

ESTUDIOS PRELIMINARES SOBRE DESARROLLO Y MANEJO DE LA SEMILLA DE CHACHAFRUTO, *Erythrina edulis* T.

Mercedes Mejía Leudo*

Alejandro Jaramillo A.**

Nancy Barrera Marín**

COMPENDIO

La investigación se llevó a cabo en la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira localizada a 1000 m.s.n.m. 24°C y 70% HR. El tamaño de las semillas se caracterizó de acuerdo con los promedios de las medidas correspondientes al rafe y eje embrional, longitud, peso total de la semilla y peso de la testa. A partir de la estimación de intervalos de confianza se establecieron las diferentes categorías para el tamaño de la semilla. El análisis proximal de la semilla mostró alto contenido de proteína con un promedio de 22.2. Las semillas grandes presentaron los mayores porcentajes de emergencia con un valor de 89.187 % y las semillas de menor porcentaje de emergencia correspondieron a las medianas con 43.6 %. No se observó efecto de las temperaturas utilizadas en el almacenamiento de las semillas sobre el porcentaje de emergencia. La aplicación de Brasicol al 5 % presentó consecuencias adversas para la emergencia, las semillas almacenadas sin aplicación de este producto mostraron los mayores porcentajes de emergencia. Las semillas sembradas a los 10 días de cosechadas presentaron los mayores porcentajes de emergencia 79.5 %, caso contrario sucedió con las sembradas a los 30 días de cosechadas (51.41 % de emergencia).

ABSTRACT

DESCRIPTION MORFOLOGIC OF SEED *Erythrina edulis* T. AFTER WERE HARVEST THE TREES

The research Universidad Nacional of Colombia in Palmira, with altitude 1000 msnm., temperature mean of 24 °C., humidity relative of 70 %. The qualitative analysis of seed gave the size were the factor important to emergency; the seed large emergence more quickly. The storage of the seed in refrigerator, at room temperature were indifferent for the percentage of emergence. The application of policloruro de dinitrobenceno (Brasicol al 5 %) presented negative effects in the emergency of seed. When sowing the seed after the harvest were obtained the high percentage the emergence.

INTRODUCCION

Nuestro trópico emporio de riqueza, variedad vegetal y de ecosistemas, ofrece especies vegetales de gran potencial como fuente de alimento y de materias primas, las cuales son conocidas solo por los indígenas y por los habitantes de áreas muy específicas quienes hacen de ellas un uso particular y restringido, aunque las más de las veces, adecuado.

A puertas del siglo XXI, en la época de biotecnología de la Ingeniería Genética y de los plás-

midos, en nuestros campos de zona de ladera, los niños se ven desnutridos al lado de especies vegetales, que si fueran conocidas en todo el potencial que ofrecen, podrían ser utilizados como alimento apropiado para sus necesidades nutricionales y como forraje para sus animales.

El chachafruto *Erythrina edulis* es una de las 112 especies de árboles, arbustos y herbáceas perennes del género *Erythrina*, distribuidas en el trópico y en regiones templadas.

* Estudiante de pre-grado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira.

** Profesores Asociados. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. A.A.237.

El chachafruto o frijol de árbol es una leguminosa arbórea que crece entre los 1500 y los 2600 m.s.n.m.; es originaria de América y su área de dispersión comprende desde Mérida (Venezuela) hasta Bolivia. En nuestro país ha sido utilizada como cerca viva y como árbol de sombra en la zona cafetera.

Los habitantes de la zona cafetera, al igual que los del altiplano Cundiboyacense y los indígenas ingas y del Valle de Sibundoy han utilizado tradicionalmente el chachafruto así: la vaina completa, cocida para alimentar gallinas y pollos, las hojas para el ganado, los tallos para cercas vivas. Para su propia alimentación han utilizado generalmente las semillas cocidas con sal y alguna que otra preparación con las semillas cocidas y molidas.

Por la importancia de este recurso para mejorar la calidad alimentaria de los habitantes de la zona Andina se hace necesario desarrollar un programa de investigación y extensión que permita conocer a fondo el desarrollo del árbol, su agronomía y las relaciones ecológicas.

Los objetivos del presente trabajo fueron: describir la morfología de la semilla, las etapas de desarrollo de la semilla y de la plántula durante el primer mes de vida. Analizar su composición química y evaluar los efectos de tamaño, temperatura y almacenamiento sobre los porcentajes de emergencia de la plántula a intervalos de siembra.

