

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

SUBDIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO Y CAPACITACIÓN

EVALUACIÓN DEL ENSAYO CLONAL DE Erythrina spp EN SAN JUAN
SUR, TURRIALBA, COSTA RICA

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico Académico del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar el grado de

MAGISTER SCIENTIAE

Por:

EMILIO ENRIQUE PEREZ CASTELLON

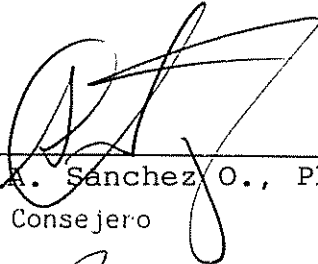
Turrialba, Costa Rica

1990

Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la Coordinación del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE, y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

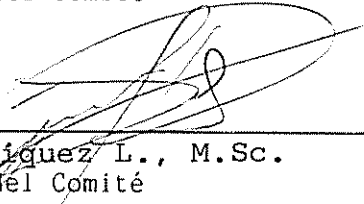
COMITE ASESOR:



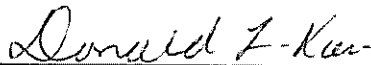
Germán A. Sánchez O., Ph.D.
Profesor Consejero



Pedro R. Oñoro C., Ph.D.
Miembro del Comité



Edgar Viquez L., M.Sc.
Miembro del Comité

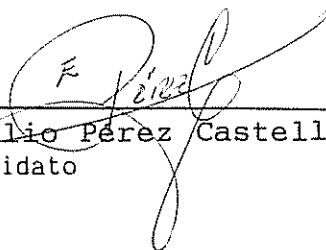


Donald Kass., Ph.D.
Miembro del Comité



Ramón Lastra Rodríguez, Ph.D.
Coordinador, Programa de Estudios de Posgrado

Dr. José Luis Parisí
Subdirector General Adjunto de Enseñanza



Emilio Pérez Castellón
Candidato

DEDICATORIA

- A los queridos autores de mis días
ISABEL CASTELLON
MANUEL PEREZ (q.e.p.d)
Por haberme inducido a la instrucción.
- A mi adorable esposa
TERESA
Por su amor y solidaridad.
- A mis preciadas hijas
LUCILIZABETH
TERESITA
Por alegrar mi vida e inspirarme
superación.
- A mis hermanos
ALEJANDRO
MANUEL
LUIS
Por su ejemplo y apoyo.
- A mis tíos
ALEJANDRO (q.e.p.d)
ROSITA (q.e.p.d)
MANUEL
JUAN
PANCHITA
SOCORRO
JORGE
LUIS
Por su fraternidad permanente.
- A los héroes y mártires nicaraguenses
Por que no dijeron que morían por la
patria sino que murieron (R.M.A.).
- A los amigos verdaderos
Por brindarme su valiosa amistad.

AGRADECIMIENTO

Mis más sinceros agradecimientos:

Al profesor consejero, Dr. Germán Sánchez, por su gran colaboración.

A los miembros del Comité Asesor: Donald Kass, y en especial a Pedro Oñoro y Edgar Víquez por sus valiosos consejos y recomendaciones.

A la Escuela de Ciencias Forestales (UNA) por haber apoyado mi superación técnica.

Al Gobierno de Holanda por haber financiado mis estudios a través del Proyecto UNA/LUW-CF.

Al CATIE por haberme permitido en el Programa de Estudios de Posgrado y adquirir nuevos conocimientos.

A todo el personal técnico, administrativo y de campo del Proyecto AFN, en particular a los obreros Adolfo Solano y José Camacho por su excelente colaboración.

Al amigo, maestro e intrépido tejedor de redes de microcomputadoras: Alexis Ulloa, por su excelente apoyo en el arreglo e impresión final de este documento.

A todas aquellas personas e instituciones que de cualquier manera hicieron posible la realización de este trabajo.

BIOGRAFIA

El autor nació el 21 de Octubre de 1957, en la ciudad de Managua, Nicaragua.

Cursó estudios secundarios en el Instituto Ramírez Goyena, obteniendo el título de Bachiller en Ciencias y Letras en 1975.

En 1977 ingresa a la Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería (ENAG), se retiró y regresó en Diciembre de 1979, después del triunfo del 19 de Julio y obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo en Noviembre de 1986. Desde 1980 hasta 1984 (fin de estudios académicos) se desempeñó en el mismo Centro de estudios, como Alumno Ayudante de varias asignaturas.

Continuó desarrollando su trabajo como docente en la F.CC.A-UNAN, luego ISCA y ahora UNA, hasta Septiembre de 1988.

En Septiembre de 1988 ingresó al Programa de Estudios de Posgrado y Capacitación del CATIE, y obtuvo en Noviembre de 1990 el grado de Magister Scientiae en la especialidad de Agroforestería.

INDICE GENERAL

Página

HOJA DE APROBACION.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
BIOGRAFIA	v
INDICE GENERAL.....	vi
RESUMEN.....	viii
SUMMARY	ix
INDICE DE CUADROS.....	x
INDICE DE FIGURAS	xii
INDICE DE APENDICES	xiii
1. INTRODUCCION.	1
2. REVISION DE LITERATURA.	2
2.1. El género <u>Erythrina</u> spp.	2
2.1.1. <u>Erythrina poeppigiana</u> (Walpers) O.F.....	3
2.1.2. <u>Erythrina berteriana</u> Urban	4
2.1.3. <u>Erythrina fusca</u> Loureiro	5
2.2. Ensayos clonales.....	7
2.2.1. Variación clonal.	8
2.3. Producción y calidad de biomasa de <u>Erythrina</u> sp.....	11
3. MATERIALES Y METODOS.	16
3.1. Ubicación.	16
3.2. Clima.	16
3.3. Suelo.	16
3.4. Material experimental.	16

3.5. Variables evaluadas.....	19
3.5.1. Variables foliares.....	19
3.5.2. Variables de crecimiento.....	22
3.5.3. Análisis estadístico.....	23
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	26
4.1. Análisis del suelo.....	26
4.2. Variables morfológicas de la hoja.....	26
4.2.1. <u>E. berteriana</u>	26
4.2.2. <u>E. fusca</u>	28
4.2.3. <u>E. poeppigiana</u>	30
4.3. Variables de crecimiento.....	33
4.3.1. <u>E. berteriana</u>	33
4.3.2. <u>E. fusca</u>	39
4.3.3. <u>E. poeppigiana</u>	43
4.4. Calidad de la biomasa.....	47
4.4.1. Nutrientes.....	47
4.4.2. Materia seca.....	53
4.4.3. Proteína cruda.....	56
4.4.4. Digestibilidad <u>in vitro</u>	58
4.5. Discriminación de especies.....	59
4.5.1. Promedios por parcela.....	59
4.5.2. Arboles en las parcelas.....	60
5. CONCLUSIONES.....	63
6. RECOMENDACIONES.....	65
7. LITERATURA REVISADA.....	66
8. APENDICES.....	73

RESUMEN

PEREZ, E. 1990. Evaluación del ensayo clonal de *Erythrina* spp en San Juan Sur, Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Palabras claves: *Erythrina poeppigiana*, *E. fusca*, *E. berteroana*, variación clonal, producción de biomasa, agroforestería, condición y valor nutricional de biomasa comestible, discriminación de especies de *Erythrina*.

La amplia distribución natural de *Erythrina* spp hace suponer que existe variación genética entre sus poblaciones. Por eso la heterogeneidad de las especies de *Erythrina* usadas en ensayos agroforestales limita la validación definitiva. La finalidad de este estudio fue determinar la variación entre clones de *E. berteroana* Urban, *E. fusca* y *E. poeppigiana* (Walpers) O.F. Cook; y seleccionar los de mayor potencial, en base a variables foliares, de crecimiento y calidad de biomasa.

El ensayo clonal evaluado se encuentra en el Huerto Latinoamericano de Arboles Fijadores de Nitrógeno en San Juan Sur, Turrialba, Costa Rica. Se efectuaron dos cosechas, en Noviembre de 1989 y Junio de 1990.

Los análisis de varianza determinaron la existencia de variación entre clones en las tres especies de *Erythrina*. La variación clonal en variables foliares posibilitarían la identificación del material colectado por el Proyecto AFN. Los clones con mayores valores en variables de crecimiento fueron: en *E. berteroana* 2674, 2667 y 2670. En *E. fusca* 2701, 2706 y 2678. Y en *E. poeppigiana* 2660, 2687 y 2708.

La mayor producción de biomasa comestible en kg MS por árbol la mostraron los clones: 2674 (2.61 kg) y 2653 (1.94 kg), de *E. berteroana*, en la primera y segunda cosecha, respectivamente; en *E. fusca* 2701 con 1.95 (primera cosecha) y 1.36 (segunda cosecha); y en *E. poeppigiana* el 2660 con 3.42 (primera cosecha) y 3.61 (segunda cosecha).

Los clones con valores superiores e inferiores en variables de crecimiento fueron estables en ambas cosechas.

En general, los clones con valores superiores en variables de crecimiento, no tuvieron correspondencia con los mayores valores en calidad de biomasa, pero sí con las mayores producciones de nutrimentos por árbol.

En variables de crecimiento y contenido de nutrimentos los clones de *E. poeppigiana* superaron a las otras dos especies; en materia seca y digestibilidad *in vitro* fueron superiores los clones de *E. berteroana* y en proteína cruda fueron más destacados los clones de *E. poeppigiana*.

Se realizó un análisis discriminante para algunas variables foliares y de crecimiento, y se observó una clasificación casi perfecta cuando se emplearon promedios por parcelas y muy bueno cuando se usaron los árboles en las parcelas.

SUMMARY

PEREZ, E. 1990. Evaluation of a clonal trial of Erythrina spp in San Juan Sur, Turrialba, Costa Rica. Thesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Key Words: Erythrina poeppigiana, E. fusca, E. berteriana, clonal variation, biomass production, agroforestry, nutritional value of edible biomass, discrimination of Erythrina species.

The wide natural distribution of Erythrina spp suggests that a large amount of genetic variation may exist among its populations. The objective of this research was to determine clonal variation among E. berteriana Urban, E. fusca and E. poeppigiana (Walpers) O.F. Cook; and to select clones with a higher potential for agroforestry, based on foliage and growth variables and on biomass quality.

The trial was carried out in the CATIE Latin American Nitrogen Fixing Trees Orchard, San Juan, Turrialba, Costa Rica. Material from two harvests, in November, 1989 and June, 1990, were evaluated.

Variance analysis determined the existence of clonal variation in foliar morphology, biomass production, and nutritional content among the three Erythrina species. Clones with higher values in growth parameters (height, diameter, number of shoots were: in E. berteriana 2674, 2667, and 2670; in E. fusca 2701, 2706, and 2678; and, in E. poeppigiana 2660, 2687, and 2708.

Dry matter edible biomass production was greatest in E. berteriana clones 2674 (2.61 kg/tree) and 2653 (1.94 kg/tree) in the first and second harvests, respectively; in E. fusca clone 2701 (1.95 and 1.36 kg/tree in the first and second harvest, respectively; and E. poeppigiana clone 2660 (3.42 and 3.61 kg/tree, in the first and second harvest, respectively).

The ranking of clones for growth parameters and biomass production was stable during both harvests.

In general, clones with the higher values for growth parameters and biomass production also contained greater quantities of nutrients, but were of poorer nutritional quality (digestibility and quantity of crude protein).

E. poeppigiana clones contained greater quantities of nutrients than clones of the other two species; E. berteriana clones had greater digestibility; and E. poeppigiana clones contained greater quantities of crude protein..

Discriminant analysis for some foliage and growth variables was carried out, and an almost perfect clasification was observed when averages per plot were used, and a very good one when trees were used in the plots.

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Título	Página
1	Producción de biomasa en algunas especies de <u>Erythrina</u>	12
2	Calidad de biomasa en algunas especies de <u>Erythrina</u>	14
3	Métodos usados en el análisis de suelo y tejido vegetal	24
4	Análisis de suelos del ensayo clonal de <u>Erythrina</u> spp. en San Juan Sur	27
5	Promedio de las variables foliares en clones de <u>E. berteriana</u>	29
6	Promedio de las variables foliares en clones de <u>E. fusca</u>	30
7	Promedio de las variables foliares en clones de <u>E. poeppigiana</u>	33
8	Clones de <u>Erythrina</u> que presentaron los valores mayores y menores en las variables de crecimiento, para las dos cosechas	36
9	Promedios por árbol de las variables de crecimiento en clones de <u>E. berteriana</u> en la primera cosecha	37
10	Promedios por árbol de las variables de crecimiento en clones de <u>E. berteriana</u> en la segunda cosecha	38
11	Promedios por árbol de las variables de crecimiento en clones de <u>E. fusca</u> en la primera cosecha	41
12	Promedios por árbol de las variables de crecimiento en clones de <u>E. fusca</u> en la segunda cosecha	42
13	Promedios por árbol de las variables de crecimiento en clones de <u>E. poeppigiana</u> en la primera cosecha	45
14	Promedios por árbol de las variables de crecimiento en clones de <u>E. poeppigiana</u> en la segunda cosecha	46

Cuadro No.	Título	Página
15	Clones de <u>Erythrina</u> que mostraron los mayores valores en el contenido de nutrimentos	48
16	Rango de contenidos mayores y menores de nutrimentos por componente de biomasa en las tres especies de <u>Erythrina</u>	50
17	Cuadro comparativo entre las procedencias de <u>Gliricidia sepium</u> (Mendieta, 1989) y clones de <u>Erythrina</u> spp, en sus valores promedios mayores y menores, en la calidad de las muestras foliares	53
18	Cuadro comparativo entre las concentraciones de N, P y K en plantas, suelo y producción por árbol de <u>E. poeppigiana</u> y <u>E. berteroana</u> , informada por otros autores y las del estudio presente	54
19	Clones de <u>Erythrina</u> , que presentaron los mayores valores en la calidad nutritiva de la biomasa comestible	55
20	Rango de porcentajes mayores y menores de materia seca, proteína cruda y digestibilidad <u>in vitro</u> por componente de biomasa comestible en las tres especies de <u>Erythrina</u>	57
21	Variables que más contribuyen a la discriminación de las tres especies de <u>Erythrina</u> , con sus respectivos valores de expresión (R^2) y pruebas Lambda de Wilk	60
22	Distancias relativas y porcentajes de clasificación resultantes del análisis discriminante, para promedios de parcelas, en las tres especies de <u>Erythrina</u>	61
23	Distancias relativas y porcentajes de clasificación resultantes del análisis discriminante, para árboles por parcelas, en las tres especies de <u>Erythrina</u>	62

INDICE DE FIGURAS

Figura No.	Título	Página
1	Especies de <u>Erythrina</u> consideradas en el estudio. Fuente: Gutiérrez, 1976	6
2	Plano del CATIE y localización del Huerto Latinoamericano del Proyecto AFN. Fuente: Aguirre, 1971	17
3	Precipitación en el periodo del estudio en San Juan Sur	18
4	Croquis del ensayo clonal de <u>Erythrina</u> spp. en San Juan Sur. Fuente: Viquez, 1984.	20
5	Medición de parámetros en la hoja	21
6	Variable foliar en clones de las tres especies	32
7	Variables de crecimiento en clones de <u>E. berteriana</u>	35
8	Variables de crecimiento en clones de <u>E. fusca</u>	40
9	Variables de crecimiento en clones de <u>E. poeppigiana</u>	44
10	Clones de <u>Erythrina</u> con mejor calidad de biomasa	52

INDICE DE APENDICES

Apéndice No	Título	Página
1	Clones incluidos en la evaluación del ensayo clonal de <u>Erythrina</u> spp, en San Juan Sur, Turrialba, Costa Rica	74
2	Probabilidades de error de rechazo a la H_0 ($Pr > F$), para las variables foliares en las tres especies de <u>Erythrina</u>	75
3	Coefficientes de correlación para las variables foliares en <u>E. berteriana</u>	76
4	Factores de regresión para variables foliares correlacionadas, en las tres especies de <u>Erythrina</u>	77
5	Promedios por árbol de las variables foliares con la prueba de Duncan en clones de <u>E. berteriana</u>	78
6	Coefficientes de correlación para las variables foliares en <u>E. fusca</u>	79
7	Promedios por árbol de las variables foliares con la prueba de Duncan en clones de <u>E. fusca</u>	80
8	Coefficientes de correlación para las variables foliares en <u>E. poeppigiana</u>	81
9	Promedios por árbol de las variables foliares con la prueba de Duncan en clones de <u>E. poeppigiana</u>	82
10	Probabilidades de error de rechazo a la H_0 ($Pr > F$), para las variables de crecimiento en clones de <u>E. berteriana</u> , en las dos cosechas	83
11	Promedios por árbol de las variables de crecimiento con la prueba de Duncan en clones de <u>E. berteriana</u> , en la primera cosecha	84
12	Promedios por árbol de las variables de crecimiento con la prueba de Duncan en clones de <u>E. berteriana</u> , en la segunda cosecha	85
13	Coefficiente de correlación para las variables de crecimiento de <u>E. berteriana</u> , en la primera cosecha	86

Apéndice No	Título	Página
14	Coeficientes de correlación para las variables de crecimiento de <u>E. berteriana</u> , en la segunda cosecha	87
15	Factores de regresión para variables de crecimiento correlacionadas, en las tres especies de <u>Erythrina</u> , en la primera cosecha	88
16	Factores de regresión para variables de crecimiento correlacionadas, en las tres especies de <u>Erythrina</u> , en la segunda cosecha	89
17	Probabilidades de error de rechazo a la H_0 ($Pr > F$), para las variables de crecimiento en clones de <u>E. fusca</u> , en las dos cosechas	90
18	Promedios por árbol de las variables de crecimiento con la prueba de Duncan en clones de <u>E. fusca</u> , en la primera cosecha	91
19	Promedios por árbol de las variables de crecimiento con la prueba de Duncan en clones de <u>E. fusca</u> , en la segunda cosecha	92
20	Coeficientes de correlación para las variables de crecimiento de <u>E. fusca</u> , en la primera cosecha	93
21	Coeficientes de correlación para las variables de crecimiento de <u>E. fusca</u> , en la segunda cosecha	94
22	Probabilidades de error de rechazo a la H_0 ($Pr > F$) para las variables de crecimiento en clones de <u>E. poeppigiana</u> en las dos cosechas	95
23	Promedios por árbol de las variables de crecimiento con la prueba de Duncan en clones de <u>E. poeppigiana</u> , en la primera cosecha	96
24	Promedios por árbol de las variables de crecimiento con la prueba de Duncan en clones de <u>E. poeppigiana</u> , en la segunda cosecha	97
25	Coeficientes de correlación para las variables de crecimiento de <u>E. poeppigiana</u> en la primera cosecha	98
26	Coeficientes de correlación para las variables de crecimiento de <u>E. poeppigiana</u> en la segunda cosecha	99

Apéndice No	Título	Página
27	Probabilidades de error de rechazo a la Ho ($Pr > F$), para contenidos de nutrimentos en los componentes de biomasa de las tres especies de <u>Erythrina</u>	100
28	Promedios de contenido de nutrimentos mayores, en clones de <u>E. berteroana</u>	101
29	Promedios de contenidos de nutrimentos mayores, en clones de <u>E. fusca</u> y <u>E. poeppigiana</u>	102
30	Promedios de contenido de nutrimentos menores, en clones de <u>E. berteroana</u>	103
31	Promedios de contenido de nutrimentos menores, en clones de <u>E. fusca</u> y <u>E. poeppigiana</u>	104
32	Producción de nutrimentos por árbol en clones de las tres especies de <u>Erythrina</u>	105
33	Probabilidades de error de rechazo a la Ho ($Pr > F$), para materia seca (MS en %) en los componentes de biomasa, de las tres especies de <u>Erythrina</u> , en las dos cosechas	106
34	Promedios de porcentaje de materia seca (MS) por componente de biomasa comestible, en clones de las tres especies de <u>Erythrina</u> en la primera cosecha	107
35	Promedios de porcentaje de materia seca (MS) por componente de biomasa comestible, en clones de las tres especies de <u>Erythrina</u> , en la segunda cosecha	108
36	Probabilidades de error de rechazo a la Ho ($Pr > F$), para contenido de proteína cruda (PC en %) y digestibilidad <u>in vitro</u> (DIVMS en %) en los componentes de <u>biomasa comestible</u> , de las tres especies de <u>Erythrina</u>	109
37	Promedios de contenido de proteína cruda (PC %) por componente de biomasa comestible, en clones de las tres especies de <u>Erythrina</u>	110
38	Promedios de porcentaje de digestibilidad <u>in vitro</u> (DIVMS %) por componente de biomasa comestible, en clones de las tres especies de <u>Erythrina</u>	111

1. INTRODUCCION.

En los diferentes sistemas agroforestales existentes en Costa Rica, se ha observado que las especies del género Erythrina pueden ser utilizadas de diversas maneras. Este género es versátil en relación a su hábitat, ya que está ampliamente distribuido en las regiones tropicales del mundo, encontrándose desde bosques húmedos hasta bosques secos, e incluso, bosques de altura; estas características, hacen importante a este género en el desarrollo de sistemas agroforestales (Neill, 1984).

El amplio rango de distribución natural de Erythrina spp hace suponer que existe variación genética entre las diferentes poblaciones y que algunas de ellas pueden tener mayor potencial de producción. A ello se debe que la heterogeneidad del material de Erythrina utilizado en ensayos agroforestales, se ha constituido en un factor limitante para la validación definitiva.

El Proyecto Erythrina spp (CATIE), en su Fase II, se planteó entre sus principales objetivos, el desarrollo de colecciones, para posteriormente evaluarlas, de tal forma que se pueda lograr la selección y distribución de clones superiores. Para alcanzar este propósito se estableció un ensayo clonal, cuya primera evaluación es el objeto de este trabajo.

Los objetivos de este estudio consistieron en: conocer la variación clonal en parámetros foliares; determinar la variación clonal en variables de crecimiento, en contenidos de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, materia seca, proteína cruda y digestibilidad in vitro; y seleccionar los clones superiores para su empleo en posteriores ensayos, en las especies Erythrina poeppigiana (Walpers) O.F. Cook, E. berteriana Urban y E. fusca Loureiro.

2. REVISION DE LITERATURA.

2.1. El género Erythrina spp.

Este género incluye alrededor de 112 especies distribuídas en las regiones tropicales y subtropicales del mundo. La mayoría de las especies son arbóreas o arbustivas, pero cerca de 10 especies que se encuentran en climas con una pronunciada estación seca y/o fría, son hierbas perennes que poseen un gran rizoma leñoso. Las especies de Erythrina se encuentran en una amplia variedad de hábitats, desde bosques húmedos tropicales en tierras bajas, hasta desiertos subtropicales y bosques coníferos por encima de los 3,000 msnm (Neill, 1984).

Los sistemáticos han reconocido al género Erythrina como perteneciente a la familia Leguminosae y de acuerdo a Bentham (1865), citado por Neill (1984), tradicionalmente ha sido ubicado en la subtribu Erythrininae, de la tribu Phaseoleae, un parentesco basado principalmente en la característica de hojas trifoliadas. Aunque el género Erythrina difiere del resto de las leguminosas por su tamaño y amplia diversidad ecológica y morfológica, las evidencias citológicas y fitoquímicas, así como las relaciones de autofecundidad, indican que dicho género posee un estrecho parentesco entre sí.

Según Neill (1984), el lugar de origen de Erythrina se desconoce, sin embargo el Sur de América parece ser el más probable ya que la mayoría de los supuestos grupos ancestrales del género se encontraron ahí; Africa, también es un posible candidato puesto que posee una buena cantidad de grupos endémicos. De todas maneras, Erythrina tiene una distribución, básicamente al Sur de América y Africa, y las especies presentes en Asia y Mesoamérica son grupos derivados (Neill, 1984).

Russo (1984), considera que el género Erythrina es importante en el desarrollo de sistemas agroforestales por su adaptabilidad a varios usos (cercas vivas, sombra, forraje etc.), así como por sus propias características, tales como rápido crecimiento, alta producción de biomasa, fácil propagación vegetativa, resistencia a podas periódicas junto con la rapidez y vigor en el desarrollo de rebrotes. Además, la abundante nodulación en su sistema radicular la convierten en una planta con potencial en la fijación de Nitrógeno.

2.1.1. Erythrina poeppigiana (Walpers) O.F. Cook.

Es un árbol de hasta 30 m de altura y fuste de hasta 1 m de diámetro, la copa es en forma de cono invertido o redondeada. Corteza lisa, pardo gris y con aguijones. Hojas trifoliadas, romboide-ovaladas u ovaladas, con hasta 40 cm de longitud, folíolos deltoides, peciolulos cortos, ápice agudo y base obtusa, como se observa en la Figura 1A (Holdridge y Poveda, 1975; Russo, 1983a).

Se encuentra en elevaciones de bajas a medianas, con climas húmedos. Se distribuye en América desde Panamá hasta Bolivia; sin embargo está muy difundida y adaptada en otros países del trópico húmedo, de tal manera que en Costa Rica se comporta como nativa, por su profusa reproducción (Holdridge y Poveda, 1975; Russo, 1983a).

Tanto Holdridge y Poveda (1975), como Russo (1983a), mencionan que E. poeppigiana se introdujo y utiliza en Costa Rica, desde hace mucho tiempo como árbol de sombra para el cultivo del café y cacao. Esta especie recientemente ha sido muy estudiada como forraje en la alimentación animal por ser un buen suplemento proteico (Benavides, 1983a; Vargas, 1983; Espinoza, 1984; Abarca, 1989; Kass et al, 1990a); en cultivo en callejones (Alavez, 1987; Sánchez, 1989; Jiménez, 1990; Nygren, 1990); como

sombra, fijador de nitrógeno y productor de abono verde (Alpízar et al, 1985; Glover y Beer, 1984; Russo 1983b); además de su uso en sistemas silvopastoriles (Benavides, 1985; Rodríguez, 1985).

2.1.2. Erythrina berteroana Urban.

Es un árbol de 6 a 8 m de altura y 30 cm de diámetro en el fuste; caducifolio, tronco ramificado y con fuertes agujones, es de amplia copa y follaje ralo. Corteza color castaño, ligeramente verrugosa; hojas trifoliadas romboide-ovaladas o romboide-orbiculares de 5 a 15 cm de largo y de 4 a 12 cm de ancho (Figura 1B). Pecíolo redondo ensanchado en la base, color pálido, peciolulos de 0.95 a 1.30 cm de largo con pequeñas glándulas en la base (Holdridge y Poveda, 1975; Mora, 1984a).

E. berteroana se encuentra en elevaciones de bajas a medianas y clima de secos a muy húmedos. Se distribuye desde el Sur de México hasta Panamá y Colombia. Hace mucho tiempo se introdujo en Cuba, Haití y naturalizada en Puerto Rico; se han plantado al Sur de Florida, Islas Vírgenes y en la zona tropical del viejo mundo (Holdridge y Poveda, 1975; Mora, 1984a).

Mora (1984a), señala que E. berteroana es una especie fácil de propagar, por estacones de 1.50 a 2.50 m de largo y diámetros que oscilan de 5 a 15 cm. Sin embargo es atacada por insectos defoliadores por lo que es poco usada como soporte por los agricultores, aunque actualmente se ensaya como soporte en ñame (Dioscorea alata)⁽¹⁾. El mayor uso es en cercos vivos (Sánchez et al, 1989); parte del material de la poda (hojas y tallos jóvenes) es un alimento rico en proteínas, para animales domésticos (Benavides, 1983b; De León, 1984; Kass et al, 1990a). Las semillas son venenosas, pero se pueden usar en artesanía.

⁽¹⁾ Comunicación personal con Raquel Chavarria.

