICATORIA

Ante todo, agradezco muy grandemente a Dios y la Virgencita de Guadalupe por haberme dado el don de la vida y permitirme finalizar con éxito mi carrera profesional, que ha sido uno de mis grandes sueños que hoy culmino satisfactoriamente.

Al maestro de maestros Ingeniero Claudio Calero recordado siempre después de su inesperada partida y por la idea colaboración de mi investigación, sé que desde el cielo me está brindando su positivismo y alegría que lo caracterizaba para seguir adelante y nunca dar un paso atrás, vivirá en mi corazón por siempre.

A mi abuelo Edgardo Pérez por su apoyo y dedicación para lograr este gran sueño como es mi carrera profesional.

A mis mamás Anatolia Molina y Lidia Molina por su apoyo incondicional a mi mamita Ismael Molina que está en el cielo y estoy segura que ella me ha guiado desde arriba.

A mis queridas hermanas Kenia Arancibia Molina, Jenny Aguirre Molina por sus consejos, apoyo que me brindaron para dar este gran paso.

Mis amigos que siempre han estado conmigo en las buenas y malas dándome ánimos para seguir adelante: Guissell Rachel Peralta Ramos, Maricruz Miranda Urbina, Kevin Antonio Silva García, Daniel Antonio Lagos Tijerino, Isaac Alejandro Palma, Jorge Isaac Jirón Armijo y muchos que no menciono, muchas gracias, los quiero.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección de Vida Estudiantil de la UNA por el apoyo en el financiamiento de la Beca – Tesis para completar dicha investigación.

A la Universidad Nacional Agraria por darme la oportunidad de formarme como profesional en esta casa de estudios y los recursos necesarios para terminar con mucho éxito mi carrera

Al Ing. Claudio Calero por sus sabios consejos por compartir sus conocimientos, amistad, confianza y disponibilidad de ayuda en todo momento y más aún por su gran calidad humana.

A mis tutores Ing. M.C. Francisco Reyes por todos los consejos y observaciones valiosas para mejorar este trabajo e Ing. Enrique Mayorga por el tiempo, que dedicaron.

Al Ing. Miguel Garmendia, por su tiempo y ayudarme en el análisis de Varianza en el modelo de diseño del DCA.

Al Lic. Heraldo Salgado, Responsable de los Laboratorios de Ciencias Biológicas por el apoyo en la preparación de las muestras de peso húmedo y peso seco.

A mis tías Olivia Molina, Nelvin Molina, Arelis Molina y por ultimo mi tío Martin Molina por todos sus consejos y apoyo emocional para aspirar hacer mejor y salir adelante cada día.

A un gran amigo y hermano para mí: Erick de Jesús Ortiz Espinoza por su gran apoyo para poder concluir mi trabajo de investigación.

A mi amigo Osmany Moncada por su apoyo muchas gracias.

Al Ing. Cristóbal Medina por su colaboración, consejos y gran ayuda en fin una pieza fundamental para mi trabajo de investigación.

RESUMEN

Se evaluó la sobrevivencia y crecimiento inicial del *eléqueme* (*Erythrina fusca*) mediante el establecimiento de tres tratamientos a nivel de vivero empleando un Diseño Completo al Azar (DCA), en un periodo de 90 días. Cada unidad experimental estaba compuesta de 108 plantas con dos repeticiones para un total de 324. Se realizaron tres mediciones a las variables: altura del tallo, longitud, ancho de hojas y diámetro basal. Se utilizaron tres tratamientos; A: suelo (testigo), B: Cascarilla de arroz, estiércol de ganado, $\frac{1}{4}$ de cal y C: Cascarilla de arroz, estiércol de ganado, bokashi, $\frac{1}{2}$ de cal. Para comprobar el contenido de humedad se calculó relación parte aérea, radicular y el contenido de biomasa, se evaluaron en 5 muestras de plantas por cada tratamiento. La biomasa mostró los valores más altos para el tratamiento suelo y bokashi, obteniendo un buen desarrollo vegetativo de la especie *E. fusca*. El mayor porcentaje de germinación de la especie se presentó en el tratamiento suelo con el 94.4 % en comparación con los otros tratamientos. Los resultados muestran que el mayor porcentaje de sobrevivencia en la especie *E. fusca* lo obtuvo el tratamiento bokashi con un 90 %. Los mayores valores de las diferentes variables estudiadas en esta investigación lo presentaron los tratamientos suelo y el tratamiento cascarilla. El mayor índice de calidad de Dickson obtenido de los tres tratamientos lo presentó el bokashi con 0.17 de calidad de la planta.

Palabra Claves; Tratamiento, sobrevivencia, Índice de Calidad.

SUMMARY

The survival and initial growth of the Eléqueme (*Erythrina fusca*) was evaluated by establishing three treatments at the nursery level using a Completely Random Design (DCA), over a period of 90 days. Each experimental unit was composed of 108 plants with two repetitions for a total of 324. Three measurements were made to the variables: stem height, length, leaf width and basal diameter. Three treatments were used; 1 soil (witness), 2: Rice husk, cattle manure, $\frac{1}{4}$ lime and 3: Rice husk, cattle manure, bokashi, $\frac{1}{2}$ lime. To check the moisture content, the aerial part, root ratio and the biomass content were calculated, they were evaluated in 5 plant samples for each treatment. The biomass showed the highest values for the soil and bokashi treatment, obtaining a good vegetative development of the *E. fusca* species. The highest percentage of germination of the species occurred in the soil substrate with 94.4% compared to the other treatments. The results show that the highest percentage of survival in the *E. fusca* species was presented by the bokashi treatment with 90%. The highest values of the different variables studied in this research were presented by the soil treatments and the scale treatment. The highest Dickson quality index obtained from the three treatments was presented by the bokashi with 0.17 plant quality.

Keywords word; Treatment, survival, Quality Index.

I.- INTRODUCCIÓN

El género *Erythrina* pertenece a la familia Fabáceae, comprende alrededor de 115 especies distribuidas en todas las regiones tropicales del mundo, extendiéndose en áreas cálidas, templadas como el sur de África, Himalaya y el sureste de los Estados Unidos. Las especies de *Erythrina* ocurren una amplia variedad de hábitats, desde el bosque tropical lluvioso de tierras bajas a desiertos subtropicales muy ácidos y hasta bosques de coníferas arriba de los 3000 msnm (Wrestley y Powell, 1993).