MATERIALES Y METODOS

Caracterización de la forma y tamaño de la semilla

A tres muestras de semillas (10 de tamaño grande, 10 de tamaño mediano y 10 de tamaño pequeño) se les midió el ancho máximo y mínimo, la longitud, el peso total de la semilla y el peso de la testa.

Se estimaron parámetros como el promedio, la desviación standard y el coeficiente de variación, fueron estimados intervalos de confianza considerando un nivel de significancia del 5% ($\alpha =$

0.05, error tipo I). Con base a lo anterior se establecieron los límites que categorizaron a cada grupo de semillas como grandes, medianas y pequeñas.

Posteriormente se realizó una descripción detallada de la forma y el tamaño de la semilla de chachafruto; esta caracterización fue complementada con fotografías y dibujos, los cuales sirvieron de soporte para el análisis morfológico respectivo.

Descripción de las etapas de desarrollo de la semilla durante el primer mes posterior a la cosecha.

Se colocaron 90 semillas de chachafruto de tamaño grande y de sana apariencia, en un semillero de 1.50 m x 1.30 m, a una profundidad de 1 cm con el eje embrional hacia la parte inferior.

Con el fin de dejar un registro del seguimiento del desarrollo de la semilla, se tomaron fotografías en forma periódica a grupos de semillas seleccionadas al azar con intervalos de tres días.

Evaluación de la composición química de la semilla de chachafruto.

A cinco muestras de 200 gramos de semilla para cada uno de los tamaños, se analizó humedad, grasa, fibra, ceniza, extracto libre de nitrógeno.

Se calcularon valores promedios, desviaciones standard e intervalos de confianza para cada una de las mediciones de las componentes nutricionales en cada grupo de semillas; con base a los parámetros generados, los autores realizaron la caracterización de elementos que componen la semilla.

Evaluación de los efectos de tamaño, temperatura de almacenamiento, tratamiento químico e intervalo de siembra de la semilla sobre el porcentaje de emergencia de las plántulas de chachafruto.

En la localidad de Sevilla (Valle del Cauca) fueron cosechadas 3600 semillas de chachafruto

clasificadas así: 1200 semillas grandes, 1200 semillas medianas, 1200 semillas pequeñas. Se construyeron tres semilleros de 1.20 m x 3.00 m, en cada uno de los cuales fueron sembradas 1200 semillas de chachafruto de cada tamaño, distribuidas en hileras de 100 semillas.

La unidad experimental estuvo constituida por hileras de 100 semillas de cada tamaño separadas entre sí 15 centímetros. La distancia entre hileras fue de 20 centímetros.

Los tratamientos correspondientes a cada una de las hileras estuvieron constituidos por tres factores a saber:

Factor 1: Aplicación de producto químico (Brasicol), dos niveles: sin aplicación y con aplicación al 5% de concentración.

Factor 2: Temperatura de almacenamiento, dos medios: en nevera y temperatura ambiente.

Factor 3: Intervalo, tiempo de almacenamiento, tres niveles: 10, 20, 30 días respectivamente.

Cada semillero constituyó un bloque definido por un determinado tamaño de la semilla, la asignación de tratamientos en las respectivas hileras dentro de cada bloque fue realizada en forma aleatoria (Cuadro 1).

El diseño experimental utilizado correspondió a un diseño de bloques completamente al azar.

Con los resultados experimentales obtenidos al evaluar el porcentaje de emergencia correspondiente a hileras de 100 semillas, se realizó el respectivo análisis de varianza, tomando la decisión estadística bajo un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$, error tipo I).

En los casos que se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, factores o bloques, se procedió a contrastar medias de tratamientos utilizando la prueba Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSION

MORFOLOGIA DE LA SEMILLA DE CHACHAFRUTO

Forma de la semilla

La semilla está constituida por la testa, el eje embrional, el cual está formado por la plúmula, el hipocotilo, los dos cotiledones y la radícula. Esta semilla no posee endospermo; el complejo plúmula radícula está situado entre los cotiledones, a un lado del grano contra la testa, de tal manera que la radícula (apical) permanece en contacto con el micrópilo y la plúmula está encerrada hacia el interior del grano. El complejo plúmula radícula ocupa solamente una parte muy reducida del espacio libre entre los cotiledones (Figura 1).

Tamaño de la semilla

Las semillas de chachafruto presentan gran variedad de tamaños. (Cuadro 2).