2.1.3. Erythrina fusca Loureiro.

Es conocida también como E. glauca Willd., es un árbol de rápido desarrollo con más de 18 m de altura y fuste con diámetros cercanos a 1 m. Copa compacta, tronco irregular y amarillento, con muchos agujones cuando joven y que casi desaparecen con el tiempo; corteza fisurada y blanquizca. Hojas trifoliadas, ovaladas o elípticas, de 8 a 15 cm de largo, coriáceas y redondeadas en los ápices, ver Figura 1C (Holdridge y Poveda, 1975; Mora, 1984b). De acuerdo a observaciones personales y Víquez⁽²⁾, esta especie a menudo se encuentra en sitios mal drenados y a orillas (dentro) de los ríos.

E. fusca se encuentra al Norte de Sur América y su distribución va de Guatemala hasta Bolivia y Brasil, se introdujo en las Antillas, al Sur de la Florida y también se halla en las zonas tropicales de los otros continentes. Se sitúa en elevaciones bajas o bajo-medianas, en climas secos o húmedos (Holdridge y Poveda, 1975; Mora, 1984b).

De acuerdo a Holdridge y Poveda (1975) y Mora (1984b), E. fusca generalmente es utilizado para sombra de café o cacao y en la construcción de cercas vivas, y aunque es la menos estudiada, se han hecho ensayos de calidad nutritiva de la biomasa (Kass et al, 1990a) y como control de erosión⁽³⁾.

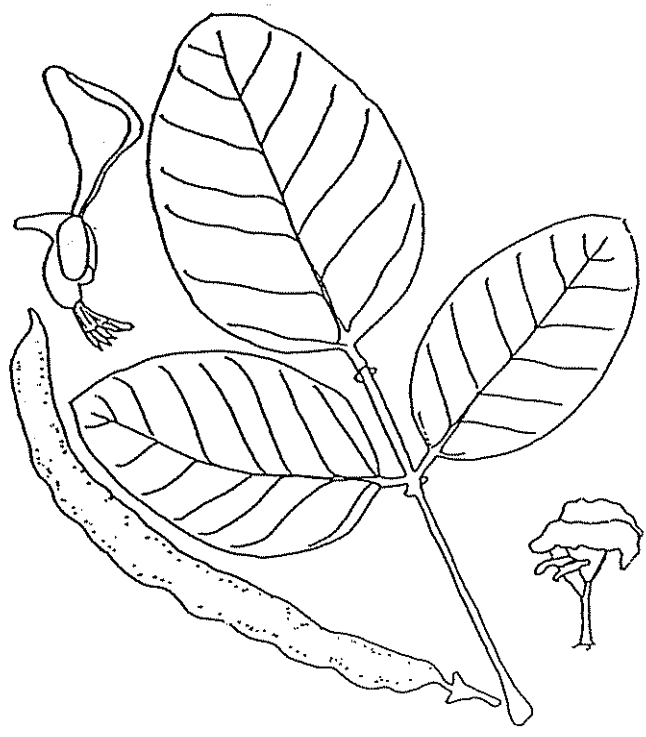
(2) Comunicación personal con E. Víquez, Proyecto AFN CATIE.

(3) Comunicación personal con E. Víquez, Proyecto AFN CATIE.



A Erythrina poeppigiana (Wälpers) O.F. Cook

B Erythrina berteriana Urban



C Erythrina fusca Loureiro

Fig. 1. Especies de Erythrina consideradas en el estudio.
Fuente Gutiérrez, 1976.

2.2. Ensayos clonales.

Según Clarke y Slee (1984), las nuevas técnicas de reproducción vegetativa de árboles forestales ha posibilitado la propagación masal de clones seleccionados y mejorados, provenientes de algunas especies de valor en la producción forestal. Clarke y Slee (1984) señalan que entre los beneficios de la propagación clonal de material mejorado están:

i. Incremento en rendimiento. -- Las semillas de huertos semilleros son producto de posibles cruzamientos entre los árboles; de esta manera, los bosques resultantes, son un promedio de estos cruces. Sin embargo los mejores cruces producen progenies muy superiores al promedio, así la propagación vegetativa masal, de los pocos cruces buenos, permitiría la explotación de plantaciones con mayores incrementos.

ii. Rápida obtención del incremento en rendimiento. El mejoramiento de árboles por medio de huertos semilleros, necesitaría un tiempo mínimo de 8 a 10 años, entre la selección de árboles y la producción de semillas a gran escala, aún en árboles de rápido crecimiento; mientras que usando la propagación vegetativa el material seleccionado puede ser establecido en un tiempo mucho menor.

iii. Ganancia de uniformidad. El grado de uniformidad de los bosques, afecta la eficiencia, costos silviculturales, cosecha y operaciones de procesamiento. Consecuentemente la ganancia neta se incrementaría sustancialmente, estableciendo bosques más uniformes con material clonal seleccionado.

iv. Árboles superiores. Existen árboles que combinan atributos deseables tales como: alta densidad de madera y volumen; o ramas finas y entrenudos largos; los cuales se podrían perder cuando se autocrucen y muy difícilmente recuperables por

semillas; mientras que la propagación vegetativa masal, retendría estas características e incluso permitiría su uso a un nivel amplio.

v. **Interacción clon-sitio.** Los árboles varían en la habilidad de competir en situaciones adversas, difieren en su tolerancia a bajos y altos contenidos de distintos nutrimentos; así como en resistencia a plagas y enfermedades. Pero hay individuos que están bien adaptados a suelos específicos, tipos de clima, regiones etc.; y en las plantaciones, a través de la propagación clonal se podrían aprovechar sus condiciones de adaptación.

vi. **Estrategias simples de mejoramiento.** Un programa de mejoramiento de árboles, basado en propagación vegetativa, es más simple de manejar y justificar, que otro basado en semillas. La estrategia de éste último, parece muy compleja, pues requiere de numerosa información, intrincados cruzamientos, repetidas pruebas de progenie con diseños complicados, además de mucho personal calificado y por un período de tiempo que oscila entre 10 y 20 años. Todo lo anterior se reduciría, al trabajar con clones, pues los árboles seleccionados no serían numerosos y los programas de cruzamiento y diseño de pruebas, podrían ser más sencillos, puesto que la variación se reduciría.

2.2.1. Variación clonal.

La variación genética dentro de una especie está influenciada por el rango de distribución natural, diversidad ambiental y grado de discontinuidad en su ámbito natural (Wright, 1976), esta razón obliga a pensar que existe variación en las especies del género Erythrina. Kass et al, (1990a) detectaron variabilidad entre especies y variación clonal dentro de especies, al realizar un estudio de la condición y valor nutricional en clones de seis especies de Erythrina.

En un ensayo de procedencias y familias de Gliricidia sepium, Jon (1989), encontró diferencias significativas entre procedencias y entre familias dentro de procedencias lo que indica la existencia de variabilidad genética.

Leakey (1986), informa que encontró una significativa variación clonal en la altura y diámetro de los árboles, trabajando en un ensayo clonal de Triplochiton scleroxylon.

Una alta variación genética se presentó en variables de las semillas y plántulas, entre diez procedencias de Gliricidia sepium (Salazar, 1985).

Keiding et al (1984),informan de haber obtenido resultados que indicaron una considerable variación genética entre procedencias de Tectona grandis y Gmelina arborea, en base a características arbóreas, cuantitativas y cualitativas.

Campos (1985), menciona la existencia de variación genética entre procedencias en dos especies de Calliandra durante la etapa de vivero y de campo (un año de edad).

Ceulemans et al (1988), examinaron las características de crecimiento de las hojas en 7 clones de Populus trichocarpa, P. nigra y dos híbridos interespecíficos, con P. deltoides y observaron sólo pequeñas diferencias entre los clones, en relación a la tasa de crecimiento de las hojas.

Setenta y cinco clones de Picea abies (L.) Karst. fueron evaluados en su altura, diámetro a la altura de pecho y volumen en dos localidades, al Sur de Suecia y el efecto de los clones mostró diferencias consistentemente diferentes, para todos los tratamientos (Bentzer et al, 1989).

A 10 clones de Picea abies (L.) Karst., provenientes de un segundo y tercer ciclo de propagación seriada, Foster et al (1989), les midieron altura y hábito de crecimiento

durante 6 y 5 años respectivamente. Tanto la altura como el hábito de crecimiento en cada edad, revelaron una significativa variación clonal.

El estudio de las copas, en clones de Pinus sylvestris L.; mostró significativas diferencias, entre clones dentro de procedencias (Van Haverbeke, 1986).

Kleinschmit (1982), estudiando la variación en contenidos de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio; en 50 clones y 10 procedencias de Picea abies, con 3 años de edad; encontró que el 75 % de la variación genética correspondió a los clones y el 25 % a las procedencias. No hubo obvia correlación a nivel clonal, entre el crecimiento en altura y los contenidos de nutrimentos.

Según Sheppard y Cannell (1985), siete clones de Picea sitchensis y Pinus contorta diferentes en altura y tipo de ramificación, tuvieron diferencias altamente significativas, dentro de cada especie, en las concentraciones de los nutrimentos: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio; tanto en tallos y ramas, como en hojas.

Varios autores, entre los cuales se encuentran Lehn y Higginbotham (1982), Cannell et al (1983), Fries (1984), Morgenstern et al (1984) y Huehn et al (1987) han estudiado diferentes especies y clones de climas templados y mencionan, la existencia de variación genética.

Vásquez (1986), realizó un estudio preliminar de procedencias de Erythrina poeppigiana y detectó tanto en la etapa de vivero, como en la etapa de campo una alta variación genética entre procedencias y dentro de procedencias, siendo relativamente mayor la variación encontrada dentro de procedencias.

Chacón (1990), analizó el crecimiento del follaje en tres clones de tres especies de Erythrina; y encontró diferencias entre clones para todas las variables siendo los clones de E. poeppigiana los que tuvieron las hojas con mayor área, peso y menor período de

abscisión; mientras que los clones de E. fusca mostraron las hojas más pequeñas y de mayor tiempo de desprendimiento. Observó que el clon 2700 de E. poeppigiana produjo las hojas más grandes; y que las hojas de las tres especies alcanzaron su tamaño máximo a las 4 semanas. También calculó factores de forma y peso para determinar área y peso de los folíolos, midiendo solamente el largo y ancho de éstos.

2.3. Producción y calidad de biomasa de Erythrina spp.

En los Cuadros 1 y 2 se pueden observar datos obtenidos por varios autores, en relación a la producción y calidad de biomasa en algunas especies de Erythrina.

Glover y Beer (1984), obtuvieron $7.8 \text{ t.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$ de biomasa seca en árboles de E. poeppigiana podados tres veces y usados como sombra de cafetal ($245 \text{ árboles.ha}^{-1}$), mientras en un cafetal aledaño con sombra de Cordia alliodora y E. poeppigiana (475 y $222 \text{ árboles.ha}^{-1}$ respectivamente), los árboles de E. poeppigiana, también podados tres veces, produjeron $3 \text{ t M.S.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$.

E. poeppigiana, empleada como sombra y podada dos veces al año en el 'Experimento Central del CATIE, en La Montaña', produjo $11.8 \text{ t M.S.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$ (Alpízar et al, 1985).

En una plantación de E. berteroana ($40,000 \text{ árboles.ha}^{-1}$), con una frecuencia de poda de 3 meses, se obtuvieron producciones de 0.11, 0.02 y 0.04, a los 4 meses 0.11, 0.02 y 0.08; y a los 6 meses 0.12, 0.03 y 0.21 kg MS por árbol, en hoja, tallo tierno y tallo leñoso, respectivamente (Sánchez et al, 1986a).

En otra evaluación de la producción de biomasa en E. berteroana, pero esta vez en cerca viva, con 8 años de edad y espaciados a 1.00 m, Sánchez et al (1986b), determinaron producciones de 0.44, 1.77, 1.95 y 3.42 kg MS por árbol de tallo leñoso, a los 3, 6, 9 y 12 meses de poda, respectivamente.

Cuadro 1. Producción de biomasa en algunas especies de *Erythrina*.

Fuente	Biomasa ⁽¹⁾ (kg/árbol)	Frec. poda (meses)	Edad (años)	Especie	Distancia (m)	Sistema
Russo (1982)	6.46	12	8	p ⁽²⁾	6.0x6.0	Sombra de café
Espinoza (1984)	0.83	3	3	p	1.25	Cerca viva
	1.36	5	3	p	1.25	Cerca viva
Rodríguez (1985)	1.05	4	2	p	3.0x2.0	Pastizal
	0.78	4	2	p	3.0x1.0	Pastizal
	0.69	3	2	p	3.0x2.0	Pastizal
	0.50	3	2	p	3.0x1.0	Pastizal
Alavez (1987)	2.24	6	1	p	6.0x4.0	Cultivo en callejones con maíz
	2.58	6	1	p	6.0x3.0	
	2.07	6	1	p	6.0x2.0	
	1.78	6	1	p	6.0x1.0	
Sánchez et al (1989a)	0.13	3	0.66	b	0.5x0.5	Plantación
	0.13	4	0.66	b	0.5x0.5	Plantación
	0.15	6	0.66	b	0.5x0.5	Plantación
Sánchez et al (1989b)	0.84	3	8	b	1.0	Cerca viva
	1.33	6	8	b	1.0	Cerca viva
	1.18	9	8	b	1.0	Cerca viva
	1.00	12	8	b	1.0	Cerca viva
	1.61	3	5	b	0.6	Cerca viva
	1.78	6	5	b	0.6	Cerca viva
	1.14	9	5	b	0.6	Cerca viva
	0.62	12	5	b	0.6	Cerca viva
	0.64	3	1	b	0.8	Cerca viva
	0.89	6	1	b	0.8	Cerca viva
	0.79	9	1	b	0.8	Cerca viva
	0.47	12	1	b	0.8	Cerca viva
	Russo, et al (1989)	0.45	8	4	b	0.6
Jiménez (1990)	2.70	6	4	p	6.0x4.0	Cultivo en callejones con maíz
	2.64	6	4	p	6.0x3.0	
	2.50	6	4	p	6.0x2.0	
	1.52	6	4	p	6.0x1.0	
Nygren (1990)	1.01	6	1	p	6.0x4.0	Cultivo en callejones con frijol

(1) Seca comestible

(2) p: *E. poeppigiana* b: *E. berteroana*

Otra cerca distanciada a 0.60 m y con 5 años de edad produjo 0.79, 3.20, 4.51 y 4.82 kg MS por árbol de tallo leñoso, también a los 3, 6, 9 y 12 meses de poda. Finalmente otra cerca distanciada a 0.80 m y con 1 año de edad alcanzó producciones de 0.31, 1.22, 1.21 y 1.88 kg MS por árbol siempre de tallo leñoso y a las mismas frecuencias de poda, 3, 6, 9 y 12 meses (en el Cuadro 1 se presentan los valores de biomasa comestible obtenida en la evaluación de esta cerca viva).

El follaje de E. poeppigiana puede usarse como fuente proteica en las dietas de lechería a partir de los tres meses de edad sin afectar su desarrollo (Pineda, 1986), también se ha experimentado en la producción de leche de cabra (Castro, 1989); es muy grande la posibilidad de producir ensilajes de razonable calidad con proporciones altas de E. poeppigiana (Kass et al, 1990b). En el Cuadro 2 se presentan valores de la calidad de biomasa que demuestran el alto potencial de E. berteroana y E. poeppigiana.

Evaluando la calidad de biomasa en clones de Erythrina spp, Kass et al (1990a) encontraron que los clones con mayores valores en la calidad de biomasa fueron: 2660 en E. poeppigiana, 2674 en E. berteroana y 2701 en E. fusca, el mismo orden anterior prevalece al clasificar a las especies de acuerdo a su valor como suplemento proteico en rumiantes.

Benavides (1986), menciona que obtuvo mejores ganancias de peso en cabras al usar como alimento follaje de E. berteroana y Gliricidia sepium suplementado con banano maduro de desecho, en relación al uso de E. poeppigiana ya que hubo menor consumo de materia seca del follaje de ésta, y por tener menor tasa de digestibilidad in vitro.

Cuadro 2. Calidad de biomasa en algunas especies de Erythrina.

Fuente	Especie	Materia seca	Proteína cruda ----- (%)-----	Digestibilidad <u>in vitro</u>
Mc Dowell (1974)	b ⁽¹⁾		24.90	
Roldan (1981)	p		34.40	
Benavides (1983b)	p	23.40	27.80	
	b	27.80	24.30	
De León (1984)	b		23.10	-
Espinoza (1984)	p	30.47	20.35	
	p	19.60	22.40	
	p	24.40		
Rodríguez (1985)	p	25.87	26.49	
	p	22.25	11.37	
	p	29.60	7.18	
Pineda (1986)	p	20.30	24.52	48.80
Vargas (1987)	c	22.10	21.60	51.20
Tobón (1988)	p	19.20	24.40	54.70
Abarca (1989)	p	22.70	29.30	52.29
Russo et al (1989b)	b	26.20	26.30	
Sánchez (1989a)	b		29.20	
	b		11.90	
	b		5.70	
Alagón (1990)	p	20.40	26.40	55.60

(1) b: *E. berteriana* c: *E. cochleata* p: *E. poeppigiana*

Los contenidos de proteína cruda, digestibilidad in vitro y materia seca varían de acuerdo a los diferentes componentes del follaje (hojas, pecíolos, tallo, corteza), la posición de éstos en la rama, así como la edad (Benavides, 1983b; Espinoza, 1984; Vargas, 1987).

3. MATERIALES Y METODOS.

3.1. Ubicación.

El ensayo clonal de Erythrina spp se encuentra en la Estación Experimental del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE); en el Huerto Latinoamericano de Arboles Fijadores de Nitrógeno, Distrito San Juan Sur, Cantón de Turrialba, Provincia de Cartago, República de Costa Rica. Su ubicación geográfica es de 83° 38' Longitud Oeste y 09° 53' Latitud Norte; a 960 msnm (Figura 2).

3.2. Clima.

Alcanza un promedio anual de precipitación de 2,636 mm.año⁻¹ y una temperatura promedio anual de 20.5° C (Figura 3). La zona de vida de acuerdo a Holdridge (1978), corresponde a: Bosque muy húmedo-Premontano (bmh-P).

3.3. Suelo.

Pertenece a la serie Birrisito, Orden Inceptisol y Suborden Andept, de topografía montañosa, pendientes variables (15-30%), profundos, bien desarrollados y drenados (Aguirre, 1971).

3.4. Material experimental.

Se constituyó de estacas de aproximadamente 1.5 m de altura y 4.0 cm de diámetro, aproximadamente, provenientes del archivo clonal de Erythrina spp en San Juan Sur, el cual fue establecido con material seleccionado y recolectado, en distintos sitios de

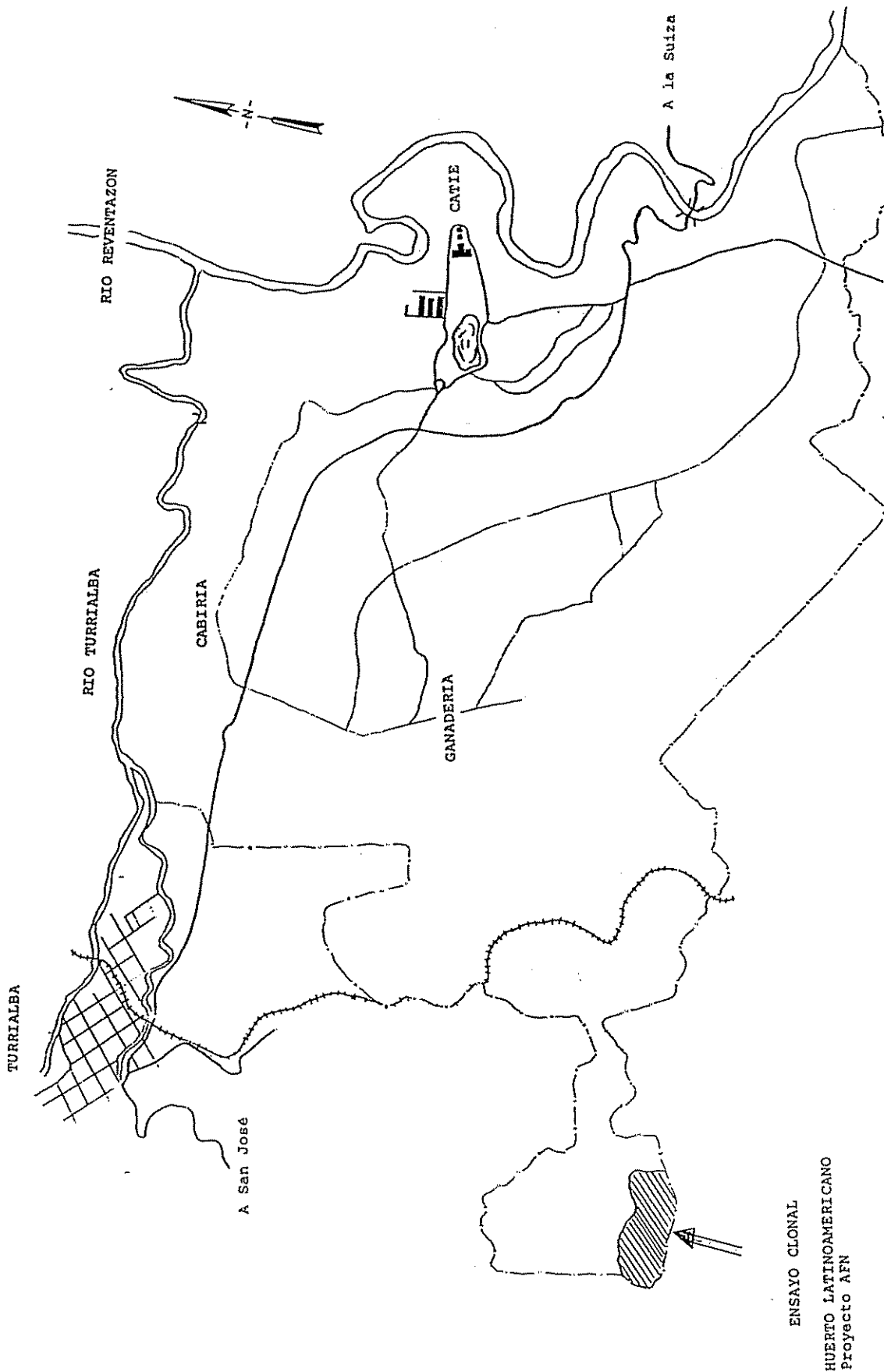
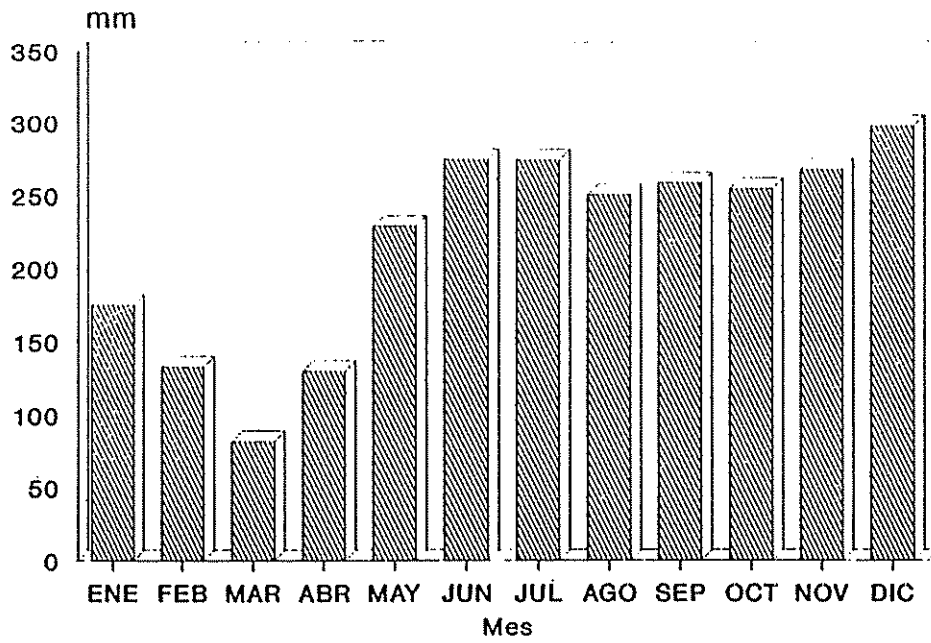


Fig. 2. Plano del CATIE y localización del Huerto Latinoamericano del Proyecto AFN. Fuente Aguirre, 1971.

Precipitación Normal (1949-1989)
Estación CATIE



Precipitación 1989-1990
Estación CATIE y San Juan Sur

■ 1989 CATIE □ 1990 S J Sur ▨ 1990 CATIE

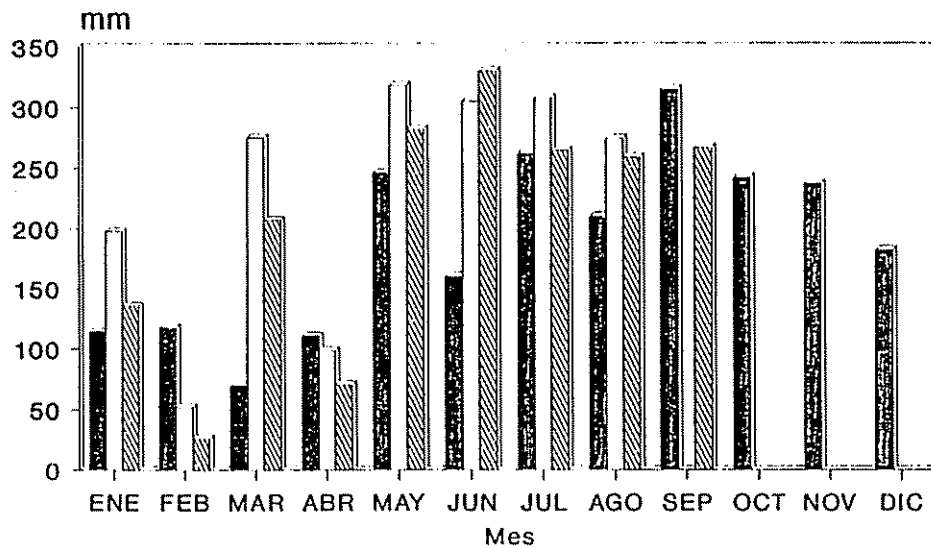


Fig. 3. Precipitación en el período del estudio en S J Sur.

Costa Rica, por personal del proyecto Arboles Fijadores de Nitrógeno (AFN) del CATIE. El ensayo clonal fue establecido a finales de 1985.

Los tratamientos consistieron en 38 clones de tres especies de Erythrina (Apéndice 1). Cada clon se estableció en una parcela lineal de seis plantas a un distanciamiento de 3.00 x 3.00 m. El diseño empleado fue en Bloques Completos al Azar con tres repeticiones, en donde la parcela de cada clon se consideró como la unidad experimental (Figura 4).

3.5. Variables evaluadas.

3.5.1. Variables foliares.

De cada parcela, se escogieron dos árboles al azar, de cada árbol se seleccionó una rama y de ésta se tomaron tres hojas (la 15, 16 y 17; partiendo del ápice de la rama) y a cada una de éstas, se les midió (Figura 5):

- Longitud total (LTH).
- Longitud del pecíolo; de la base a la inserción de los folíolos laterales (LPEC1) y de aquí hasta la base del peciolulo del folíolo apical (LPEC2).
- Longitud y ancho del folíolo apical (LFA y AFA).
- Longitud y ancho del folíolo lateral derecho (LFD y AFD).
- Longitud del ápice a la parte más ancha, del folíolo apical y del folíolo lateral derecho (LPAFA y LPAFD).
- Longitud del peciolulo del folíolo apical y del folíolo lateral derecho (LPA y LPD).

