

# Variación Genética en Ocho Procedencias de *Erythrina poeppigiana* en Costa Rica<sup>1/</sup>

R. Salazar\*  
M.S. Vásquez\*

## ABSTRACT

Giant poro (*Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F. Cook), a tree species widely used in agroforestry systems, is native to the humid zones from Panama to Bolivia. The species was introduced in Costa Rica at the beginning of this century and its distribution has increased through natural and artificial dissemination to what now is a large part of the Costa Rican Central Plateau and the Atlantic coastal zone. The objective of this study was to evaluate the genetic variation of the species in the nursery and in one planting site in Costa Rica. The characteristics of seeds, plants in nursery and young plants in the field, during their first 120 days of growth, were analyzed. Although genetic variation among provenances was detected in the three stages of evaluation, the greatest variation was observed within provenances.

## INTRODUCCION

El poró gigante, *Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F. Cook), es una de las leguminosas arbóreas más intensamente utilizadas como sombra en cafetales, principalmente en los países de América Latina, tanto por su crecimiento rápido y facilidad de reproducción por estacas como por su buena respuesta a las podas frecuentes. En los años recientes, la especie ha recibido mucha atención no sólo por su importancia en sistemas agroforestales y por la posibilidad de usarla en sistemas silvopastoriles como fuente de proteína, sino también por su potencial como especie para mejorar suelos, dada su capacidad de incorporar materia orgánica y fijar nitrógeno atmosférico. Al respecto, Russo (17) determinó que la especie aporta hasta 13754 kg/ha/año de materia orgánica seca, cuando se planta como sombra en cafetales a 6 m x 6 m de espaciamiento y con dos podas por año. En esta cantidad de materia orgánica hay un aporte aproximado de 269 kg de nitrógeno (2%).

## COMPENDIO

El poró gigante (*Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F. Cook), especie ampliamente utilizada en sistemas agroforestales, es originaria de las zonas húmedas comprendidas entre Panamá y Bolivia. Fue introducida en Costa Rica a principios de este siglo y se ha diseminado en forma natural y artificial en gran parte de la Meseta Central y la zona Atlántica del país. El objetivo de este trabajo fue evaluar la variabilidad producida por efectos genéticos que la especie presenta bajo condiciones de vivero y campo en un sitio en Costa Rica. Se analizaron características de las semillas, plántulas en vivero y características juveniles a nivel de campo, durante los primeros 120 días de crecimiento. Aunque en las tres etapas de evaluación se detectó variación genética entre las fuentes de semillas estudiadas, la mayor variación se presentó en las procedencias.

*E. poeppigiana* pertenece a la familia Papilionacea. En forma natural crece desde el sur de Panamá hasta Bolivia, en climas tropicales y subtropicales húmedos y muy húmedos, casi desde el nivel del mar hasta los 1800 m de elevación. Ha sido introducida en algunas regiones de América Central, África y Malasia (2, 8, 14, 17).

El poró fue introducido a la Meseta Central de Costa Rica a principios de 1900 (8); posteriormente, se extendió por plantación como sombra en cafetales y por reproducción natural hacia gran parte de la zona Atlántica del país, donde hoy se le considera como especie naturalizada. Es frecuente encontrar el poró desde el nivel del mar hasta los 1350 m de elevación, en sitios con temperaturas que varían desde 28 hasta 18°C y con precipitaciones anuales de 4 000 a 1 500 mm (12, 13).

El poró crece en una gama amplia de suelos, como franco arenosos, franco arcillosos, arcillo limosos, residuales aluviales y coluviales, e incluso en sitios planos, sombreados, con problemas de drenaje y sujetos a inundaciones periódicas (13, 20).

En Costa Rica, en condiciones de suelo fértil es usual encontrar árboles hasta de 40 m de altura y 1 m de diámetro a 1.3 m de altura (dap). La copa tiene forma de cono redondeado y el tronco usualmente

<sup>1/</sup> Recibido para publicación el 15 de marzo de 1988.  
Extracto de la tesis para M.Sc. de Milton S. Vásquez presentada en 1986 ante el Programa de Estudios de Posgrado CATIE/UCR.

\* Investigador del Proyecto Árboles de Uso Múltiple del CATIE y Profesor del estudiante, respectivamente.

es recto pero bifurcado a una altura variable. La corteza presenta espinas en número y disposición variable; éstas también se encuentran en las ramas y raquis de las hojas, lo que dificulta el manejo. La madera es muy blanda por lo que no es utilizada para aserrio ni como leña (15). Las hojas caen durante la estación seca; son trifoliadas, alternas y con un par de nectarios extraflorales en el peciolo, con apariencia de glándulas. Una descripción más detallada de las características botánicas de la especie se puede encontrar en Krukoff (10, 11)

Dada la importancia actual del poró y el poco conocimiento que existe acerca de las características de las semillas, de las plantas a nivel del vivero, del grado de variación genética de distintas características anatómicas, así como la interpretación de estas variaciones, se decidió realizar esta investigación, como un primer intento de cuantificar la variación genética en los primeros estadios de crecimiento de distintas fuentes de semilla.

#### Material experimental

Se utilizó principalmente material de Costa Rica, pues sólo fue posible obtener semillas de un sitio de la zona de origen; además, cualquier programa de mejoramiento genético para la especie en Costa Rica, tendrá que utilizar el material local disponible.

La especie tiene poco más de 80 años de haber sido introducida al país; ya se encuentra establecida naturalmente en sitios con características de clima y suelo muy variadas. Esto hace suponer la posibilidad de que hayan ocurrido cambios genéticos considerables como respuesta a las condiciones ecológicas diversas de las zonas que ha ido colonizando.

También existe la posibilidad de que se hayan realizado varias introducciones originales de diversas fuentes. De cualquier forma, es importante detectar los patrones de variación genética existentes para determinar su posible utilización.

Se evaluaron siete procedencias de Costa Rica y una de Colombia. Las semillas de Costa Rica fueron recolectadas en los meses de marzo y abril de 1985 en siete sitios diferentes, definidos de acuerdo con la distribución de la especie en el país y la variación en altitud y zonas de vida. Para la de Colombia no se registró fecha de recolección. Como la semilla fue colectada durante el mismo año, se eliminó el posible efecto de variación debido al año de recolección pero no la variación ambiental debida a sitios. En cada sitio se cosecharon semillas de 15 árboles separados aproximadamente por 100 m sin considerar ninguna

característica en particular. La Fig. 1 y el Cuadro 1 muestran, respectivamente, la localización y las características de clima de los sitios de recolección.

En semillas, se cuantificó la variación fenotípica debida a efectos genéticos y ambientales. También se cuantificó la variación genética entre procedencias, a nivel de plántulas, en vivero y campo en un sitio, hasta 120 días después de plantadas.