Generalmente las dimensiones de la semilla están relacionadas con las reservas nutritivas almacenadas en los cotiledones. Según observación directa de Carbahlo (1992) "El eje embrional de las semillas de chachafruto no está relacionado con sus medidas, es sumamente pequeño en relación al tamaño de la semilla".

DESCRIPCION DE LAS ETAPAS DE DESARROLLO DE LA SEMILLA DE CHACHAFRUTO DURANTE EL PRIMER MES DE VIDA POSTERIOR A LA COSECHA DEL ARBOL.

Después de emerger la radícula, se alarga el epicotilo formando un arco, los cotiledones quedan enterrados (germinación hipógea) y finalmente emerge la yema por encima del suelo con las dos hojas laminares que se desarrollan en la plúmula; luego continúa el desarrollo de la yema terminal.

CUADRO 1. Tratamientos a los que se sometieron las semillas.

TRATAMIENTO	FACTOR 1 Aplicación de producto químico	FACTOR 2 Temperatura almacenamiento	FACTOR 3 Intervalo de almacenamiento (días)
1	sin	nevera	10
2	sin	nevera	20
3	sin	nevera	30
4	sin	temperatura ambiente	10
5	sin	temperatura ambiente	20
6	sin	temperatura ambiente	30
7	con	nevera	10
8	con	nevera	20
9	con	nevera	30
10	con	temperatura ambiente	10
11	con	temperatura ambiente	20
12	con	temperatura ambiente	30

En los primeros estados de crecimiento, el sistema radicular del embrión es de color blanco y de rápido alargamiento, convirtiéndose luego en la raíz principal o primaria; a los pocos días de la emergencia de la radícula es posible observar las raíces secundarias que se desarrollan especialmente en la parte alta de la raíz principal, después aparecen las terciarias y otras subdivisiones. La raíz principal se distingue fácilmente por su grosor y su disposición a continuación del tallo; sobre la raíz principal se ubican las raíces secundarias de menor diámetro.

El tallo es cilíndrico, y de color verde lustroso, se inicia en la inserción de las raíces, posee espinas no suberizadas. El hipocotilo tiene una corta elongación, ya que los cotiledones quedan bajo la superficie del suelo, en el chachafruto el hipocotilo no es visible sobre la superficie del suelo.

En orden ascendente el primer nudo que se encuentra es el cotiledonar, el segundo nudo corresponde al sitio donde se encuentra el primer par de hojas simples o primarias, hasta este sitio corresponde el epicotilo.

Las primeras hojas simples, trifolioladas aparecen después del nudo de las hojas primarias, del tercer nudo en adelante se forman hojas trifolioladas para elongar el tallo; en cada nudo del tallo se encuentran presentes estípulas y ramas.

Las hojas del chachafruto son de dos tipos: simples y compuestas, están insertadas en los nudos del tallo y las ramas laterales mediante peciolo.

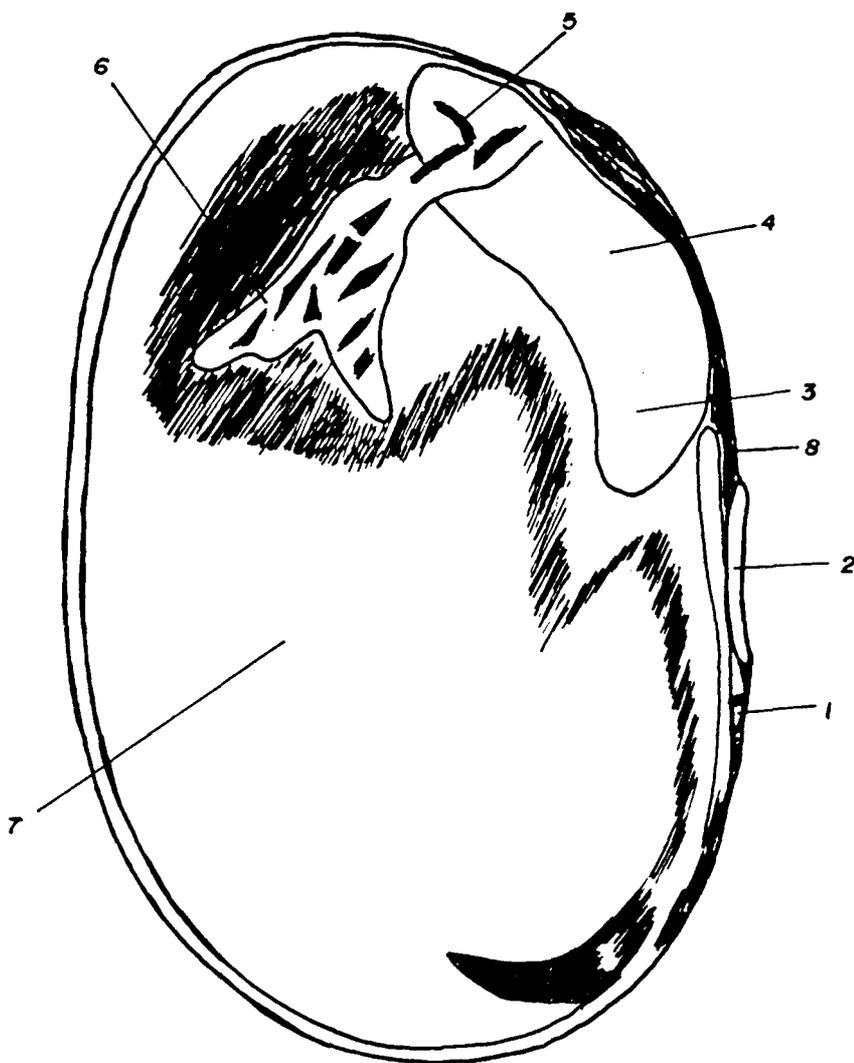
Las hojas primarias simples aparecen en el segundo nudo del tallo principal y se forman en la semilla durante la embriogénesis; son opuestas, simples, acuminadas de color verde lustroso.

