

Producción de semilla de cuatro especies forestales en El Salvador¹

Luis F. Jara.²
Evelyn M. Canjura³
Oscar E. Díaz³
Juan A. Salinas⁴

Introducción

Un adecuado programa de reforestación implica un suministro oportuno de semilla que es el principal insumo; la cual debe poseer la calidad física, fisiológica y genética necesaria para garantizar el éxito de futuras plantaciones. Actualmente en El Salvador existen 25 fuentes semilleras de especies de alta demanda y valor comercial en proceso de manejo por los propietarios, con la asesoría del Centro de Desarrollo Forestal (CEDEFOR) del Servicio Forestal y de Fauna. Los propietarios de las fuentes semilleras registradas en el país desconocen la capacidad real de producción, calidad física de la semilla y los rendimientos de mano de obra en las actividades de recolección y procesamiento, lo cual constituye un obstáculo para que se involucren en la actividad productiva.

Por otro lado, no existe información confiable sobre producción de semillas forestales de especies tropicales lo cual hace difícil la tarea de planificar los programas de abastecimiento para cubrir las necesidades de los proyectos de reforestación a nivel nacional.

Este trabajo es un aporte a la escasa información sobre el componente de semillas

forestales. Se presentan los resultados del trabajo realizado en siete fuentes semilleras en El Salvador, cuyo objetivo fue cuantificar la producción, determinar la calidad física y estimar la producción de semillas de cada fuente de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. citriodora*, *Leucaena leucocephala* y *Tectona grandis*.

Metodología

Las especies se seleccionaron con base en la demanda de semillas en El Salvador durante los últimos siete años. Las plantaciones están inscritas en el registro de fuentes semilleras del CEDEFOR.

La localización geográfica, características climáticas y silviculturales de las siete fuentes semilleras utilizadas en el presente trabajo, se describen en el Cuadro 1. Todas las fuentes son plantaciones artificiales, maduras y clasificadas según el sistema de PROSEFOR (Mesén 1994) como fuentes seleccionadas, con excepción de una, que corresponde a un rodal semillero; han sido sometidas a aclareos y las densidades actuales oscilan entre 210 y 1180 árboles/ha. Las fuentes están ubicadas en la zona de vida bh-T y bh-ST(F) según la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1975), por debajo de los 700 msnm y en sitios relativamente llanos.

El trabajo se dividió en tres partes: producción de frutos y semillas, calidad física de la semilla y

¹Resumen Tesis de E.M. Canjura y O.E. Díaz, para optar al título de Ing. Agrónomo con Especialidad en Economía Agrícola.

²Asistente Técnico, PROSEFOR CATIE, Turrialba, Costa Rica

³Estudiante de Ing. Agronómica, UCA, San Salvador, El Salvador.

⁴Administrador CEDEFOR, Servicio Forestal, DGRNR, El Salvador.

Cuadro 1. Localización, descripción y características climáticas de las fuentes semilleras utilizadas para el estudio de producción de semillas en El Salvador.

Sitio	Tihuilococho	Sta. Bárbara	El Sunza	El Jicaro	Tihuilococho	Talcualuya	El Sunza
Municipio/ Depto.	Santiago Nonualco, La Paz	Olocuilta, La Paz	Izalco Sonsonate	Atiquizaya, Ahuachapán	Santiago Nonualco La Paz	San Juan Opico La Libertad	Izalco Sonsonate
Tipo de Fuente	Plantación	Plantación	Plantación	Plantación	Plantación	Plantación	Plantación
Edad (años)	12	19	16	5	17	17	18
Area Total (ha)	2.0	0.5	2.5	2.5	2.0	4.6	1.5
Densidad (árbol/ha)	390	270	240	1180	10	240	260
dap promedio (cm)	34.4	24.5	22.7	12	22	25.1	25
Número de raleos	3	3	2	1	1	3	2
Clasificación Fuente	F.S.	R.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.
Zona de vida	bh-T	bh-T	bh-ST(F)	bh-ST(F)	bh-t	bh-ST(F)	bh-ST(F)
Altitud (msnm)	20	380	600	700	20	400	600
Longitud (E)	88°58'	89°07'	89°34'	89°46'	88°58'	89°19'	89°34'
Latitud (N)	13°27'	13°33'	13°45'	14°00'	13°27'	13°56'	13°45'
Precipitación promedio anual (mm/año)	1727	1969	2179	1853	1727	1688	2179
Temperatura promedio anual (°C)	26.8	26.5	24.2	28	26.8	23.8	24.2
Pendiente (%)	2.0	5.5	30.0	25	2.0	5.0	30.0
Fisiografía	Llano	Colina Baja	Colina Media	Llano	Llano	Llano	Colina Media

bh-T: bosque húmedo tropical.