Para el estudio a nivel de semillas se utilizó un diseño de bloques completos al azar con ocho procedencias, cinco repeticiones y parcelas de 25 semillas seleccionadas al azar. En cada semilla se evaluaron cuatro variables básicas y dos derivadas:

1. Longitud (L) en (mm)
2. Ancho (A) en (mm)
3. Espesor (E) en (mm)
4. Peso (P) en g
5. Ancho/largo (forma) A/L
6. Volumen (LxAxE) en (mm<sup>3</sup>)

En la etapa de vivero, las semillas fueron colocadas en agua a temperatura ambiente durante 24 horas, como tratamiento pregerminativo. La siembra directa se realizó en bolsas de polietileno de 22 cm de largo y 17.5 cm de ancho. Se utilizó una mezcla de tierra, arena y compost (1:1:1) para llenar las bolsas y se agregó 0.05 g/bolsa de 10N-30P-10K. Se aplicó riego por aspersión cuando fue necesario y maneb r-80 (4 g/l) (etileno-bisditiocarbamato de manganeso) para prevenir el mal del talluelo.

En esta etapa, se utilizó un diseño de bloques completos al azar con ocho procedencias, cinco repeticiones y parcelas de 25 plantas útiles (una línea de borde); las siguientes variables fueron evaluadas durante los tres meses de crecimiento en vivero:

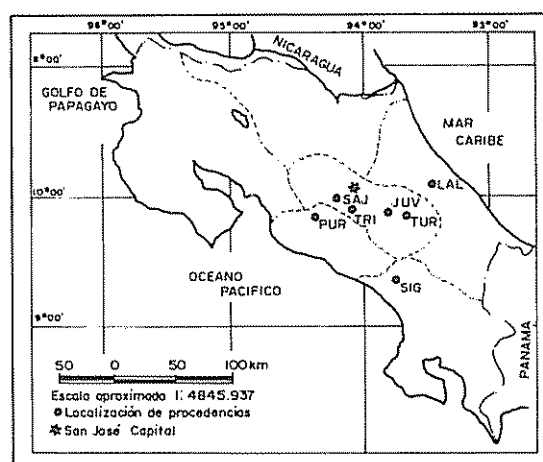


Fig. 1. Mapa de Costa Rica mostrando la localización de procedencias de *E. poeppigiana*.

Cuadro 1. Localización y características climáticas de las procedencias de *Erythrina poeppigiana* incluidas en el estudio en Costa Rica.

| Sitio                                 | Código | BLSF*<br>No. | Latitud<br>(N) | Longitud<br>(D) | Elev.<br>(msm) | Temperatura<br>prom. anual<br>(°C) | Precipitación<br>prom. anual<br>(mm) | Meses<br>secos<br>(<100 mm) | Zona de<br>vida** | Germina-<br>ción<br>(%) |
|---------------------------------------|--------|--------------|----------------|-----------------|----------------|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------------|
| La Lola, Limón                        | LAL    | 2 164        | 10°06'         | 83°23'          | 40             | 25.1                               | 3 660                                | 1                           | bmh-I             | 81                      |
| Turrialba, Cartago                    | TUR    | 2 165        | 09°53'         | 83°38'          | 602            | 21.7                               | 2 661                                | 1-2                         | bmh-P             | 74                      |
| San Isidro del General,<br>San José   | SIG    | 2 166        | 09°22'         | 83°45'          | 750            | 24.2                               | 3 092                                | 3-4                         | bh-P              | 84                      |
| San Joaquín, Heredia                  | SAJ    | 2 167        | 10°00'         | 84°09'          | 960            | 21.5                               | 2 164                                | 4-5                         | bh-P              | 57                      |
| Santiago de Puriscal,<br>San José     | PUR    | 2 169        | 09°51'         | 84°19'          | 1 020          | 22.2                               | 2 470                                | 4-5                         | bmh-P             | 86                      |
| Tres Ríos, Cartago                    | TRI    | 2 170        | 09°55'         | 84°00'          | 1 350          | 17.1                               | 2 713                                | 4                           | bmh-MB            | 77                      |
| Juan Viñas, Cartago                   | JUV    | 2 171        | 09°54'         | 83°45'          | 1 210          | 20.4                               | 4 287                                | 1-2                         | bmh-P             | 79                      |
| San José de Apartadó,<br>Antioquía*** | SJA    | 2 172        | 07°20'         | 76°37'          | 25             | 28.4                               | 2 413                                | 2                           | bh-I              | 60                      |

\* Banco Latinoamericano de Semillas Forestales, CATIE, Costa Rica

\*\* Sistema Holdridge.

\*\*\* Colombia

- 1: Longitud del hipocotilo (L) en mm a los 30 días de la siembra;
- 2: número de hojas verdaderas a los 90 días;
- 3: altura total (h) en mm cada 15 días después de los primeros 30 días;
- 4: diámetro basal (d) en mm al nivel del suelo a los 90 días;
- 5: longitud de raíz principal en cm a los 90 días en cinco plantas por procedencia;
- 6: número de nódulos (> 1 mm de diámetro) a los 90 días en cinco plantas por procedencia;
- 7: peso seco aéreo en g en las mismas plántulas del punto 6, a 70°C;
- 8: peso seco radical en g en las mismas plántulas del punto 6;
- 9: peso seco total en g de la suma de los puntos 7 y 8.

Para la etapa de campo se utilizó el mismo material de la etapa de vivero. El experimento fue establecido en terrenos del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). El sitio se encuentra a 9°54' de latitud norte, 83°41' de longitud oeste y a 605 msnm; tiene una precipitación anual de 2661 mm, 22, 2°C de temperatura media anual y 88% de humedad relativa. La topografía es plana; el suelo es de origen aluvial y moderadamente permeable; la densidad aparente es alta (1.01 a 1.27 g/cc); el contenido de materia orgánica varía de 1 a 6.9%; pH ácido (4.5 a 5.5); textura franco arcillosa y fertilidad de media a baja.

El terreno fue chapeado manualmente, con aplicación posterior de "roundup" (120 cc/bomba de 16 l) (glifosato) para controlar el pasto estrella africana (*Cynodon nlemfluentis*)

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con ocho procedencias, cuatro repeticiones y parcelas útiles de 20 árboles (4 x 5), con borde de una línea de árboles. Los árboles fueron plantados a 2.5 m x 2.5 m y se realizaron limpiezas manuales a los 30, 60 y 90 días. Las siguientes variables fueron cuantificadas durante los primeros 120 días después de la plantación:

1. Altura total (cm) a 30, 60, 90 y 120 días;
2. diámetro basal (mm) a 30, 60, 90 y 120 días;
3. número de espinas en el eje terminal en una sección de 10 cm, a 5 cm de la terminal hacia abajo a 120 días, en ocho plántulas por parcela;
4. longitud del pecíolo (cm) en tres hojas de la parte central de la copa, a 120 días, en ocho plántulas por parcela;
5. longitud de la hojuela central (cm) de la misma muestra del punto 4;
6. ancho de la hojuela central (cm) de la misma muestra del punto 4;
7. relación ancho/largo de los puntos 5 y 6.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Las semillas comenzaron a germinar ocho días después de la siembra; más del 70 por ciento de la germinación ocurrió dentro de los 22 días después de la siembra. Las procedencias San Joaquín de Heredia y San José de Apartadó (Colombia) alcanzaron 57 y 60% de germinación, respectivamente, como los porcentajes más bajos (Cuadro 1). Es posible que las diferencias en porcentaje de germinación obedezcan a diferencias entre árboles; o bien, que, por fluctuaciones climáticas, la semilla cae sin haber

alcanzado la madurez fisiológica como ocurre en varias especies (19).