Las hojas compuestas son trifolioladas, están siempre asociadas con las estípulas en los nudos, tienen peciolo largo, ráquis y tres folíolos acuminados y enteros; tienden a ser ovalados a triangulares, principalmente ovaliformes con espinas no suberizadas por el haz de color verde lustroso.

En el ápice del tallo principal de una plántula de chachafruto de 20 a 30 días, se puede observar un cambio en la disposición de las ramas a partir

CUADRO 2. Parámetros estadísticos asociados a cada una de las variables evaluadas para la descripción morfológica de las semillas de chachafruto.

TAMAÑO	VARIABLE	MEDIA (X)	DESVIACION STANDART (S)	COEFICIENTE DE VARIACION (CV)	INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%
Grande	Ancho máximo (cm)	2.65	0.19	7.42	02.51 - 02.79
	Ancho mínimo (cm)	2.02	0.35	17.32	01.87 - 02.38
	Longitud (cm)	6.00	0.59	9.90	05.57 - 06.425
	Peso total de la semilla (g)	26.28	5.52	21.00	22.33 - 30.23
	Peso de la testa (g)	5.26	1.05	19.96	04.51 - 06.02
Mediano	Ancho máximo (cm)	2.03	0.08	4.06	01.97 - 02.09
	Ancho mínimo (cm)	1.55	0.13	8.38	01.46 - 01.63
	Longitud (cm)	3.98	0.30	7.53	03.76 - 04.19
	Peso total de la semilla (g)	11.88	1.42	11.95	10.86 - 12.90
	Peso de la testa (g)	3.11	0.45	14.46	02.79 - 03.43
Pequeña	Ancho máximo (cm)	1.68	0.15	9.07	01.57 - 02.09
	Ancho mínimo (cm)	1.41	0.27	19.63	01.20 - 01.60
	Longitud (cm)	3.00	0.32	10.66	02.76 - 03.23
	Peso total de la semilla (g)	6.03	1.44	23.88	04.99 - 07.06
	Peso de la testa (g)	2.23	0.64	28.69	01.78 - 02.69



- | | |
|--------------|-----------------------------|
| 1 Rafe | 5 Plúmula |
| 2 Hilum | 6 Hojas primarias luminares |
| 3 Radícula | 7 Cotiledón |
| 4 Hipocotilo | 8 Micrópilo |

FIGURA 1. Partes internas de la semilla de chachafruto

del tercer nudo. Sólo las hojas primarias son opuestas, de ahí en adelante las ramas están en forma alterna.

La ramificación se inicia en un nudo, generalmente en la axila de una hoja trifoliolada, las ramas provienen de yemas, visibles solamente en los primeros estados de crecimiento y estando colocadas entre el tallo y la inserción de la hoja.

Las semillas en el momento de la siembra estaban aparentemente sanas. A los tres días, la testa se va fisurando por la actividad que está ocurriendo en el interior debido a la aparición de la radícula. Como lo comenta **Miranda (1988)**, los mayores cambios morfológicos ocurren durante la germinación, después de hincharse por la toma de agua cuando crece la radícula y rompe la testa.