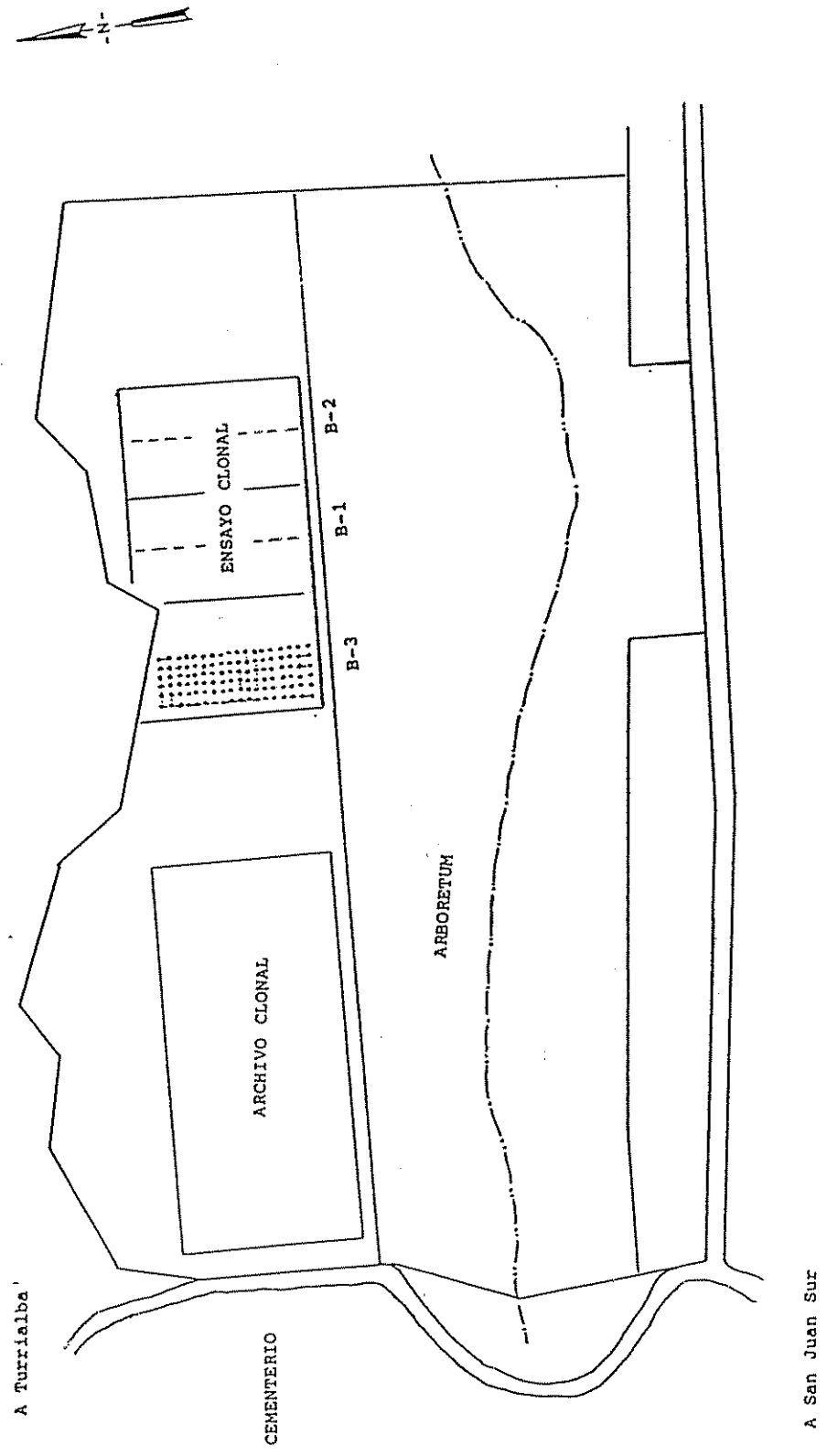
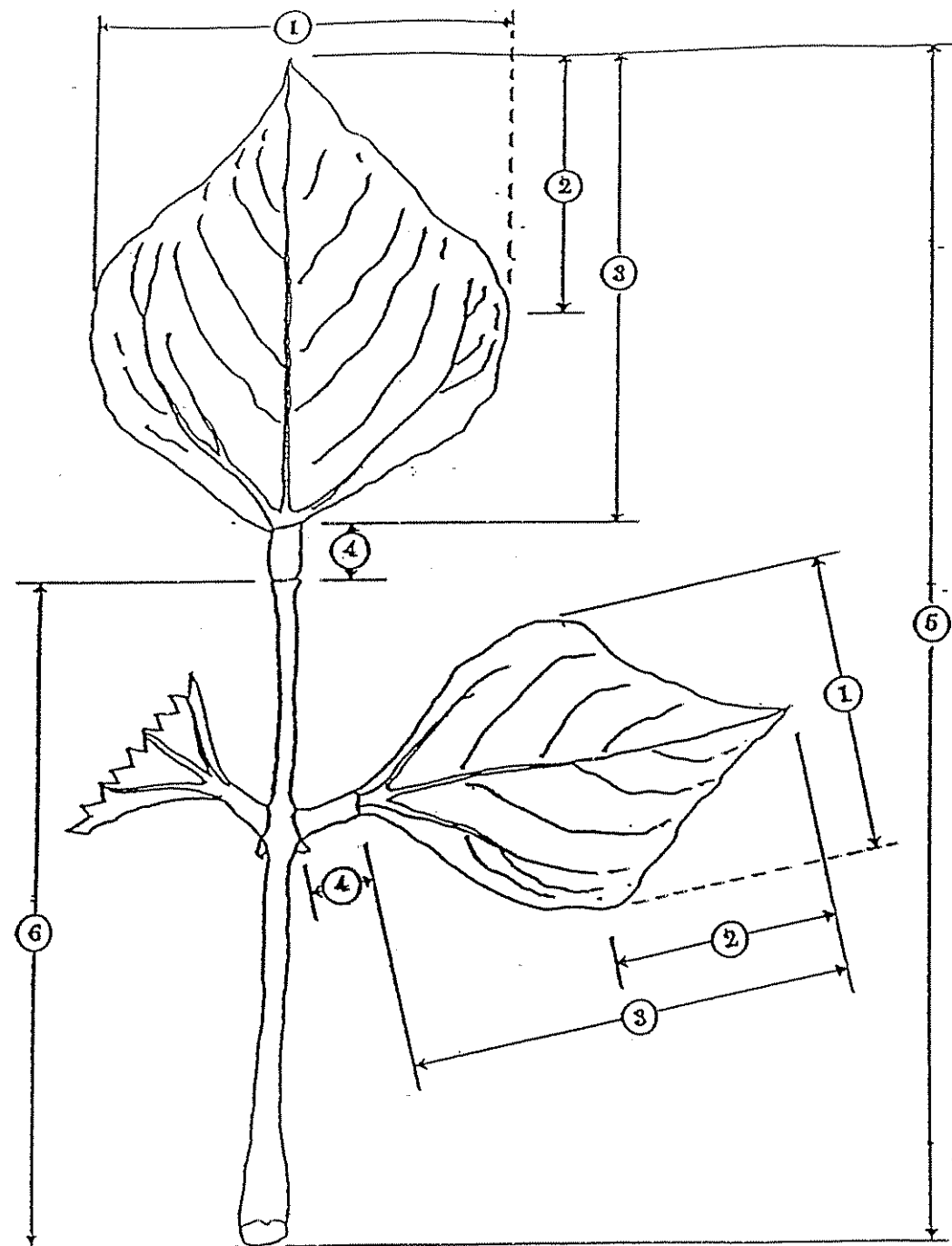


Fig. 4. Croquis del ensayo clonal de Erythrina spp en San Juan Sur. Fuente: Viquez, 1984.



- ① Ancho del folíolo apical y lateral derecho.
- ② Longitud del ápice a la parte más ancha del folíolo apical y lateral derecho.
- ③ Longitud del folíolo apical y lateral derecho.
- ④ Longitud de peciolulo del folíolo apical y lateral derecho.
- ⑤ Longitud total de la hoja.
- ⑥ Longitud del pecíolo.

Fig. 5. Medición de parámetros en la hoja.

3.5.2. Variables de crecimiento.

En cada árbol se midieron las siguientes variables:

- Altura total (ALTOT).
- Diámetro de copa (DCOPA).
- Número de rebrotes (BROTRES).
- Altura y diámetro del tocón (ALTOC y DTOC).
- Longitud y diámetro de la rama más larga (LRML y DRML).
- Peso seco de tallo tierno (PSTIE).
- Peso seco de tallo leñoso (PSLEÑ).
- Peso seco de hojas (PSHOJA).
- Contenido de humedad.

Las variables de crecimiento fueron medidas en dos ocasiones, la primera correspondió a la cosecha realizada a finales de Noviembre de 1989 y la segunda, a la cosecha efectuada a inicios de Junio de 1990. Seis meses antes de la primera cosecha (Mayo de 1989) se realizó una poda de homogenización a todo el ensayo.

De cada parcela se obtuvieron muestras de hojas, tallo tierno y tallo leñoso, las cuales se secaron en un horno de aire forzado a 70^o C hasta lograr peso constante y así obtener el porcentaje de materia seca (MS %); luego se molieron en un molino Willey, para la determinación de los contenidos de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, proteína cruda (PC %) y digestibilidad in vitro (DIVMS %); en el Cuadro 3 se pueden apreciar los métodos empleados en los análisis de laboratorio. La determinación de los nutrimentos (suelo y tejido vegetal) se realizó en el Laboratorio de suelos, y el contenido de proteína cruda y digestibilidad in vitro se efectuó en el Laboratorio de nutrición animal (ambos Laboratorios del CATIE).

3.5.3. Análisis estadístico.

i. Análisis de varianza (Comparación de promedios).

Tanto para el caso de las variables foliares, como de crecimiento y del análisis químico y nutricional, se realizó el análisis de varianza correspondiente a un diseño de Bloques Completos al Azar, cuyo modelo es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + C_k + E_{ik} + A(C)_{kl} + E_{ikl}$$

Donde:

- Y_{ijkl} : Valor de la variable medida en el árbol l del clon k en el bloque i.
- μ : Media poblacional.
- B_i : Efecto del bloque i-ésimo.
- C_k : Efecto del clon k-ésimo.
- E_{ik} : Error experimental.
- $A(C)_{kl}$: Efecto del árbol l-ésimo en el clon k-ésimo.
- E_{ikl} : Error de muestreo.

La altura del tocón, se consideró como covariable. También se aplicó un análisis de varianza múltiple, para determinar la variación incluyendo a todas las variables. La prueba Lambda de Wilk adopta valores entre 0 y 1, los valores entre más cercanos estén a 0 indican mayor variación.

ii. Relaciones entre variables.

Se analizó la estructura de las correlaciones entre las diferentes variables, para proponer un conjunto de variables adecuadas para estudios de Erythrina spp.

Cuadro 3. Métodos usados en el análisis de suelo y tejido vegetal.

SUELO			
Producto	Método	Lectura	Referencia
pH	H ₂ O	Potenciómetro	Díaz-Romeu y Hunter, 1978.
MO	K ₂ Cr ₂ O ₇ + H ₂ SO ₄ Sal de Mohr	Titulación	Saiz del Río y Bornemisza, 1962.
N	Semimicro Kjeldahl	Titulación	Díaz-Romeu, 1977.
P	Olsen modificado	Colorimetría	Díaz-Romeu y Hunter, 1978.
K Cu Zn Mn	Olsen modificado	Absorción atómica	Díaz-Romeu y Hunter, 1978.
Ca Mg	KCl 1.0 N	Absorción atómica	Díaz-Romeu y Hunter, 1978.
TEJIDO VEGETAL			
N	Micro Kjeldahl	Titulación	Muller, 1961.
P	Digestión nítrico perclórica	Colorimetría	Johnson y Ulrich, 1967.
K Ca Mg Cu Mn Zn	Digestión nítrico perclórica	Absorción atómica	Johnson y Ulrich, 1967.
Digest. in vitro	Tilley and Terry, 1963, modificado		Kass y Rodríguez, 1986.
Proteína	Micro Kjeldahl	Titulación	Bateman, 1970.

iii. Análisis discriminante.

Se utilizó el análisis discriminante para determinar el grado de agrupamiento y clasificación de las tres especies de Erythrina estudiadas, basandose en las variables de crecimiento y morfología foliar (20 en total). Con el procedimiento stepdisc se escogieron 13 variables como las de mayor contribución a la discriminación entre especies (se emplearon los promedios por parcela).

Todos los análisis estadísticos se efectuaron con el programa SAS (1987) en la red de microcomputadoras del Proyecto AFN.

4. RESULTADOS Y DISCUSION.

4.1. Análisis del suelo.

En el Cuadro 4, se muestran los contenidos de nutrimentos en el suelo del ensayo clonal de San Juan Sur, de acuerdo a los resultados, existe una severa deficiencia de fósforo y los niveles de acidez extraíble y cationes provocan una alta saturación ácida, lo que indica la existencia de condiciones de baja fertilidad. En ese sentido vale la pena destacar dos aspectos que hacen importante al presente estudio: el 55 % del suelo de América del Sur tropical (820 millones de hectáreas) son oxisoles y ultisoles muy ácidos lo que representa un serio problema al crecimiento de árboles (entre ellos los fijadores de nitrógeno); de tal manera que estos suelos pueden considerarse como base para la selección de árboles que mejor resistan estas condiciones (Hutton, 1984); el otro aspecto es que Sánchez (1987) menciona que probablemente sea incorrecta la hipótesis de que los sistemas agroforestales mejoren físicamente y promuevan el ciclo de nutrimentos en los suelos, puesto que dichos sistemas (los más exitosos) se encuentran en suelos de moderada a alta fertilidad y que no necesitan mejora. Sin embargo en este ensayo con condiciones de suelo muy limitantes, las plantas sobrevivieron bien y en algunos casos presentaron muy buena producción y calidad de biomasa, lo que indica que estas especies funcionan en suelos marginales y de poca fertilidad.

4.2. Variables morfológicas de la hoja.

4.2.1. E. berteriana.

En el Apéndice 2 se aprecia que las variables morfológicas foliares mostraron diferencias altamente significativas entre clones de E. berteriana a excepción de la longitud total de la hoja que no tuvo diferencia significativa, estas diferencias implican la existencia de una variación clonal muy marcada desde el punto de vista morfología

foliar. La alta variación mostrada entre los individuos dentro de los bloques (ARB(CLON)), seguramente se debe a la heterogeneidad del suelo. El análisis de varianza múltiple demostró que hay diferencias entre clones al considerar todas las variables de las hojas (Lambda de Wilk = 0.0000003, Pr > F = 0.0001). El análisis de correlación denotó que las variables longitud total de la hoja, longitud del folíolo apical y lateral derecho tienen altas correlaciones con las demás variables morfológicas, ver Apéndice 3.

Cuadro 4. Análisis de suelo del ensayo clonal de Erythrina spp en San Juan Sur.

Bloq	Prof. cm	pH	MO %	N %	P mg/l	K -----cmol/l-----	Ca	Mg	Ac ext	Sat ac %	Cu	Zn -----mg/l-----	Mn
I	0-25	4.3	10.5	.44	2.5	.27	1.27	.62	2.0	48	13.0	1.5	18.7
	25-55	4.4	7.7	.21	1.7	.12	.51	.21	1.4	62	9.5	0.6	8.7
II	0-25	4.1	7.5	.37	2.5	.21	.35	.25	3.7	82	14.0	1.2	18.7
	25-55	4.3	5.9	.25	1.7	.12	.36	.14	1.4	69	12.6	0.8	13.7
III	0-25	4.4	11.2	.39	2.5	.20	1.09	.48	2.1	54	8.3	2.2	15.3
	25-55	4.5	9.3	.39	1.7	.11	.44	.14	1.2	64	8.3	0.6	8.7

En el Apéndice 4 se presentan los factores que permitirían estimar la longitud y ancho del folíolo derecho y longitud del folíolo apical de E. berteriana. Cabe señalar que la longitud del folíolo apical presentó asociación con dos de las variables, exceptuando el ancho del folíolo derecho, razón por lo que no se usó como variable independiente.

También la longitud total de la hoja presentó correlación con casi todas las variables, pero desde el punto de vista práctico, su medición es más difícil. El grado de expresión (R^2) de las variables dependientes a partir de las independientes son altos, sin embargo las correlaciones son relativamente bajas.

En el Apéndice 5 se muestran los promedios de los clones con la prueba de Duncan para las variables más importantes; el clon con mayor frecuencia en las tres primeras posiciones (mayores valores de las variables morfológicas) fue el 2674 seguido del 2449 y 2670, ver Figura 6. Por el contrario los clones más frecuentes en las últimas posiciones fueron: 2695, 2696 y 2659. Los clones de E. berteriana con los promedios para las diferentes variables se observan en el Cuadro 5.

4.2.2. E. fusca.

En el caso de los clones de E. fusca, también se encontraron diferencias muy significativas para todas las variables morfológicas de la hoja, situación que revela la presencia de alta variación entre los clones de esta especie al considerar la morfología de sus hojas, la variación mostrada entre los individuos dentro de cada repetición debe atribuirse al efecto del suelo; el análisis de varianza múltiple confirmó estas diferencias entre los clones ($\text{Lambda de Wilk} = 0.00000001$, $\text{Pr} > F = 0.0001$). Respecto a la correlación de las variables se observó una situación similar a la de E. berteriana (Apéndice 6).

En E. fusca se observó que por su mayor correlación con las otras variables, la variable más adecuada para emplearse como independiente, fue la longitud del folíolo apical; en base a ésta variable es posible la estimación del ancho del folíolo apical y, la longitud y ancho del folíolo derecho (Apéndice 4). Además de la longitud total de la hoja, la longitud del pecíolo 1 y 2 también presentaron correlación con las otras variables pero la dificultad de su medición, hizo que se obviarán.

Cuadro 5. Promedios de las variables foliares en clones de E. berteriana.

Clon	LTH	LPEC1	LPEC2	LPA	LPD	LFA	AFA	LPAFA	LFD	AFD	LPAFD
	------(cm)-----										
2674	36.95	12.04	4.28	1.00	1.04	19.69	16.52	11.78	17.92	12.26	12.27
2449	34.57	13.67	4.88	1.24	1.43	14.86	18.03	9.61	14.24	14.39	10.03
2670	36.27	12.10	4.28	1.01	1.06	19.02	16.42	11.59	17.45	12.23	12.10
2668	38.71	15.31	3.67	1.42	1.32	18.39	15.84	10.92	16.10	12.32	11.21
2652	37.39	17.87	3.52	1.14	1.06	14.88	15.09	8.66	13.80	13.09	9.69
2439	35.63	12.47	4.21	0.99	1.00	18.03	15.36	10.99	15.95	11.29	11.66
2667	35.51	11.56	4.05	0.98	1.03	18.92	16.47	11.46	17.11	12.24	11.91
2689	34.26	14.57	4.23	0.85	0.84	14.78	16.14	9.32	13.29	13.46	8.99
2703	34.05	13.93	4.42	0.87	0.79	14.92	16.08	9.49	13.73	13.37	9.27
2446	33.42	11.44	3.78	0.95	1.01	17.12	14.37	10.46	16.05	11.02	10.94
2677	33.28	12.54	4.72	1.04	1.06	15.06	18.74	9.17	14.52	15.49	10.32
2691	32.90	13.64	4.01	0.86	0.82	14.53	15.86	9.24	13.39	12.89	8.68
2653	32.11	13.51	3.30	0.89	0.89	14.42	11.50	9.26	13.44	8.88	9.32
2659	30.46	12.14	3.92	0.75	0.75	13.74	14.80	8.92	12.18	11.57	8.28
2696	30.11	11.90	3.79	0.76	0.75	13.66	15.14	8.50	12.28	11.92	8.12
2695	29.48	11.61	4.43	0.73	0.76	12.96	14.92	8.76	12.26	12.03	8.62

Las variables dependientes presentan altos valores de expresión (R^2) y las correlaciones entre ellas son relativamente altas (Apéndice 4).

En la Figura 6 y Apéndice 7 (prueba de Duncan para los promedios en las variables foliares de los clones) se aprecia que el clon 2697 destaca notablemente al presentarse con mucha frecuencia en las tres primeras posiciones, también son

frecuentes los clones 2440 y 2438. Mientras tanto los clones con valores más bajos fueron: el 2675, 2441 y 2432. En el Cuadro 6 se presentan los clones de E. fusca con los valores promedios de las variables.

Cuadro 6. Promedios de las variables foliares en clones de E. fusca.

Clones	LTH	LPEC1	LPEC2	LPA	LPD	LFA	AFA	LPAFA	LFD	AFD	LPAFD
	------(cm)-----										
2697	40.96	16.62	5.22	1.38	1.42	18.03	13.58	11.60	15.67	10.87	9.15
2438	38.03	14.59	4.84	1.28	1.37	17.32	12.63	10.94	14.40	10.00	8.92
2440	37.75	13.87	4.78	1.43	1.53	17.78	14.09	10.85	15.08	10.71	9.62
2699	37.19	14.68	4.63	1.27	1.34	16.68	12.02	10.86	14.96	10.08	8.75
2701	36.70	13.99	4.23	1.29	1.35	17.28	12.59	10.52	15.05	10.09	9.09
2706	35.92	13.83	4.07	1.27	1.29	17.22	12.64	10.54	14.76	9.82	9.37
2678	35.77	14.68	3.98	1.28	1.30	15.77	12.03	9.42	13.96	9.28	9.01
2432	32.67	11.68	4.07	0.92	0.92	16.11	13.97	9.48	13.88	10.84	8.32
2441	29.90	10.53	3.43	1.20	1.25	14.77	10.35	8.80	12.38	7.68	7.45
2675	26.66	10.07	3.07	1.16	1.10	12.41	10.13	7.46	11.08	7.99	6.25

4.2.3. E. poeppigiana.

Los clones de E. poeppigiana presentaron una situación distinta ya que las diferencias significativas fueron solamente para cuatro de las once variables consideradas según se aprecia en el Apéndice 2, en base a esta circunstancia se debe mencionar que la tendencia general en esta especie es la de no tener variación entre clones cuando se trata de las hojas, puesto que de las cuatro variables con diferencias, tres de ellas están relacionadas con la longitud total de la hoja y pueden estar

influenciadas por la posición de las hojas en las ramas y, la sombra de la copa, que en esta especie es mayor por su denso follaje. Sin embargo el análisis de varianza múltiple sí atribuye una diferencia altamente significativa entre clones (Lambda de Wilk = 0.0000001; $Pr > F = 0.0001$). Similar a las otras dos especies la variación presentada en los individuos de cada clon entre bloques estaría determinada por el suelo. El Apéndice 8 muestra los coeficientes de correlación, que también son semejantes a las dos especies anteriores.

Al igual que en E. fusca, en este caso la variable que se consideró como independiente fue la longitud del folíolo apical para fines de estimar el ancho del folíolo apical y longitud y ancho del folíolo derecho, (Apéndice 4). La longitud total de la hoja mostró correlación con las demás variables, pero por razones ya expuestas no fue considerada para el cálculo de los factores de regresión.

La separación de promedios con la prueba de Duncan se presenta en el Apéndice 9, donde el clon 2660, mostró el mayor número de apariciones con los valores superiores, los clones 2662, y 2708 también fueron importantes. Por el contrario, los clones que presentaron los valores más bajos fueron: 2700, 2433 y 2693, ver Figura 6, los clones de E. poeppigiana con los promedios de las variables foliares se muestran en el Cuadro 7.

La importancia de la selección de las variables tanto del folíolo apical como del derecho y del cálculo de los factores de regresión, estriba en que además de estar correlacionadas son fáciles de medir y así se estimarían otras variables útiles para calcular el área y peso seco de hojas, dimensiones que a su vez pueden estimarse basándose en los factores que para tal fin calculó Chacón (1990); ya que evaluó en el mismo ensayo clonal el crecimiento foliar en función de algunas variables que incluyeron la longitud y ancho de los folíolos apicales y derechos.

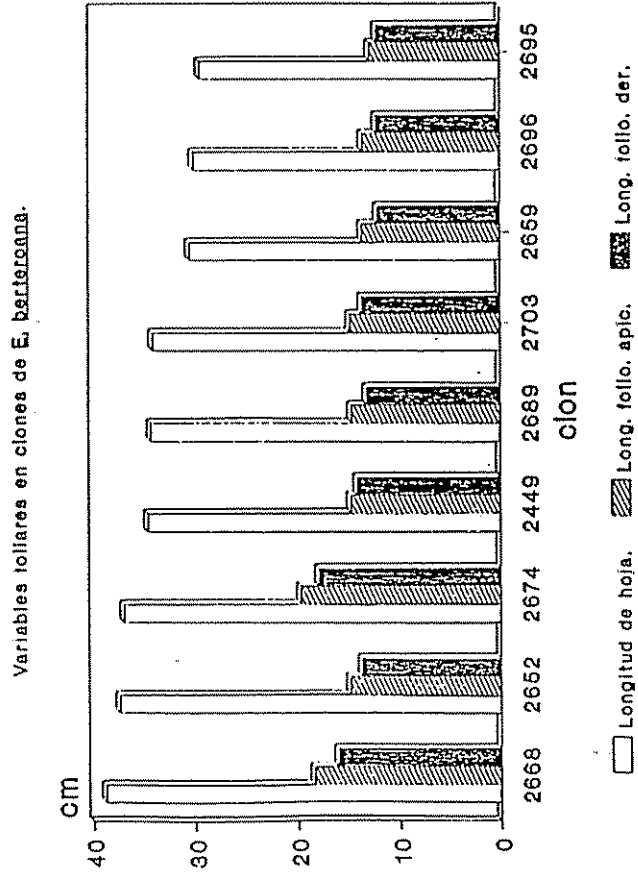
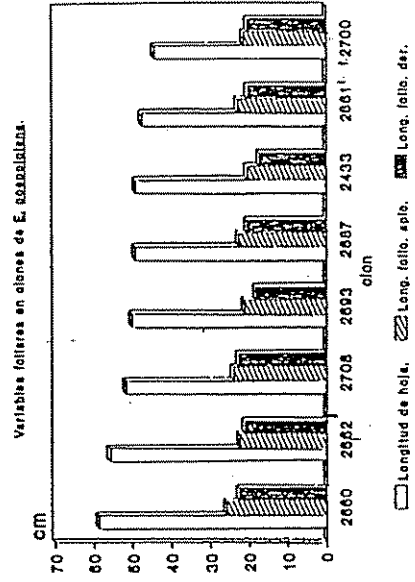
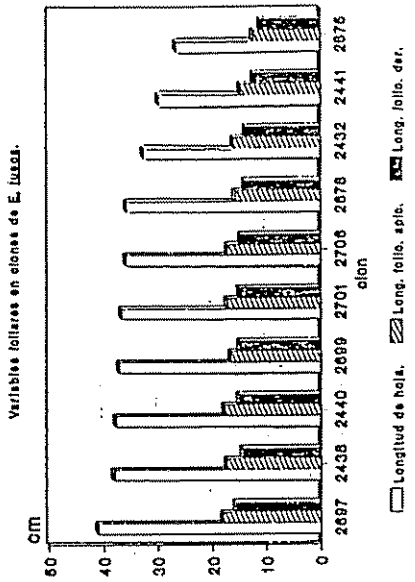


Fig. 6. Variables foliares en clones de las tres especies.

En general, las dimensiones de las variables morfológicas fueron mayores en los clones de E. poeppigiana y a su vez E. berteriana supera en la mayor parte de las variables a E. fusca, similar resultado encontró Chacón (1990).

Cuadro 7. Promedios de las variables foliares en clones de E. poeppigiana.