Bh-ST(F): bosque húmedo subtropical. F.S: Fuente Seleccionada.

R.S: Rodal Semillero.

Fuente: CEDEFOR, 1997

proyección de la producción en cada fuente. En otro artículo se presentará lo relacionado con rendimiento de mano de obra y costos directos.

Producción de frutos y semillas

Dentro de cada fuente escogida se levantaron en forma aleatoria parcelas rectangulares que en

conjunto sumaron 1,000 m², dependiendo de la variabilidad del terreno; se calificaron los árboles en categoría 1, 2 y 3 según metodología de PROSEFOR (Mesén 1994) y determinó el número total de árboles (densidad por unidad de área). En las parcelas establecidas se seleccionaron 10 árboles maduros, dominantes, vigorosos con abundante cantidad de frutos y semillas,

procurando que fueran individuos con altura y diámetro similares.

Se midió la altura total a cada árbol con clinómetro (con aprox. 0.2 m), diámetro a la altura del pecho (dap) con cinta diamétrica (con aprox. 0.1 cm) y diámetro de copa mediante la medición de su proyección sobre el suelo en sentido N-S y E-O con cinta métrica (0.1 m) para el cálculo de su área. Dos operarios calificados (escaladores) del CEDEFOR, recolectaron los frutos maduros de cada árbol, dejando aproximadamente entre un 15 a 20 % de frutos inmaduros o inaccesibles. Una vez que el escalador cortaba las ramillas con los frutos y las dejaba caer al suelo sobre las lonas, se separaron hojas, ramas y ramillas de los frutos. Estos se colocaron en sacos de yute y se pesaron con aproximación a 0.1 kg en forma separada para cada árbol en las instalaciones del CEDEFOR (San Andrés, La Libertad).

El procesamiento de los frutos consistió en extenderlos sobre el suelo a pleno sol para secarlos y extraer la semilla; esta se limpió, secó y pesó (con aprox. a 0.1 kg) y finalmente se almacenó en el banco de semillas.

En la oficina se realizaron los cálculos para obtener un promedio de producción de frutos verdes por árbol (kg/árbol), cantidad de semilla seca y limpia por árbol (kg/árbol) y relación de peso fruto/semilla seca y limpia. Además, se determinaron los coeficientes de variación para cada variable.

Calidad física

Se obtuvieron muestras de la semilla seca y limpia de cada fuente y se llevaron al Laboratorio de Certificación de Semilla de la Dirección General de Sanidad Vegetal y Animal (DGSVA) y al Laboratorio del Banco de Semillas del CATIE (Turrialba, Costa Rica) para realizar las pruebas de pureza (%), peso de mil semillas (g), contenido de

humedad (%), germinación (%), número de semillas puras y viables por kilogramo y energía germinativa (d). Los análisis se realizaron siguiendo las normas de ISTA.

Proyección de la producción

A partir de la información sobre la producción de semilla por árbol, la densidad total de árboles y el número de árboles fructificados y posibles de escalar de cada una de las fuentes, se procedió a calcular la producción anual para cada una. Se consideró el número de árboles posible de escalar como el 80% del total de árboles fructificados.

RESULTADOS Y DISCUSION

Producción de semillas

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de producción de frutos y semillas seca y limpia obtenida del promedio de 10 árboles para todas las fuentes y los coeficientes de variación para cada variable. Las variables dap y altura total presentan los coeficientes de variación más bajos (menores de 16%), debido al efecto de haber escogido individuos con crecimiento similar. El área de copa, producción de frutos y semillas presentaron una alta variación (más del 22%).