Las ocho procedencias mostraron un promedio de 4386 semillas por kg; un largo promedio de 12.9 mm; un ancho promedio de 5.8 mm y un espesor promedio de 6.1 mm. Las procedencias de Turrialba, Tres Ríos y Puriscal presentan las semillas con dimensiones mayores; las de Colombia, La Lola y San Isidro del General presentan las más pequeñas. El número de semillas/kg varió desde 3472 para Turrialba (que tiene las semillas más grandes), hasta 5814 para Colombia que muestra las más pequeñas. La Lola presentó las semillas más pequeñas de las procedencias de Costa Rica (4900/kg). El análisis de varianza y la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) (Cuadro 2) confirman estas diferencias, donde las seis variables estudiadas mostraron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) Campos (3) y Salazar (18) también encontraron diferencias al estudiar las dimensiones en semillas de *Glyricidia sepium* y *Calliandra calothyrsus*, especies de la región que se encuentran creciendo naturalmente en diversas condiciones de sitio. Los componentes de varianza para las seis variables fluctuaron entre 18 y 88%, aunque las semillas fueron colectadas el mismo año. Estos resultados deben ser interpretados con precaución pues las variables de las semillas pueden ser fuertemente afectadas por las características del medio ambiente; por ejemplo, es posible que las semillas tengan diferencias de hidratación ya que vienen de zonas ecológicamente distintas

Es sabido que el tamaño de las semillas varía según la zona ecológica y según la condición climática del año de producción (7, 19)

Es posible que las dimensiones de las semillas no estén relacionadas con la germinación. La germinación menor de la procedencia de Colombia puede estar relacionada con la edad de la semilla y su procesamiento antes de enviarla a Costa Rica, información que se desconoce. La Fig. 2 muestra que hay una clara tendencia en que a mayor temperatura del sitio de recolección, mayor es el número de semillas/kg ( $r = +0.60^{***}$ ). La literatura menciona que hay una tendencia a aumentar el tamaño de las semillas en zonas altas o secas, como mecanismo de conservación de la especie; esto le permite a la semilla tener mayor contenido de agua y nutrimentos durante la germinación y desarrollo de la plántula (1, 7).

De las características estudiadas a nivel de vivero la longitud del hipocotilo mostró un promedio general de 49.7 mm; la diferencia entre la longitud mayor (Puriscal) y la menor (Colombia) fue de 21 mm. El crecimiento en altura, durante los 75 días de vivero, mostró un comportamiento uniforme en el tiempo. Las procedencias Turrialba, Puriscal, San Isidro del General, Tres Ríos y La Lola mostraron 203 mm de altura promedio (Turrialba, la más alta: 214 mm; San José de Apartadó, la más baja: 116 mm) La procedencia de crecimiento menor en Costa Rica fue

Cuadro 2 Análisis de varianza y prueba de Tukey para las seis variables analizadas en semillas de ocho procedencias de *E. poeppigiana*. Turrialba. Costa Rica

| No | Fuentes de variación | gl  | Prueba | Largo (mm) |      |    | Ancho (mm) |      |    | Espesor (mm) |      |    |
|----|----------------------|-----|--------|------------|------|----|------------|------|----|--------------|------|----|
|    |                      |     |        | CM         | Sig. | CO | CM         | Sig. | CO | CM           | Sig. | CO |
| 1  | Bloque (B)           | 4   | 3      | 4.0        | NS   | 1  | 0.7        | NS   | 0  | 0.8          | NS   | 0  |
| 2  | Proc (P)             | 7   | 3      | 147.0      | ***  | 42 | 27.5       | ***  | 44 | 12.1         | ***  | 23 |
| 3  | B * P                | 28  | 4      | 1.5        |      | 0  | 0.4        | NS   | 1  | 0.5          | *    | 2  |
| 4  | Semillas             | 960 |        |            |      | 57 | 0.2        |      | 55 | 0.3          |      | 75 |

|  |  | Proc | CV | $\bar{X}$ | Tukey | Proc | CV  | $\bar{X}$ | Tukey | Proc | CV | $\bar{X}$ | Tukey |
|--|--|------|----|-----------|-------|------|-----|-----------|-------|------|----|-----------|-------|
|  |  | TUR  | 9  | 14.3      |       | TRI  | 9   | 6.8       |       | TUR  | 9  | 6.5       |       |
|  |  | PUR  | 10 | 13.7      |       | TUR  | 8   | 6.4       |       | PUR  | 11 | 6.3       |       |
|  |  | TRI  | 9  | 13.5      |       | SAJ  | 11  | 6.3       |       | TRI  | 9  | 6.3       |       |
|  |  | JUV  | 10 | 13.2      |       | JUV  | 8   | 6.3       |       | JUV  | 9  | 6.1       |       |
|  |  | SAJ  | 9  | 12.7      |       | PUR  | 9   | 6.1       |       | SAJ  | 8  | 6.1       |       |
|  |  | SIG  | 10 | 12.7      |       | SIG  | 8   | 5.8       |       | SIG  | 10 | 6.0       |       |
|  |  | LAL  | 11 | 12.4      | LAL   | 8    | 5.5 | LAL       | 9     | 5.7  |    |           |       |
|  |  | SJA  | 7  | 10.7      | SJA   | 6    | 5.4 | SJA       | 6     | 5.6  |    |           |       |

\* ( $P < 0.05$ )  
 \*\*\* ( $P < 0.001$ )  
 NS no significativa ( $P > 0.05$ )  
 CO (%) = Componente de varianza  
 CV (%) = Coeficiente de variación  
 Tukey =  $P < 0.05$ , promedios unidos por la barra

Continuación Cuadro 2.

| Volumen (L x A x E) (mm <sup>3</sup> ) |     |    | Relación ancho/largo |     |    | Peso (g) |                      |    |        |      |     |    |  |
|--|-----|----|----------------------|-----|----|----------|----------------------|----|--------|------|-----|----|--|
| CM                                     | Sig | CO | CM                   | Sig | CO | No       | Fuentes de variación | gl | Prueba | CM   | Sig | CO |  |
| 36                                     | NS  | 0  | 0 01                 | NS  | 0  | 1        | Repl (R)             | 4  | 3      | 0 14 | NS  | 1  |  |
| 1 057                                  | *** | 42 | 0 09                 | *** | 18 | 2        | Proc (P)             | 7  | 3      | 4 02 | *** | 88 |  |
| 16                                     | NS  | 1  | 0 01                 | NS  | 0  | 3        | Error                | 28 |        | 0 09 |     | 11 |  |
| 10 950                                 |     | 57 | 0 01                 |     | 82 |          |                      |    |        |      |     |    |  |