Algunas de las plántulas a los nueve días de sembradas mostraron crecimiento anormal de la parte radical, con atrofiamiento de la raíz principal que formó callosidad donde salieron raíces secundarias. El epicotilo está engrosado con aparición anormal de yemas axilares.

Algunas de las plántulas sembradas a los 12 días mostraron una raíz principal, la cual continuó creciendo con sus raíces secundarias, la parte aérea mostró el epicotilo engrosado, aparición del primer trifolio.

Otras plántulas sembradas a los 15 días de sembradas presentaron el epicotilo engrosado de color verde pálido con folíolos anormales. Se observa la elongación del tallo por el crecimiento de hojas trifolioladas, de allí en adelante no se observaron cambios importantes.

A los seis días después de la siembra continúa la elongación de la radícula, a los nueve días después de la siembra hay raíz principal, secundarios y pelos absorbentes.

A los 12 días de la siembra se produce la elongación del epicotilo y la aparición de primeras hojas unifoliadas visibles, continúa el crecimiento de la radícula, a los 15 días después de sem-

brada, se presenta la aparición del primer trifolio.

De los 18 a los 21 días continúa el crecimiento y elongación del epicotilo por aparición de trifolios, elongación radical y crecimiento de la yema apical (Figura 2.)

COMPOSICION QUIMICA DE LA SEMILLA DE CHACHAFRUTO

El contenido promedio del proteína de la semilla de chachafruto oscila entre 21.6 y 22.7 % (Cuadro 3), siendo superior al contenido promedio de proteína de la carne, del trigo y del frijol rojo, además con menor costo por kilogramo.

La semilla de chachafruto es una importante fuente proteínica, con la cual se prepara una amplia gama de alimentos, tales como sopas, arepas, empanadas, torrijas, ensaladas, dulce, arequipe, postres, helados, chicha, jugos, coladas, refrescos.

Debido al bajo costo de la semilla de Chachafruto y a su buen contenido de proteína, el Estado y las empresas privadas pueden establecer programas agroalimentarios que contribuyan al alivio de la malnutrición de las personas en zonas donde la proteína de origen animal es muy costosa y presenten condiciones propicias para el desarrollo de la planta.

PORCENTAJE DE EMERGENCIA

Efecto del tamaño

El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas entre los diferentes tamaños para la variable porcentaje de emergencia.

Las semillas grandes presentaron mayores porcentajes de emergencia (89.187%); lo anterior concuerda con lo manifestado por **Thompson (1979)**, en el sentido de que el tamaño grande de semilla es una indicación de vigor.

El efecto del tamaño de la semilla sobre el porcentaje de emergencia de chachafruto se