Para *E. camaldulensis* el promedio de producción de frutos fue de 13.8 kg/árbol que correspondieron a 1.52 kg/árbol de semilla seca y limpia. Para obtener un kg de semilla limpia y seca se requiere recolectar casi 10 kg de frutos verdes y húmedos. Este resultado es similar al encontrado por Jara y Valle (1996) para la misma fuente en 1994, la cual ascendió a 1.7 kg/árbol y sigue siendo superior a lo reportado por Salazar y Boshier (1989) de 0.1 a 0.5 kg/árbol. Esto indica que la producción anual de esta fuente es relativamente constante. Los tres aclareos realizados durante los últimos cinco años, han permitido mayor entrada de luz y menor



Recolección de frutos de *Eucalyptus citriodora* de un árbol seleccionado en la Hda. Santa Bárbara, Olocuilta, El Salvador. (Foto: Luis Fernando Jara)

competencia de nutrientes y agua entre los árboles remanentes.

En *E. citriodora* de Sta. Bárbara, la producción de frutos por árbol fue de 24.3 kg que representaron 0.61 kg de semilla limpia y seca, resultado similar al reportado por Jara y Valle (1996) para la misma fuente en una evaluación realizada en 1994 (0.7 kg/árbol). Para el caso de la fuente de El Sunza con la misma especie, la producción de 1997 fue baja comparativamente con la reportada por Jara y Valle (1995) en el mismo sitio en 1994. Esto incide obviamente en el resultado de la relación peso fruto-semilla, debido

principalmente a la baja producción de algunos individuos en El Sunza.

La producción de frutos y semilla de *L. leucocephala* de El Jícaro fue de 1.7 kg/árbol y 0.49 kg/árbol respectivamente. Para obtener un kg de semilla seca y limpia se deben recolectar 4 kg de frutos verdes. Esta fuente es la más joven de las incluidas en este estudio, es su primera cosecha y además, fue sometida al primer aclareo dos meses antes del muestreo. Esto afectó favorablemente la producción de frutos. Estas cifras son similares a las reportadas por Salazar y Boshier (1989) que presentan valores entre 0.1 y 0.4 kg/árbol/año y por el CATIE (1991) de 0.5-1.5 kg/árbol. Jara y Valle (1996) presentan cifras muy altas para esta especie en Costa Rica (3.4 kg/árbol), pero la semilla fue obtenida de cerco vivo de 13 años de edad. Es importante señalar que la semilla proveniente de esta fuente estaba afectada por hongos (*Fusarium sp.*), debido a cambios climatológicos que se presentaron en el país por el fenómeno del Niño, con prolongada época de lluvia que coincidió con la fructificación.

La fuente Tihuilocoyo de *T. grandis* presentó la menor producción de las tres analizadas (4.5 kg de frutos/árbol y 2.6 kg de semillas), debido a que el primer aclareo se realizó cinco meses antes del muestreo, mientras que las otras dos fuentes fueron raleadas en dos y tres oportunidades durante los últimos cinco años. Así mismo, fue afectada por fuertes vientos en la época de floración y formación de frutos. Las fuentes Talcualuya y El Sunza presentaron producciones de frutos y semillas por árbol muy similares entre ellas; esto posiblemente se deba a que tienen igual cantidad de raleos, densidad y edad similar. Para obtener un kg de semilla limpia y seca de teca se requiere casi dos kg de frutos. Por otro lado, la fuente Talcualuya triplicó la producción de frutos y semillas reportadas por Jara y Valle (1996) en la misma fuente en 1994; esto pudo deberse a que en los últimos tres años, el bosque fue raleado dos

Cuadro 2. Producción de frutos y semillas y coeficientes de variación (C.V.%) de cuatro especies forestales en El Salvador, 1997.