| Proc | CV | $\bar{X}$ | Tukey | Proc | CV | $\bar{X}$ | Tukey | Proc | CV | $\bar{X}$ | Tukey |
|------|----|-----------|-------|------|----|-----------|-------|------|----|-----------|-------|
| TUR  | 18 | 596 3     |       | TRI  | 15 | 0 46      |       | TUR  | 4  | 7 2       |       |
| TRI  | 22 | 568 1     |       | SJA  | 11 | 0 46      |       | TRI  | 5  | 6 5       |       |
| PUR  | 27 | 538 3     |       | SAJ  | 13 | 0 46      |       | PUR  | 6  | 6 3       |       |
| JUV  | 21 | 517 1     |       | JUV  | 15 | 0 44      |       | JUV  | 7  | 6 0       |       |
| SAJ  | 23 | 501 1     |       | SIG  | 13 | 0 42      |       | SIG  | 5  | 5 6       |       |
| SIG  | 23 | 449 2     |       | PUR  | 11 | 0 41      |       | SAJ  | 8  | 5 6       |       |
| LAL  | 21 | 392 4     |       | TUR  | 15 | 0 40      |       | LAL  | 5  | 5 1       |       |
| SJA  | 14 | 324 1     |       | LAL  | 15 | 0 40      |       | SJA  | 2  | 4 3       |       |

San Joaquín de Heredia. Un comportamiento similar se observó para el resto de las variables cuantificadas a nivel del vivero, donde la procedencia San José de Apartadó y San Joaquín de Heredia presentaron los promedios más bajos y se comportaron como poblaciones diferentes. El resto de las procedencias no mostró diferencias significativas a nivel de la prueba de Tukey (Cuadro 3).

Los componentes de la varianza fueron considerablemente altos, a excepción de la variable número de nódulos, donde sólo el nueve por ciento de la variación observada se debe a las procedencias (Cuadro 3).

Los pesos secos de la raíz, la parte aérea y el total de la planta, no mostraron más del 15% de variación genética. En términos generales, los coeficientes de variación dentro de procedencias fueron considerablemente altos, particularmente en el caso de los pesos secos. Esto indica que dentro de las poblaciones hay una variación alta en el crecimiento y morfología de los individuos.

La altura total a los 75 días mostró un ligero grado de asocio con el peso de las semillas ( $r = +0.52^{***}$ ), lo que indica que las semillas grandes producirán plantas grandes en vivero. Resultados similares han sido informados para *G. sepium* por Salazar (18).

Se observó una ligera tendencia de aumento en peso seco de la raíz y el peso seco total, al aumentar la precipitación de la zona de origen de las semillas ( $r = +0.40^{***}$ ;  $r = +0.32^{***}$ , respectivamente). Es posible que las procedencias de sitios más lluvio-

sos hayan desarrollado un sistema radical mayor para poder así anclar el árbol que es de porte muy alto; y a su vez, esto implica una exploración del suelo más eficiente lo cual se traduce en crecimiento y producción de más biomasa.

El análisis del crecimiento mensual en altura total, durante los primeros cuatro meses en el campo, mostró que las ocho procedencias conservan la misma tendencia de crecimiento, aunque hay ligeras diferencias en altura. A los 120 días, la procedencia La Loía presentó la altura promedio mayor (84.4 cm); la diferencia con San José de Apartadó (la más baja) fue de 2.3 cm, diferencia que se considera de poca im-

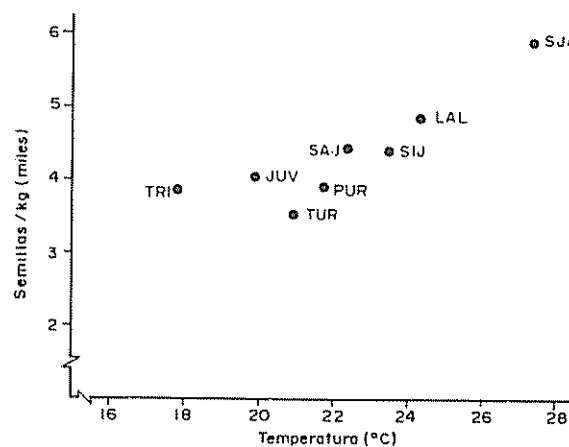


Fig. 2. Variación en el número de semillas por kilogramo en procedencias de *E. poeppigiana* con respecto a la temperatura promedio del origen

portancia práctica. Un comportamiento similar se observó en el diámetro basal. El análisis de varianza y la prueba de Tukey (Cuadro 4) indican que no hubo diferencias estadísticamente significativas después de los primeros 60 días; igual cosa sucedió para las cuatro variables estudiadas en las hojas. Es interesante apuntar que La Lola, con un crecimiento en altura comparativamente bajo y mayor en dap y biomasa

a nivel de vivero, fue la procedencia con crecimiento mayor a nivel de campo. Es posible que, al pasar esta procedencia al campo, se estimule el desarrollo del sistema radical lo que provoca un crecimiento más acelerado. Las procedencias San José de Apartadó y San Joaquín de Heredia continuaron mostrando los crecimientos más bajos.

Cuadro 3 Análisis de varianza y pruebas de Tukey para 12 variables en plántulas de ocho procedencias de *E. poeppigiana* en la etapa de vivero, Turrialba, Costa Rica

| Longitud del hipocotilo (mm) |                      |      |        |           |       |      | Número de hojas verdaderas |           |       |  |
|------------------------------|----------------------|------|--------|-----------|-------|------|----------------------------|-----------|-------|--|
| No                           | Fuentes de variación | gl   | Prueba | CM        | Sig   | CO   | CM                         | Sig       | CO    |  |
| 1                            | Bloque (B)           | 4    | 3      | 1 698     | **    | 3    | 37                         | ***       | 4     |  |
| 2                            | Proc. (P)            | 7    | 3      | 6 295     | ***   | 24   | 70                         | ***       | 15    |  |
| 3                            | B * P                | 28   | 4      | 323       | ***   | 4    | 4                          | *         | 2     |  |
| 4                            | Arboles              | 960  |        | 137       |       | 69   | 3                          |           | 79    |  |
|                              |                      | Proc | CV     | $\bar{X}$ | Tukey | Proc | CV                         | $\bar{X}$ | Tukey |  |
|                              |                      | PUR  | 17     | 57.0      |       | SIG  | 15                         | 12.0      |       |  |
|                              |                      | JUV  | 23     | 56.0      |       | PUR  | 17                         | 11.9      |       |  |
|                              |                      | SIG  | 25     | 54.3      |       | TRI  | 15                         | 11.7      |       |  |
|                              |                      | TUR  | 24     | 53.9      |       | TUR  | 15                         | 11.4      |       |  |
|                              |                      | TRI  | 27     | 49.3      |       | LAL  | 14                         | 11.1      |       |  |
|                              |                      | LAL  | 25     | 47.7      |       | JUV  | 16                         | 11.0      |       |  |
|                              |                      | SAJ  | 28     | 43.4      |       | SAJ  | 18                         | 10.7      |       |  |
|                              |                      | SJA  | 28     | 36.4      |       | SJA  | 15                         | 9.8       |       |  |