En Nicaragua la especie *Erythrina* se encuentra principalmente en la parte central. Es un árbol de crecimiento rápido, en zonas húmedas, pero lento en zonas secas. Sus hojas no son muy palatables para el ganado y normalmente solo comen cuando hay escasez de pasto. En contraste, las cabras comen muy bien sus hojas (García, 2013).

Los viveros pueden funcionar como fuente productora de plantas y como un laboratorio de investigación de especies nativas, ya que no existe información sobre la germinación y crecimiento de estas dos funciones. Los viveros funcionan como bancos temporales de germoplasma y de las plántulas de las especies del lugar. Esto permite tener acceso constante a las diferentes especies para caracterizarlas, seleccionarlas y manejarlas, al mismo tiempo que se diseñan, conocen y adecúan técnicas sencillas para su propagación masiva. (Wrestley y Powell, 1993).

El éxito de la sobrevivencia y crecimiento inicial de plántulas en viveros está determinado por factores bióticos, como la densidad, depredadores (especialmente hongos) y por factores abióticos como la disponibilidad de luz, agua, temperatura y nutrientes del suelo. Sólo cuando las condiciones abióticas son adecuadas, se inicia el proceso de germinación como parte de sus estrategias adaptativas (García, 2013).

El sustrato es el soporte para la vida de la planta. Sus funciones principales son brindarle soporte y nutrición en el proceso de crecimiento en las primeras etapas de la planta. En Nicaragua normalmente no se trabaja en actividades de investigar la germinación, sobrevivencia y crecimiento inicial de las diferentes especies forestales a nivel de vivero, solo se han trabajado con algunas especies. (Wleasley y Powell, 1993).

La importancia del género *Erythrina* radica en la capacidad de algunas de sus especies para fijar simbióticamente con la bacteria *Rhizobium* sp el nitrógeno atmosférico a través de la formación de los nódulos desarrollados en la raíz. Todo el proceso, tanto la aparición de los nódulos como la tasa de fijación, es favorecido por el inicio de las lluvias y afectado por las épocas secas, pudiendo incluso disminuir a cero la tasa de fijación. Las especies del género *Erythrina* son árboles con fustes armados, hojas trifoliadas, inflorescencias en racimo y flores papilionadas de color rojo o anaranjado (García, 2013).

Con relación a la madera, en general puede ser usada para leña y elaboración de cercas, aunque también se pueden encontrar otros usos, como los de: *E. falcata*, que al ser durable es apta para carpintería, construcción, elaboración de utensilios domésticos y de trabajo. Con respecto a los métodos de propagación en *Erythrina*, está comprobado el alto porcentaje de germinación de las semillas y el prendimiento de las estacas, aunque es recomendable sumergir las semillas en agua durante 24 ó 48 horas como tratamiento pre germinativo. Otro factor que retarda el crecimiento y ramificación de los árboles son los problemas fitosanitarios, *Erythrina fusca*, bajo condiciones de alta humedad, se han reportado ataques de hongos (García, 2013).

II.- OBJETIVOS

2.1.- Objetivos General

- Evaluar el porcentaje de germinación, sobrevivencia y crecimiento inicial en diámetro basal y altura de las plantas de *Erythrina fusca* bajo condiciones de vivero empleando tres tipos de sustratos en la Universidad Nacional Agraria.

2.2.- Objetivos Específicos

- Determinar la germinación de la especie *Erythrina fusca* en el periodo establecido.
- Valorar la sobrevivencia de *Erythrina fusca* bajo condiciones de vivero en el periodo establecido.
- Determinar el crecimiento en altura, diámetro basal y tamaño de hoja de *Erythrina fusca* en un periodo de tres meses en condiciones de vivero.
- Determinar la calidad de *Erythrina fusca* empleando el Índice de Dickson

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.- Localización y descripción del sitio de estudio

El presente estudio se realizó en la Universidad Nacional Agraria (UNA), la cual está ubicada en el Km. 12 carretera norte, municipio de Managua (figura 1). Esta zona está localizada en el litoral central del pacifico en la coordenada geográfica de 12° 08'50" Latitud Norte y 86° 10'50" de Longitud Oeste, a una altura de 56 msnm (González, 2014).



Figura 1. Ubicación del sector norte de la Universidad Nacional Agraria, donde está el vivero académico de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente.

3.2.- Acceso

El vivero de la Facultad de los Recursos Naturales y del Ambiente se caracteriza por ser de fácil acceso, además presenta un terreno plano con acceso al agua y una buena infraestructura donde se pueden generar las mejores condiciones para el desarrollo de las semillas (López y Tercero, 2016).

3.3.- Suelo

Presenta un suelo con topografía plana de origen volcánico, un *pH* de 6.88, con un contenido de 3.21 a 4.70 % de materia orgánica (considerado de Medio a Alto), 0.20 % de nitrógeno N (contenido alto), 67.8 ppm de fosforo P (alto) y 4.23 meq/100 gr de suelo en cuanto al potasio (K). Son suelos con textura franco arcilloso, pardos grisáceos oscuros, moderadamente profundos, bien drenado (López y Tercero, 2016).

3.4.- Clima

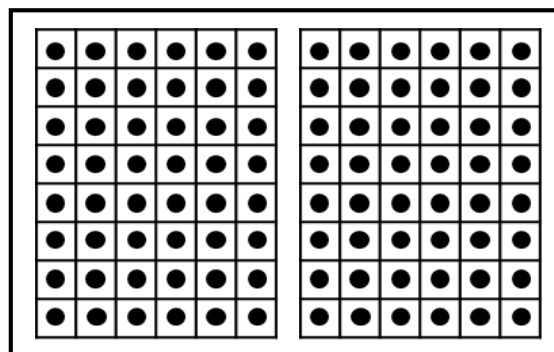
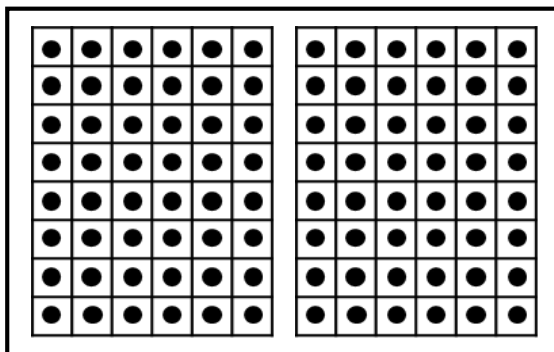
Las condiciones climáticas del área de estudio corresponden a una zona de vida ecológica de bosque sub tropical seco, cuenta con una elevación de 56 msnm., una precipitación promedio anual de 1,132 a 1,200 mm. La temperatura que presenta media anual es de 28°C presentándose las mayores al final de la temporada seca, con una humedad relativa mayor al 68% (López y Tercero, 2016).