Espece	Sitio	dap (cm)	Altura total(m)	Area de copa (m ²)	Peso frutos (kg/árbol)	Peso semillas (kg/árbol)	Relación fruto/semilla (kg)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> C.V.%	Tihuilcoyoy	40.59	29.48	117.37	13.76	1.52	9:1
			9.24	16.11	35.32	61.64	52.09
<i>Eucalyptus citriodora</i> C.V.%	Sta. Bárbara	27.46	22.9	40.12	24.27	0.61	41:1
		8.34	12.03	32.03	39.91	36.45	
<i>Leucaena leucocephala</i> C.V.%	El Jícaro	24.37	21.5	33.03	18.05	0.35	74:1
		9.72	15.07	33.68	26.71	57.15	
<i>Leucaena leucocephala</i> C.V.%	Tihuilcoyoy	8.02	9.55	8.17	1.7	0.49	4:1
		17.49	16.08	41.86	57.9	53.73	
<i>Tectona grandis</i> C.V.%	Talcualuya	26.64	17.75	61.38	4.56	2.56	1.7:1
		11.61	11.13	25.81	31.26	21.81	
<i>Tectona grandis</i> C.V.%	El Sunza	28.07	21.4	43.35	6.97	4.07	1.7:1
		16.84	11.59	31.76	36.67	22.6	
<i>Tectona grandis</i> C.V.%	El Sunza	32.07	22.82	45.66	6.94	3.89	1.9:1
		13.74	9.74	17.87	52.82	55.94	

C.V. %: Coeficiente de variación

veces permitiendo mayor entrada de luz y menor competencia por nutrientes y agua, y de esta forma incrementó el volumen total de copa y producción de semillas.

Análisis de calidad física

Los resultados de las pruebas de calidad física y fisiológica de la semilla de las cuatro especies en estudio pueden observarse en el Cuadro 3. El porcentaje de pureza de las semillas en todas las especies fue mayor al 88%. La semilla de teca de Tihuilcoyoy presentó el mayor tamaño. La calidad de las semillas de las dos fuentes de *E. citriodora* fue similar. El contenido de humedad para todas las especies varía entre 8 y 10.7%, siendo las más húmedas los eucaliptos y las de menor contenido las tres de teca.

En términos generales, las semillas de las siete fuentes son de buena calidad física y fisiológica ya que la pureza, el contenido de humedad, el número de semillas por kg y la germinación total están dentro de los parámetros típicos de estas especies (Trujillo 1994; Salazar y Boshier 1989; Jara y Valle 1996; CATIE 1996; MAG/DGRNR 1996).

Estimación de la producción

Una estimación de la producción anual de semillas para las siete fuentes en estudio se presenta en el Cuadro 4. Bajo las condiciones actuales de manejo y producción, la fuente de *E. camaldulensis* podrá producir algo más de 240 kg de semilla, cantidad suficiente para cubrir las necesidades del país y de la región. En el caso de

Cuadro 3. Análisis de calidad física de semillas forestales de cuatro especies forestales prioritarias en El Salvador (1998).

Especie	Procedencia	Pureza (%)	Peso de 1000 semillas (g)	Cont. Humedad (%)	Germ. (%)	Sem viables/kg (No.)	Sem puras/kg (No.)	Energía Germ. (d)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Tihuilocoyo	-	-	10.9	-	1.796/g	-	3
<i>Eucalyptus citriodora</i>	Sta. Bárbara	93.24	7.363	10.67	70.5	89.150	135.815	5
	El Sunza	88.71	6.54	9.51	54.75	74.389	152.835	5
<i>Leucaena leucocephala</i>	El Jícaro	93.73	49.11	9.11	86.0	16.413	20.361	5
<i>Tectona grandis</i>	Tihuilocoyo	99.36	532.3	8.29	-	-	1.879	-
	Talcualhuya	99.62	635.25	7.3	75.0	1.176	1.574	12
	El Sunza	99.49	615.1	7.1	61.0	9.90	1.626	12

E. citriodora, la producción de las dos fuentes es similar, la cual varía entre 40 y 55 kg/ha de semilla por año, también cantidad suficiente para atender la demanda nacional. Para *L. leucocephala*, la producción es baja y no llega a 400 kg/ha por año; esta fuente requiere de más raleos para ampliar la copa y aumentar la producción. La fuente

Tihuilocoyo de *T. grandis* presentó la menor producción (332 kg/ha) debido a la menor densidad y edad, y a que solo se le ha realizado un raleo. Las otras dos fuentes de teca de mayor edad, presentaron producción promedio 800 kg/ha, pero se espera que aumente para los próximos años.