Continuación Cuadro 3.

| Altura total (mm) |     |           |         |      |    |           |       |      |         |           |       |      |    |           |       |
|-------------------|-----|-----------|---------|------|----|-----------|-------|------|---------|-----------|-------|------|----|-----------|-------|
| 30 días           |     |           | 45 días |      |    | 60 días   |       |      | 75 días |           |       |      |    |           |       |
| CM                | Sig | CO        | CM      | Sig  | CO | CM        | Sig   | CO   | CM      | Sig       | CO    |      |    |           |       |
| 2 749             | **  | 3         | 3 944   | **   | 3  | 8 292     | *     | 3    | 37 390  | *         | 5     |      |    |           |       |
| 15 790            | *** | 36        | 26 310  | ***  | 38 | 55 120    | ***   | 39   | 138 600 | ***       | 34    |      |    |           |       |
| 539               | *** | 4         | 904     |      | 4  | 2 186     | ***   | 6    | 9 816   | ***       | 11    |      |    |           |       |
| 193               |     | 57        | 295     |      | 55 | 578       |       | 52   | 1 512   |           | 50    |      |    |           |       |
| Proc.             | CV  | $\bar{X}$ | Tukey   | Proc | CV | $\bar{X}$ | Tukey | Proc | CV      | $\bar{X}$ | Tukey | Proc | CV | $\bar{X}$ | Tukey |
| PUR               | 16  | 77.2      |         | PUR  | 16 | 100.3     |       | PUR  | 16      | 140.4     |       | TUR  | 28 | 214.0     |       |
| SIG               | 21  | 75.3      |         | SIG  | 22 | 96.9      |       | TUR  | 23      | 135.7     |       | PUR  | 19 | 208.0     |       |
| JUV               | 21  | 71.2      |         | TUR  | 22 | 92.8      |       | SIG  | 22      | 135.0     |       | SIG  | 25 | 204.9     |       |
| TUR               | 24  | 71.0      |         | TRI  | 21 | 92.6      |       | TRI  | 20      | 134.8     |       | TRI  | 22 | 199.4     |       |
| TRI               | 23  | 68.6      |         | JUV  | 20 | 88.5      |       | LAL  | 22      | 124.9     |       | LAL  | 23 | 191.0     |       |
| LAL               | 24  | 63.2      |         | LAL  | 23 | 84.1      |       | JUV  | 19      | 121.7     |       | JUV  | 21 | 173.5     |       |
| SAJ               | 26  | 55.5      |         | SAJ  | 24 | 72.8      |       | SAJ  | 23      | 104.4     |       | SAJ  | 24 | 155.2     |       |
| SJA               | 25  | 43.7      |         | SJA  | 23 | 56.4      |       | SJA  | 23      | 78.3      |       | SJA  | 24 | 115.9     |       |

Continuación Cuadro 3.

| Diámetro basal (mm) |      |           | Longitud raíz principal (mm) |       |    | Número de nódulos |       |       | Peso seco aéreo (g) |           |       |       |    |           |       |
|---------------------|------|-----------|------------------------------|-------|----|-------------------|-------|-------|---------------------|-----------|-------|-------|----|-----------|-------|
| CM                  | Sig. | CO        | CM                           | Sig.  | CO | CM                | Sig.  | CO    | CM                  | Sig.      | CO    |       |    |           |       |
| 509                 | NS   | 0         | 166                          | NS    | 3  | 1 929             | NS    | 10    | 1 758               | *         | 6     |       |    |           |       |
| 5 711               | ***  | 24        | 192                          | *     | 6  | 8 834             | ***   | 9     | 2 248               | **        | 15    |       |    |           |       |
| 299                 | ***  | 4         | 72                           | NS    | 0  | 1 436             | NS    | 0     | 5 097               | NS        | 7     |       |    |           |       |
| 132                 |      | 72        | 74                           |       | 91 | 1 329             |       | 81    | 3 430               |           | 72    |       |    |           |       |
| Proc.               | CV   | $\bar{X}$ | Tukey                        | Proc. | CV | $\bar{X}$         | Tukey | Proc. | CV                  | $\bar{X}$ | Tukey | Proc. | CV | $\bar{X}$ | Tukey |
| LAL                 | 18   | 7.9       |                              | LAL   | 22 | 40.0              |       | LAL   | 66                  | 80.1      |       | LAL   | 46 | 48.2      |       |
| PUR                 | 14   | 7.9       |                              | TUR   | 26 | 39.0              |       | SIG   | 61                  | 73.7      |       | SIG   | 48 | 44.9      |       |
| TRI                 | 17   | 7.3       |                              | JUV   | 27 | 38.5              |       | TRI   | 56                  | 69.2      |       | TUR   | 54 | 42.6      |       |
| TUR                 | 15   | 7.1       |                              | SIG   | 24 | 37.3              |       | TUR   | 47                  | 61.9      |       | TRI   | 53 | 39.8      |       |
| SIG                 | 16   | 7.1       |                              | TRI   | 27 | 35.6              |       | JUV   | 65                  | 61.2      |       | JUV   | 64 | 39.8      |       |
| JUV                 | 16   | 6.8       |                              | SAJ   | 21 | 35.4              |       | PUR   | 50                  | 58.4      |       | PUR   | 37 | 36.3      |       |
| SAJ                 | 17   | 6.6       |                              | PUR   | 18 | 35.3              |       | SAJ   | 70                  | 48.4      |       | SAJ   | 60 | 29.4      |       |
| SJA                 | 17   | 5.8       |                              | SJA   | 25 | 31.2              |       | SJA   | 85                  | 19.2      |       | SJA   | 52 | 18.6      |       |

\* (P < 0.05) CO (%) = Componente de varianza  
 \*\* (P < 0.01) CV (%) = Coeficiente de variación  
 \*\*\* (P < 0.001) Tukey = P < 0.05. promedios unidos por barra

NS No significativa (P > 0.05)

Continuación Cuadro 3.

| Peso seco radical (g) |      |           | Peso seco total (g) |       |    |           |       |
|-----------------------|------|-----------|---------------------|-------|----|-----------|-------|
| CM                    | Sig. | CO        | CM                  | Sig.  | CO |           |       |
| 78                    | NS   | 1         | 2 517               | *     | 5  |           |       |
| 235                   | **   | 12        | 3 880               | **    | 15 |           |       |
| 67                    | NS   | 7         | 857                 | NS    | 7  |           |       |
| 45                    |      | 80        | 587                 |       | 73 |           |       |
| Proc.                 | CV   | $\bar{X}$ | Tukey               | Proc. | CV | $\bar{X}$ | Tukey |
| LAL                   | 43   | 19.4      |                     | LAL   | 44 | 67.6      |       |
| JUV                   | 52   | 16.6      |                     | SIG   | 44 | 61.2      |       |
| TUR                   | 40   | 16.3      |                     | TUR   | 50 | 58.9      |       |
| SIG                   | 47   | 16.3      |                     | JUV   | 59 | 56.4      |       |
| PUR                   | 39   | 16.3      |                     | TRI   | 48 | 55.9      |       |
| TRI                   | 46   | 16.1      |                     | PUR   | 37 | 52.6      |       |
| SAJ                   | 48   | 12.3      |                     | SAJ   | 49 | 41.7      |       |
| SJA                   | 50   | 9.4       |                     | SJA   | 50 | 28.0      |       |

Como en las etapas de semillas y vivero, las diferencias mayores –principalmente en crecimiento– fueron observadas dentro de las poblaciones. Esta condición ofrece una buena alternativa para seleccionar individuos con crecimientos mejores; pero, antes

es necesario determinar la relación que existe entre las variables de crecimiento, y la producción en cortes sucesivos de biomasa la cual es uno de los parámetros de mayor importancia práctica en poró.