3.5- Diseño

Este consistió en la siembra de 108 semillas (una por bolsa) en bolsas biodegradables sobre dos bandejas con capacidad de 54 plantas, estas fueron replicadas por cada tipo de sustrato, es decir, dos bandejas por cada tratamiento (A, B y C) que dieron un total de empleo de 324 semillas (figura 2) que posterior a su germinación, se evaluó: longitud y ancho de la lámina foliar, altura de la planta.

Tratamiento A: suelo

Tratamiento B: Cascarilla de arroz+
estiércol de vaca+1/4 de cal.



Tratamiento C: *Cascarilla* de arroz + estiércol de
vaca+ Bokashi +1/2 de cal.

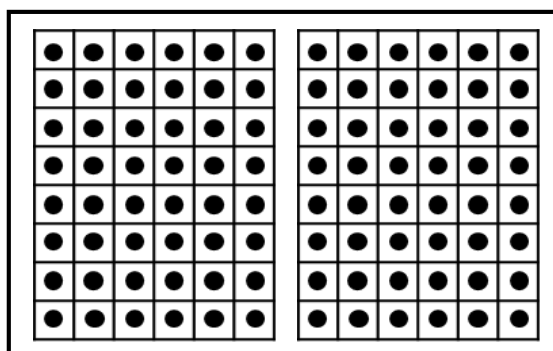


Figura 2. Ilustración del diseño utilizado

3.6.- Preparación de los tratamientos

Para la realización de este trabajo de investigación se emplearon tres tratamientos que se encontraban en existencia en el vivero de farena. A continuación, se describe la preparación de cada uno de ellos:

- a. tratamiento suelo: Este sustrato es el testigo, se utilizó el 100 % de este, fue obtenido del área de vivero y solamente fue tamizado.
- b. Cascarilla de arroz, estiércol de ganado, $\frac{1}{4}$ de cal Esta preparación utilizó la siguiente proporción: 1:1:0.25, esto se mezclaron uniformemente.
- c. Cascarilla de arroz, estiércol de ganado, bokashi, $\frac{1}{2}$ de cal. Se utilizó la siguiente proporción: 1:1:1:0.5, esto se mezclaron uniformemente.



Figura 3. Preparación de los diferentes sustratos en el vivero de FARENA, 2019.

3.7.- Llenado y acomodado de bolsas

Se utilizó bolsas biodegradables de 7 cm. de diámetro por 11.5 cm. de alto, el llenado se realizó manualmente, en donde ya estaba establecido el espacio en la bandeja de 2 cm entre bolsas para que la planta obtuviera un buen desarrollo de la hoja, Cada bolsa contiene un volumen de 0.04 m^3 , empleando la fórmula del cilindro. Esto da un volumen de sustrato para cada tratamiento de 1.36 m^3 .

La fórmula utilizada para el cálculo del volumen fue la utilizada por Ramírez en el año 2013.

$$V = \pi * r^2 * h$$

Donde:

V: Es volumen del cilindro

π : Es la constante geométrica igual a 3.1416

r: Es el radio de la base del cilindro

h: Altura del cilindro

3.8. Tratamiento pre germinativo aplicado a las semillas

Debido a que la testa de la semilla es dura, se le aplicó un tratamiento pre- germinativo mecánico a cada una de las semillas, el cual consistió en el lijado de la testa en la parte del hipocotilo que esta entre la radícula y la plúmula con una lija de N° 180. Una vez que las semillas fueron sembradas, se procedió a aplicar riego de forma manual dos veces por día para mantener la humedad óptima y favorecer su germinación.

3.9.- Siembra de la semilla

La semilla fue donada por el INAFOR, se contabilizaron 324 semillas a utilizar en el estudio, la profundidad de siembra fue de 1 cm de profundidad en el centro de la bolsa se sembró una semilla por bolsa.

Como parte del manejo del ensayo se realizó deshierba, limpieza y fumigación con cipermetrina alrededor de los tres bloques en estudio, esta actividad se ejecutó durante los tres meses que duró esta investigación (figura 4).

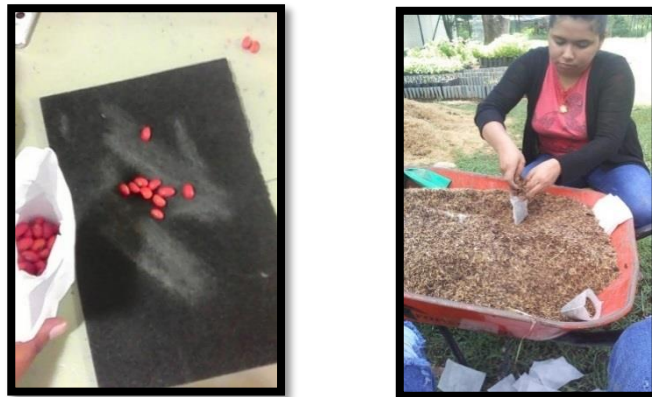


Figura 4.- Aplicación del tratamiento pre germinativo y llenado de bolsas en el vivero de farena, 2019.

3.10.- Variables a evaluar

Para analizar el comportamiento de *Erythrina fusca* en los tres tipos de tratamientos utilizados, se evaluaron las siguientes variables:

a) Porcentaje de germinación

Se define como una proporción de semillas que germinan en un periodo determinado, para su cálculo se utilizó la siguiente fórmula (FAO, 1991; citado por Suárez; *et al*, 2014.) guía para la manipulación de semillas forestales.

$$\text{Porcentaje de germinación} = \sum [(SG/n) * 100]$$

Donde:

SG: Semillas germinadas

n: Número total de semillas en prueba (54 semillas)

b) Sobrevivencia

Esta variable se realizó un conteo de plantas vivas y muertas en porcentaje; la primera medición se hizo a los 30 días después de germinada las semillas, la segunda medición se hizo a los 60 días y la última a los 90 días. El cálculo de la sobrevivencia se realiza utilizando la fórmula (Ramírez, 2013):

$$\%SV = (NPV/TPS) * 100$$

Donde:

%SV: Porcentaje de sobrevivencia

NPV: Número de plantas vivas

TPS: Total de plantas sembradas

c) Altura de la planta

Una vez germinada la semilla se procedió a realizar la medición, utilizando una regla métrica graduada en centímetros, la altura de la planta es comprendida desde la base de la planta hasta el ápice terminal de la plántula, fue medida en tres momentos (figura 5).