Cuadro 4. Estimación de la producción anual de semilla de siete fuentes semilleras en El Salvador, 1997.

Especie	Sitio	Area fuente (ha)	Densidad total (árb/ha)	Total árboles Fuente (No.)	Estado de los árboles		Arboles escalables (80%)	Prod. Semilla (kg/árb/año)	Producción semilla Total	
					Con frutos	Sin frutos			Fuente (kg/ha)	Ha (kg/año)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Tihuilocoyo	2.0	110	220	198 (90%)	22 (10%)	159	1.52	241.7	120.8
<i>Eucalyptus citriodora</i>	Sta. Bárbara	0.5	280	140 (40%)	56 (60%)	84	45	0.61	27.5	55.0
	El Sunza	2.5	200	500	350 (70%)	150 (30%)	280	0.35	98.0	39.2
<i>Leucaena leucocephala</i>	El Jícaro	2.5	1180	2950	2360 (80%)	590 (20%)	1890	0.49	926.1	370.4
<i>Tectona grandis</i>	Tihuilocoyo	2.0	180	360	324 (90%)	36 (10%)	259	2.56	665.6	332.8
	Talcualhuya	2.0	210	420	378 (90%)	42 (10%)	302	4.07	1229.1	614.6
	El Sunza	1.5	280	420	378 (90%)	42 (10%)	302	3.89	1168.7	779.2

Conclusiones y recomendaciones

- Se comprueba la alta variabilidad que existe en la producción de semillas entre árboles de un bosque plantado de la misma edad, procedencia y crecimiento.

- En fuentes semilleras de *E. camaldulensis* y *E. citriodora*, se observó que la producción anual es relativamente constante, comparando dos años no consecutivos. La producción de semillas de las dos fuentes puede cubrir fácilmente la demanda nacional.

- La producción de semillas en plantaciones de *T. grandis* aumentó al someterlas a raleos intensivos; se recomienda realizarlos durante los primeros ocho o diez años para permitir que la copa se amplíe en volumen total y evitar competencia por espacio y luz.

- Algunas de las fuentes estudiadas, como El Jícaro (*L. leucocephala*), El Sunza y Sta. Bárbara (*E. citriodora*), deben ser raleadas por lo menos una vez más, para permitir mayor entrada de luz y eliminar los árboles no escalables.

- La estimación de la producción de semillas de las fuentes debe tomarse con reserva, ya que se trata de un cálculo para un año de producción. Se debe hacer seguimiento y continuar los muestreos para que la información pueda ser más confiable y en la medida de lo posible, relacionarla con los cambios climáticos que se presentan en cada período.

Bibliografía

CATIE. 1991. *Leucaena leucocephala* (Lam. De Wit.) especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 166. pp. 2-3, 6-7.

CATIE. 1996. Catálogo de semillas forestales. Banco Latinoamericano de Semillas Forestales. Turrialba, Costa Rica. 15 p.

HOLDRIDGE, L.R. 1975. Mapa ecológico de El Salvador. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Recursos Naturales Renovables, Documento de Trabajo No. 6. San Salvador, El Salvador. Pp. 18, 21.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION, ISTA 1995. International rules for seed testing. Zurich, Switzerland.

JARA, L.F., VALLE, M. y SALINAS, J. 1996. Producción de semillas de 10 especies forestales tropicales. Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales, No. 13:12-16

MESEN, F. 1994. Clasificación de fuentes de producción de semillas forestales. Curso regional sobre identificación, selección y manejo de rodales semilleros, Turrialba, Costa Rica. CATIE/DANIDA. 12-15 pp.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, Dirección General de Recursos Naturales Renovables, 1996. Catálogo de semillas forestales. Servicio Forestal. CATIE. San Salvador, El Salvador. 20 p.

TRUJILLO N, E. (snt) Manejo de semillas, viveros y plantación inicial. Bogotá Colombia. Centro de Estudios del Trabajo. 151 p.

SALAZAR, R.; BOSHIER, D. 1989. Establecimiento y manejo de rodales semilleros de especies forestales prioritarias en América Central. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 148. 78 p.