Cuadro 4 Análisis de varianza y prueba de Tukey para 13 variables de crecimiento y morfología en plántulas de ocho procedencias de *E. poeppigiana* en la etapa de campo, en Turrialba, Costa Rica.

| Altura total (cm) |                     |     |        |         |     |           |         |      |    |           |       |      |    |           |       |
|-------------------|---------------------|-----|--------|---------|-----|-----------|---------|------|----|-----------|-------|------|----|-----------|-------|
| No.               | Fuente de variación | gl  | Prueba | 30 días |     |           | 60 días |      |    | 90 días   |       |      |    |           |       |
|                   |                     |     |        | CM      | Sig | CO        | CM      | Sig  | CO | CM        | Sig   | CO   |    |           |       |
| 1                 | Bloque (B)          | 3   | 3      | 1040    | NS  | 5         | 1873    | NS   | 3  | 3912      | NS    | 3    |    |           |       |
| 2                 | Proc. (P)           | 7   | 3      | 1657    | **  | 20        | 2593    | *    | 11 | 4205      | NS    | 6    |    |           |       |
| 3                 | B * P               | 21  | 4      | 381     | *** | 21        | 924     | ***  | 22 | 2182      | ***   | 25   |    |           |       |
| 4                 | Arboles             | 605 |        | 44      |     | 54        | 117     |      | 64 | 256       |       | 66   |    |           |       |
|                   |                     |     |        | Proc    | CV  | $\bar{X}$ | Tukey   | Proc | CV | $\bar{X}$ | Tukey | Proc | CV | $\bar{X}$ | Tukey |
|                   |                     |     |        | SIG     | 21  | 37.8      |         | SIG  | 28 | 52.5      |       | LAL  | 28 | 68.5      |       |
|                   |                     |     |        | TRI     | 23  | 36.5      |         | LAL  | 26 | 50.4      |       | SIG  | 33 | 68.2      |       |
|                   |                     |     |        | LAL     | 22  | 35.5      |         | TRI  | 25 | 49.8      |       | TRI  | 30 | 64.0      |       |
|                   |                     |     |        | TUR     | 24  | 35.4      |         | TUR  | 28 | 46.9      |       | PUR  | 33 | 60.4      |       |
|                   |                     |     |        | PUR     | 25  | 34.6      |         | PUR  | 28 | 46.7      |       | TUR  | 33 | 57.7      |       |
|                   |                     |     |        | JUV     | 22  | 33.0      |         | JUV  | 24 | 44.6      |       | JUV  | 27 | 56.7      |       |
|                   |                     |     |        | SAJ     | 23  | 28.0      |         | SAJ  | 27 | 39.9      |       | SAJ  | 30 | 51.1      |       |
|                   |                     |     |        | SJA     | 27  | 24.6      |         | SJA  | 28 | 35.5      |       | SJA  | 30 | 49.1      |       |

\* (P < 0.05)  
 \*\* (P < 0.01)  
 \*\*\* No significativa (P > 0.05)  
 CO (%) = Componente de varianza  
 CV (%) = Coeficiente de variación  
 Tukey = P < 0.05, promedios unidos por la barra

Continuación Cuadro 4.

| Diámetro basal (mm) |     |           |         |      |    |           |       |      |         |           |       |          |     |           |       |  |  |
|---------------------|-----|-----------|---------|------|----|-----------|-------|------|---------|-----------|-------|----------|-----|-----------|-------|--|--|
| 120 días            |     |           | 30 días |      |    | 60 días   |       |      | 90 días |           |       | 120 días |     |           |       |  |  |
| CM                  | Sig | CO        | CM      | Sig  | CO | CM        | Sig   | CO   | CM      | Sig       | CO    | CM       | Sig | CO        |       |  |  |
| 6869                | NS  | 2         | 4378    | NS   | 2  | 12510     | NS    | 3    | 21210   | NS        | 1     | 97640    | NS  | 5         |       |  |  |
| 6645                | NS  | 5         | 9722    | **   | 13 | 20060     | *     | 11   | 27580   | NS        | 4     | 45640    | NS  | 2         |       |  |  |
| 4157                | *** | 27        | 1841    | ***  | 9  | 5572      | ***   | 12   | 15470   | ***       | 19    | 37370    | *** | 23        |       |  |  |
| 447                 |     | 66        | 574     |      | 76 | 1276      |       | 74   |         |           | 76    | 4884     |     | 70        |       |  |  |
| Proc                | CV  | $\bar{X}$ | Tukey   | Proc | CV | $\bar{X}$ | Tukey | Proc | CV      | $\bar{X}$ | Tukey | Proc     | CV  | $\bar{X}$ | Tukey |  |  |
| LAL                 | 30  | 84.4      |         | LAL  | 18 | 14.4      |       | LAL  | 20      | 19.7      |       | LAL      | 22  | 24.7      |       |  |  |
| SIG                 | 37  | 84.0      |         | JUV  | 23 | 12.9      |       | SIG  | 22      | 17.5      |       | SIG      | 27  | 22.4      |       |  |  |
| TRI                 | 33  | 77.5      |         | SIG  | 19 | 12.8      |       | JUV  | 23      | 17.4      |       | TRI      | 22  | 22.3      |       |  |  |
| PUR                 | 34  | 73.2      |         | TRI  | 20 | 12.7      |       | TRI  | 19      | 17.4      |       | JUV      | 24  | 21.9      |       |  |  |
| JUV                 | 29  | 68.4      |         | PUR  | 21 | 12.7      |       | PUR  | 16      | 16.8      |       | PUR      | 30  | 21.5      |       |  |  |
| TUR                 | 38  | 68.0      |         | TUR  | 21 | 12.1      |       | TUR  | 25      | 16.2      |       | TUR      | 31  | 21.0      |       |  |  |
| SAJ                 | 34  | 61.9      |         | SAJ  | 19 | 11.3      |       | SAJ  | 24      | 15.0      |       | SAJ      | 24  | 19.1      |       |  |  |
| SJA                 | 33  | 61.0      |         | SJA  | 20 | 10.7      |       | SJA  | 22      | 14.7      |       | SJA      | 27  | 18.2      |       |  |  |



Continuación Cuadro 4.