Figura 5.- Medición de la altura total de la plántula *Erythrina fusca*, 2019.

d) Diámetro basal

Esta variable se midió en la base de la plántula, haciendo el uso de un vernier graduado en milímetros. La variable fue medida en tres momentos igual que en la altura (figura 6).



Figura 6.- Medición del diámetro basal de la plántula *Erythrina fusca*, 2019.

e) Medición Foliar

La medición de la lámina foliar consistió en la toma de datos de la longitud y el ancho de la hoja de la especie *Erythrina fusca*, haciendo su medición cada 30 días, a cada una de las plantas en cada tratamiento, utilizando una regla graduada en centímetros. (figura 7)



Figura 7.- Medición de la longitud y ancho de la hoja de la plántula *Erythrina fusca*, 2019.

f) Índice de Dickson

Reúne varios atributos morfológicos en un solo valor y se usa como índice de calidad: a mayor valor del índice, resulta una mejor calidad de planta. Se estimó con la siguiente formula (Sáenz, et, al, 2010):

$$ICD = \frac{\text{Peso Seco Total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diametro (cm)}} + \frac{\text{Peso seco aereo (g)}}{\text{Peso seco raiz (g)}}}$$

g) Contenido de humedad

Consiste en tomar muestras del tallo hojas y raíz de la planta para ser pesadas, luego se calculan en el laboratorio los factores de conversión de volumen a peso seco necesario, es decir la densidad fresca y la densidad seca (Aleman, 2019), utilizando la siguiente fórmula:

$$CH = [(PV-PS) / PV] * 100$$

Donde:

CH = Contenido de humedad de la muestra en porcentaje.

PV = Peso verde de la muestra.

PS = Peso seco de la muestra.

- **Peso húmedo de la parte aérea y del sistema radicular de la planta al final del experimento**

Se muestrearon 5 plántulas por tratamiento, luego se sacó de la bolsa con mucho cuidado, con una manguera quitándole totalmente el sustrato, hasta quedar la raíz desnuda, utilizando una balanza digital calibrada en gramos se procedió a cortar, pesar las partes aéreas y radiculares de cada una de las plantas. Se separaron las hojas, el tallo y la raíz para pesarlas por separado, para determinar el peso. Todas las muestras, fueron etiquetadas y rotuladas en bolsas de papel para determinación del peso seco, porcentaje de humedad.



Figura 8.- Separación del tallo, raíz y hojas a nivel de laboratorio, 2019.

- **Peso seco de las partes aéreas y radiculares de las plantas al final del experimento**

Para obtener el peso seco de la parte aérea de la planta, se procedió a medir su altura, separar la raíz, pesarla y medirla en centímetros para introducirlas en una bolsa de papel cada una con su etiqueta, luego introducirlas en un horno de secado a una temperatura de 70 °C, durante un período de 24 horas. Pasado este tiempo las plantas se extrajeron del horno, posteriormente fueron pesadas en una balanza para determinar su peso, una vez secas. Este mismo procedimiento se utilizó para determinar el peso seco de las raíces (figura 8)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.- Germinación de la especie *Erythrina fusca* en un periodo de tres meses

En la figura 9 se observa que el sustrato que obtiene el mayor valor de germinación de semilla con el 94.4 % es suelo, seguida del bokashi con 89 %. CATIE (2003) menciona que la semilla tiene una germinación del 80 - 95%, aunque se puede uniformizar mediante la escarificación, en la investigación realizada se obtiene valores similares en suelo. De acuerdo a (UICN, sf), las semillas suelen germinar al cabo de 5 a 89 días después de la siembra. Usando tratamientos pre germinativos se han obtenido porcentajes de germinación que oscilan entre 80 y 95% utilizando el tratamiento de escarificación mecánica se obtuvo valor similar. De acuerdo a (Román. R. 2012) menciona que las semillas usando un tratamiento pre germinativo se obtiene un promedio 88% de germinación, la cual sucede entre los 5 y 89 días después de la siembra. Por lo cual los resultados fueron mejorados en esta investigación germinando a los 3 días después de su siembra.

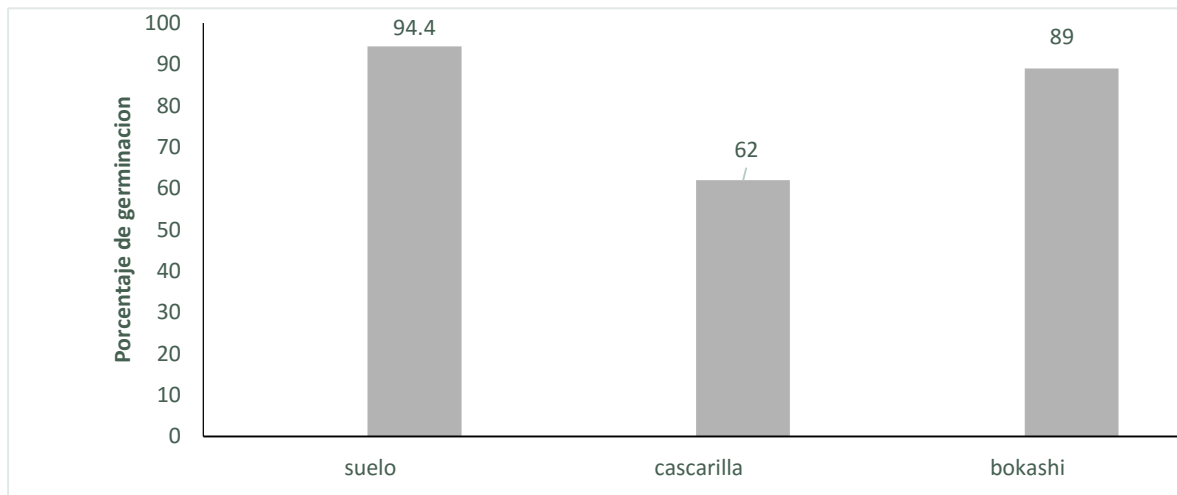


Figura 9. Porcentaje de germinación de la especie *Erythrina fusca* a nivel de vivero, 2019.