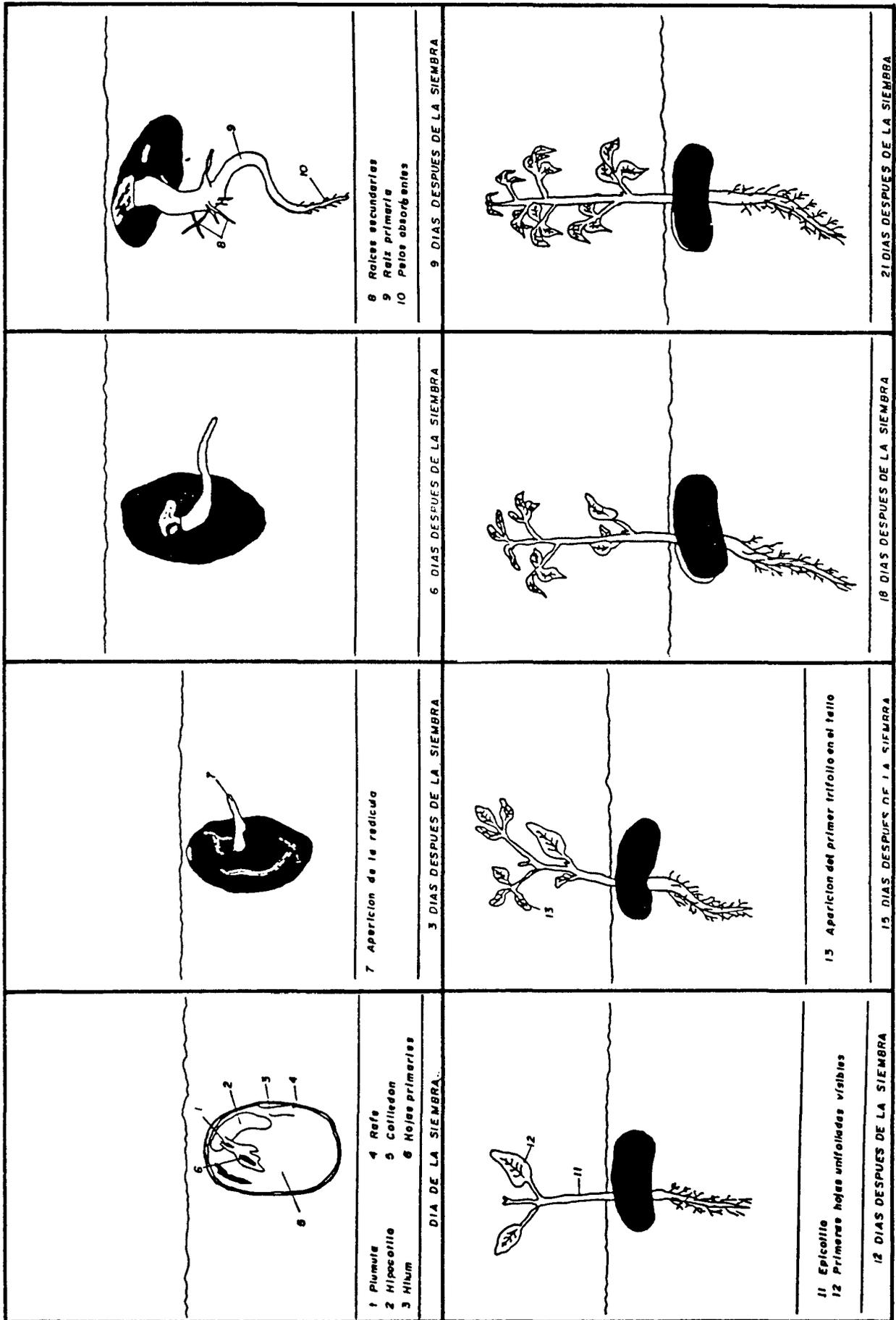


FIGURA 2. Esquemas desde la siembra hasta los 21 días del desarrollo de la semilla.

CUADRO 3. Caracterización estadística de la composición química de la semilla de chachafruto según el tamaño.

TAMAÑO	VARIABLE	MEDIA (X)	DESVIACION STANDARD (S)	COEFICIENTE DE VARIACION (CV)	INTERVALO DE CONFIANZA
Grande	Humedad (%)	4.962	0.06140	1.237	4.88 - 5.03
	Ceniza (%)	4.964	0.05727	1.153	4.89 - 5.03
	Grasa (%)	1.640	0.02121	1.293	1.61 - 1.66
	Fibra cruda (%)	8.700	0.01816	0.208	8.68 - 8.72
	Extracto libre de N	56.040	0.43586	0.420	55.75 - 56.33
	Proteína (%)	23.130	0.35627	1.534	22.69 - 23.57
Mediano	Humedad (%)	4.78	0.0487	1.018	4.72 - 4.84
	Ceniza (%)	5.15	0.1017	1.974	5.02 - 5.27
	Grasa (%)	1.59	0.0130	0.817	1.57 - 1.60
	Fibra cruda (%)	8.62	0.0258	0.299	8.59 - 8.66
	Extracto libre de N	56.91	0.3006	0.528	56.54 - 57.28
	Proteína %	22.43	0.1355	0.604	22.26 - 22.60
Pequeña	Humedad (%)	4.04	0.1264	3.128	3.88 - 4.20
	Ceniza (%)	5.67	0.2943	5.190	5.31 - 6.04
	Grasa (%)	1.50	0.0584	3.893	1.43 - 1.58
	Fibra cruda (%)	8.37	0.0461	0.550	8.31 - 8.43
	Extracto libre de N	58.80	0.4776	0.812	58.21 - 59.39
	Proteína %	21.21	0.4586	2.162	20.64 - 21.78

puede explicar debido al mayor o menor grado de contacto de la semilla con el suelo y con la humedad contenida en él.

Las semillas pequeñas presentaron un porcentaje de emergencia correspondiente al 62.9 %; y las semillas que presentaron menor porcentaje de emergencia fueron las medianas (43.5 %).

Efecto del tratamiento químico

El tratamiento químico no mostró efecto significativo sobre la variable porcentaje de emergencia; sin embargo sería interesante investigar si otras concentraciones de Brasicol diferentes al 5% ocasionan un efecto significativo sobre el porcentaje de la emergencia de la semilla.