Clones	LTH	LPEC1	LPEC2	LPA	LPD	LFA	AFA	LPAFA	LFD	AFD	LPAFD
2660	58.64	23.82	7.53	1.53	1.51	25.86	26.26	18.17	22.53	19.34	16.03
2662	55.83	25.59	6.91	1.59	1.58	22.34	24.17	13.55	21.06	18.51	15.11
2708	51.63	21.04	5.59	1.63	1.63	23.93	22.78	15.54	22.73	16.34	14.83
2661	47.41	17.77	4.86	1.81	1.67	22.80	22.76	14.97	20.19	15.80	14.58
2687	49.17	20.28	6.44	1.59	1.58	22.57	20.49	14.07	20.44	15.96	13.78
2433	49.05	20.41	6.50	1.81	1.74	20.36	19.73	13.19	17.17	14.21	12.16
2693	49.98	21.44	6.49	1.73	1.60	21.04	20.73	13.61	18.17	15.40	12.69
2700	44.14	17.24	4.91	1.32	1.26	21.28	23.01	14.13	20.28	17.52	14.61

4.3. Variables de crecimiento.

Las variables de crecimiento como se mencionó en la metodología, se consideraron para dos cosechas y se analizaron de manera separada. En ambos análisis la altura de tocón se consideró como covariable para obtener con mayor eficacia las diferencias y producir estimaciones confiables.

4.3.1. E. berteriana.

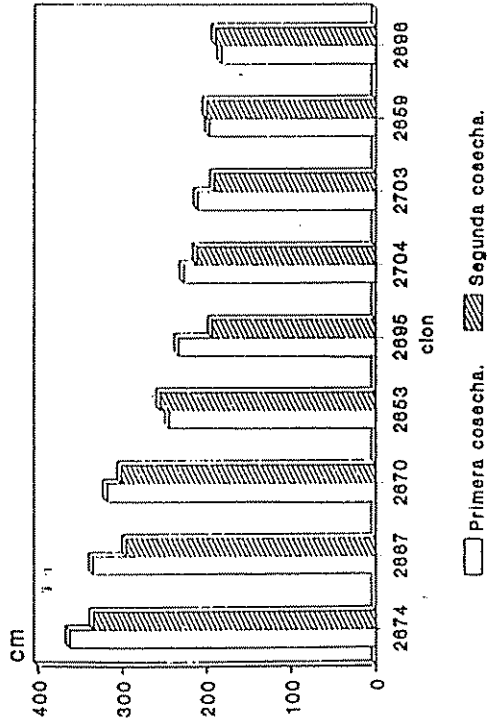
El análisis de varianza efectuado reveló diferencias altamente significativas entre clones, para las variables de crecimiento en la primera y segunda cosecha

(Apéndice 10). De otra manera el análisis de varianza múltiple confirmó la existencia de diferencias significativas entre clones al considerar una combinación lineal del conjunto de variables (Lambda de Wilk = 0.000236, $Pr > F = 0.0001$; Lambda de Wilk = 0.000056, $Pr > F = 0.0001$ para la primera y segunda cosecha, respectivamente). Dada la diferencia en las variables de crecimiento para las dos cosechas, se evidenció la existencia de variación clonal en E. berteriana. La alta significancia de los individuos entre los bloques revela la existencia de una variación que debe ser efecto del suelo.

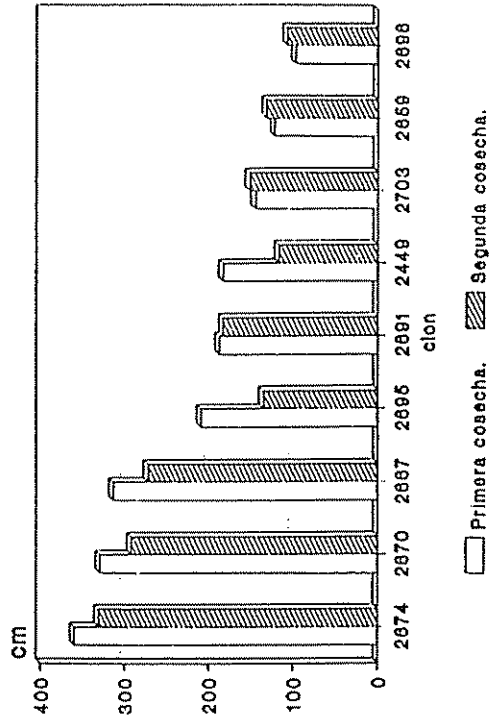
En el Cuadro 8 se aprecian los clones de E. berteriana que presentaron los mayores y menores valores en las diferentes variables de crecimiento, tanto en la primera como en la segunda cosecha. La prueba de Duncan a los valores promedios de los clones se encuentran en los Apéndices 11 (primera cosecha) y 12 (segunda cosecha), también se pueden ver en la Figura 7. Los clones con sus respectivos valores promedios para las variables de crecimiento en las dos cosechas se presentan en los Cuadros 9 y 10. En los Apéndices 13 y 14 se muestran los coeficientes de correlación entre las variables de crecimiento, para la primera y segunda cosecha respectivamente, en donde los componentes de biomasa⁽⁴⁾ están correlacionadas entre sí y sobresalen las variables altura total y diámetro de copa, como las más correlacionadas con las demás variables. En base a la correlación y a su relativa facilidad de medición se escogió al diámetro de copa como la variable independiente y componentes de biomasa, como variables dependientes, para calcular factores de regresión que permitan la estimación de los componentes de biomasa. El cálculo de los factores de regresión se hicieron por separado para las dos cosechas, ya que se refieren a dos épocas distintas, sin embargo no se observa mucha diferencia entre los factores de ambas cosechas (Apéndices 15 y 16).

⁽⁴⁾ Es la adición de hoja, tallo tierno y tallo leñoso.

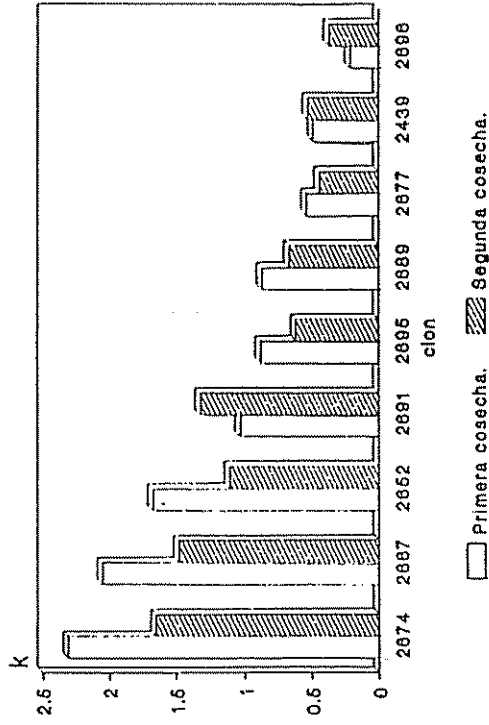
Altura total del árbol.



Diámetro de copa.



Peso seco de hoja.



Peso seco de tallo tierno.

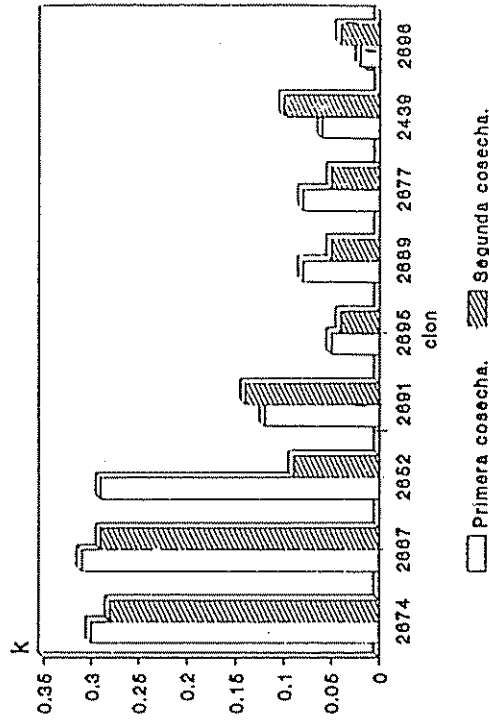


Fig. 7. Variables de crecimiento en clones de *E. berteriana*.

Cuadro 8. Clones de Erythrina, que presentaron los valores mayores y menores en las variables de crecimiento, para las dos cosechas.

Especies	Valores mayores		Valores menores	
	Primera cosecha	Segunda cosecha	Primera cosecha	Segunda cosecha
<u>E. berteroana</u>	2674	2674	2696	2449
	2667	2670	2439	2679
	2670	2667	2659	2696
<u>E. fusca</u>	2701	2706	2697	2697
	2706	2701	2699	2438
	2678	2678	2440	2699
<u>E. poeppigiana</u>	2660	2660	2693	2435
	2687	2687	2433	2693
	2700	2708	2662	2433

En la primera cosecha el clon con mayor producción de biomasa comestible⁽⁵⁾ (2.61 kg MS por árbol) fue el 2674 y se asemeja a las producciones que obtuvieron Sánchez et al (1986b) en una cerca viva de la misma especie con cinco años de edad, incluso llega a superar las producciones de otras cercas vivas evaluadas por los mismos autores (Cuadro 1); en la mayor producción de tallo leñoso sobresale el mismo clon: 2674.

⁽⁵⁾ Incluye hoja y tallo tierno.

Cuadro 9. Promedios por árbol de las variables de crecimiento en clones de E. berteriana, en la primera cosecha.

Clones	ALTOT (cm)	BROTOS	DTOC (cm)	LRML (cm)	DRML (cm)	DCOPA (cm)	PSHOJA (k)	PSTIE (k)	PSLEN (k)
2674	362.56	17.11	10.93	320.94	4.05	359.47	2.31	0.30	4.35
2667	335.22	17.61	9.37	290.83	3.89	313.47	2.05	0.31	3.80
2670	318.06	14.28	7.58	287.78	3.81	329.03	1.67	0.23	2.90
2446	291.11	13.83	8.56	266.06	3.23	282.42	1.63	0.19	2.67
2652	277.67	12.17	9.58	209.83	4.06	236.39	1.67	0.29	1.45
2691	253.27	12.82	7.42	210.18	3.30	187.27	1.03	0.12	0.89
2703	210.72	10.44	6.48	197.06	3.24	144.39	0.85	0.08	0.79
2653	244.33	17.94	8.20	246.17	3.01	310.00	1.52	0.32	1.76
2695	232.83	11.00	6.68	189.17	2.96	209.06	0.88	0.05	0.92
2704	226.72	12.06	6.56	186.89	3.31	148.61	0.84	0.09	0.66
2677	222.44	7.28	6.72	161.72	3.23	148.92	0.54	0.08	0.75
2668	213.72	11.33	9.53	178.17	3.37	240.94	1.03	0.18	1.08
2689	213.50	13.75	8.66	160.31	3.33	156.72	0.87	0.08	0.83
2449	220.14	11.50	6.60	206.07	3.27	194.82	0.82	0.10	1.01
2439	246.94	3.61	5.03	213.28	3.04	169.14	0.49	0.06	0.42
2696	201.20	8.30	5.66	115.00	2.70	105.30	0.26	0.03	0.21
2659	229.82	11.73	6.59	168.36	2.95	135.45	0.73	0.08	0.62

Para la segunda cosecha, el clon que tuvo mayor producción de biomasa comestible fue el 2653 con 1.94 kg MS por árbol, un 25.67 % menos que el clon 2674, en la primera cosecha; esta diferencia puede deberse a que la primera cosecha se realizó en Noviembre de 1989, después del período más lluvioso y la segunda cosecha en Junio de

1990 después del periodo más seco (ver Figura 3). Cabe mencionar que en la segunda cosecha el clon 2674 tuvo la segunda mayor producción de biomasa comestible con 1.93 kg MS por árbol.

Cuadro 10. Promedios por árbol de las variables de crecimiento en clones de E. berteriana, en la segunda cosecha.

Clon	ALTOT (cm)	BROTES	DTOC (cm)	LRML (cm)	DRML (cm)	DCOPA (cm)	PSHOJ (k)	PSTIE (k)	PSLEN (k)
2674	334.33	19.00	10.72	320.87	4.05	330.67	1.65	0.28	3.93
2670	301.28	13.89	8.23	284.72	3.84	291.75	1.31	0.21	2.34
2667	295.28	17.00	9.82	269.33	3.84	272.08	1.48	0.29	2.31
2446	300.50	14.67	9.12	295.61	3.94	265.97	1.30	0.19	2.45
2653	254.72	19.11	8.64	246.33	3.25	289.03	1.80	0.14	1.56
2439	244.83	9.25	6.18	228.25	3.43	206.87	0.53	0.10	0.86
2691	242.71	13.94	7.76	235.35	3.78	182.65	1.32	0.14	1.31
2668	235.61	12.83	8.66	212.94	3.64	274.75	1.61	0.15	1.28
2652	229.72	11.50	9.90	188.28	3.66	181.25	1.11	0.09	0.87
2704	211.50	13.28	7.29	180.83	3.43	143.53	0.87	0.10	0.72
2689	210.81	12.63	8.90	169.31	3.48	144.69	0.67	0.05	0.82
2677	200.50	6.00	6.48	143.72	3.08	109.44	0.44	0.05	0.26
2659	199.89	10.83	6.95	152.78	3.10	131.25	0.76	0.09	0.57
2703	190.83	10.50	6.72	170.83	2.94	151.11	0.87	0.06	0.61
2695	193.33	8.33	6.98	167.17	3.00	134.72	0.62	0.04	0.40
2679	194.09	4.36	5.12	185.00	2.82	119.77	0.35	0.04	0.27
2696	189.50	8.63	5.41	140.00	2.86	106.75	0.37	0.04	0.37
2449	167.45	11.73	7.26	144.55	2.37	116.14	0.44	0.06	0.27

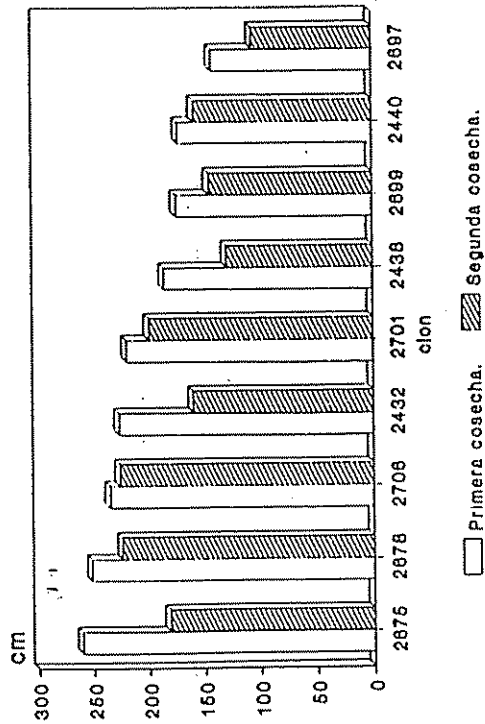
Los clones 2674 y 2670 se colectaron en sitios con altitudes inferiores a los 100 msnm, pero con mucha precipitación, el clon 2667 es proveniente de La Suiza. Estos clones eventualmente deberían ser evaluados en los sistemas tradicionales en que ha sido usada esta especie, como las cercas vivas y producción de estacones por su altura, rectitud y considerable número de brotes; sin embargo también podrían ser probados en otros sistemas agroforestales como el cultivo en callejones de ñame, maíz y frijol, además no deben descartarse ensayos silvopastoriles.

4.3.2. E. fusca.

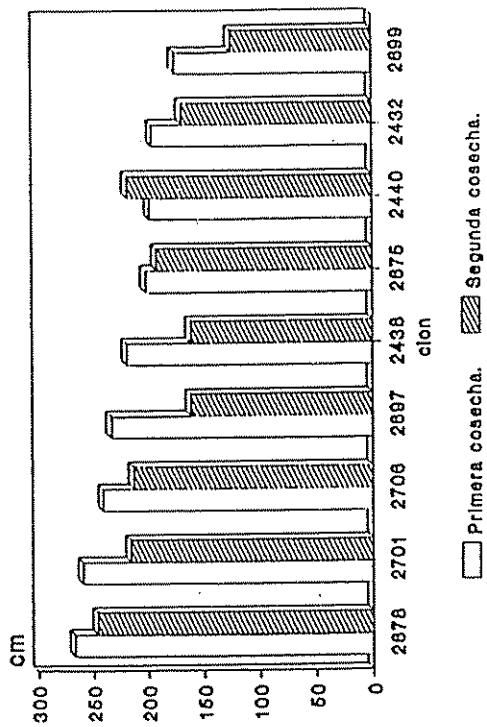
De acuerdo al análisis de varianza que se realizó para los clones de E. fusca, en la primera cosecha se encontraron diferencias significativas para las variables altura total, longitud de rama más larga, diámetro de copa y peso seco de tallo tierno, estos resultados obstaculizan la atribución de variación clonal en relación a las variables de crecimiento (Apéndice 17), sin embargo el análisis múltiple sí mostró significancia en la diferencia entre clones ($\text{Lambda de Wilk} = 0.000008$, $\text{Pr} > \text{F} = 0.0018$). Mientras tanto el análisis de varianza para la segunda cosecha presentó diferencias significativas para todas las variables de crecimiento, lo que hace pensar que la situación de la primera cosecha no fue normal, puesto que el análisis múltiple también indicó niveles de significancia ($\text{Lambda de Wilk} = 0.000085$, $\text{Pr} > \text{F} = 0.0139$) (Apéndice 17). Sin embargo estas diferencias significativas también podrían deberse al efecto de la época seca que pudo haber incidido en el crecimiento irregular de los parámetros medidos.

Los clones con los mayores y menores valores para las variables de crecimiento en la primera y segunda cosecha se pueden observar en el Cuadro 8; mientras que la prueba de Duncan separando los valores promedios se presentan en los Apéndices 18 y 19 para la primera y segunda cosecha, respectivamente; en la Figura 8 se aprecian mejor los promedios de los clones.

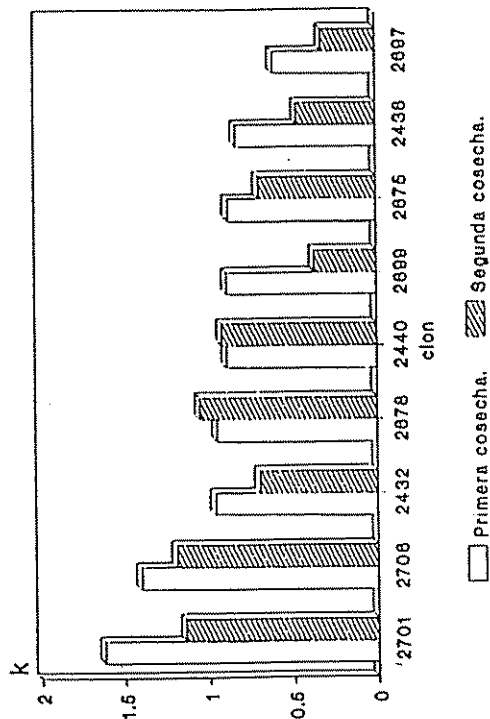
Altura total del árbol.



Diámetro de copa.



Peso seco de hoja.



Peso seco tallo tierno.

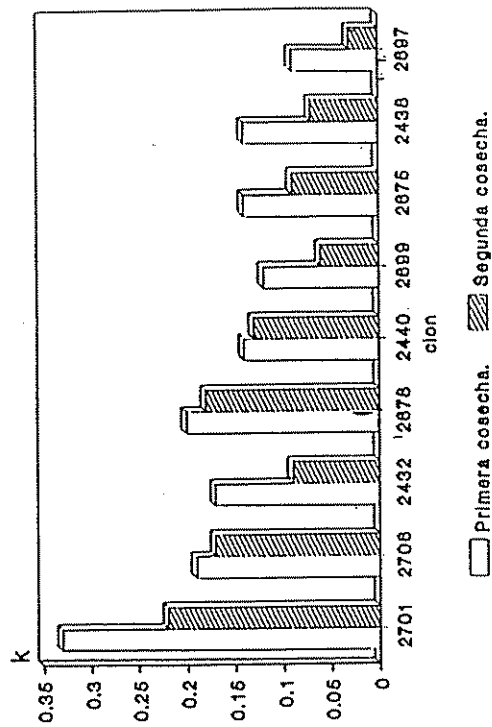


Fig. 8. Variables de crecimiento en clones de *E. fusca*.

En los Cuadros 11 (primera cosecha) y 12 (segunda cosecha) se muestran los promedios de las variables de crecimiento para los clones de E. fusca. Los coeficientes de correlación en la primera cosecha (Apéndice 20) son muy bajos, lo que revela una situación atípica (también ocurrió algo similar en el análisis de varianza), puesto que para la segunda cosecha (Apéndice 21) se mostraron las correlaciones con una tendencia similar a las otras dos especies, es decir las variables altura total y diámetro de copa destacaron como las de mayor correlación con las demás y los componentes de biomasa están correlacionados entre sí. En el caso de la primera y segunda cosecha, se calcularon factores de regresión (Apéndices 15 y 16) para los componentes de biomasa a-partir del diámetro de copa, variable de sencilla medición y que evitaría la destrucción de la planta.

Cuadro 11. Promedios por árbol de las variables de crecimiento en clones de E. fusca, en la primera cosecha.

Clon	ALTOT (cm)	BROTOS	DTOC (cm)	LRML (cm)	DRML (cm)	DCOPA (cm)	PSHOJ (k)	PSTIE (k)	PSLEN (k)
2701	219.29	12.94	9.84	199.35	2.94	259.12	1.62	0.33	0.70
2706	234.65	10.65	9.47	187.29	3.14	240.79	1.40	0.19	0.79
2678	251.29	8.06	5.81	217.41	3.12	266.62	0.89	0.17	0.54
2675	260.39	7.39	5.86	199.67	3.04	201.72	0.88	0.14	0.64
2432	226.44	6.31	6.78	181.94	3.19	195.69	1.02	0.17	0.42
2438	198.70	7.00	5.84	164.50	2.82	227.25	0.83	0.14	0.29
2440	172.17	9.33	5.42	161.00	2.72	222.50	1.01	0.09	0.43
2699	182.25	6.00	6.18	147.62	2.60	184.37	0.89	0.12	0.27
2697	147.00	4.47	4.91	173.60	2.47	247.47	0.61	0.09	0.28

No se encontró información acerca de la producción de biomasa en E. fusca; pero en este estudio el clon que más biomasa comestible produjo fue el 2701 con 1.95 y 1.36 kg MS por árbol en la primera y segunda cosecha respectivamente. En la segunda cosecha produjo un 30.26 % menos que en la primera cosecha, debido quizás a la menor precipitación.

Cuadro 12. Promedios por árbol de las variables de crecimiento en clones de E. fusca, en la segunda cosecha.

Clon	ALTOT (cm)	BROTOS	DTOC (cm)	LRML (cm)	DRML (cm)	DCOPA (cm)	PSHOJ (k)	PSTIE (k)	PSLEN (k)
2706	225.88	13.35	9.58	182.12	2.83	212.94	1.19	0.17	0.60
2678	223.89	10.44	6.66	213.22	3.22	246.11	1.05	0.18	0.71
2701	198.89	12.33	9.02	198.89	3.13	215.83	1.14	0.22	0.60
2675	180.88	14.12	6.72	162.18	2.47	191.91	0.70	0.09	0.42
2432	159.17	13.17	6.80	155.17	2.33	169.17	0.70	0.09	0.24
2440	157.82	16.00	6.53	156.18	2.48	218.59	0.92	0.13	0.36
2699	144.42	10.75	5.73	87.83	1.84	124.79	0.37	0.06	0.11
2438	128.83	9.67	5.42	108.83	1.78	161.25	0.47	0.07	0.11
2697	105.40	7.13	5.01	119.87	1.90	161.17	0.32	0.03	0.12

El porte de los clones de E. fusca fue bajo en comparación a las otras dos especies; los clones 2701, 2706 y 2678 se colectaron en sitios con altitudes que van de los 800 a 1,100 msnm, las precipitaciones son menores de 260 mm (promedio mensual), el drenaje del suelo va de mal a regular; dichos clones podrían seleccionarse para ensayarlos en cultivos de sombra para aprovechar la alta persistencia de sus hojas en caer (Chacón,

1990). Otra utilidad que se les podría dar es en terrenos con problemas de drenaje, por su resistencia a estas condiciones⁽⁶⁾.

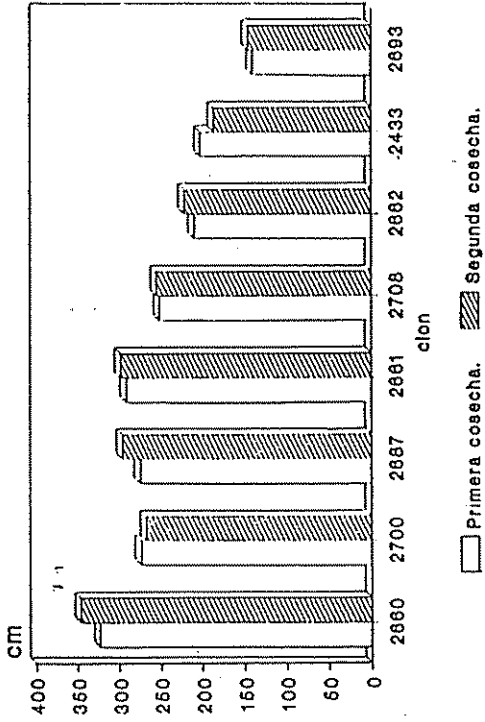
4.3.3. E. poeppigiana.

Los resultados del análisis de varianza en la primera cosecha presentaron significancia entre clones para las variables de crecimiento; mientras que en la segunda cosecha las diferencias fueron altamente significativas, como se podrá notar en el Apéndice 22. Una tendencia similar se pudo apreciar en los resultados del análisis de varianza múltiple para las dos cosechas (Lambda de Wilk = 0.000172, $Pr > F = 0.0154$; Lambda de Wilk = 0.000051, $Pr > F = 0.0001$). Similar a las otras dos especies, la variación de los individuos de los clones entre bloques está influenciada por la adversidad que representó el suelo.

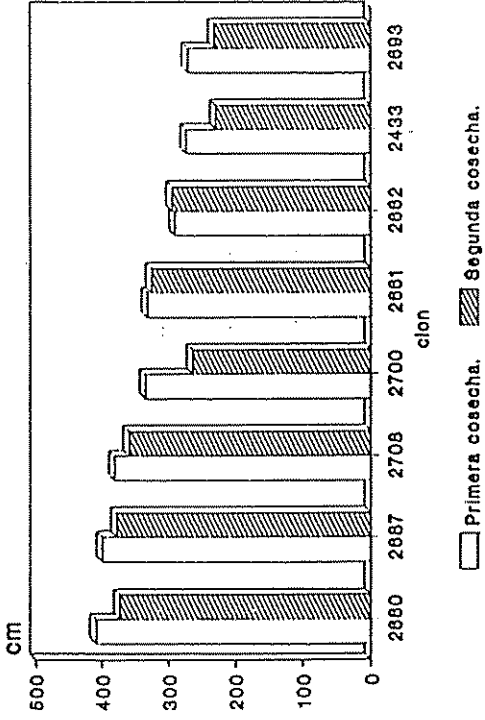
En la primera y segunda cosecha los clones más destacados por sus mayores y menores valores en las variables de crecimiento se presentan en el Cuadro 8. Los valores promedios de los clones de E. poeppigiana de este estudio, para la primera y segunda cosecha con su respectiva prueba de Duncan se muestran en los Apéndices 23 y 24 así como en la Figura 9. Los clones con los valores promedios para todas las variables de crecimiento en la primera y segunda cosecha se pueden observar en los Cuadros 13 y 14, respectivamente. Las correlaciones entre las variables de crecimiento de la primera cosecha (Apéndice 25) son mayores entre los componentes de biomasa; la altura total presenta correlación con la mayoría de variables, similar situación se presenta con el diámetro de tocón, a diferencia de las dos especies anteriores, en las cuales destacó más el diámetro de copa. En la segunda cosecha se observó una tendencia semejante, sólo que los coeficientes de correlación son mayores (Apéndice 26).

⁽⁶⁾ Comunicación personal con E. Viquez, Proyecto AFN CATIE.