| No. de espinas en el eje principal |     |    | Largo de peciolo de la hoja (cm) |     |    | Largo de la hojuela (cm) |     |    | Ancho de la hojuela |     |    | Relación ancho/largo de la hojuela |     |    |
|------------------------------------|-----|----|----------------------------------|-----|----|--------------------------|-----|----|---------------------|-----|----|------------------------------------|-----|----|
| CM                                 | Sig | CO | CM                               | Sig | CO | CM                       | Sig | CO | CM                  | Sig | CO | CM                                 | Sig | CO |
| 301                                | NS  | 0  | 146                              | NS  | 0  | 9537                     | NS  | 0  | 13880               | NS  | 0  | 0.04                               | NS  | 1  |
| 802                                | NS  | 10 | 19                               | NS  | 0  | 9739                     | NS  | 0  | 12690               | NS  | 0  | 0.05                               | NS  | 4  |
| 362                                | *** | 25 | 259                              | *** | 34 | 25080                    | *** | 37 | 26390               | *** | 38 | 0.02                               | *** | 11 |
| 89                                 |     | 65 | 19                               |     | 66 | 1692                     |     | 63 | 1673                |     | 62 | 0.00                               |     | 84 |

| Proc | CV | $\bar{X}$ | Tukey | Proc | CV | $\bar{X}$ | Tukey | Proc | CV | $\bar{X}$ | Tukey | Proc | CV | $\bar{X}$ | Tukey |
|------|----|-----------|-------|------|----|-----------|-------|------|----|-----------|-------|------|----|-----------|-------|
| SAJ  | 37 | 35.1      |       | TRI  | 31 | 16.0      |       | LAL  | 24 | 191.7     |       | LAL  | 25 | 181.9     |       |
| TUR  | 33 | 33.1      |       | SJA  | 33 | 15.9      |       | TRI  | 24 | 187.7     |       | SJA  | 29 | 172.9     |       |
| JUV  | 40 | 28.7      |       | JUV  | 27 | 15.6      |       | SJA  | 25 | 180.0     |       | TRI  | 25 | 172.2     |       |
| TRI  | 29 | 28.0      |       | TUR  | 39 | 15.4      |       | TUR  | 30 | 176.8     |       | SIG  | 27 | 165.0     |       |
| PUR  | 39 | 26.8      |       | LAL  | 30 | 15.3      |       | SIG  | 26 | 173.2     |       | TUR  | 32 | 161.4     |       |
| LAL  | 53 | 25.1      |       | SIG  | 28 | 15.3      |       | PUR  | 34 | 169.3     |       | PUR  | 37 | 157.1     |       |
| SJA  | 40 | 24.6      |       | PUR  | 41 | 15.1      |       | JUV  | 26 | 169.0     |       | JUV  | 27 | 151.6     |       |
| SIG  | 42 | 19.1      |       | SJA  | 37 | 14.5      |       | SJA  | 33 | 161.5     |       | SAJ  | 36 | 148.8     |       |

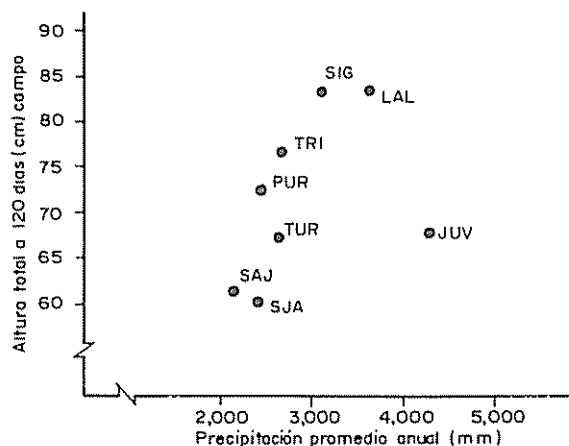


Fig 3 Relación de la altura total a 120 días con la precipitación media anual del sitio de recolección de procedencias de *E. poeppigiana* en Costa Rica.

A los 90 días, la procedencia San Isidro del General presentó un promedio de 19 espinas en la sección de 10 cm de largo, en la parte alta del fuste, como promedio más bajo San Joaquín de Heredia mostró 35 espinas, como el más alto. El coeficiente de variación fluctuó entre 29 y 53%, lo cual indica que existe una variación relativamente alta en la frecuencia de espinas dentro y entre las poblaciones. La Lola, con el coeficiente de variación más alto, presentó tres árboles sin espinas, aspecto muy importante que facilita la poda y el manejo del

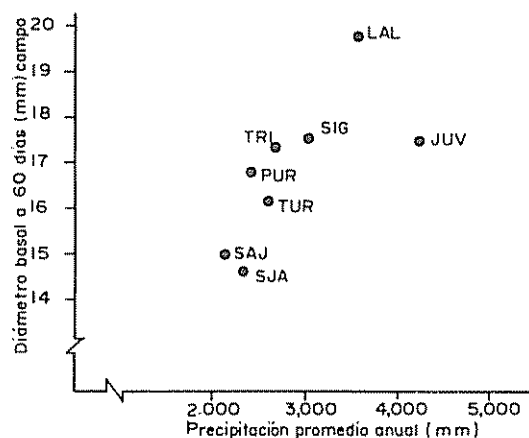


Fig 4 Relación del diámetro basal a 60 días, y la precipitación media anual del sitio de recolección de procedencias de *E. poeppigiana* en Costa Rica.

material como forraje. Esta procedencia mostró las hojas más grandes y San José de Apartadó las más pequeñas. Es posible que esta característica esté asociada con el crecimiento inicial mostrado por las procedencias, aunque también es necesario considerar el efecto del índice de área foliar.

No se detectó ninguna relación entre las características evaluadas en las semillas y el crecimiento a nivel de campo, a excepción de la altura total a 30 días, que sí mostró un ligero grado de asociación positiva con

el peso de la semilla ( $r = + 0.44^*$ ). Esto indica que, posiblemente, las características morfológicas de las semillas en las procedencias estudiadas no son buenos indicadores de la variación genética de los árboles en su estado juvenil. Resultados similares para *G. sepium* han sido informados por Salazar (18).

Se detectó un ligero grado de asocio entre la precipitación de los sitios de origen de las semillas y la altura total a 120 días ( $r = + 0.22^{***}$ ) y diámetro basal a 60 días ( $r = + 0.31^{***}$ ). Estas correlaciones, aunque son bajas, dan una ligera indicación de que las procedencias de los sitios más lluviosos tiene la tendencia a presentar un crecimiento juvenil más acelerado (Figs. 3 y 4). Es posible que las procedencias de los sitios con más meses lluviosos y menos luminosidad, hayan desarrollado un proceso fotosintético más eficiente. Como se indicó anteriormente, esta tendencia de crecimiento mayor parece ser independiente del tamaño de las semillas ya que los sitios de precipitación mayor presentan las semillas más pequeñas.

Las correlaciones entre la altura total y el diámetro basal a 75 días en vivero y 120 días en el campo, también fueron relativamente bajas ( $r = + 0.24^{***}$  y  $+ 0.35^{***}$ ). Se observó que las procedencias con desarrollo mayor, a nivel de vivero, tienen la tendencia a conservar un crecimiento ligeramente similar en el campo hasta los 120 días.