4.2. Supervivencia de *Erythrina fusca* bajo condiciones de vivero durante tres meses

Cada unidad experimental cuenta con 2 bandejas por cada tratamiento, en donde cada bandeja contenía 54 plántulas, 108 en dos bandejas, para un total de 324 semillas sembradas, una en cada bolsa germinando a los 3 días. Tres meses o 90 días, después de iniciado el estudio se realizó la evaluación de la supervivencia comprendida en el mes de febrero del 2019. En donde los datos reflejan que el tratamiento bokashi tuvo el mayor porcentaje de supervivencia con 90 %; seguido del tratamiento suelo con el 82 % y luego del tratamiento cascarilla 47%

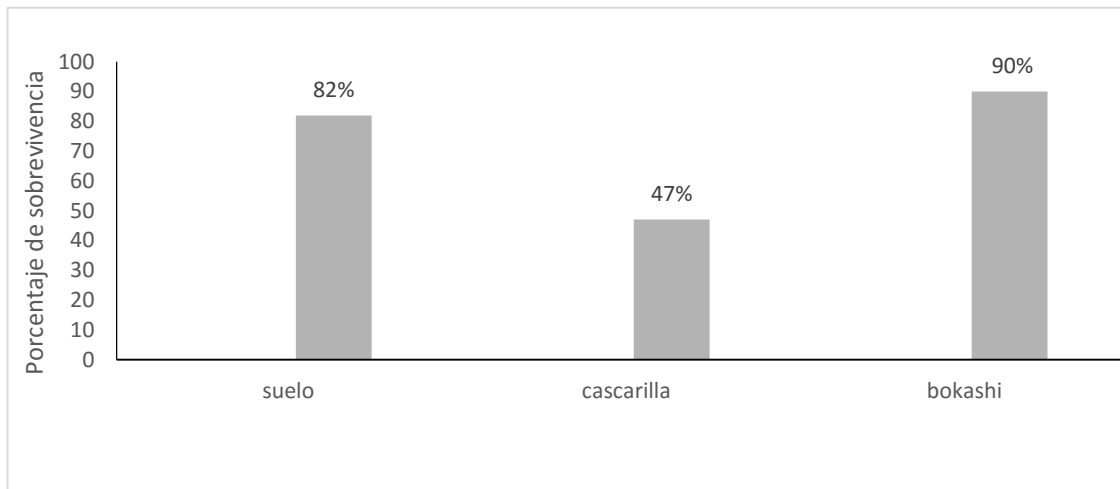


Figura 10. Porcentaje de la supervivencia de la especie *Erythrina fusca* a nivel de vivero, 2019

4.3. Crecimiento en altura y diámetro basal

4.3.1. Altura

En la figura 11, se observa que la variable altura tiene un crecimiento similar independientemente del tipo de tratamiento. En un término de 30 días se observa que el tratamiento suelo alcanza una altura de 9.21 cm, seguida del tratamiento cascarilla con 5.60 cm, y bokashi con una altura de 5.42, a los 90 días se observa claramente que el tratamiento suelo sigue su crecimiento sobresaliendo a los demás con un 12.8 cm. De acuerdo a (Román. R. 2012) menciona que el Crecimiento en vivero de la especie *Erythrina fusca* es muy rápido. Las plántulas pueden alcanzar 15-25 cm de altura en un tiempo de 3 meses. Requieren luz plena durante su desarrollo inicial. Por lo tanto, los resultados de la investigación son un poco similar con el tratamiento suelo.

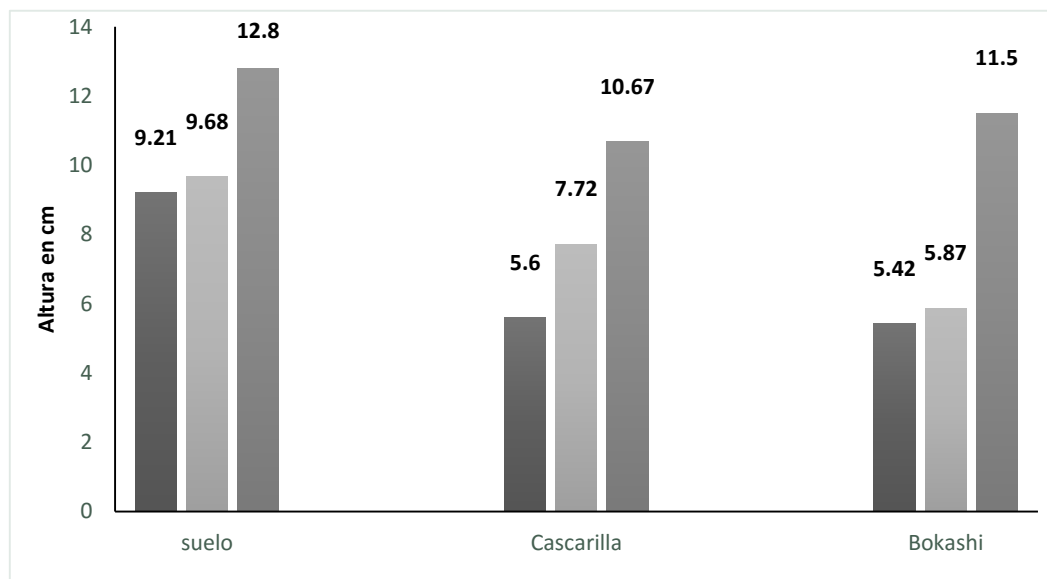


Figura 11. Crecimiento en altura de la especie *Erythrina fusca* a nivel de vivero, 2019.

4.3.2. Diámetro basal

De acuerdo a la figura 12, la especie *E. fusca* obtuvo diámetros diferentes, en cuanto a las tres mediciones, También se observa que el diámetro basal incremento a medida que el tiempo transcurre, alcanzándose el mayor incremento en el tratamiento suelo con 0.62 en comparación con las demás mediciones. No se encontró comparaciones con otros estudios en cuanto al diámetro basal en vivero.