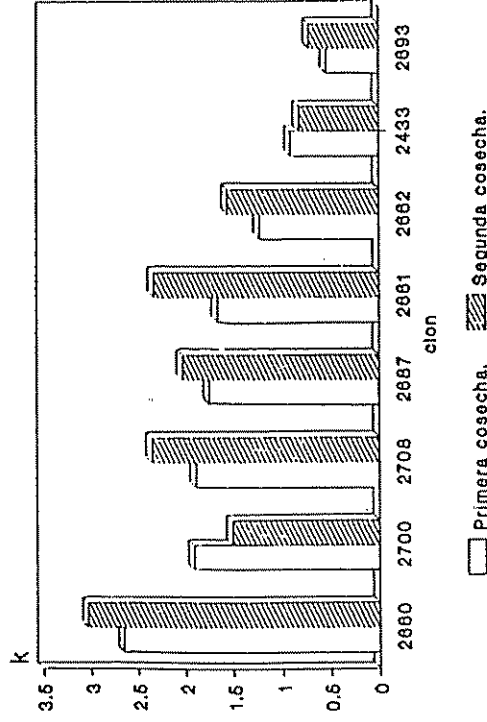
Altura total del árbol.



Diámetro de copa.



Peso seco de hoja.



Peso seco tallo tierno.

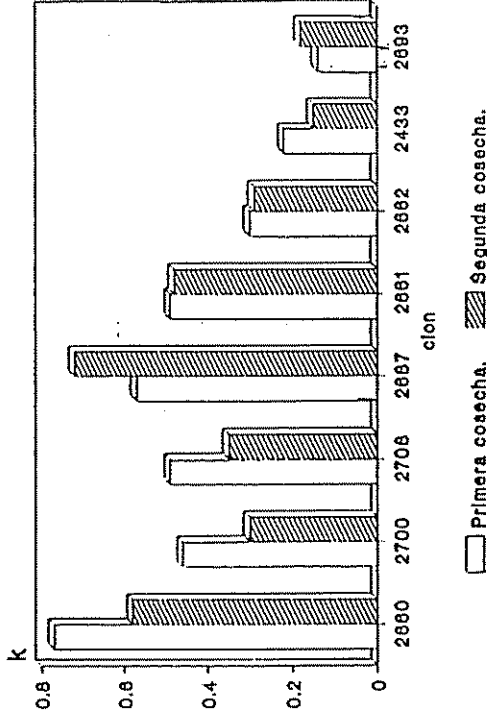


Fig. 9. Variables de crecimiento en clones de *E. poeppigiana*

La decisión de seleccionar las variables para calcularles factores de regresión (Apéndices 15 y 16), estuvo influenciada por sus correlaciones entre ellas; de esta manera la altura total y componentes de biomasa podrían ser estimados con la medición del diámetro del tocón.

Cuadro 13. Promedios por árbol de las variables de crecimiento en clones de E. poeppigiana, en la primera cosecha.

Clon	ALTOT (cm)	BROTOS	DTOC (cm)	LRML (cm)	DRML (cm)	DCOPA (cm)	PSHOJ (k)	PSTIE (k)	PSLEN (k)
2660	322.89	10.33	9.06	282.61	4.33	408.75	2.65	0.77	2.21
2700	274.00	9.33	7.11	242.44	3.78	335.11	1.91	0.46	0.94
2687	274.83	14.28	7.89	258.28	4.09	399.44	1.75	0.57	1.49
2661	299.65	7.18	7.62	245.35	4.38	344.41	1.75	0.51	1.16
2708	251.06	7.28	7.54	239.72	3.98	381.39	1.89	0.48	1.19
2662	209.35	4.65	5.91	215.12	3.62	290.32	1.23	0.30	0.58
2433	202.33	6.42	6.30	197.08	2.98	298.00	0.91	0.22	0.65
2693	140.08	3.25	4.27	190.33	2.72	293.54	0.54	0.14	0.23

La mayor producción de biomasa comestible en la primera cosecha (3.42 kg MS por árbol) la tuvo el clon 2660, cifra que supera a la indicada por Nygren (1990), quien trabajó con dicho clon (un año de edad), y a casi todas las que se señalan en el Cuadro 1, a excepción de las que menciona Russo (1982), pero es necesario resaltar que los árboles considerados por este autor fueron de 8 años de edad. En la segunda cosecha, similar a la primera, el clon más productivo fue el 2660, pero con 3.61 kg MS por árbol, es decir un 5.26 % mayor; esta situación indica que la producción de este clon no estaría afectada por la época de menor precipitación. Sánchez (1989), sugiere que en cultivo en callejones, E.

poepigiana no toleraría períodos continuos de poca agua, sin embargo presentó mayor estabilidad en rendimiento de biomasa arbórea durante la época de menor precipitación, lo que podría deberse a la poca disponibilidad de nutrientes en la época de mayor lluvia con las pérdidas por lixiviación y volatilización, y la mayor rapidez en los procesos de descomposición.

Cuadro 14. Promedios por árbol de las variables de crecimiento en clones de E. poepigiana, en la segunda cosecha.

Clon	ALTOT (cm)	BROTOS	DTOC (cm)	LRML (cm)	DRML (cm)	DCOPA (cm)	PSHOJ (k)	PSTIE (k)	PSLEN (k)
2660	346.17	14.33	10.94	305.50	4.94	373.06	3.03	0.58	3.24
2708	254.72	15.33	9.37	230.39	3.82	359.31	2.35	0.35	1.87
2687	295.44	15.67	9.54	281.11	4.49	377.92	2.03	0.72	2.30
2661	298.06	13.61	9.07	255.00	4.51	325.69	2.33	0.48	1.87
2700	268.00	10.93	8.27	218.07	3.69	263.83	1.51	0.30	1.01
2662	221.35	10.29	7.43	215.00	3.90	294.26	1.56	0.29	1.22
2433	186.07	11.27	6.61	152.60	2.72	229.43	0.82	0.15	0.52
2693	145.59	11.18	5.05	179.94	2.61	231.82	0.72	0.18	0.31
2435	106.82	6.46	4.00	125.18	2.55	176.82	0.29	0.08	0.13

Es obvio que una de las variables más correlacionadas fue la altura total y la que mostró menos correlación, el número de brotes; situación semejante a la presentada a Mendieta (1989), aunque su estudio fue con Gliricidia sepium.

Los clones de E. poepigiana (2660, 2687, 2700 y 2708) fueron colectados en sitios con altitudes de 1,100 a 1,600 msnm, suelos de media a alta fertilidad y precipitaciones promedios mensuales que oscilan entre 125 y 192 mm. Estos clones, que poseen los

mayores valores en las variables de crecimiento deberían ensayarse en los diferentes sistemas agroforestales en que actualmente se utiliza la especie, cabe mencionar que Nygren (1990) ya empleó el clon 2660 en un ensayo de orientaciones de cultivo en callejones y al menos en la producción de biomasa no detectó diferencias significativas, seguramente por tratarse de un sólo clon.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede conjeturar que en gran medida los clones de las tres especies con mayores y menores valores en las variables de crecimiento, se mantuvieron estables, en las dos cosechas.

La importancia de la obtención de clones destacados para cada una de las especies, se debe a que de esta manera en el futuro inmediato se podrá contar con material de características superiores y homogéneas, de tal forma que los resultados de los ensayos que se puedan establecer, no estén afectados por la variabilidad genética.

4.4. Calidad de la biomasa.

4.4.1. Nutrientos.

El análisis de varianza que se realizó para el contenido de nutrientes en los clones de las tres especies de Erythrina, mostró que solamente el calcio y magnesio en las hojas; nitrógeno, fósforo, calcio magnesio y zinc en tallo tierno; y nitrógeno fósforo y zinc en tallo leñoso presentaron diferencias entre clones dentro de especie. No se detectó diferencia significativa entre especies, únicamente en el contenido de potasio en hojas; nitrógeno y manganeso en tallo tierno; y el fósforo y potasio en tallo leñoso (Apéndice 27). Esta falta de diferencia en el contenido de nutrientes entre clones, se asemeja a la poca diferencia que encontró Mendieta (1989), en el contenido de nutrientes entre procedencias de Gliricidia sepium. Mientras tanto Sheppard y Cannell (1985), que trabajaron con clones de Picea sitchensis y Pinus contorta determinaron diferencias

altamente significativas entre clones, en los contenidos de nutrientes (N, P, K, Ca y Mg) de tallos, ramas y hojas

En E. berteriana los clones con máximos valores en las variables de crecimiento, no mostraron igual relevancia en el contenido de nutrientes. Los clones 2679 y 2668 tuvieron mayores contenidos de tres nutrientes (P, K, Mn y K, Cu, Zn; respectivamente), pero no destacaron en las variables de crecimiento, el resto de clones tuvieron contenidos mayores solamente en uno y dos nutrientes (Cuadros 8 y 15).

Cuadro 15. Clones de Erythrina, que mostraron los mayores valores en el contenido de nutrientes.

Especie	Componente de biomasa	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn
<u>E. berte.</u>	Hoja	2653	2674	2446	2695	2695	2689	2703	2696
	Tierno	2696	2679	2668	2695	2674	2668	2668	2679
	Leñoso	2696	2679	2679	2446	2703	2668	2652	2696
<u>E. fusca</u>	Hoja	2675	2701	2697	2678	2440	2699	2432	2678
	Tierno	2440	2440	2706	2699	2440	2699	2432	2440
	Leñoso	2432	2706	2706	2432	2440	2440	2432	2438
<u>E. poepp.</u>	Hoja	2687	2708	2693	2662	2661	2693	2708	2433
	Tierno	2662	2693	2662	2708	2708	2687	2708	2433
	Leñoso	2693	2687	2662	2687	2693	2660	2693	2433

Los clones 2678 y 2706 de E. fusca fueron destacados en valores de las variables de crecimiento y también fueron relativamente notables en el contenido de nutrimentos, pero no se puede señalar la existencia de alguna correspondencia entre los clones con menores valores en las variables de crecimiento y menores contenidos de nutrimentos (Cuadros 8 y 15). El clon 2440 mostró mayores contenidos en cinco de los ocho nutrimentos (N, P, Mg, Cu y Mn), aunque tuvo valores inferiores en relación a las variables de crecimiento; otro clon destacado fue el 2432 con mayores contenidos en tres nutrimentos (N, Ca y Zn), pero no tuvo presencia relevante en las variables de crecimiento.

Se puede observar en los Cuadros 8 y 15, que el clon 2433 de E. poeppigiana es uno de los inferiores respecto a los valores de las variables de crecimiento y se manifestó de similar manera en los contenidos de nutrimentos, sin embargo tuvo excepciones ya que fue el clon con mayores contenidos de manganeso para los componentes de biomasa. Los clones sobresalientes en el contenido de varios nutrimentos fueron: 2693 (N, P, K, Mg, Cu y Zn), 2687 (N, P, Ca y Cu) y 2708 (P, Ca, Mg y Zn); los dos últimos clones fueron importantes en valores de variables de crecimiento, mientras que el clon 2693 no tuvo relevancia.

Estos resultados obligan a pensar que los mayores contenidos de nutrimentos en los clones no están asociados con las variables de crecimiento, especialmente con los componentes de biomasa; Kleinschmit (1982), no encontró correlación entre el crecimiento en altura y los contenidos de nutrimentos (N, P, K, Ca y Mg), en clones de Picea abies.

En el Cuadro 16 se presentan los valores mayores y menores en contenidos de nutrimentos en los clones de las tres especies para los componentes de biomasa, en este

Cuadro 16. Rango de contenidos mayores y menores de nutrimentos por componente de biomasa en las tres especies de Erythrina.

Especie y componente de biomasa	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn
	-----(%)-----			----- (ppm) -----				
<u>E. berte.</u>								
Hoja	4.51	0.26	1.63	1.23	0.53	16.00	62.00	370.67
	3.67	0.19	0.87	0.70	0.33	8.00	26.67	162.67
Tierno	2.33	0.28	1.54	0.92	0.44	14.00	52.00	216.00
	1.50	0.12	0.51	0.57	0.21	9.00	28.67	71.00
Leñoso	1.82	0.19	1.25	0.62	0.29	16.67	39.00	199.33
	0.92	0.09	0.56	0.37	0.16	8.00	22.67	62.00
<u>E. fusca</u>								
Hoja	3.63	0.24	1.42	0.86	0.37	16.00	66.00	379.33
	3.50	0.18	0.93	0.54	0.25	8.00	24.00	213.33
Tierno	2.03	0.22	2.05	0.68	0.46	18.67	65.33	214.00
	1.49	0.12	0.82	0.42	0.29	11.33	36.00	131.33
Leñoso	1.27	0.14	1.41	0.44	0.29	22.00	53.33	109.33
	0.99	0.08	0.71	0.28	0.14	12.00	22.67	57.33
<u>E. poepp.</u>								
Hoja	4.93	0.31	1.65	1.04	0.51	24.00	68.67	256.67
	4.10	0.28	1.22	0.58	0.37	8.00	36.67	134.67
Tierno	1.98	0.28	1.90	0.64	0.45	20.00	72.00	194.67
	1.34	0.16	1.21	0.38	0.31	13.33	40.67	86.00
Leñoso	1.04	0.15	1.29	0.34	0.21	30.00	76.67	125.33
	0.79	0.09	0.60	0.27	0.14	18.67	40.00	47.33

cuadro también se evidencia que en el contenido de nitrógeno los clones de E. poeppigiana fueron superiores a los de E. berteriana (excepto en hoja) y E. fusca. Para fósforo y calcio los clones de E. berteriana tuvieron mayores contenidos en relación a las otras dos especies. En el contenido de potasio E. berteriana y E. poeppigiana fueron similares y con menores valores E. fusca (excluyendo tallo tierno). En el contenido de magnesio las tres especies fueron muy semejantes, sólo que el contenido en hoja de E. fusca fue el más bajo. Los contenidos de cobre y zinc fueron mayores en los clones de E. poeppigiana seguidos de E. fusca y E. berteriana. Finalmente en manganeso E. berteriana y E. fusca presentaron contenidos semejantes, siendo inferiores en E. poeppigiana (Apéndices del 28 al 31). La figura 10 proporciona una idea de la irregularidad de los clones dentro de especie en los contenidos de nutrimentos.

En el Cuadro 17, la calidad de muestras foliares de procedencias de Gliricidia sepium, en comparación a los resultados de este estudio, se observa que los clones de E. berteriana y E. poeppigiana fueron ligeramente inferiores en los contenidos de K, Ca y Mg; E. fusca fue similar. Sin embargo en Mn los clones de Erythrina superan ampliamente a las procedencias de Gliricidia; mientras que en el resto de nutrimentos, los contenidos en los clones de Erythrina son similares o superiores.

En relación a la producción de nutrimentos por árbol, se puede observar en el Apéndice 32 que los clones más destacados fueron los mismos que en las variables de crecimiento lo que confirma la superioridad de tales clones. En el Cuadro 18 se presentan resultados de varios autores, comparando la concentración en planta, suelo, y producción de N, P y K por árbol, con los del presente estudio. En E. poeppigiana los valores de Russo (1982) superan en tres veces al clon 2660 de este trabajo, pero también ocurrió similar situación en la producción de biomasa (6.46 k), edad (8 años), diámetro de tocón (31.90 cm) y altura de tocón (260 cm). Los resultados de Nygren (1990) fueron los menores, aunque hay que resaltar que la edad de los árboles fue de un año.

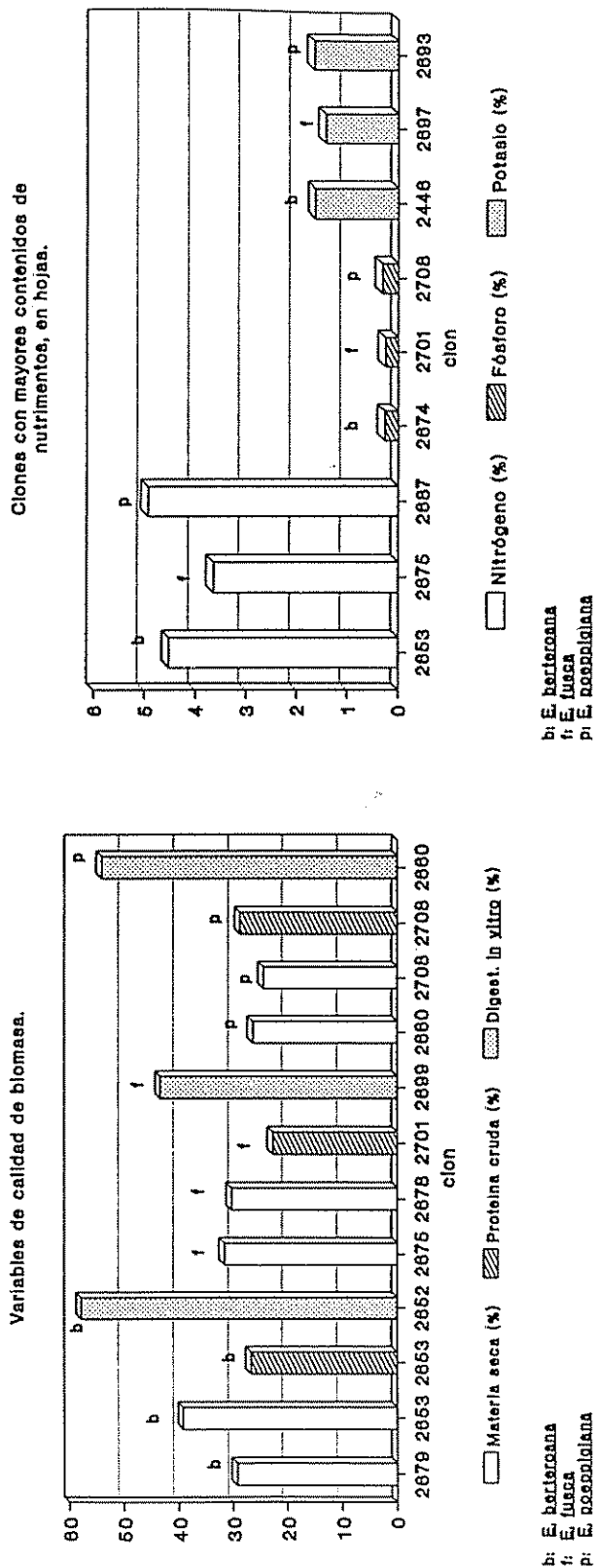


Fig. 10. Clones de Erythrina con mejor calidad de biomasa.

Cuadro 17. Cuadro comparativo entre las procedencias de *Gliricidia sepium* (Mendieta, 1989) y clones de *Erythrina* spp, en sus valores promedios mayores y menores, en la calidad de las muestras foliares.

Producto	Procedencias <i>G. sepium</i>		Clones de <i>Erythrina</i>				<i>E. poeppigiana</i>	
	Mayor	Menor	<i>E. berteroana</i> Mayor	<i>E. berteroana</i> Menor	<i>E. fusca</i> Mayor	<i>E. fusca</i> Menor	Mayor	Menor
N (%)	4.29	3.81	4.51	3.67	3.63	3.50	4.93	4.10
P (%)	0.28	0.21	0.26	0.19	0.24	0.18	0.31	0.28
K (%)	2.81	2.21	1.63	0.87	1.42	0.93	1.65	1.22
Ca (%)	1.93	1.27	1.23	0.70	0.86	0.54	1.04	0.58
Cu (ppm)	12.00	8.00	16.00	8.00	16.00	8.00	24.00	8.00
Zn (ppm)	68.00	30.00	62.00	26.67	66.00	24.00	68.67	36.67
Mn (ppm)	74.00	55.00	370.67	162.67	379.33	213.33	256.67	134.67
DIVMS (%)	65.99	60.12	57.80	35.60	43.27	32.35	54.05	39.00
PC (%)	26.81	23.81	26.75	21.50	22.70	18.57	28.75	19.40

Sin embargo, quizás la observación más importante estribe en la eficiencia de las plantas del ensayo clonal puesto que las producciones de biomasa y nutrimentos, aún cuando se encontraban en un suelo ácido con severas limitaciones de fertilidad, fueron superiores a las de otros autores (Nygren, 1990; Cooperband, 1990).

4.4.2. Materia seca.

En la primera cosecha, el análisis de varianza determinó diferencias significativas en el porcentaje de materia seca, solamente para tallo tierno, tanto entre especies como entre clones dentro de especie.

Cuadro 18. Cuadro comparativo entre las concentraciones de N, P y K en planta, suelo y producción por árbol de E. poeppigiana y E. berteriana, informadas por otros autores y las del estudio presente.

Fuente	<u>E. poeppigiana</u>			<u>E. berteriana</u>			
	Russo (1982)	Nygren (1990)	Pérez (1990)	Cooperband SP ⁽¹⁾	(1990) CP	Pérez (1990)	
N	Concentración en planta (%)	3.62	2.61	2.25	2.33	2.33	2.18
	Concentración en suelo (%)	0.37	0.28	0.34			0.34
	Producción en kg por árbol	0.361	0.051	0.146	0.022	0.020	0.141
P	Concentración en planta (%)	0.185	0.250	0.180	0.180	0.180	0.190
	Concentración en suelo (%)	26.80	26.10	2.10			2.10
	Producción en kg por árbol	0.028	0.005	0.011	0.002	0.002	0.012
K	Concentración en planta (%)	1.22	1.80	1.34	1.99	1.99	1.13
	Concentración en suelo (%)	0.53	0.65	0.17			0.17
	Producción en kg por árbol	0.213	0.036	0.074	0.019	0.017	0.071
	Fertilidad del suelo	buena	buena	defic	buena	buena	defic
	Sitio	CATIE	CATIE	CATIE	Guápi	Guápi	CATIE

⁽¹⁾ SP: Sin pastoreo. CP: Con pastoreo.

Para la segunda cosecha se observó una situación distinta ya que hubieron diferencias significativas entre especies para hoja y tallo tierno; también se presentaron diferencias significativas entre clones dentro de especie, en los componentes de biomasa (Apéndice 33).

Los clones de las tres especies de Erythrina que presentan los mayores valores en porcentaje de materia seca se muestran en el Cuadro 19; a excepción del clon 2696 de E. berteroana que se mantuvo en la primera y segunda cosecha, los clones sobresalientes en la primera cosecha no repitieron en la segunda cosecha. Los clones de E. berteroana que presentaron los mayores porcentajes de materia seca no destacaron en las variables de crecimiento. El clon 2678 de E. fusca destacó en variables de crecimiento y materia seca; mientras que todos los clones de E. poeppigiana fueron de relevancia en materia seca y variables de crecimiento (Cuadros 8 y 19).

Cuadro 19. Clones de Erythrina, que presentaron los mayores valores en la calidad nutritiva de la biomasa comestible.

Especies y componentes de biomasa comestible		Materia seca		Proteína cruda	Digestib. <u>in vitro</u>
		Primera cosecha	Segunda cosecha		
<u>E. berte</u>	Hoja	2679	2653	2653	2652
	Tierno	2696	2696	2696	2696
<u>E. fusca</u>	Hoja	2675	2678	2701	2699
	Tierno	2675	2678	2440	2440
<u>E. poepp</u>	Hoja	2660	2708	2708	2660
	Tierno	2660	2687	2693	2700

Los menores y mayores valores en porcentaje de materia seca en las especies de Erythrina se presentan en el Cuadro 20. Los porcentajes de materia seca encontrados para hoja y tallo tierno en las dos cosechas en clones de E. berteroana y E. poeppigiana, se asemejan a los informados por otros autores (Apéndices 34, 35 y Cuadro 2).

4.4.3. Proteína cruda.

De acuerdo al respectivo análisis de varianza, se produjeron diferencias altamente significativas entre clones dentro de especie, tanto en hoja como en tallo tierno; similar resultado se presentó entre especies (Apéndice 36). Los promedios de proteína cruda (%) por clon y especie se pueden observar en el Apéndice 37.

En el Cuadro 19 se pueden apreciar los clones sobresalientes en el contenido porcentual de proteína cruda. Los clones 2696 y 2653 de E. berteroana, superiores en porcentaje de proteína cruda, aparecieron como los clones de menores valores en las variables de crecimiento, sin embargo ambos clones fueron relevantes en contenido de nutrimentos, especialmente nitrógeno. En E. fusca el clon 2701 destacó en las variables de crecimiento y contenido de fósforo, y no nitrógeno por lo que llama la atención que sea relevante en proteína cruda; mientras que el clon 2440 tuvo valores inferiores en las variables de crecimiento, pero fue muy sobresaliente en el contenido de nutrimentos, incluyendo el nitrógeno. El clon 2708 de E. poeppigiana fue destacado en las variables de crecimiento al igual que en contenido de nutrimentos, excluyendo al nitrógeno por lo que sorprende su superioridad en el contenido de proteína cruda; en cambio el clon 2693 fue de los que menores valores presentaron en las variables de crecimiento, pero fue el más destacado de todos los clones en el contenido de nutrimentos, pues llegó a tener valores superiores en seis de ellos (Cuadros 8, 15, 16 y 19).

Los mayores y menores porcentajes de proteína cruda para las especies de Erythrina se muestran en el Cuadro 20.

Cuadro 20. Rango de porcentajes mayores y menores de materia seca, proteína cruda y digestibilidad *in vitro* por componente de biomasa comestible en las tres especies de *Erythrina*.

Especies y componentes de biomasa comestible	Materia seca		Proteína cruda (%)	Digestib. <i>in vitro</i>	
	Primera cosecha	Segunda cosecha			
<u>E. berte</u>	Hoja	29.26	39.11	26.75	57.80
		22.75	22.69	21.50	35.60
	Tierno	28.54	24.55	13.63	47.93
		18.91	14.88	8.00	39.17
<u>E. fusca</u>	Hoja	31.56	30.26	22.70	43.27
		18.92	24.32	18.57	32.35
	Tierno	21.94	21.17	11.57	47.30
		15.25	16.07	8.67	37.20
<u>E. poepp</u>	Hoja	26.38	24.43	28.75	54.05
		20.04	22.04	19.40	39.00
	Tierno	19.50	21.31	11.43	48.50
		15.87	14.56	7.80	36.33

Los valores en porcentajes de proteína cruda que informan varios autores para hoja y tallo tierno, son semejantes a los determinados en este estudio; en *E. poeppigiana* para hoja ocurrió similar situación; Espinoza (1984) indica un valor de proteína cruda en tallo tierno que duplica al clon que presentó el máximo valor en el presente estudio. Haciendo una comparación con *Gliricidia sepium* (Mendieta, 1989), los clones de *E. berteriana* presentaron un valor similar al de las procedencias de *G. sepium*, mientras *E. fusca* fue inferior y los clones de *E. poeppigiana* mostraron un valor superior (Cuadro 17). Kass et al (1990a), determinaron que los mejores clones en contenido de proteína cruda fueron: en *E. berteriana* el 2674 (27.45 %), en *E. fusca* el 2701 (24.87 %) y el 2661 (32.25) en *E. poeppigiana*, coincidiendo con los resultados de este estudio sólo en *E. fusca*.

Los clones de las tres especies de Erythrina, indicados en el Cuadro 19, deben ser sometidos a ensayos de nutrición animal para establecer su verdadero potencial nutritivo.

4.4.4. Digestibilidad in vitro.

El análisis de varianza efectuado detectó diferencias altamente significativas entre clones dentro de especie en hoja y tallo tierno; similar resultado hubo entre especies (Apéndice 36). Los promedios del porcentaje de digestibilidad in vitro por componente de biomasa comestible en los clones de las tres especies de Erythrina se presentan en el Apéndice 38.

Los clones de las tres especies, con mayores porcentajes de digestibilidad in vitro se muestran en el Cuadro 19. En E. berteroana, de los clones destacados en digestibilidad in vitro el clon 2652 no fue importante en las otras variables, en cambio el clon 2696 mostró valores inferiores en las variables de crecimiento, valores mayores en contenido de nutrimentos (N y Mn), y proteína cruda. El clon 2699 de E. fusca mostró los valores menores en variables de crecimiento y contenido de proteína cruda, y mayores valores en contenido de Ca y Cu; de similar manera el clon 2440 no destacó en variables de crecimiento pero sí en contenido de nutrimentos y proteína cruda. E. poeppigiana estuvo representada por los clones 2660 y 2700, los cuales fueron relevantes en variables de crecimiento, y sin importancia en el contenido de nutrimentos y proteína cruda.