Cubrir las semillas de chachafruto durante el tiempo de almacenamiento con brasicol 5%, en condiciones ambientales de la ciudad de Palmira o de nevera, no ocasionó ningún efecto sustancial sobre la emergencia de las semillas, esto puede deberse a que las semillas sin tratamiento químico no fueron afectadas considerablemente por presencia de patógenos causantes de enfermedades, posiblemente por las condiciones de almacenamiento atribuibles al empaque utilizado, el cual absorbió la humedad resultante de la actividad metabólica de la semilla. Esto plantea la necesidad de formular nuevos ensayos donde se utilicen diferentes tipos de empaques para almacenar la semilla, por ejemplo papel periódico, papel filtro, tela porosa, etc.

Efecto del intervalo de siembra

El análisis de varianza detectó diferencias significativas entre los intervalos de siembra para la variable porcentaje de emergencia. Las semillas sembradas a los 10 días de cosechadas tuvieron un promedio del 79.7 % de emergencia; las semillas sembradas a los 20 días de cosechadas presentaron un promedio de 64.75 % de emergencia y las semillas sembradas a los 30 días de cosechadas presentaron un promedio de 51.41 % de emergencia. (Figura 3).

Sembrar chachafruto con intervalo de días después de la cosecha del árbol constituye un

factor importante a tener en cuenta en programas de establecimiento del cultivo de esta planta. De acuerdo con lo anterior se podrían formular recomendaciones a los agricultores interesados en la propagación masiva de la planta a partir de la semilla.

A medida que se incrementó el número de días comprendido entre la cosecha y la siembra de la semilla, el porcentaje de emergencia disminuye, esto se puede explicar, según **Barrera (1989)**, debido a que la semilla de chachafruto es recalcitrante y no tiene mecanismo de bloqueo de su actividad metabólica.

Las fuentes de variación tamaño e intervalo de siembra mostraron diferencias significativas; no se observan efectos significativos entre las interacciones con los otros factores.

De lo anterior se deduce que el porcentaje de emergencia de la semilla de chachafruto en las condiciones del experimento, sólo se ve afectado por el tamaño de la semilla y por el intervalo de siembra.

BIBLIOGRAFIA

- ACERO, Luis, Enrique; BARRERA, M. Nancy; CORRE DOR, Guillermo. El chachafruto o balú, superalimento para el ser humano y forraje para el ganado. Bogotá. Federación Nacional de Cafeteros, 1990. 18p.
- AGPLAN. Fisiología de la semilla. Brasilia. 1977.
- AGUIRRE, Roberto y PESKE, s.t. Manual para el beneficio de semillas. Palmira : CIAT. 1988.
- BAKKER, G. Banco de genes una vieja causa, un nuevo concepto. Semillas. 8 (2) 1983.
- BARRERA, M. Nancy. El chachafruto, balú o sachaporo to, pasado, presente y futuro en Colombia. Palmira : Universidad Nacional de Colombia. 1990. 20p.
- . El Chachafruto, pasado, presente y futuro. Ponencia II simposio de Etnobotánica. Popayán. Junio de 1989.
- BOWEN, John, E. Tratamiento de semillas. Agricultura de las Américas. 39 (6). 1990. p.42-50.