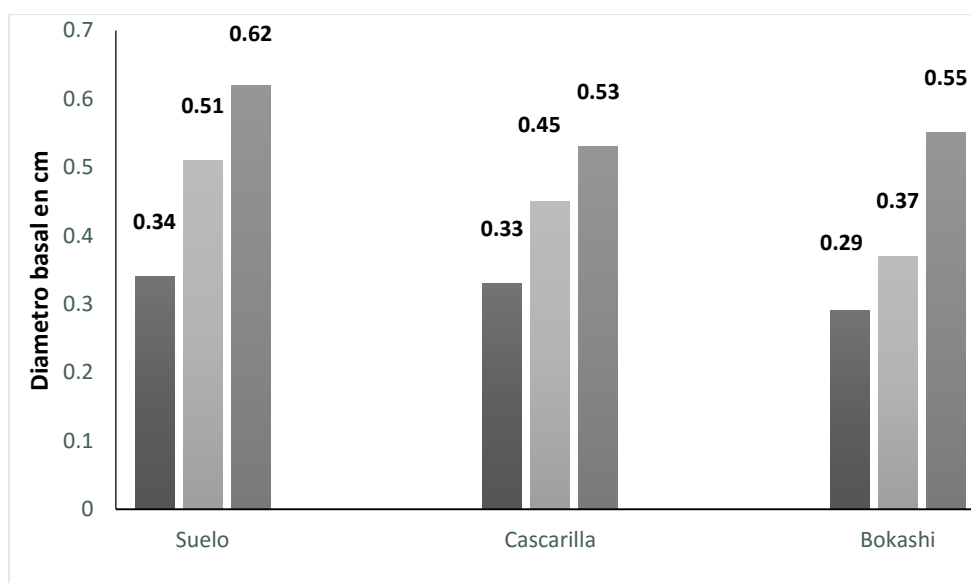


Fig. 12. Crecimiento en diámetro basal de la especie *Erythrina fusca* a nivel de vivero, 2019

4.3.3. Longitud y ancho de la hoja en un periodo de tres meses

4.3.3.1.- Longitud

Durante las observaciones y mediciones realizadas en los diferentes tratamientos de investigación se pudo observar los diferentes comportamientos en cuanto al incremento de longitud de las hojas para el tratamiento suelo con un 3.62 cm y cascarilla con un 3.96 cm tuvieron un comportamiento casi similar pero notoriamente el tratamiento cascarilla a los 30 días, a medida que el tiempo transcurría los resultados en las otras mediciones superaron las mediciones anteriores. No se encontró información similar de este estudio.

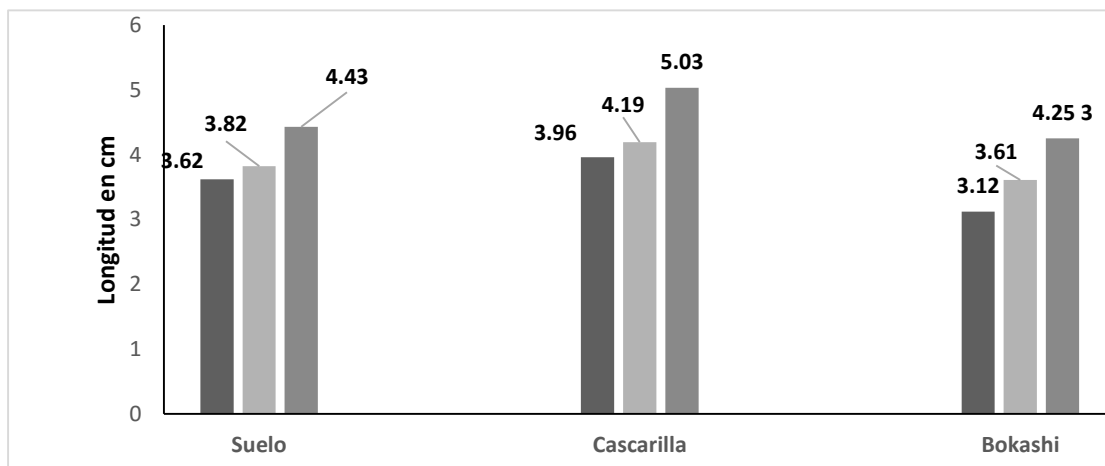


Fig. 13. Crecimiento en longitud de la hoja de la especie *Erythrina Fusca* a nivel de vivero, 2019

4.3.3.2.-Ancho

Durante las observaciones y mediciones realizadas en el sustrato Cascarilla, se mostró que en los primeros 30 días, el comportamiento vegetativo en cuanto al ancho de las hojas tuvo un buen desarrollo con un 4.11 cm en la primera medición, se puede apreciar que en el sustrato bokashi se obtuvieron los mejores resultados con un valor de 5.2 cm de ancho a los 90 días. No se encontró información de investigaciones similares.

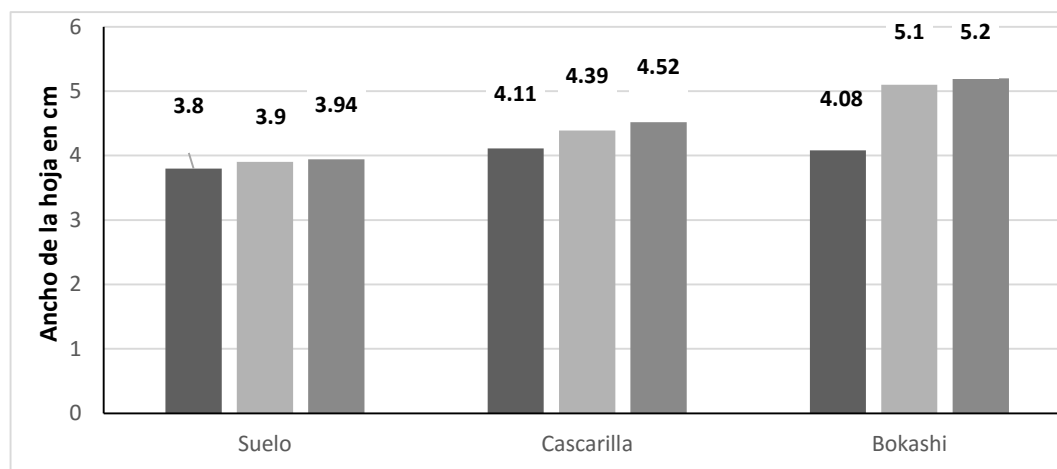


Fig. 14. Crecimiento ancho de la hoja de la especie *Erythrina fusca* a nivel de vivero, 2019

4.4.- Índice de Calidad de Dickson

En el cuadro 1, muestra el promedio del índice de calidad de la planta: a mayor valor del índice, resulta una mejor calidad, se muestra que el bokashi presenta el mejor comportamiento en comparación con los demás sustratos con un 0.17 de ICD, seguida del sustrato suelo con un valor similar.