Los porcentajes máximos y mínimos en las tres especies de Erythrina, se presentan en el Cuadro 20. Los porcentajes de digestibilidad in vitro de los clones de E. poeppigiana que se produjeron en este trabajo, no difieren mucho de los mencionados por autores (Pineda, 1986; Vargas, 1987; Tobón, 1988; Abarca, 1989; Kass et al, 1990 y Alagón, 1990) que han efectuado análisis en este aspecto (Cuadro 2 y Apéndice 38). Comparando los resultados de las procedencias de Gliricidia sepium del estudio que

realizó Mendieta (1989), con los resultados del presente análisis, se puede notar que los clones de las tres especies de Erythrina, tuvieron valores inferiores (Cuadro 17). De acuerdo a Kass et al (1990a), los clones sobresalientes en digestibilidad in vitro fueron: 2652 (54.90 %) en E. berteroana, 2701 (45.60 %) en E. fusca y el 2660 (53.90 %) en E. poeppigiana; en comparación a este estudio no hubo coincidencia excepto en E. fusca.

Al igual que para proteína cruda, en el caso de digestibilidad in vitro sería recomendable considerar los clones con valores mayores y llevarlos a pruebas de alimentación animal.

De nuevo en la Figura 10, se puede apreciar la heterogeneidad de los clones dentro las especies, en relación al contenido de materia seca, proteína cruda y digestibilidad in vitro.

4.5. Discriminación de especies.

4.5.1. Promedios por parcela.

En el Cuadro 21 se presentan las 13 variables incluídas en el análisis discriminante, y se nota que las variables que más contribuyeron en la discriminación entre especies fueron el ancho del folíolo apical y la longitud del peciolulo central o apical, al final del Cuadro aparecen las variables brotes y diámetro de la rama más larga sin diferencias significativas por lo que podrían ser removidas sin que se afecte la discriminación; en el mismo Cuadro 21 se muestran los valores de la prueba Lambda de Wilk y se puede observar que en la medida en que se van incluyendo más variables se obtienen menores valores lo que refleja la detección de mayor variación.

La mayor distancia relativa, entre especies se produjo entre E. poeppigiana y E. fusca (menor similitud entre ellas), la menor fue entre E. berteroana y E. fusca (mayor semejanza), la distancia intermedia se mostró entre E. berteroana y E. poeppigiana; en

lo que respecta a la clasificación para E. fusca y E. poeppigiana fue perfecta, mientras que para E. berteriana hubo un promedio de parcela clasificado como E. poeppigiana, de todas maneras se puede considerar que la clasificación fue casi perfecta (Cuadro 22).

Cuadro 21. Variables que más contribuyen a la discriminación de las tres especies de Erythrina, con sus respectivos valores de expresión (R^2) y pruebas Lambda de Wilk.

Paso	Variab incluída	Variab removida	R^2	Valor F	Prob > F	Lambda de Wilk	Prob < Lambda
1	AFA		0.73	120.09	0.0001	0.2748	0.0001
2	LPC		0.58	62.90	0.0001	0.1146	0.0001
3	LPD		0.14	7.04	0.0014	0.0989	0.0001
4	PSTIE		0.11	5.65	0.0049	0.0877	0.0001
5	DRML		0.23	12.64	0.0001	0.0679	0.0001
6	DTOC		0.09	4.30	0.0166	0.0618	0.0001
7	LPAFA		0.07	3.00	0.0551	0.0577	0.0001
8	LPAFD		0.11	5.02	0.0087	0.0515	0.0001
9	LFD		0.10	4.79	0.0108	0.0462	0.0001
10	BROTOS		0.09	4.01	0.0219	0.0421	0.0001
11	LFA		0.06	2.66	0.0764	0.0395	0.0001
12	DCOPA		0.06	2.70	0.0735	0.0370	0.0001
13	PSLEN		0.09	3.90	0.0243	0.0337	0.0001
14		BROTOS	0.03	1.20	0.3069	0.0347	0.0001
15		DRML	0.04	1.65	0.1989	0.0361	0.0001

4.5.2. Árboles de las parcelas.

Al considerar la clasificación para todos los árboles de cada parcela las distancias relativas entre especies observaron una tendencia similar a la ocurrida cuando se usaron

los promedios por parcelas, sin embargo la clasificación se puede catalogar de muy buena puesto que E. berteroana tuvo un 96.14 % de árboles bien clasificados, E. fusca mostró un 98.10 % y E. poeppigiana presentó 93.28 % de buena clasificación (Cuadro 23).

El análisis discriminante realizado separadamente para promedios por parcela y para árboles evidenciaron que con la utilización de algunas variables foliares y algunas de crecimiento se puede lograr una buena discriminación entre las tres especies de Erythrina.

Cuadro 22. Distancias relativas y porcentajes de clasificación, resultantes del análisis discriminante, para promedios de parcelas, en las tres especies de Erythrina.

Distancias entre especies	<u>E. berter</u>	<u>E. fusca</u>	<u>E. poeppi</u>	
<u>E. berter</u>	0.00000			
<u>E. fusca</u>	18.1417	0.00000		
<u>E. poeppi</u>	33.1792	41.8856	0.00000	

Especies de <u>Erythrina</u>	<u>E. berte</u>	<u>E. fusca</u>	<u>E. poeppi</u>	Total
<u>E. berte</u>	46 ⁽¹⁾ 97.87 ⁽²⁾	0 0.00	1 2.13	47 100.00
<u>E. fusca</u>	0 0.00	23 100.00	0 0.00	23 100.00
<u>E. poeppi</u>	0 0.00	0 0.00	24 100.00	24 100.00
Total porcentaje	46 48.94	23 24.47	25 26.60	94 100.00

(1) Número de parcelas clasificadas dentro de cada especie.

(2) Porcentaje de clasificación dentro de cada especie.

Cuadro 23. Distancias relativas y porcentajes de clasificación, resultantes del análisis discriminante, para árboles por parcela, en las tres especies de Erythrina.

Distancias entre especies	<u>E. berter</u>	<u>E. fusca</u>	<u>E. poeppi</u>	
<u>E. berter</u>	0.00000			
<u>E. fusca</u>	10.8708	0.00000		
<u>E. poeppi</u>	17.5975	22.5860	0.00000	

Especies de <u>Erythrina</u>	<u>E. berte</u>	<u>E. fusca</u>	<u>E. poeppi</u>	Total
<u>E. berte</u>	249 ⁽¹⁾ 96.14 ⁽²⁾	6 2.32	4 1.54	259 100.00
<u>E. fusca</u>	2 1.90	103 98.10	0 0.00	105 100.00
<u>E. poeppi</u>	3 2.24	6 4.48	125 93.28	134 100.00
Total porcentaje	254 51.00	115 23.09	129 25.90	498 100.00

(1) Número de árboles clasificados dentro de cada especie.

(2) Porcentaje de clasificación dentro de cada especie.

5. CONCLUSIONES.

1. El análisis de varianza para las variables foliares, de crecimiento y calidad de biomasa; determinaron la existencia de variación clonal dentro de las tres especies de Erythrina.
2. Las diferencias de variables foliares entre clones posibilitarían la identificación del material de la colección del Proyecto AFN, usando dichas variables.
3. Las variables foliares con mayores coeficientes de correlación fueron: longitud total de hoja, longitud de folíolo apical y longitud de folíolo derecho.
4. Los clones con los valores más destacados en las variables de crecimiento para la primera y segunda cosecha fueron: en E. berteroana 2674, 2667 y 2670. Los clones 2701, 2706 y 2678 de E. fusca; y en E. poeppigiana 2660, 2687 y 2708.
5. Los clones con mayores producciones de biomasa comestible en kg MS por árbol, fueron: en E. berteroana 2674 (2.61 kg) en la primera cosecha y 2653 en la segunda cosecha (1.94 kg). Para E. fusca fue: 2701 con 1.95 y 1.36 kg, en la primera y segunda cosecha respectivamente. En E. poeppigiana 2660 en la primera cosecha con 3.42 kg; segunda cosecha con 3.61 kg.
6. En variables de crecimiento los clones superiores e inferiores, mostraron similar tendencia en ambas cosechas.
7. Los mayores coeficientes de correlación en variables de crecimiento fueron: altura total, diámetro de copa y los tres componentes de biomasa.
8. Los clones superiores en las variables de crecimiento no tuvieron correspondencia con el mayor contenido de nutrimentos; pero sí con la mayor producción de nutrimentos por árbol.

9. En general, para las variables de crecimiento y contenido de nutrimentos los clones de E. poeppigiana superaron a las otras dos especies; en materia seca y digestibilidad in vitro fueron superiores los clones de E. berteriana; y en contenido de proteína cruda mostraron mayores valores los clones de E. poeppigiana. Los clones de E. fusca, a menudo ocuparon las últimas posiciones en los valores de las diferentes variables.

10. Considerando en conjunto algunas variables foliares y algunas de crecimiento, la discriminación obtenida entre especies, cuando se usaron los promedios por parcela fue casi perfecta y al emplear los árboles individuales por parcela la discriminación fue muy buena.

6. RECOMENDACIONES.

1. Introducir otras variables que también son de interés conocer y que permitan una mejor identificación, discriminación y selección como es el caso de tipo de ramificación, ángulo de inserción de las ramas, presencia de espinas y contenido de alcaloides.
2. Continuar con las evaluaciones en las variables de crecimiento, a la misma frecuencia de podas para determinar su estabilidad en el tiempo, especialmente en E. fusca que mostró diferencias en la época seca y no en la lluviosa.
3. Repetir el ensayo en otros sitios que difieran en las condiciones ambientales (suelo en particular), y no tanto en precipitación, para conocer la tendencia o interacción genotipo-ambiente en relación a la producción y calidad de biomasa comestible.

6. LITERATURA REVISADA.

- ABARCA, S. 1989. Efecto de la suplementación con poró (Erythrina poeppigiana) y melaza sobre la producción de leche en vacas pastoreando estrella africana (Cynodon nlemfuensis). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 68 p.
- AGUIRRE, V. 1971. Estudio de los suelos del área del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R. IICA/CTEI. 138p.
- ALAGON, G. 1990. Comparación del poró (Erythrina poeppigiana (Walpers) O.F. Cook) contra otras fuentes nitrogenadas de diferente potencial de escape a la fermentación ruminal como suplemento de vacas lecheras alimentadas con caña de azúcar (Saccharum officinarum). Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. En impresión.
- ALAVEZ, S. 1987. Efecto del poró Erythrina poeppigiana (Walpers) O.F. Cook plantado a cuatro espaciamientos, sobre la producción de maíz Zea mays L., en un sistema de cultivo en franjas (alley cropping). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 87 p.
- ALPIZAR, L.; FASSBENDER, H.W.; HEUVELDOP, J.; FOLSTER, H.; ENRIQUEZ, G. 1985. Sistemas agroforestales de café (Coffea arabica) con laurel (Cordia alliodora) y café con poró (Erythrina poeppigiana) en Turrialba, Costa Rica. I. Biomasa y reservas nutritivas. Turrialba, (C.R.) 35(3):233-242.
- BATEMAN, J.V. 1970. Nutrición Animal. Manual de métodos analíticos. México, D.F., Herrero. 468 p.
- BENAVIDES, J.E. 1983a. Investigación en árboles forrajeros. In Curso corto intensivo de Técnicas Agroforestales, Turrialba, CATIE, Departamento de Recursos Naturales Renovables. 27 p.
- , 1983b. Utilización de forrajes de origen arbóreo en la alimentación de rumiantes menores. In Curso Corto Intensivo de Prácticas Agroforestales con Énfasis en la Medición y Evaluación de Parámetros Biológicos y Socioeconómicos (1983, Turrialba, Costa Rica). Contribución de los participantes. Comp. por Liana Babbar. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Departamento de Recursos Naturales Renovables. 11 p.
- , 1985. Producción y calidad nutritiva del forraje de pasto king grass y poró sembrados en asociación. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Trabajo presentado en el Tercer Congreso Nacional de Zootecnia. San José, Costa Rica. Julio 19-20, 1985. 38 p.

- BENTZER, B.G.; FOSTER, G.S.; HELLBERG, A.R. and PODZORSKI, A.C. 1988. Genotype x environment interaction in Norway spruce involving three levels of genetic control: seed source, clone mixture, and clone. *Can. J. For. Res.* 18(9):1172-1181.
- BENTZER, B.G.; FOSTER, G.S.; HELLBERG, A.R. and PODZORSKI, A.C. 1989. Trends in genetic and environmental parameters, genetic correlations, and response to indirect selection for 10-year volume in a Norway spruce clonal experiment. *Can. J. For. Res.* 19(7):897-903.
- CAMPOS, J. 1985. Variación genética e interacción genotipo-ambiente en procedencias de Calliandra spp en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 88 p.
- CANNELL, M. G. R.; SHEPPARD, L. J.; FORD, E. D. and WILSON, R. H. F. 1983. Clonal differences in dry matter distribution, wood specific gravity and foliage "efficiency" in Picea sitchensis and Pinus contorta. *Silvae Genetica.* 23(5-6):195-202.
- CEULEMANS, R.; IMPENS, I. and STEENACKERS, V. 1988. Genetic variation in aspects of leaf growth of Populus clones, using the leaf plastochron index. *Can. J. For. Res.* 18(8):1069-1077.
- CHENG, W. and BENSEND, D. 1979. Anatomical properties of selected Populus clones grown under intensive culture. *Wood Science.* 11(3):182-187.
- CLAIR, J. B. and KLEINSCHMIT, J. 1986. Genotype-environment interaction and stability in ten-year height growth of Norway Spruce clones (Picea abies Karst.). *Silvae Genetica.* 35(5-6):177-186.
- CLARKE, F. B. and SLEE, M. U. 1984. Prospects for clonal forestry with radiata pine. *Aust. For.* 47(4):266-271.
- COOPERBAND, L. 1990. Datos sin publicar.
- DANCIK, B. and BARNES, B. 1975. Multivariate analyses of hybrid populations. *Le Naturaliste Can.* 102:835-843.
- DE LEON, R.M. 1984. Evaluación nutricional de la harina del follaje de árbol de pito (Erythrina berteroana Urban, Symb.), en animales de laboratorio. Tesis Lic. Zoot. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Escuela de Zootecnia. 26 p.

- DIAZ-ROMEY, R. 1977. Determinación de nitrógeno total en suelos por el método semi-micro-Kjeldahl. CATIE, Turrialba, C.R. 2 p.
- DIAZ-ROMEY, R. y HUNTER, A. 1978. Metodología de muestreo en suelos, análisis químico de suelo y tejido vegetal e investigación en invernadero. CATIE, Turrialba, C.R. Proyecto Centroamericano de Fertilidad de Suelos. 62 p.
- ESPINOZA, J.E. 1984. Caracterización nutritiva de la fracción nitrogenada del forraje de madero negro (Gliricidia sepium) y poró (Erythrina poeppigiana). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 90 p.
- FOSTER, G.S.; BENTZER, B.G.; HELLBERG, A.R. and PODZORSKI, A.C. 1989. Height and growth habit of Norway spruce rooted cuttings compared between two serial propagation cycles. Can. J. For. Res. 19(6):806-811.
- FRIES, A. 1984. Spacing interaction with genotype and with genetic variation for production and quality traits in a trial of seedlings and grafted clones of Scots pine (Pinus sylvestris L.). Silvae Genetica. 33(4-5):155-160.
- GLOVER, N.; BEER, J. 1984. Spatial and temporal fluctuation of litterfall in the agroforestry associations Coffea arabica - Erythrina poeppigiana and C. arabica - E. poeppigiana - Cordia alliodora. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 43 p.
- GUTIERREZ, G.; SOTO, B. 1976. Arboles usados como sombra en café y cacao. Revista cafetalera (Gua.). 159:27-32.
- HOLDRIDGE, L. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José, C.R. IICA. 206 p.
- y POVEDA, L. 1975. Arboles de Costa Rica. Vol. I. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica. 546 p.
- HUEHN, M.; KLEINSCHMIT, J. and SVOLBA, J. 1987. Some experimental results concerning age dependency of different components of variance in testing Norway Spruce (Picea abies (L.) Karst.) clones. Silvae Genetica. 36(2):68-71.
- HUTTON, E. 1984. Breeding and selecting Leucaena for acid tropical soils. Pesq. Agropec. bras., Brasilia. 19 s/n:263-274.
- JIMENEZ, J. 1990. Análisis del crecimiento y fenología del maíz (Zea mays L.) asociado con poró (Erythrina poeppigiana (Walpers) O.F. Cook) plantado en cuatro espaciamentos. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, C.R. En impresión.

- JOHNSON, C.M.; ULRICH, A. 1967. Analytical methods for use in plant analysis. California Experimental Station. Bulletin N^o 4. 22 p.
- JON L., R. 1989. Ensayo de procedencias y familias de Gliricidia sepium (Jacq.) Steud. de México, América Central y Panamá. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 128 p.
- KASS, M. y RODRIGUEZ, G. 1986. Métodos de análisis rutinarios del Laboratorio de Producción Animal, CATIE. Turrialba, C.R. 30 p.
- KASS, M.; CAMACHO, Y. y SANCHEZ, G. 1990a. Evaluación de la biomasa de clones superiores de Erythrina spp en el Huerto Latinoamericano de Arboles Fijadores de Nitrógeno, San Juan Sur para nutrición animal. In CATIE. Informe Técnico del Proyecto AFN. Turrialba, Costa Rica. pp 47-50.
- KASS, M.; FUENTE, B. de la. y SANCHEZ, G. 1990b. Composición química del ensilaje de poró (Erythrina poeppigiana) con diferentes niveles de king grass (Pennisetum purpureum) y melaza. In CATIE. Informe Técnico del Proyecto AFN. Turrialba, Costa Rica. pp 100-104.
- KEIDING, H.; LAURIDSEN, E. and WELLENDORF, H. 1984. Evaluation of a series of teak and gmelina provenance trials. Technical note N^o 15. Danida Forest Seed Centre. Denmark. 42 p.
- KLEINSCHMIT, J. 1982. Variation in mineral nutrient content between young plants of Norway spruce provenances and clones. *Silvae Genetica*. 31(2-3):77-80.
- LEAKEY, R. 1986. Cloned tropical hardwoods, quicker genetic gain. *Span*. 29(1):35-37.
- LEHN, G. A. and HIGGINBOTHAM. 1982. Natural variation in merchantable stem biomass and volume among clones of Populus tremuloides Michx. *Can. j. For. Res.* 12:83-89.
- MENDIETA, M. 1989. Caracterización de la composición química de procedencias y familias de Gliricidia sepium (Jacq.) Walp de México, América Central y Panamá. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 75 p.
- Mc DOWELL, L.R. 1974. Latin american tables of food composition. University of Florida. Gainesville, Florida, 1974. 188 p.
- MORA, E. 1984a. Erythrina berteroana Urban. CATIE. Turrialba, C. R. Depto. de Recursos Naturales Renovables. 6 p.

- 1984b. Erythrina fusca. CATIE. Turrialba, C. R. Depto. de Recursos Naturales Renovables. 4 p.
- MORGENSTERN, E. K.; NICHOLSON, J. M. and PARK, Y. S. 1984. Clonal selection in Larix laricina. I. Effects of age, clone and season on rooting of cuttings. Silvae Genetica. 33(4-5):155-160.
- MULLER, L. 1961. Un aparato micro-Kjeldahl simple para análisis rutinarios rápidos de materia vegetal. Turrialba 11(1):17-25.
- NEILL, A. D. 1984. Experimental and ecological studies on species relationships in Erythrina (Leguminosae: Papilionoideae). Tesis Ph. D. Washington University. 299 p.
- NYGREN, P. 1990. Modelos de patrones de sombra de los surcos de árboles en un sistema de cultivo en callejones con Phaseolus vulgaris L. y Erythrina poeppigiana (Walpers) O.F. Cook. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, C.R. En impresión.
- PINEDA, O. 1986. Utilización del follaje de poró (Erythrina poeppigiana) en la alimentación de terneros de lechería. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 88 p.
- PARK, Y.S. and FOWLER, D.D. 1978. Genetic variances among clonally propagated populations of tamarack and the implications for clonal forestry. Can. J. For. Res. 17(10):1175-1180.
- QUIROGA, V. 1976. Manual práctico para el análisis de experimentos de campo. IICA, OEA. San Jose, Costa Rica. 113 p.
- RODRIGUEZ, R.A. 1985. Producción de biomasa de poró gigante (Erythrina poeppigiana (Walpers) O.F. Cook) y king grass (Pennisetum purpureum x P. typhoides) intercalados, en función de la densidad de siembra y la frecuencia de poda del poró. Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 96 p.
- ROLDAN, G. 1981. Degradación ruminal de algunos forrajes proteicos en función del consumo de banano verde suplementario. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 71 p.
- RUSSO, R. 1982. Resultados preliminares de biomasa de la poda de Erythrina poeppigiana (Walpers) O.F. Cook en Turrialba, Costa Rica, CATIE. 10 p.
- , 1983a. Descripción de Erythrina poeppigiana (Walpers) O.F. Cook. CATIE, Turrialba, C.R. Depto. de Recursos Naturales Renovables. 5 p.

- , 1983b. Efecto de la poda de Erythrina poeppigiana (Walpers) O.F. Cook (poró), sobre la nodulación, producción de biomasa y contenido de nitrógeno en el suelo en un sistema agroforestal 'café-poró'. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 108 p.
- , 1984. Erythrina: un género versátil en sistemas agroforestales del trópico húmedo. CATIE, Turrialba, C.R. Programa de Recursos Naturales Renovables. 14 p.
- ; BUDOWSKI, G. y MORA, E. 1989. Observaciones sobre la productividad de una cerca viva de E. berteriana. In Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Informe Técnico Final del Proyecto Erythrina spp (Fase I). CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp 24-25.
- SAIZ DEL RIO, J.; BORNEMISZA, E. 1962. Análisis químico de suelos. Métodos de laboratorio para diagnosis de fertilidad. IICA-CTEI, Turrialba, C.R. 107 p.
- SALAZAR, R. 1985. Genetic variation in seed and seedling of ten provenances of Gliricidia sepium (Jacq.) Steud. In Symposium on "Establishment and productivity of tree plantings in semiarid regions". Kingaville, USA, Texas University, 1985. 17 p.
- SANCHEZ, G.; RUSSO, R. y VIQUEZ, E. 1989a. Rendimiento de poró enano (E. berteriana) establecido por estacas bajo tres frecuencias de corte. In Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Informe Técnico Final del Proyecto Erythrina spp (Fase I). CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp 26-29.
- SANCHEZ, G.; RUSSO, R.; VIQUEZ, E. 1989b. Productividad de cercas vivas de Erythrina berteriana en cercas existentes. In Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Informe Técnico Final del Proyecto Erythrina spp (Fase I). CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp 35-38.
- SANCHEZ, J. 1989. Análisis de la estabilidad y dinámica de sistemas de producción de cultivo en callejones. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 174 p.
- SAS. 1987. PC DOS SAS/STAT Release 6.03. Copyright 1987 by SAS Institute Inc., Cary, NC 27512-800, USA.
- SANCHEZ, P. 1987. Soil productivity and sustainability. In Agroforestry: A decade of development. Stepler, H. and Nair, P. (eds.). Nairobi, Kenya, ICRAF. pp 117-138.
- SHEPPARD, L.J. and CANNELL, M.G.R. 1985. Nutrient use efficiency of clones of Picea sitchensis and Pinus contorta. Silvae Genetica. 34(4-5):126-132.

- TOBON, C.J. 1988. Efecto de la suplementación con cuatro niveles de follaje de poró (*Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F. Cook) sobre la producción de leche de vaca en pastoreo. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 72 p.
- TILLEY, J.M.A. and TERRY, R.A. 1963. A two-stage technique for in vitro digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society*. 18:104.
- VAN HAVERBEKE, D.F. 1986. Crown shape in a *Pinus sylvestris* L. clonal seed orchard. *Silvae Genetica*. 35(5-6):236-240.
- VARGAS, F.A. 1983. Estudio preliminar: uso de la harina de pescado y hojas de poró (*Erythrina poeppigiana*) en el desarrollo y engorde de cerdos alimentados con banano (*Musa* sp; cv. 'CAVENDISH'). Programa de Producción Animal, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 32 p.
- , 1987. Evaluación del forraje de poró (*Erythrina cochleata*) como suplemento proteico para toretes en pastoreo. Tesis Mag. Sc. UCR-CATIE, Turrialba, C.R. 88 p.
- VASQUEZ R., M. S. 1986. Estudio preliminar de procedencias de *Erythrina poeppigiana* (Walpers) O. F. Cook en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. CATIE-UCR. Turrialba, Costa Rica. 86 p.
- VIQUEZ, E. 1984. Mapa del Huerto Latinoamericano de Arboles Fijadores de Nitrógeno en San Juan Sur, Proyecto AFN, CATIE-CIID. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1 p.

7. APENDICES.

Apéndice 1. Clones incluidos en la evaluación del ensayo clonal de Erythrina spp, en San Juan Sur, Turrialba, Costa Rica.

ESPECIE	PARCEL Nº	CLON Nº(1)	PROCEDENCIAS	CONDICION DE COPA(2)
<u>E. berteriana</u>	8	2439	Zarcelero	Crec. libre
	11	2695	Salitral	Podado
	12	2446	Turrialba	Podado
	14	2449	Puriscal	Crec. libre
	15	2670	Iroquois	Podado
	17	2668	Paso Canoas	Podado
	18	2679	Palmar Norte	Podado
	19	2667	La Suiza	Podado
	21	2674	Sarapiquí	Podado
	23	2677	Atenas	Podado
	26	2652	Naranja, Osa	Podado
	27	2653	Golfito	Podado
	31	2659	Tejar, Cartago	Podado
	32	2691	Quebrada Honda	Podado
	35	2689	Sta. María Dota	Podado
	39	2696	Aserrí	Podado
41	2703	Palo Verde, Cartago	Podado	
42	2704	Palo Verde, Cartago	Crec. libre	
<u>E. fusca</u>	2	2432	La Lola	Crec. libre
	7	2438	Pérez Zeledón	Podado
	9	2440	Heredia	Podado
	10	2441	Heredia	Podado
	16	2678	Pérez Zeledón	Podado
	22	2675	Sarapiquí	Podado
	24	2701	La Garita	Crec. libre
	37	2699	S. Vicente, Heredia	Podado
	40	2697	Salitral	Podado
	43	2706	Tres Puentes	Crec. libre
<u>E. poeppigiana</u>	3	2433	La Lola	Crec. libre
	5	2435	Pérez Zeledón	Podado
	25	2662	Paraíso	Podado
	29	2660	Guadalup., Cartago	Podado
	30	2661	Tejar, Cartago	Podado
	33	2687	Sta. María Dota	Podado
	34	2693	S. Marcos Tarrazú	Podado
	36	2700	S. Pablo, Heredia	Podado
	38	2708	Naranja, Alajuela	Podado

(1) Número asignado por el Banco Latinoamericano de Semillas Forestales (BLSF), CATIE.

(2) Del árbol padre.

Apéndice 2. Probabilidades de error de rechazo a la H_0 ($Pr > F$), para las variables foliares en las tres especies de Erythrina.