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este primer análisis de la variación en un sitio, debida a efectos genéticos de *E. poeppigiana* en Costa Rica, indica que la especie posiblemente ha sufrido cambios genéticos durante los 80 años de haber sido introducida en el país, para adaptarse a las distintas condiciones ecológicas que ahora ocupa. Aunque estos cambios, desde el punto de vista morfológico, no son tan profundos, al menos, para las variables estudiadas a nivel de semillas y de estado juvenil, si dan una indicación clara de que algunas poblaciones presentan patrones de crecimiento ligeramente distintos. Sin embargo, es posible que las diferencias observadas se deban a diversas introducciones originales.

Es interesante hacer notar que, para la mayoría de las características estudiadas en semillas y plántulas a nivel de vivero y a nivel de campo, la procedencia de San José de Apartadó de Colombia (única fuente de semilla de la zona de origen de la especie incluida en el estudio) y San Joaquín de Heredia, mostraron los valores más bajos. Esto sugiere que la

introducción original a Costa Rica no fue por vía de Apartadó, Colombia. Posiblemente, la procedencia de San Joaquín de Heredia haya sido derivada de material diferente con calidad genética pobre.

Aunque las diferencias detectadas entre el material de Costa Rica fueron pequeñas si es importante apuntar que, con respecto al crecimiento juvenil, La Lola, San Isidro del General y Tres Ríos mostraron los crecimientos mayores, mientras que la procedencia San Joaquín de Heredia se caracterizó por presentar los crecimientos más bajos. También se observó una relación positiva entre crecimiento en altura total y diámetro basal a los 120 días y la precipitación de la región de origen.

Las procedencias de los sitios con precipitación más alta presentan crecimientos juveniles superiores, posiblemente como resultado de la selección natural para sobrevivir en sitios con exceso de humedad y crecimiento rápido de la maleza. Es importante considerar esta característica al seleccionar material para ser utilizado como sombra de café y para producción de forraje.

Hay diferencia en el tamaño de las hojas entre procedencias; este es un aspecto importante en la producción de forraje y que podría ser considerado en un programa de selección.

Para la mayoría de las variables estudiadas se observó una gran variación dentro de cada población, lo cual es muy importante desde el punto de vista de selección de individuos con características deseables, siempre que la heredabilidad de estos caracteres sea alta.

La presencia de espinas en la especie, que es una característica indeseable, presenta una variación muy alta dentro de las poblaciones y a lo largo del árbol.

Es necesario hacer una evaluación más detallada de esta variable entre y dentro de procedencias cuando el árbol tenga dimensiones mayores; también, es necesario determinar su relación con variables de producción.

Dado que el poró es una especie que usualmente se somete a podas fuertes, es importante evaluar la respuesta de las procedencias a esta práctica, la variación en producción de biomasa y la calidad nutricional de la misma, así como los aspectos de mejoramiento del suelo y posibilidades de utilización en la alimentación de ganado.

## LITERATURA CITADA

1. BAKER, H. 1972. Seed weight and relation to environmental conditions in California. *Ecology* 53(6): 997-1010.
2. BORCHERT, R. 1980. Phenology and ecophysiology of tropical trees: *Erythrina poeppigiana* O.F. Cook. *Ecology* 61(5):1065-1074.
3. CAMPOS, A., J.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.
4. COSTA RICA. SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL. 1962. Boletín meteorológico año 1960. San José, Costa Rica. 42 p.
5. COSTA RICA. INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL. 1975. Anuario meteorológico año 1972, San José, Costa Rica.
6. COSTA RICA. INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL. 1981. Anuario meteorológico año 1980. San José, Costa Rica. 243 p.
7. HARPER, J.; LOWELL, P.; MOORE, K. 1970. The shapes and sizes of seeds. *Annual Review Ecology and Systematics*. p. 327-356.
8. HOLDRIDGE, L.R.; POVEDA, L. 1975. Árboles de Costa Rica v. 1. San José, Costa Rica. p. 154-162.
9. JIMENEZ, O.F. 1985. Resumen acumulado de datos agroclimáticos. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1 p.
10. KRUFUFF, B.A. 1939. The American species of *Erythrina*. *Brittonia* 3(2):205-337.
11. KRUFUFF, B.A. 1976. Notes on the species of *Erythrina*. *Physiology* 33(5):342-356.
12. LAMPRECHT, H.; HUECK, K. 1959. Estudios morfológicos y ecológicos sobre la germinación y el desarrollo de la primera juventud de unas especies forestales en Venezuela. Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación, Mérida, Venezuela. Boletín No. 3. 37 p.
13. NITROGEN FIXING TREE ASSOCIATION. 1986. *Erythrina* provides beauty and more. Waimanalo, Hawaii. 2 p. (NFTA HIGHLIGHTS).
14. RAVEN, P.H. 1974. 1974 *Erythrina* (Fabaceae): Achievements and opportunities. *Lloydia* 37:321-331.
15. RUSSO, A., R.O. 1983a. Descripción de *Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F. Cook. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 7 p.
16. RUSSO, A., R.O. 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, CATIE. 108 p.
17. RUSSO, A., R.O. 1984. *Erythrina*. Un género versátil en sistemas agroforestales, revisión bibliográfica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 14 p.
18. SALAZAR, R. 1985. Genetic variation in seeds and seedlings of ten provenances of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. In Symposium on "Establishment and productivity of tree plantings in semi-arid regions". Kingsville, USA, Texas, University. 17 p.
19. TURMBULL, J.W. 1975. Assessment of seed crops and the timing of seed collections. In FAO/DANIDA Training course on forest seed collection and handling v. 2. p. 79-94.
20. WILLIAMS, L. 1942. Exploraciones botánicas en la Guayana Venezolana I. El medio y bajo Caura. Caracas, Venezuela, Ministerio de Agricultura y Cría. p. 252-253.

## Notas y Comentarios

### Recientes avances en el estudio de la estructura de la célula

Para la mayoría de los biólogos moleculares, en las últimas décadas, el interés primordial ha sido en el DNA. Esta ingeniosa sustancia química contiene no sólo las instrucciones para ensamblar y operar la máquina corporal sino todos los planos para construir el equipo necesario. Su código puede ser leído, escrito y editado. Constituye, obviamente, la cosa por estudiar. Por eso, la gran mayoría de los investigadores en

biología molecular se han dirigido a ubicar genes especiales en el DNA, a incorporar nuevos genes al DNA, multiplicar estos genes en el laboratorio y hacer otras cosas por el estilo.

Como resultado de esa percepción, la mayor parte de las personas interesadas en la ciencia piensa en la célula como conteniendo DNA debidamente ordenado, como un archivador y que el resto es una papilla sin interés. El mismo nombre para el resto de la célula, citoplasma, evoca una imagen de flema amorfa. Esta actitud no podría ser más equivocada. Dentro del citoplasma existe una compleja estructura, llamada el citoesqueleto, que actúa tanto como andamio así como ferrocarril interno. Conforme se han mejo-