Cuadro 1. Calidad de las plantas determinadas a través del Índice de Calidad de Dickson

Tratamiento	ICD Promedio
suelo	0.16
Cascarilla de arroz+ estiércol de vaca+1/4 de cal	0.05
Cascarilla de arroz+ estiércol de vaca+ Bokashi +1/2 de cal	0.17

4.5.- Biomasa verde y seca

4.5.1.- Biomasa verde

El cuadro 2, se muestran los valores de la producción de biomasa verde total a partir de 90 días después de su siembra, esta fue obtenida de la sumatoria de las tres secciones de la planta (tallos, hojas y raíces). La mayor producción de biomasa verde total a partir de los 90 días la obtuvo el tratamiento bokashi con 4.8 g. El tratamiento que mostró la menor producción de biomasa verde fue el de cascarilla con 3 g.

Cuadro 2. Producción de biomasa verde total a partir de los 90 días gr por tratamiento con la especie (*Erytrina fusca*).

Tratamientos	Peso (gr)		
	Tallo y hoja	Raíz	Biomasa verde total
(T ₁) Suelo	2.2	2	4.2
(T ₂) Cascarilla de arroz + estiércol de vaca + ¼ cal.	1.6	1.4	3
(T ₃) Cascarilla de Arroz + estiércol de vaca + Bokashi + ½ Cal.	2.4	2.4	4.8

4.5.2.- Biomasa seca

El cuadro 3, muestra la producción de biomasa seca total a los 90 días después de la siembra. El tratamiento 3 (T₃) y 1 (T₁) obtuvieron una producción de biomasa seca de 2 gr. el tratamiento 2 (T₂) más bajo con 1.4 g respectivamente. Los valores obtenidos tanto en bokashi como en suelo son altos debido a que la biomasa verde también es alta de 2gr esto demuestra una correlación entre los resultados

Cuadro 3. Producción de biomasa seca total a partir de los 90 días en gramos por tratamiento con la especie (*Erytrina fusca*).

Tratamientos	Peso (gr)		
	Tallo y hoja	Raíz	Biomasa Seca total
(T ₁) Suelo	1	1	2
(T ₂) Cascarilla de arroz + estiércol de vaca + ¼ cal	0.8	0.6	1.4
(T ₃) Cascarilla de Arroz + estiércol de vaca + Bokashi + ½ Cal	1	1	2

4.6. Contenido de humedad

El cuadro 4, muestra los valores de contenido de humedad en porcentaje, obteniendo el mayor valor el tratamiento bokashi con 70%. Si la humedad es demasiado baja, con frecuencia el crecimiento de las plantas será lento. La relación que existe entre la biomasa verde y seca en cuanto a sus valores se ven reflejados en los en los resultados que el tratamiento bokashi presenta el mayor valor en todas las variables.

Cuadro 4. Contenido de humedad de las plantas por tratamiento, 2019.

Tratamientos	PV	PS	(PV-PS)	[(PV-PS) /PV]	CH%
(T ₁) Suelo	4.2	2	2.2	0.52	52
(T ₂) Cascarilla de arroz + estiércol de vaca + ¼ cal	3	1.4	1.6	0.53	53
(T ₃) Cascarilla de Arroz + estiércol de vaca + Bokashi + ½ Cal	4.8	2	2.8	0.7	70

Donde:

CH = Contenido de humedad de la muestra en porcentaje.

PV = Peso verde de la muestra.

PS = Peso seco de la muestra.

4.7.- Análisis de Varianza

4.7.1. Análisis de la Varianza del largo de hoja

El análisis de varianza según el programa (INFOSTAT) del largo de hojas refleja que no hay diferencias significativas ($P > 0.0568$) (cuadro 5) demuestra que en este ensayo los tratamientos no influyeron en esta variable, al obtener unas solas categorías diamétrica. (Anexo 3)

Cuadro 5.- Análisis de Varianza del largo de hojas de la especie *Erythrina fusca* en la tercera medición a nivel de vivero, 2019.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F-calculado	Valor de la probabilidad del error
Modelo	17.47	2	8.73	2.90	0.0568
Tratamiento	17.47	2	8.73	2.90	0.0568
Error	697.83	232	3.01		
Total	715.30	234			

4.7.2. Análisis de la Varianza del ancho de hoja

Análisis de Varianza (cuadro 6) del Ancho de hojas en la tercera medición refleja que no hay diferencias significativas $P > (0.0984)$ esto indica que ninguno de los sustratos influye en esta variable, ya que solamente se obtiene una sola categoría (Anexo 4).

Cuadro 6.- Análisis de Varianza del ancho de hojas de la especie *Erythrina fusca* en la tercera medición a nivel de vivero, 2019.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F- calculado	Valor de la probabilidad del error
Modelo	14.07	2	7.04	2.34	0.0984
Tratamiento	14.07	2	7.04	2.34	0.0984
Error	694.05	231	3.00		
Total	708.12	233			

4.7.3. Análisis de la Varianza de la altura de la planta

El análisis de varianza (95 %) (cuadro 7) prueba que hay diferencia altamente significativa, $P < 0.0004$, lo que indica que los resultados de la altura en cm en la tercera medición del ensayo, existe diferencia significativa entre los tratamientos al obtener dos tipos de categorías. El sustrato que difiere es el suelo con un comportamiento más alto al obtener un 12.85 cm de altura. (Anexo 5).