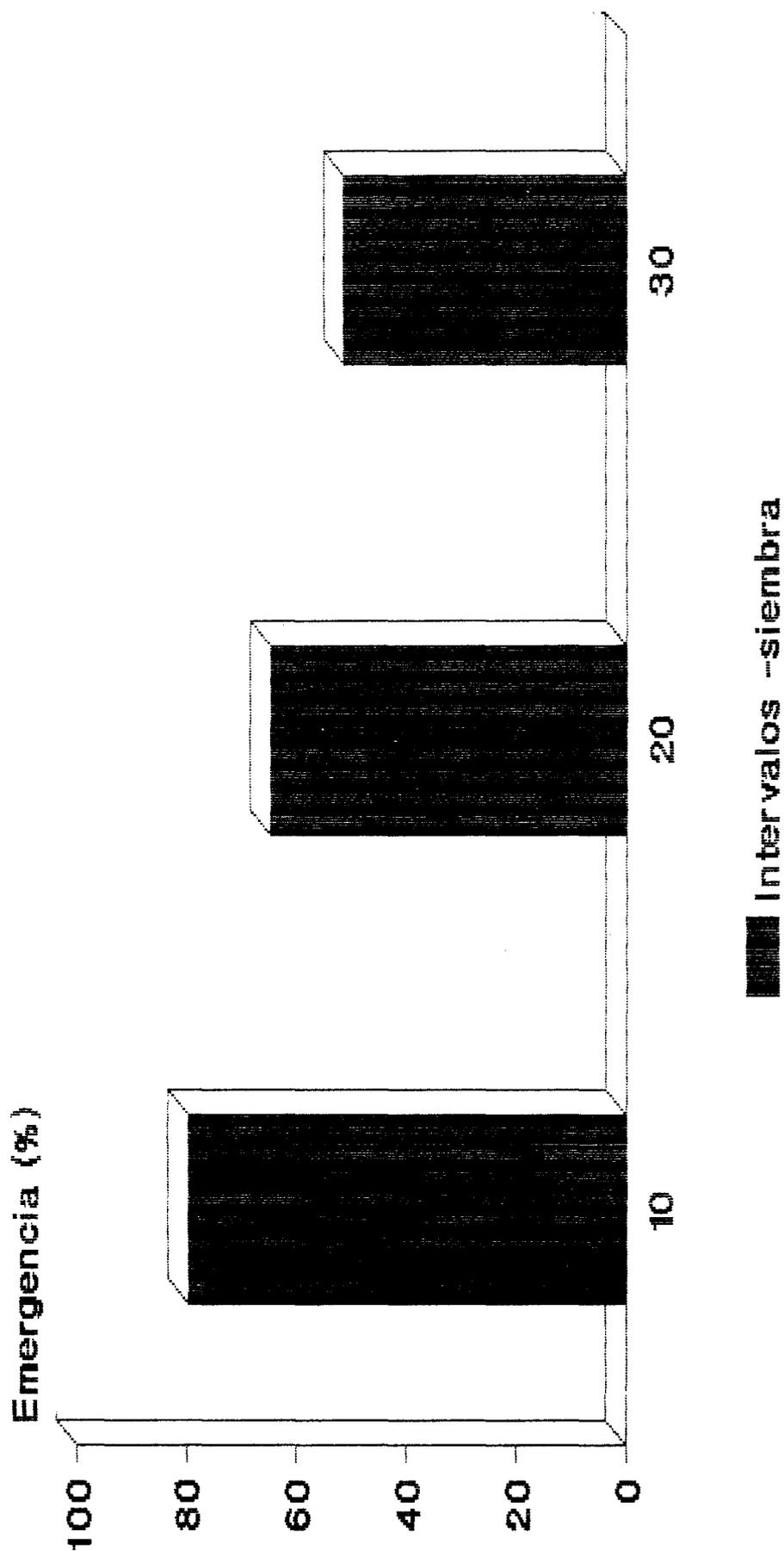


FIGURA 3. Porcentaje de emergencia para diferentes intervalos de siembra de semilla de chachafruto.

- BUENDIA, Lázaro. Semillas y plántulas de leguminosas pratenses Españolas. Madrid. 1956.
- BURBANO, Salcedo, Gladys; GUZMAN, T. Luz. Efecto de la harina de chachafruto como fuente de sólidos en la elaboración de yogurt. Tesis de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Palmira. 1990. 93p.
- ESAU, Katherine. Anatomy of seed plants. New York : Wiley, 1977. 376p.
- GARCIA BARRIGA, H. Flora Medicinal de Colombia : Botánica médica. Bogotá : Universidad Nacional de Colombia, 1974.
- GONZALEZ, D. Leonel y ARROSEMENO, P. Estudio de algunos métodos para conservar semillas de cacao, Theobroma cacao L. Tesis Ing. Agrí. 1978.
- HENAO, T. N. Estudios preliminares en el manejo postcosecha de chachafruto, Erythrina edulis T. en vaina y en grano. Tesis de Ing. Agrí. 1991.
- MIRANDA, M. F. Fisiología de la germinación. Conferencia del IX curso intensivo de capacitación de postgrado en tecnología de semillas. CIAT. Palmira. Abril - Junio. 1985.
- PEREZ, G. Evaluación de proteína Erythrina edulis T. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 29 (2). 1979 8.
- POPINIGIS, Flavio. Fisiología da semente. Brasilia Agriplan. 1977. 289p.
- RAMIREZ, Genel, Marcos. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. México. 1980. 300p.
- ZORRILLA, R. Conferencia. I Reunión de investigadores en Chachafruto Erythrina edulis T. Bogotá. Septiembre de 1989.