ANALISIS UNIVARIADO

E. berteroana

Fuente variac.	Gl	LTH	LPC	LPD	LFA	AFA	LFD	AFD
BLOQUE	2	0.4417	0.0553	0.0084	0.9752	0.2062	0.3049	0.3867
CLON	15	0.1157	0.0001	0.0001	0.0001	0.0010	0.0001	0.0001
BLOxCLON	30	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
ARB(CLON)	47	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
CV		13.22	9.79	8.63	12.49	11.10	11.98	10.31

E. fusca

BLOQUE	2	0.0003	0.0237	0.0781	0.0001	0.0086	0.0001	0.3867
CLON	9	0.0127	0.0001	0.0001	0.0052	0.0109	0.0111	0.0077
BLOxCLON	14	0.0001	0.0074	0.0004	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
ARB(CLON)	25	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
CV		9.42	8.44	7.53	8.27	9.28	8.37	9.03

E. poeppigiana

BLOQUE	2	0.9730	0.3685	0.2176	0.3829	0.0406	0.0229	0.0001
CLON	7	0.0944	0.1310	0.1168	0.1488	0.1065	0.1366	0.1285
BLOxCLON	14	0.0005	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0132
ARB(CLON)	23	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
CV		15.03	12.20	11.85	13.57	14.32	14.44	13.52

Apéndice 3. Coeficientes de correlación para las variables foliares en E. berteriana.Variables

	LTH	LPEC1	LPEC2	LPA	LPD	LFA	AFA	LPAFA	LFD	AFD	LPAFD
LTH ⁽¹⁾	1.00	0.79	0.63	0.53	0.48	0.82	0.68	0.79	0.69	0.50	0.62
LPEC1		1.00	0.41	0.37	0.29	0.33	0.42	0.33	0.30	0.46	0.27
LPEC2			1.00	0.19	0.24	0.47	0.74	0.53	0.37	0.57	0.34
LPA				1.00	0.85	0.47	0.39	0.37	0.43	0.30	0.42
LPD					1.00	0.46	0.42	0.39	0.52	0.38	0.52
LFA						1.00	0.61	0.94	0.81	0.28	0.74
AFA							1.00	0.63	0.50	0.79	0.46
LPAFA								1.00	0.74	0.31	0.68
LFD									1.00	0.41	0.91
AFD										1.00	0.38
LPAFD											1.00

⁽¹⁾ Todos los coeficientes presentaron valores de probabilidad de error = 0.0001.

Apéndice 4. Factores de regresión para variables foliares correlacionadas, en las tres especies de Erythrina.

Especie	Variable independ.	Variables depend.	Factor regresión	R ²	CV	Coefficiente correlación
<u>E. bert.</u>	AFA	LFA ⁽¹⁾	1.0084	0.98	16.08	0.61
		LFD	0.9205	0.97	17.42	0.50
		AFD	0.7862	0.99	10.52	0.79
<u>E. fusca</u>	LFA	AFA	0.7638	0.99	8.29	0.84
		LFD	0.8644	1.00	5.67	0.92
		AFD	0.5992	0.99	9.20	0.79
<u>E. poep.</u>	LFA	AFA	0.9986	0.99	8.63	0.88
		LFD	0.9011	0.98	13.09	0.73
		AFD	0.7346	0.98	14.24	0.68

(1) La fórmula a emplear para la estimación de las variables dependientes sería:
 Variable depend = Variable independ x Factor regresión.

Apéndice 5. Promedios por árbol de las variables foliares con la prueba de Duncan en clones de E. berteriana.

Variables

	LTH (cm)		LFA (cm)		AFA (cm)		LFD (cm)		AFD (cm)	
CLON	2668 38.71	A ⁽¹⁾	2674 19.69	A	2677 18.74	A	2674 17.92	A	2677 15.49	A
CLON	2652 37.39	AB	2670 19.02	A	2449 18.03	AB	2670 17.45	A	2449 14.39	AB
CLON	2674 36.95	ABC	2667 18.92	A	2674 16.52	ABC	2667 17.11	AB	2689 13.46	CB
CLON	2670 36.27	ABCD	2668 18.39	A	2667 16.47	ABC	2668 16.10	ABC	2703 13.37	CBD
CLON	2439 35.63	ABCD	2439 18.03	AB	2670 16.42	ABC	2446 16.05	ABC	2652 13.09	CBDE
CLON	2667 35.51	ABCD	2446 17.12	ABC	2689 16.14	ABC	2439 15.95	ABC	2691 12.89	CBDE
CLON	2449 34.57	ABCD	2677 15.06	DBC	2703 16.08	ABC	2677 14.52	DBC	2668 12.32	CDE
CLON	2689 34.26	ABCD	2703 14.92	DBC	2691 15.86	BC	2449 14.24	DC	2674 12.26	CDE
CLON	2703 34.05	ABCD	2652 14.88	DBC	2668 15.84	BC	2652 13.80	DC	2667 12.24	CDE
CLON	2446 33.42	ABCD	2449 14.86	DBC	2439 15.36	BC	2703 13.73	DC	2670 12.23	CDE
CLON	2677 33.28	ABCD	2689 14.78	DBC	2696 15.14	C	2653 13.44	DC	2695 12.03	CDE
CLON	2691 32.90	ABCD	2691 14.53	DC	2652 15.09	C	2691 13.39	DC	2696 11.92	CDE
CLON	2653 32.11	ABCD	2653 14.42	DC	2695 14.92	C	2689 13.29	DC	2659 11.57	CDE
CLON	2659 30.46	BCD	2659 13.74	D	2659 14.80	C	2696 12.28	D	2439 11.29	DE
CLON	2696 30.11	CD	2696 13.66	D	2446 14.37	C	2695 12.26	D	2446 11.02	E
CLON	2695 29.48	D	2695 12.96	D	2653 11.50	D	2659 12.18	D	2653 8.88	F

⁽¹⁾ Promedios con letras iguales no son estadísticamente diferentes.

Apéndice 6. Coeficientes de correlación para las variables foliares en E. fusca.

	<u>Variables</u>										
	LTH	LPEC1	LPEC2	LPA	LPD	LFA	AFA	LPAFA	LFD	AFD	LPAFD
LTH ⁽¹⁾	1.00	0.95	0.90	0.60	0.65	0.94	0.78	0.87	0.90	0.76	0.75
LPEC1		1.00	0.80	0.57	0.62	0.83	0.67	0.78	0.83	0.66	0.70
LPEC2			1.00	0.52	0.57	0.84	0.74	0.82	0.77	0.72	0.60
LPA				1.00	0.87	0.50	0.31	0.45	0.47	0.27	0.39
LPD					1.00	0.56	0.37	0.55	0.57	0.37	0.50
LFA						1.00	0.84	0.89	0.92	0.79	0.78
AFA							1.00	0.70	0.82	0.91	0.66
LPAFA								1.00	0.83	0.69	0.72
LFD									1.00	0.86	0.83
AFD										1.00	0.67
LPAFD											1.00

⁽¹⁾ Todos los coeficientes presentaron valores de probabilidad de error = 0.0001.

Apéndice 7. Promedios por árbol de las variables foliares con la prueba de Duncan en clones de E. fusca.

		<u>Variables</u>									
		LTH (cm)		LFA (cm)		AFA (cm)		LFD (cm)		AFD (cm)	
CLON	2697 40.96	A ⁽¹⁾	2697 18.03	A	2440 14.09	A	2697 15.67	A	2697 10.87	A	
CLON	2438 38.03	AB	2440 17.78	A	2432 13.97	A	2440 15.08	A	2432 10.84	A	
CLON	2440 37.75	AB	2438 17.32	AB	2697 13.58	A	2701 15.05	A	2440 10.71	A	
CLON	2699 37.19	ABC	2701 17.28	AB	2706 12.64	AB	2699 14.96	A	2701 10.09	A	
CLON	2701 36.70	ABC	2706 17.22	AB	2438 12.63	AB	2706 14.76	AB	2699 10.08	A	
CLON	2706 35.92	ABC	2699 16.68	AB	2701 12.59	AB	2438 14.40	AB	2438 10.00	A	
CLON	2678 35.77	ABC	2432 16.11	AB	2678 12.03	ABC	2678 13.96	AB	2706 9.82	A	
CLON	2432 32.67	DBC	2678 15.77	AB	2699 12.02	ABC	2432 13.88	AB	2678 9.28	AB	
CLON	2441 29.90	DC	2441 14.77	CB	2441 10.35	BC	2441 12.38	CB	2675 7.99	B	
CLON	2675 26.66	D	2675 12.41	C	2675 10.13	C	2675 11.08	C	2441 7.68	B	

⁽¹⁾ Promedios con letras iguales no son estadísticamente diferentes.

Apéndice 8. Coeficientes de correlación para las variables foliares en E. poeppigiana.Variables

	LTH	LPEC1	LPEC2	LPA	LPD	LFA	AFA	LPAFA	LFD	AFD	LPAFD
LTH ⁽¹⁾	1.00	0.86	0.83	0.54	0.58	0.84	0.81	0.77	0.66	0.68	0.57
LPEC1		1.00	0.76	0.46	0.53	0.64	0.67	0.55	0.58	0.63	0.51
LPEC2			1.00	0.48	0.51	0.66	0.66	0.61	0.49	0.54	0.45
LPA				1.00	0.86	0.50	0.41	0.40	0.32	0.27	0.22
LPD					1.00	0.50	0.41	0.38	0.47	0.40	0.35
LFA						1.00	0.88	0.94	0.73	0.68	0.63
AFA							1.00	0.81	0.74	0.81	0.70
LPAFA								1.00	0.63	0.58	0.57
LFD									1.00	0.80	0.90
AFD										1.00	0.77
LPAFD											1.00

⁽¹⁾ Todos los coeficientes presentaron valores de probabilidad de error = 0.0001

Apéndice 9. Promedios por árbol de las variables foliares con la prueba de Duncan en clones de E. poeppigiana.

		<u>Variables</u>													
		LTH (cm)		LFA (cm)		AFA (cm)		LFD (cm)		AFD (cm)					
CLON	2660	58.64	A ⁽¹⁾	2660	25.86	A	2660	26.26	A	2708	22.73	A	2660	19.34	A
CLON	2662	55.83	AB	2708	23.93	AB	2662	24.17	AB	2660	22.53	A	2662	18.51	AB
CLON	2708	51.63	ABC	2661	22.80	AB	2700	23.01	AB	2662	21.06	AB	2700	17.52	AB
CLON	2693	49.98	ABC	2687	22.57	AB	2708	22.78	AB	2687	20.44	AB	2708	16.34	AB
CLON	2687	49.17	ABC	2662	22.34	AB	2661	22.76	AB	2700	20.28	AB	2687	15.96	AB
CLON	2433	49.05	ABC	2700	21.28	B	2693	20.73	B	2661	20.19	AB	2661	15.80	AB
CLON	2661	47.41	BC	2693	21.04	B	2687	20.49	B	2693	18.17	AB	2693	15.40	AB
CLON	2700	44.14	C	2433	20.36	B	2433	19.73	B	2433	17.17	B	2433	14.21	B

⁽¹⁾ Promedios con letras iguales no son estadísticamente diferentes.

Apéndice 10

Probabilidades de error de rechazo a la H_0 ($Pr > F$), para las variables de crecimiento en clones de E. berteriana, en las dos cosechas.

Primera cosecha

Fuente de Variación	Gl	ALTOT	BROTOS	DTOC	LRML	DRML	DCOPA	PSHOJ	PSTIE	PSLEN
ALTOC	1	0.0003	0.0001	0.0001	0.0023	0.0045	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
BLOQUE	2	0.0329	0.0003	0.3600	0.0217	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0037
CLON	16	0.0003	0.0019	0.0012	0.0001	0.0301	0.0001	0.0006	0.0001	0.0001
BLOxCLON	30	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
ARB(CLON)	49	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
CV		15.28	28.72	20.58	17.19	14.52	16.78	32.63	46.61	40.20

Segunda cosecha

ALTOC	1	0.0010	0.0056	0.0033	0.1447	0.0473	0.0220	0.0021	0.0034	0.0048
BLOQUE	2	0.5141	0.1771	0.0018	0.0080	0.0041	0.0015	0.0001	0.0001	0.5717
CLON	17	0.0001	0.0001	0.0018	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0010	0.0001
BLOxCLON	32	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0413	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
ARB(CLON)	52	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
CV		14.44	26.98	17.62	18.57	14.74	17.37	36.21	44.91	40.54

Apéndice 11. Promedios por árbol de las variables de crecimiento con la prueba de Duncan en clones de E. berteriana, en la primera cosecha.

Variables

	ALTOT (cm)		DCOPA (cm)		PSHOJ (k)		PSTIE (k)		PSLEN (k)	
CLON	2674 362.56	A ⁽¹⁾	2674 359.47	A	2674 2.31	A	2653 0.32	A	2674 4.35	A
CLON	2667 335.22	AB	2670 329.03	AB	2667 2.05	A	2667 0.31	A	2667 3.80	AB
CLON	2670 318.06	ABC	2667 313.47	ABC	2652 1.67	AB	2674 0.30	AB	2670 2.90	CB
CLON	2446 291.11	ABCD	2653 310.00	ABCD	2670 1.67	AB	2652 0.29	AB	2446 2.67	CB
CLON	2652 277.67	EBCD	2446 282.42	EBCD	2446 1.63	AB	2670 0.23	ABC	2653 1.76	CD
CLON	2691 253.27	ECD	2668 240.94	EFCD	2653 1.52	ABC	2446 0.19	ABCD	2652 1.45	CD
CLON	2439 246.94	ECD	2652 236.39	EFD	2668 1.03	DBC	2668 0.18	EBCD	2668 1.08	D
CLON	2653 244.33	ECD	2695 209.06	EFG	2691 1.03	DBC	2691 0.12	EFCD	2449 1.01	D
CLON	2695 232.83	ED	2449 194.82	FG	2695 0.88	DBC	2449 0.10	EFCD	2695 0.92	D
CLON	2659 229.82	ED	2691 187.27	FG	2689 0.87	DBC	2704 0.09	EFCD	2691 0.89	D
CLON	2704 226.72	ED	2439 169.14	HFG	2703 0.85	DBC	2703 0.08	EFD	2689 0.83	D
CLON	2677 222.44	ED	2689 156.72	HG	2704 0.84	DBC	2677 0.08	EFD	2703 0.79	D
CLON	2449 220.14	ED	2677 148.92	HG	2449 0.82	DC	2689 0.08	EFD	2677 0.75	D
CLON	2668 213.72	ED	2704 148.61	HG	2659 0.73	DC	2659 0.08	EFD	2704 0.66	D
CLON	2689 213.50	E	2703 144.39	HG	2677 0.54	D	2439 0.06	EFD	2659 0.62	D
CLON	2703 210.72	E	2659 135.45	HG	2439 0.49	D	2695 0.05	EF	2439 0.42	D
CLON	2696 201.20	E	2696 105.30	H	2696 0.26	D	2696 0.03	F	2696 0.21	D

⁽¹⁾ Promedios con letras iguales no son estadísticamente diferentes.

Apéndice 12. Promedios por árbol de las variables de crecimiento con la prueba de Duncan en clones de E. berteriana, en la segunda cosecha.

		Variables									
		ALTOT (cm)		DCOPA (cm)		PSHOJ (k)		PSTIE (k)		PSLEN (k)	
CLON	2674 334.33	A ⁽¹⁾	2674 330.67	A	2653 1.80	A	2667 0.29	A	2674 3.93	A	
CLON	2670 301.28	AB	2670 291.75	A	2674 1.65	AB	2674 0.28	A	2446 2.45	B	
CLON	2446 300.50	AB	2653 289.03	A	2668 1.61	AB	2670 0.21	AB	2670 2.34	B	
CLON	2667 295.28	ABC	2668 274.75	A	2667 1.48	ABC	2446 0.19	AB	2667 2.31	BC	
CLON	2653 254.72	DBC	2667 272.08	A	2691 1.32	ABCD	2668 0.15	CB	2653 1.56	BCD	
CLON	2439 244.83	DBC	2446 265.97	AB	2670 1.31	ABCD	2691 0.14	CB	2691 1.31	ECD	
CLON	2691 242.71	DBC	2439 206.87	CB	2446 1.30	ABCD	2653 0.14	CB	2668 1.28	ECD	
CLON	2668 235.61	DC	2691 182.65	CD	2652 1.11	EBCD	2704 0.10	CB	2652 0.87	ED	
CLON	2652 229.72	DE	2652 181.25	CD	2704 0.87	EFCD	2439 0.10	CB	2439 0.86	ED	
CLON	2704 211.50	DE	2703 151.11	CDE	2703 0.87	EFCD	2652 0.09	CB	2689 0.82	ED	
CLON	2689 210.81	DE	2689 144.69	CDE	2659 0.76	EFD	2659 0.09	CB	2704 0.72	ED	
CLON	2677 200.50	DE	2704 143.53	CDE	2689 0.67	EFD	2449 0.06	C	2703 0.61	ED	
CLON	2659 199.89	DE	2695 134.72	DE	2695 0.62	EF	2703 0.06	C	2659 0.57	ED	
CLON	2679 194.09	DE	2659 131.25	DE	2439 0.53	EF	2689 0.05	C	2695 0.40	E	
CLON	2695 193.33	DE	2679 119.77	DE	2677 0.44	EF	2677 0.05	C	2696 0.37	E	
CLON	2703 190.83	DE	2449 116.14	DE	2449 0.44	EF	2679 0.04	C	2449 0.27	E	
CLON	2696 189.50	DE	2677 109.44	E	2696 0.37	F	2695 0.04	C	2679 0.27	E	
CLON	2449 167.45	E	2696 106.75	E	2679 0.35	F	2696 0.04	C	2677 0.26	E	

(1) Promedios con letras iguales no son estadísticamente diferentes.

Apéndice 13. Coeficientes de correlación para las variables de crecimiento de E. berteroana, en la primera cosecha.

Variables

	ALTOTBROTE	ALTOC	DTOC	LRML	DRML	DCOPA	PSHOJ	PSTIE	PSLEÑ	
ALTOT ⁽¹⁾	1.00	0.36	0.23	0.55	0.81	0.67	0.75	0.77	0.62	0.80
BROTES		1.00	0.61	0.65	0.42	0.25	0.59	0.61	0.50	0.61
ALTOC			1.00	0.47	0.20	0.23	0.32	0.38	0.30	0.33
DTOC				1.00	0.47	0.50	0.61	0.66	0.60	0.63
LRML					1.00	0.66	0.80	0.79	0.65	0.81
DRML						1.00	0.54	0.65	0.56	0.58
DCOPA							1.00	0.87	0.77	0.86
PSHOJ								1.00	0.84	0.88
PSTIE									1.00	0.72
PSLEÑ										1.00

⁽¹⁾ Todos los coeficientes presentaron valores de probabilidad de error = 0.0001.

Apéndice 14. Coeficientes de correlación para las variables de crecimiento de E. berteroana, en la segunda cosecha.

		<u>Variables</u>									
		ALTOT	BROTE	ALTOC	DTOC	LRML	DRML	DCOPA	PSHOJ	PSTIE	PSLEÑ
ALTOT ⁽¹⁾	1.00	0.50	0.32	0.61	0.87	0.69	0.80	0.62	0.71	0.81	
BROTES		1.00	0.36	0.62	0.53	0.40	0.69	0.60	0.53	0.69	
ALTOC			1.00	0.39	0.20	0.28	0.28	0.31	0.29	0.29	
DTOC				1.00	0.50	0.51	0.62	0.51	0.50	0.63	
LRML					1.00	0.74	0.82	0.68	0.69	0.83	
DRML						1.00	0.59	0.57	0.56	0.65	
DCOPA							1.00	0.77	0.74	0.86	
PSHOJ								1.00	0.65	0.68	
PSTIE									1.00	0.75	
PSLEÑ										1.00	

⁽¹⁾ Todos los coeficientes presentaron valores de probabilidad de error = 0.0001

Apéndice 15. Factores de regresión para variables de crecimiento correlacionadas, en las tres especies de Erythrina, en la primera cosecha.

Espece	Variable independ.	Variabes depend.	Factor regresión	R ²	CV	Coficiente correlación
<u>E. bert.</u>	DCOPA	PSHOJA ⁽¹⁾	0.0056	0.91	36.91	0.87
		PSTIE	0.0008	0.79	60.31	0.77
		PSLEÑ	0.0080	0.80	62.42	0.86
<u>E. fusca</u>	DCOPA	PSHOJA	0.0047	0.83	48.83	0.66
		PSTIE	0.0008	0.75	62.67	0.63
		PSLEÑ	0.0023	0.70	59.49	0.59
<u>E. poep.</u>	DTCO	PSHOJA	0.2454	0.88	40.32	0.82
		PSTIE	0.0677	0.85	46.58	0.79
		PSLEÑ	0.1740	0.79	60.12	0.86

(1) La fórmula a emplear para la estimación de las variables dependientes sería:
 Variable depend = Variable independ x Factor regresión.

Apéndice 16. Factores de regresión para variables de crecimiento correlacionadas, en las tres especies de Erythrina, en la segunda cosecha.

Especie	Variable independ.	Variables depend.	Factor regresión	R ²	CV	Coefficiente correlación
<u>E. bert.</u>	DCOPA	PSHOJA ⁽¹⁾	0.0053	0.89	40.12	0.77
		PSTIE	0.0007	0.76	66.66	0.74
		PSLEÑ	0.0071	0.81	59.09	0.86
<u>E. fusca</u>	DCOPA	PSHOJA	0.0043	0.85	48.39	0.84
		PSTIE	0.0006	0.76	65.15	0.76
		PSLEÑ	0.0021	0.81	57.11	0.87
<u>E. poep.</u>	DIOC	PSHOJA	0.2287	0.89	39.95	0.87
		PSTIE	0.0489	0.79	58.66	0.73
		PSLEÑ	0.2064	0.82	56.22	0.88

(1) La fórmula a emplear para la estimación de las variables dependientes sería:
 Variable depend = Variable independ x Factor regresión.

Apéndice 17

Probabilidades de error de rechazo a la H_0 ($Pr > F$), para las variables de crecimiento en clones de E. fusca, en las dos cosechas.

Primera cosecha

Fuente de Variación	Gl	ALTOT	BROTOS	DTOC	LRML	DRML	DCOPA	PSHOJ	PSTIE	PSLEN
ALTOC	1	0.0008	0.0001	0.0220	0.0032	0.0001	0.0549	0.0457	0.1245	0.5494
BLOQUE	2	0.8837	0.7779	0.2488	0.7275	0.5694	0.3425	0.2674	0.1257	0.8162
CLON	8	0.0053	0.2729	0.4243	0.0359	0.1932	0.0724	0.3507	0.0754	0.1292
BLOxCLON	12	0.0048	0.1302	0.0001	0.0833	0.0063	0.1529	0.0002	0.0016	0.0152
ARB(CLON)	23	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
CV		18.05	39.32	30.68	18.43	19.99	21.74	45.37	55.51	55.19

Segunda cosecha

ALTOC	1	0.0001	0.0001	0.0164	0.8706	0.0084	0.0568	0.0010	0.0234	0.0724
BLOQUE	2	0.7566	0.2663	0.4982	0.5633	0.9236	0.0008	0.0079	0.0002	0.0192
CLON	8	0.0001	0.0322	0.0969	0.0012	0.0017	0.0648	0.0577	0.0264	0.0046
BLOxCLON	13	0.0723	0.1174	0.0298	0.0016	0.0014	0.0001	0.0004	0.0022	0.0001
ARB(CLON)	24	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
CV		16.25	27.98	33.77	19.89	16.87	18.89	46.21	57.71	46.80

Apéndice 18. Promedios por árbol de las variables de crecimiento con la prueba de Duncan en clones de E. fusca, en la primera cosecha.

		<u>Variables</u>													
		ALTOT (cm)		DCOPA (cm)		PSHOJ (k)		PSTIE (k)		PSLEN (k)					
CLON	2675	260.39	A ⁽¹⁾	2678	266.62	A	2701	1.62	A	2701	0.33	A	2706	0.79	A
CLON	2678	251.29	A	2701	259.12	AB	2706	1.40	AB	2706	0.19	AB	2701	0.70	AB
CLON	2706	234.65	AB	2697	247.47	ABC	2432	1.02	AB	2678	0.17	B	2675	0.64	AB
CLON	2432	226.44	ABC	2706	240.79	ABCD	2440	1.01	AB	2432	0.17	B	2678	0.54	AB
CLON	2701	219.29	ABC	2438	227.25	ABCD	2678	0.89	AB	2675	0.14	B	2440	0.43	AB
CLON	2438	198.70	ABCD	2440	222.50	ABCD	2699	0.89	AB	2438	0.14	B	2432	0.42	AB
CLON	2699	182.25	BCD	2675	201.72	BCD	2675	0.88	AB	2699	0.12	B	2438	0.29	B
CLON	2440	172.17	CD	2432	195.69	CD	2438	0.83	AB	2440	0.09	B	2697	0.28	B
CLON	2697	147.00	D	2699	184.37	D	2697	0.61	B	2697	0.09	B	2699	0.27	B

⁽¹⁾ Promedios con letras iguales no son estadísticamente diferentes.

Apéndice 19. Promedios por árbol de las variables de crecimiento con la prueba de Duncan en clones de E. fusca, en la segunda cosecha.

		<u>Variables</u>													
		ALTOT (cm)		DCOPA (cm)		PSHOJ (k)		PSTIE (k)		PSLEN (k)					
CLON	2706	225.88	A ⁽¹⁾	2678	246.11	A	2706	1.19	A	2701	0.22	A	2678	0.71	A
CLON	2678	223.89	A	2440	218.59	AB	2701	1.14	A	2678	0.18	AB	2706	0.60	AB
CLON	2701	198.89	AB	2701	215.83	AB	2678	1.05	AB	2706	0.17	ABC	2701	0.60	AB
CLON	2675	180.88	CB	2706	212.94	AB	2440	0.92	ABC	2440	0.13	ABCD	2675	0.42	ABC
CLON	2432	159.17	CD	2675	191.91	ABC	2675	0.70	ABC	2432	0.09	BCD	2440	0.36	BC
CLON	2440	157.82	CD	2432	169.17	BC	2432	0.70	ABC	2675	0.09	BCD	2432	0.24	C
CLON	2699	144.42	D	2438	161.25	BC	2438	0.47	BC	2438	0.07	BCD	2697	0.12	C
CLON	2438	128.83	ED	2697	161.17	BC	2699	0.37	C	2699	0.06	CD	2438	0.11	C
CLON	2697	105.40	E	2699	124.79	C	2697	0.32	C	2697	0.03	D	2699	0.11	C

(1) Promedios con letras iguales no son estadísticamente diferentes.

Apéndice 20. Coeficientes de correlación para las variables de crecimiento de E. fusca, en la primera cosecha.

Variables

	ALTOTBROTE	ALTOC	DTOC	LRML	DRML	DCOPA	PSHOJ	PSTIE	PSLEN	
ALTOT ⁽¹⁾	1.00	-0.05 0.58	0.01 0.91	0.27	0.63	0.71	0.24 0.01	0.26	0.28	0.52
BROTES		1.00	0.82	0.57	-0.05 0.55	-0.33	0.50	0.63	0.56	0.43
ALTOC			1.00	0.50	-0.06 0.52	-0.24 0.01	0.43	0.48	0.41	0.38
DTOC				1.00	0.17 0.06	0.11 0.23	0.42	0.77	0.68	0.62
LRML					1.00	0.70	0.40	0.37	0.44	0.60
DRML						1.00	0.03 0.70	0.18 0.05	0.21	0.41
DCOPA							1.00	0.66	0.63	0.59
PSHOJ								1.00	0.91	0.84
PSTIE									1.00	0.76
PSLEN										1.00

(1) Los coeficientes que no presentan valores de probabilidad de error es por que oscilan entre 0.001 y 0.0001.

Apéndice 21. Coeficientes de correlación para las variables de crecimiento de E. fusca, en la segunda cosecha.