Cuadro 7.- Análisis de Varianza de la altura de la especie *Erythrina fusca* en la tercera medición a nivel de vivero, 2019.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F- calculado	Valor de la probabilidad del error
Modelo	221.15	2	110.57	8.19	0.0004
Tratamiento	221.15	2	110.57	8.19	0.0004
Error	3131.87	232	13.50		
Total	3353.02	234			

4.7.4. Análisis de la Varianza del diámetro basal

El análisis de varianza del diámetro basal refleja que no existe diferencia significativa $P < 0.0113$ (cuadro 8), en el Anexo 6 se puede identificar que en este ensayo el tratamiento suelo difiere nuevamente con el resto de sustrato al reflejar dos categorías estadísticas-

Cuadro 8.- Análisis de Varianza del diámetro basal de la especie *Erythrina fusca* en la tercera medición a nivel de vivero, 2019.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F- calculado	Valor de la probabilidad del error
Modelo	0.28	2	0.14	4.57	0.0113
Tratamiento	0.28	2	0.14	4.97	0.0113
Error	6.99	232	0.03		
Total	7.26	234			

V. CONCLUSIONES

- El mayor porcentaje en germinación de la especie *Erythrina fusca* resultó ser el tratamiento suelo con el 94.4 %.
- El mejor porcentaje de sobrevivencia de la especie *E. fusca* lo presentó el tratamiento bokashi con un 90 % no así ocurrió con el tratamiento cascarilla que obtuvo un 47%.
- Los valores de las diferentes variables estudiadas en altura, diámetro basal, longitud y ancho de hojas en esta investigación lo presentaron el tratamiento suelo y el tratamiento cascarilla
- Basado en el índice de calidad de Dickson el tratamiento bokashi resultó ser el mejor con un valor de 0.17 el cual, refleja la mejor producción en el vivero.

VI. RECOMENDACIONES

Se debe realizar más estudios implementando otros tipos de tratamientos para determinar el mejor rendimiento de las variables estudiadas del elequeme y obtener otros resultados que indiquen la respuesta de la especie en su crecimiento.

VII BIBLIOGRAFÍA

- Alemán G. C. 2019. Comportamiento del desarrollo vegetativo del culantro (*Erygium foetidum* L.) empleando tres diferentes tratamientos a nivel de vivero. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria, Facultad de recursos naturales y del ambiente. Managua, Nicaragua. 52 p.
- Badii, M; Castillo, J; Rodríguez, M; Wong, A; Villalpando, P. 2007. Diseños experimentales e investigación científica. San Nicolás, Argentina. 48 p.
- CATIE.2003. Árboles de Centroamérica. Un manual para extensionistas editado por Jesús cordero y David H. Boshier. – Torrialba Costa rica. 1091 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. (en línea). Consultado el 10 enero 2019. Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/006/AD232S/AD232S00.HTM>
- García, N; .M., A. 2013. Monografía de la especie forestal Cordia olliadora. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Medellín, Colombia. 2012. pág. 22.
- González, V. 2014. Comportamiento de dos poblaciones de Moringa Oleífera (Material acriollado PKM1) en sus primeras etapas de crecimiento en condiciones de vivero, UNA Managua, 40 pág.
- López, L; Tercero, M. 2016. Evaluación de cuatro procedencias de Marango (Moringa Oleífera Lam) en fase de vivero y de plantación, en la universidad Nacional agraria, 2016 pág. 57.
- Ramírez R.E. 2013. Crecimiento y sobrevivencia de plántulas de “Caoba” Swietenia macrophylla en diferentes sustratos, vivero forestal de Quistococha – GOREL, Loreto, Perú (Tesis de grado) Escuela de formación profesional de ingeniería forestal, facultad de ciencias forestales. 47 p.
- Román. R; S. Hall. 2012. Guía para la propagación de 120 especies de árboles Nativos de panamá y el neotrópico – 162 p.
- Sáenz, R. J. T.; Villaseñor, R. F. J; Muños, F. H. J; Rueda, S. A. y Prieto R. J. A. (2010). Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Folleto Técnico Núm. 17. SAGARPA-INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Uruapan. Uruapan, Michoacán, México. 48p. Recuperada de: <http://biblioteca.inifap.gop.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1289/CALIDAD%20DE%20PLANTA%20EN%20VIVEROS%20FORESTALES%20DE%20CLIMA%20TEMPERADO%20EN%20MICHOCAN.pdf?sequence=1>
- Suárez, S; González, B; Mendoza, O. 2014. Energía y valor de germinación en las especies arbóreas genízaro (Phitecellobium saman (Jacq.) Benth.) y guanacaste negro (Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.). La Calera Vol 14, N° 22. 28-32 p.

UICN. Especies para restauración. Recuperado de https://www.especiesrestauracion-uicn.org/data_especie.php?sp_name=Erythrina%20fusca.

WESTLEY, S. B Y POWEL, Mit.1993. Erythrina in the new and old word pag. 125

ANEXOS

Anexo 1: Formato de registro de datos de las variables Germinación y sobrevivencia de la especie *Erythrina Fusca*

Primera semana (Primera Medición)

Fecha: _____ Lugar: _____ Especie: _____

Numero				
1				
2				
3				

Anexo2: formato de registro de datos de las variables diámetro basal y altura de la especie *Erythrina fusca*

Primera semana (Primera Medición)

Fecha: _____ Lugar: _____ Especie: _____

Numero								
	DB (mm)	Altura (cm)	DB (mm)	Altura (cm)	DB (mm)	Altura (cm)	DB (mm)	Altura (cm)
1								
2								
3								
4								
5								

Anexo 3.- Separación de medias para el largo de hojas de la especie *Erythrina fusca* en la tercera medición a nivel de vivero, 2019.

Tratamiento	Medias	Grados de libertad	Cuadrado medio del error	Categoría estadística
Bokashi	4.25	85	0.19	A
Suelo	4.43	99	0.17	A
Cascarilla	5.03	43	0.24	A

Anexo 4.- Separación de medias para el Ancho de hojas de la especie *Erythrina fusca* en la tercera medición a nivel de vivero, 2019.

Tratamiento	Medias	Grados de libertad	Cuadrado medio del error	Categoría estadística
Bokashi	5.02	85	0.19	A
Suelo	3.93	98	0.18	A
Cascarilla	4.52	51	0.24	A

Anexo 5.- Separación de medias de la altura de la especie *Erythrina fusca* en la tercera medición a nivel de vivero, 2019.

Tratamiento	Medias	Grados de libertad	Cuadrado medio del error	Categoría estadística
Cascarilla	10.67	51	0.51	A
Bokashi	11.05	85	0.40	A
Suelo	12.85	99	0.37	B

Anexo 6.- Separación de medias del diámetro basal de la especie *Erythrina fusca* en la tercera medición a nivel de vivero, 2019.

Tratamiento	Medias	Grados de libertad	Cuadrado medio del error	Categoría estadística
Bokashi	0.50	85	0.02	A
Cascarilla	0.53	51	0.02	A
Suelo	0.58	99	0.02	B