		<u>Variables</u>								
		ALTOTBROTEALTOC	DTOC	LRML	DRML	DCOPAPSHOJ	PSTIE	PSLEN		
ALTOT ⁽¹⁾	1.00	0.43	0.55	0.58	0.73	0.71	0.72	0.71	0.65	0.81
BROTES		1.00	0.50	0.54	0.33	0.33	0.46	0.57	0.44	0.41
ALTOC			1.00	0.36	0.18 0.07	0.16 0.10	0.33	0.41	0.33	0.30
DTOC				1.00	0.51	0.54	0.63	0.79	0.77	0.68
LRML					1.00	0.88	0.77	0.70	0.64	0.81
DRML						1.00	0.71	0.72	0.70	0.80
DCOPA							1.00	0.84	0.76	0.87
PSHOJ								1.00	0.91	0.88
PSTIE									1.00	0.80
PSLEN										1.00

⁽¹⁾ Los coeficientes que no presentan valores de probabilidad de error es por que eran = 0.0001.

Apéndice 22 Probabilidades de error de rechazo a la H_0 ($Pr > F$), para las variables de crecimiento en clones de E. poeppigiana, en las dos cosechas.

Primera cosecha

Fuente de Variación	Gl	ALTOT	BROTOS	DTOC	LRML	DRML	DCOPA	PSHOJ	PSTIE	PSLEN
ALTOC	1	0.3720	0.0001	0.0651	0.0802	0.2527	0.0033	0.0102	0.0103	0.0148
BLOQUE	2	0.0223	0.6377	0.4480	0.2297	0.3637	0.1188	0.0606	0.0084	0.3850
CLON	7	0.0006	0.0239	0.0013	0.0535	0.0494	0.0588	0.0922	0.0641	0.0782
BLOxCLON	13	0.1266	0.1036	0.5383	0.1845	0.0137	0.0167	0.0035	0.0073	0.0042
ARB(CLON)	23	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
CV		19.01	31.03	21.45	17.59	19.45	16.80	45.08	48.67	62.03

Segunda cosecha

Fuente de Variación	Gl	ALTOT	BROTOS	DTOC	LRML	DRML	DCOPA	PSHOJ	PSTIE	PSLEN
ALTOC	1	0.0045	0.0001	0.0442	0.2215	0.0596	0.0051	0.0085	0.0047	0.0142
BLOQUE	2	0.0034	0.2850	0.2160	0.0932	0.1664	0.4794	0.0138	0.0001	0.9430
CLON	8	0.0001	0.0011	0.0003	0.0004	0.0002	0.0081	0.0097	0.0336	0.0018
BLOxCLON	15	0.0250	0.6994	0.0448	0.0074	0.0215	0.0006	0.0001	0.0001	0.0001
ARB(CLON)	26	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
CV		17.69	25.93	19.94	19.24	17.50	18.94	39.37	44.37	48.29

Apéndice 23. Promedios por árbol de las variables de crecimiento con la prueba de Duncan en clones de E. poeppigiana, en la primera cosecha.

		<u>Variables</u>													
		ALTOT (cm)		DCOPA (cm)		PSHOJ (k)		PSTIE (k)		PSLEN (k)					
CLON	2660	322.89	A ⁽¹⁾	2660	408.75	A	2660	2.65	A	2660	0.77	A	2660	2.21	A
CLON	2661	299.65	AB	2687	399.44	AB	2700	1.91	AB	2687	0.57	AB	2687	1.49	AB
CLON	2687	274.83	AB	2708	381.39	AB	2708	1.89	AB	2661	0.51	AB	2708	1.19	B
CLON	2700	274.00	AB	2661	334.41	ABC	2661	1.75	AB	2708	0.48	CB	2661	1.16	B
CLON	2708	251.06	CB	2700	335.11	BC	2687	1.75	AB	2700	0.46	CB	2700	0.94	CB
CLON	2662	209.35	CD	2433	298.00	C	2662	1.23	BC	2662	0.30	CBD	2433	0.65	CB
CLON	2433	202.33	D	2693	293.54	C	2433	0.91	BC	2433	0.22	CD	2662	0.58	CB
CLON	2693	140.08	E	2662	290.32	C	2693	0.54	C	2693	0.14	D	2693	0.23	C

(1) Promedios con letras iguales no son estadísticamente diferentes.

Apéndice 24. Promedios por árbol de las variables de crecimiento con la prueba de Duncan en clones de E. poeppigiana, en la segunda cosecha.

		<u>Variables</u>				
		ALTOT	DCOPA	PSHOJ	PSTIE	PSLEN
		(cm)	(cm)	(k)	(k)	(k)
CLON	2660	2687	2660	2687	2660	2687
	346.17	377.92	3.03	0.72	3.24	
	A ⁽¹⁾	A	A	A	A	A
CLON	2661	2660	2708	2660	2687	
	298.06	373.06	2.35	0.58	2.30	
	B	AB	AB	AB	AB	
CLON	2687	2708	2661	2661	2708	
	295.44	359.31	2.33	0.48	1.87	
	B	AB	AB	ABC	CB	
CLON	2700	2661	2687	2708	2661	
	268.00	325.69	2.03	0.35	1.87	
	BC	ABC	AB	DBC	CB	
CLON	2708	2662	2662	2700	2662	
	254.72	294.26	1.56	0.30	1.22	
	BC	DBC	CB	DBC	CBD	
CLON	2662	2700	2700	2662	2700	
	221.35	263.83	1.51	0.29	1.01	
	DC	DC	CB	DBC	CD	
CLON	2433	2693	2433	2693	2433	
	186.07	231.82	0.82	0.18	0.52	
	DE	DE	CD	DC	D	
CLON	2693	2433	2693	2433	2693	
	145.59	229.43	0.72	0.15	0.31	
	FE	DE	CD	DC	D	
CLON	2435	2435	2435	2435	2435	
	106.82	176.82	0.29	0.08	0.13	
	F	E	D	D	D	

(1) Promedios con letras iguales no son estadísticamente diferentes.

Apéndice 25. Coeficientes de correlación para las variables de crecimiento de E. poeppigiana, en la primera cosecha.

		<u>Variables</u>								
		ALTOTBROTEALTOC	DTOC	LRML	DRML	DCOPAPSHOJ	PSTIE	PSLEN		
ALTOT ⁽¹⁾	1.00	0.47	0.51	0.81	0.70	0.68	0.60	0.71	0.71	0.72
BROTES		1.00	0.84	0.57	0.43	0.30	0.57	0.45	0.46	0.49
ALTOC			1.00	0.49	0.37	0.24	0.41	0.39	0.37	0.40
DTOC				1.00	0.69	0.63	0.72	0.82	0.79	0.86
LRML					1.00	0.77	0.71	0.65	0.66	0.70
DRML						1.00	0.53	0.54	0.58	0.62
DCOPA							1.00	0.75	0.76	0.72
PSHOJ								1.00	0.89	0.88
PSTIE									1.00	0.86
PSLEÑ										1.00

⁽¹⁾ Todos los coeficientes presentaron valores de probabilidad de error = 0.0001.

Apéndice 26. Coeficientes de correlación para las variables de crecimiento de E. poeppigiana, en la segunda cosecha.

		<u>Variables</u>								
		ALTOTBROTE	ALTOC	DTOC	LRML	DRML	DCOPA	PSHOJ	PSTIE	PSLEÑ
ALTOT ⁽¹⁾	1.00	0.48	0.63	0.87	0.85	0.86	0.78	0.78	0.68	0.81
BROTES		1.00	0.57	0.62	0.47	0.44	0.60	0.55	0.48	0.53
ALTOC			1.00	0.60	0.42	0.46	0.54	0.45	0.39	0.45
DTOC				1.00	0.81	0.79	0.82	0.87	0.73	0.88
LRML					1.00	0.88	0.87	0.80	0.71	0.83
DRML						1.00	0.76	0.79	0.73	0.79
DCOPA							1.00	0.84	0.72	0.83
PSHOJ								1.00	0.80	0.91
PSTIE									1.00	0.76
PSLEÑ										1.00

(1) Todos los coeficientes presentaron valores de probabilidad de error = 0.0001

Apéndice 27. Probabilidades de error de rechazo a la H_0 ($Pr > F$), para contenidos de nutrientes en los componentes de biomasa, de las tres especies de Erythrina.

HOJA

Fuente variac.	Gl	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn
BLOQUE	2	0.1027	0.0001	0.0392	0.7339	0.0001	0.3186	0.0766	0.1232
ESPECIE	2	0.0009	0.0010	0.2785	0.0025	0.0005	0.0065	0.0469	0.0686
CLON(ESP)	33	0.2274	0.6498	0.4191	0.0035	0.0033	0.2740	0.3420	0.7997
BLOxESP	4	0.3395	0.5377	0.1745	0.4522	0.8362	0.9713	0.9521	0.5302
ARB(CLON)	41	0.0001	0.0001	0.1303	0.0001	0.0001	0.2727	0.3370	0.4473
CV		8.17	13.68	26.52	19.18	14.27	37.15	38.73	42.14

TALLO TIERNO

BLOQUE	2	0.0466	0.0159	0.0001	0.7913	0.0742	0.1803	0.0011	0.0190
ESPECIE	2	0.4190	0.0878	0.0570	0.0014	0.0301	0.0284	0.0006	0.2206
CLON(ESP)	33	0.0857	0.0038	0.3648	0.0001	0.0005	0.7573	0.0017	0.4194
BLOxESP	4	0.4826	0.0395	0.1824	0.4132	0.6272	0.3559	0.7346	0.0884
ARB(CLON)	41	0.0881	0.0001	0.0007	0.0001	0.0004	0.0727	0.0001	0.0960
CV		16.78	22.20	37.41	14.94	17.27	28.83	20.66	37.48

TALLO LEÑOSO

BLOQUE	2	0.3200	0.0001	0.0001	0.0260	0.0001	0.0320	0.0001	0.2424
ESPECIE	2	0.0004	0.5965	0.2256	0.0022	0.0478	0.0006	0.0012	0.0203
CLON(ESP)	33	0.0420	0.0517	0.5442	0.4796	0.2471	0.4941	0.0295	0.3704
BLOxESP	4	0.8878	0.1732	0.4269	0.3944	0.2254	0.5676	0.4197	0.5891
ARB(CLON)	41	0.0001	0.0010	0.0096	0.0001	0.0010	0.0001	0.0001	0.0778
CV		21.12	25.51	37.98	23.93	26.92	30.61	27.59	53.78

Apéndice 28. Promedios de contenido de nutrimentos mayores, en clones de E. berteriana.

CLON	N		P		K		Ca		Mg	
	HOJA	TIER	HOJA	TIER	HOJA	TIER	HOJA	TIER	HOJA	TIER
2653	4.51	1.65	0.25	0.12	1.15	1.12	1.07	0.81	0.42	0.38
2667	4.08	1.50	0.22	0.16	1.54	0.92	0.70	0.74	0.36	0.36
2668	4.04	1.60	0.26	0.20	1.40	1.54	1.09	0.77	0.33	0.32
2446	4.02	1.74	0.19	0.16	1.63	1.25	0.83	0.85	0.40	0.40
2439	3.96	1.77	0.24	0.15	1.09	1.00	0.81	0.79	0.41	0.37
2449	3.92	1.57	0.21	0.14	1.16	0.88	0.93	0.79	0.46	0.34
2696	3.91	2.33	0.22	0.15	0.93	0.69	1.03	0.68	0.36	0.37
2652	3.90	1.57	0.22	0.15	0.98	0.51	1.13	0.58	0.48	0.26
2670	3.89	1.68	0.21	0.16	1.47	1.07	0.85	0.83	0.43	0.38
2677	3.88	1.69	0.20	0.17	1.20	0.72	1.23	0.76	0.40	0.32
2704	3.85	1.67	0.23	0.14	1.54	1.50	0.83	0.57	0.33	0.27
2674	3.81	1.61	0.26	0.17	1.30	1.22	0.86	0.92	0.42	0.44
2695	3.80	2.05	0.20	0.20	0.88	1.23	1.23	0.92	0.53	0.35
2691	3.74	1.70	0.23	0.18	1.13	0.91	1.16	0.61	0.40	0.27
2679	3.70	1.87	0.24	0.28	0.87	0.91	0.96	0.85	0.34	0.34
2689	3.69	2.04	0.23	0.16	1.12	1.00	1.04	0.63	0.40	0.30
2659	3.68	1.99	0.24	0.18	1.24	1.14	0.85	0.68	0.36	0.31
2703	3.67	1.97	0.21	0.15	1.11	1.01	1.04	0.59	0.35	0.21

Apéndice 29. Promedios de contenido de nutrimentos mayores, en clones de E. fusca y E. poeppigiana.

<u>E. fusca</u>										
CLON	N		P		K		Ca		Mg	
	HOJA	TIER	HOJA	TIER	HOJA (%)	TIER	HOJA	TIER	HOJA	TIER
2675	3.63	1.80	0.22	0.16	0.94	0.82	0.54	0.43	0.25	0.32
2706	3.56	1.83	0.22	0.19	1.27	2.05	0.59	0.42	0.34	0.37
2678	3.54	1.66	0.22	0.16	1.06	1.18	0.86	0.59	0.31	0.31
2440	3.52	2.03	0.21	0.22	1.11	1.63	0.62	0.60	0.37	0.46
2441	3.50	1.60	0.22	0.14	1.35	1.64	0.62	0.53	0.30	0.37
2699	3.49	1.71	0.21	0.19	1.20	1.54	0.69	0.68	0.33	0.38
2438	3.48	1.71	0.22	0.19	1.03	1.36	0.60	0.65	0.31	0.44
2432	3.36	1.70	0.18	0.12	1.28	1.14	0.70	0.58	0.32	0.29
2697	3.35	1.49	0.19	0.14	1.42	2.01	0.61	0.55	0.27	0.31
2701	3.50	1.88	0.24	0.18	0.93	1.34	0.79	0.66	0.34	0.41
<u>E. poeppigiana</u>										
2687	4.93	1.50	0.30	0.19	1.33	1.27	0.79	0.54	0.37	0.35
2693	4.83	1.94	0.31	0.28	1.65	1.75	0.70	0.51	0.43	0.45
2708	4.81	1.90	0.31	0.24	1.28	1.66	0.88	0.64	0.45	0.45
2700	4.63	1.71	0.29	0.20	1.37	1.50	0.68	0.53	0.40	0.39
2660	4.38	1.52	0.28	0.16	1.59	1.52	0.84	0.54	0.38	0.37
2661	4.34	1.34	0.29	0.17	1.28	1.21	0.96	0.38	0.51	0.32
2433	4.31	1.51	0.28	0.22	1.22	1.29	0.58	0.49	0.38	0.31
2662	4.10	1.98	0.28	0.25	1.32	1.90	1.04	0.62	0.43	0.43

Apéndice 30. Promedios de contenido de nutrimentos menores, en clones de E. berteriana.

CLON	Cu		Zn (ppm)		Mn	
	HOJA	TIERNO	HOJA	TIERNO	HOJA	TIERNO
2689	16.00	13.33	40.00	30.67	332.67	119.33
2696	15.33	10.00	41.33	42.00	370.67	158.67
2695	13.33	11.33	34.00	32.67	322.00	136.67
2449	12.67	9.33	35.33	42.67	207.33	94.67
2703	12.00	12.67	62.00	32.67	336.00	142.00
2659	12.00	10.67	34.67	28.67	162.67	154.67
2679	12.00	13.00	38.00	39.00	324.00	216.00
2446	12.00	13.33	35.33	42.00	240.67	142.00
2439	11.33	12.00	40.67	43.33	311.33	142.00
2704	11.33	13.33	37.33	31.33	229.33	120.67
2691	11.33	12.00	30.67	30.67	314.67	110.00
2667	11.33	11.33	34.00	40.67	274.00	165.33
2668	11.33	14.00	36.67	52.00	331.33	174.33
2652	11.00	9.00	49.00	32.00	178.00	71.00
2677	10.67	10.67	26.67	36.00	224.67	100.67
2653	9.00	13.00	49.00	37.00	290.00	151.00
2674	8.00	10.67	43.33	42.00	192.67	120.67
2670	8.00	10.00	39.33	40.67	287.33	147.33

Apéndice 31. Promedios de contenido de nutrimentos menores, en clones de E. fusca y E. poeppigiana.

<u>E. fusca</u>						
CLON	Cu		Zn ----- (ppm)-----		Mn	
	HOJA	TIERNO	HOJA	TIERNO	HOJA	TIERNO
2699	16	18.67	42.67	44.67	252.67	143.33
2440	12.67	16.67	38.67	51.33	333.33	214.00
2432	12.67	12.67	66.00	65.33	213.33	131.33
2701	11.33	16.67	31.33	36.33	294.67	161.33
2438	10.67	17.33	36.67	44.00	314.00	205.33
2697	10.67	12.67	38.67	36.00	220.00	142.00
2675	10.67	11.33	24.00	44.00	299.33	154.00
2441	10.00	18.00	26.00	37.00	245.00	144.00
2706	9.33	16.67	39.33	49.33	278.67	200.67
2678	8.00	12.00	32.67	48.00	379.33	150.67
<u>E. poeppigiana</u>						
2693	24.00	15.33	39.33	60.67	142.67	110.67
2661	16.00	15.33	39.33	40.67	178.67	86.00
2708	14.00	13.33	68.67	72.00	196.00	160.00
2700	13.33	16.67	37.33	65.33	221.33	103.33
2687	13.33	20.00	46.00	54.67	134.67	89.33
2660	12.00	14.00	36.67	42.67	256.00	134.00
2662	11.33	16.67	39.33	68.67	231.33	110.00
2433	8.00	14.00	48.00	61.33	256.67	194.67

Apéndice 32. Producción de nutrimentos por árbol en clones de las tres especies de Erythrina.

<u>E. berteroana</u>									
Clon	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	
	----- (kg por árbol)-----								
2674	0.141	0.012	0.071	0.046	0.022	0.065	0.217	0.785	
2667	0.138	0.009	0.056	0.037	0.018	0.064	0.193	1.104	
2670	0.109	0.007	0.043	0.032	0.016	0.038	0.140	0.797	
2652	0.091	0.006	0.030	0.026	0.012	0.032	0.147	0.429	
2446	0.106	0.006	0.044	0.032	0.014	0.048	0.142	0.691	
2653	0.096	0.006	0.038	0.029	0.013	0.042	0.153	0.665	
2668	0.058	0.004	0.026	0.019	0.006	0.032	0.082	0.473	
2691	0.052	0.004	0.019	0.016	0.007	0.024	0.063	0.431	
2695	0.047	0.003	0.016	0.016	0.007	0.021	0.058	0.396	
2689	0.047	0.003	0.019	0.013	0.006	0.024	0.064	0.391	
2703	0.045	0.003	0.017	0.013	0.005	0.020	0.081	0.411	
2704	0.042	0.003	0.022	0.010	0.005	0.017	0.056	0.280	
2449	0.043	0.003	0.021	0.014	0.006	0.020	0.070	0.241	
2659	0.038	0.003	0.014	0.010	0.005	0.015	0.047	0.227	
2677	0.032	0.002	0.013	0.011	0.004	0.013	0.038	0.180	
2439	0.025	0.002	0.010	0.007	0.003	0.010	0.036	0.203	
2696	0.012	0.001	0.003	0.003	0.001	0.005	0.016	0.118	
<u>E. fusca</u>									
2701	0.070	0.005	0.027	0.018	0.009	0.034	0.078	0.577	
2706	0.061	0.005	0.033	0.011	0.008	0.025	0.100	0.508	
2678	0.044	0.003	0.017	0.011	0.005	0.018	0.067	0.425	
2432	0.042	0.002	0.019	0.010	0.004	0.021	0.053	0.264	
2440	0.042	0.004	0.017	0.009	0.005	0.023	0.056	0.384	
2699	0.036	0.002	0.015	0.008	0.004	0.021	0.053	0.264	
2675	0.042	0.003	0.014	0.007	0.004	0.019	0.041	0.321	
2438	0.034	0.002	0.013	0.007	0.004	0.016	0.045	0.321	
2697	0.025	0.002	0.014	0.005	0.003	0.011	0.035	0.167	
<u>E. poeppigiana</u>									
2660	0.146	0.011	0.074	0.033	0.016	0.108	0.240	0.928	
2708	0.110	0.008	0.039	0.023	0.012	0.058	0.233	0.528	
2687	0.108	0.009	0.045	0.022	0.011	0.073	0.189	0.373	
2700	0.105	0.007	0.042	0.018	0.011	0.055	0.156	0.517	
2661	0.094	0.008	0.037	0.022	0.013	0.059	0.135	0.425	
2662	0.061	0.005	0.029	0.016	0.008	0.032	0.112	0.344	
2433	0.048	0.004	0.020	0.008	0.005	0.022	0.100	0.357	
2693	0.031	0.002	0.014	0.005	0.003	0.020	0.047	0.110	

Apéndice 33. Probabilidades de error de rechazo a la H_0 ($Pr > F$), para materia seca (MS en %) en los componentes de biomasa, de las tres especies de Erythrina, en las dos cosechas.

Fuente variac.	PRIMERA COSECHA				SEGUNDA COSECHA			
	GI	HOJA	Materia seca TIERNO LEÑOSO		GI	HOJA	Materia seca TIERNO LEÑOSO	
BLOQUE	2	0.0391	0.1562	0.8019	2	0.4087	0.4753	0.8478
ESPECIE	2	0.1664	0.0287	0.1682	2	0.0563	0.0330	0.2372
CLON(ESP)	33	0.1399	0.0022	0.2279	34	0.0402	0.0002	0.0565
BLOxESP	4	0.0470	0.0573	0.2259	4	0.4815	0.4543	0.0110
ARB(CLON)	41	0.0072	0.0001	0.1381	42	0.0185	0.0001	0.0048
CV		14.34	13.45	12.40		16.19	12.43	12.46

Apéndice 34. Promedios de porcentaje de materia seca (MS) por componente de biomasa comestible, en clones de las tres especies de Erythrina, en la primera cosecha.

<u>E. berteriana</u>			<u>E. fusca</u>			<u>E. poeppigiana</u>		
CLON	HOJATIerno	(%)	CLON	HOJATIerno	(%)	CLON	HOJATIerno	(%)
2679	29.26	22.97	2675	31.56	21.94	2660	26.83	19.50
2695	29.17	20.91	2432	30.61	21.06	2700	25.60	17.14
2653	29.17	23.30	2678	28.74	19.37	2662	24.81	18.60
2677	28.03	25.86	2701	27.91	20.54	2687	24.38	18.09
2696	27.22	28.54	2706	27.88	16.40	2708	23.41	15.87
2689	27.19	19.21	2697	27.73	16.79	2661	21.05	18.43
2446	27.01	21.55	2438	26.63	19.64	2433	20.99	18.97
2449	26.90	25.99	2441	26.35	21.19	2693	20.04	17.28
2703	26.62	19.01	2699	25.86	15.25			
2670	26.14	23.22	2440	18.92	15.80			
2691	26.00	18.91						
2659	25.80	20.02						
2704	25.11	19.05						
2667	24.50	22.69						
2674	24.41	21.39						
2439	23.84	22.78						
2668	23.23	20.19						
2652	22.75	21.58						

Apéndice 35. Promedios de porcentaje de materia seca (MS) por componente de biomasa comestible, en clones de las tres especies de Erythrina, en la segunda cosecha.

<u>E. berteroana</u>			<u>E. fusca</u>			<u>E. poeppigiana</u>		
CLON	HOJATIerno		CLON	HOJATIerno		CLON	HOJATIerno	
	-----	(%)-----		-----	(%)-----		-----	(%)-----
2653	39.11	19.65	2678	30.26	21.17	2708	24.43	15.91
2696	30.43	24.55	2675	30.13	18.19	2662	24.62	17.43
2689	29.61	14.88	2432	28.51	17.56	2660	24.41	15.71
2659	28.57	20.25	2697	27.33	19.64	2700	24.25	16.18
2704	28.01	17.37	2701	26.17	16.08	2435	23.39	21.20
2703	27.73	17.87	2438	26.15	19.46	2687	22.67	21.31
2695	26.04	18.89	2706	25.67	16.07	2661	22.31	14.56
2691	25.73	16.80	2440	25.54	16.88	2433	22.08	17.99
2679	25.10	20.57	2699	24.69	17.79	2693	22.04	20.50
2677	24.38	20.49	2441	24.32	17.58			
2667	24.29	20.82						
2668	24.24	18.15						
2439	23.57	22.34						
2446	23.54	20.95						
2674	23.41	22.74						
2670	22.99	22.24						
2449	22.97	18.92						
2652	22.69	18.41						

Apéndice 36. Probabilidades de error de rechazo a la H_0 ($Pr > F$), para contenido de proteína cruda (PC en %) y digestibilidad in vitro (DIVMS en %) en los componentes de biomasa comestible, de las tres especies de Erythrina.

Fuente variac.	HOJA			TALLO TIERNO	
	Gl	Proteína cruda	Digestibilidad <u>in vitro</u>	Proteína cruda	Digestibilidad <u>in vitro</u>
BLOQUE	2	0.9461	0.0003	0.1658	0.0420
ESPECIE	2	0.0001	0.0001	0.0015	0.0055
CLON(ESP)	33	0.0002	0.0001	0.0001	0.0008
BLOxESP	4	0.0281	0.0190	0.8007	0.7421
ARB(CLON)	41	0.0001	0.0001	0.0001	0.0006
CV		7.15	6.99	10.47	7.98

Apéndice 37. Promedios de contenido de proteína cruda (PC %) por componente de biomasa comestible, en clones de las tres especies de Erythrina.

<u>E. berteroana</u>			<u>E. fusca</u>			<u>E. poeppigiana</u>		
CLON	HOJATIerno	(%)	CLON	HOJATIerno	(%)	CLON	HOJATIerno	(%)
	-----	-----		-----	-----		-----	-----
2653	26.75	10.05	2701	22.70	8.67	2708	28.75	11.10
2674	24.93	9.83	2678	22.25	10.63	2700	28.50	9.60
2667	24.87	9.23	2706	21.90	10.83	2433	26.95	9.83
2449	24.77	8.00	2675	21.53	11.45	2662	25.97	9.00
2668	24.43	10.20	2440	21.40	11.57	2687	25.97	8.80
2439	24.10	10.37	2441	21.15	10.25	2693	24.50	11.43
2696	23.40	13.63	2432	21.07	10.50	2661	23.80	7.80
2446	23.20	11.03	2438	20.77	10.10	2660	19.40	9.00
2704	23.17	11.30	2699	20.23	10.47			
2659	23.00	11.20	2697	18.57	8.90			
2689	22.83	12.77						
2652	22.65	9.65						
2670	22.40	10.37						
2703	22.30	10.50						
2695	22.30	12.53						
2679	21.90	10.80						
2691	21.77	9.87						
2677	21.50	9.90						

Apéndice 38. Promedios de porcentaje de digestibilidad in vitro (DIVMS %) por componente de biomasa comestible, en clones de las tres especies de Erythrina.

<u>E. berteroana</u>			<u>E. fusca</u>			<u>E. poeppigiana</u>		
CLON	HOJATIerno	(%)	CLON	HOJATIerno	(%)	CLON	HOJATIerno	(%)
2652	57.80	43.60	2699	43.27	44.37	2660	54.05	44.67
2659	46.30	46.57	2441	43.15	42.80	2693	51.03	48.00
2653	46.25	42.75	2697	42.77	43.23	2687	46.50	45.57
2674	46.17	41.63	2701	41.60	37.20	2661	43.70	36.33
2667	45.67	39.80	2440	41.57	47.30	2700	43.33	48.50
2668	44.60	39.17	2438	41.53	45.03	2708	42.90	47.85
2704	43.40	41.60	2675	40.23	37.57	2662	42.63	43.90
2439	42.97	41.93	2706	38.63	43.40	2433	39.00	44.27
2703	42.63	42.13	2432	34.97	69.07			
2689	40.80	46.17	2678	32.35	38.05			
2670	40.55	42.73						
2679	40.25	40.60						
2446	40.05	41.25						
2695	39.40	46.80						
2691	39.10	39.40						
2696	37.20	47.93						
2677	36.77	39.70						
2449	35.60	41.13						