

Semillas y plántulas de algunas especies arbóreas de Moa*

Yamir TORRES-ARIAS**, María E. RODRÍGUEZ**, Ramona OVIEDO PRIETO**,
Esther COLLAZO** y Luis HERNÁNDEZ**

ABSTRACT. Some of the reproductive strategies of 20 plant species most of them endemic from the natural forests of Moa were characterized. The study of the mechanisms of these species to germinate, settle and survive in the ecosystem was used to classify them into the successional strategies groups. According to this, a table with the species fruit and seed characteristics, weight, collecting periods, percent of germination, etc. is presented. Recommendations are made to use a higher number of native plants in mixed plantations with most diversity to afforest and rehabilitate the mining areas.

KEY WORDS: Successional strategies, endemic species, mining areas, rehabilitation.

INTRODUCCIÓN

El estudio de las semillas y plántulas de las especies arbóreas presentan doble interés; en primer lugar permiten analizar los mecanismos de cada especie para reproducirse, germinar, competir, sobrevivir y desarrollarse en una comunidad, y por otra parte, brinda una base práctica para la utilización de estas especies en los planes de reforestación, tendientes a lograr plantaciones artificiales exitosas con una alta diversidad.

Estos estudios han sido abordados desde muy diversos e interesantes ángulos. Diferentes autores están de acuerdo que las semillas de las especies comunes en las etapas tempranas de la sucesión ocurren en grandes cantidades, son pequeñas y de larga vida, mientras que la mayoría de las especies sucesionales tardías producen semillas en pequeñas cantidades, grandes y de corta vida (Guevara y Gómez-Pompa 1972; Vázquez-Yanes, 1980; Grime 1982; Garwood 1983; Whitmore 1983; Foster 1986; Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia, 1987, 1990; Herrera *et al.* 1988; Márquez *et al.* 1990, Torres *et al.* 1990; Herrera *et al.* 1997). Estas características seminales están íntimamente relacionadas con la germinación, el tipo de plántula y el establecimiento de cada especie (Ng. 1978; Foster y Janson, 1985; Hladik y Miguel 1990; Kitajima, 1992; Garwood, 1996 Sánchez *et al.*, 1997; Bonfil, 1998; Milberg *et al.*, 1998) y permiten definir grupos ecológicos funcionalmente diferentes.

Estos estudios revisten vital importancia para manejar y conservar la diversidad y el funcionamiento de los ecosistemas forestales tropicales, en los ecosistemas de Moa, la caracterización de las semillas y plántulas de especies arbóreas son imprescindibles para restaurar sus bosques naturales de una riqueza florística, faunística y paisajística invaluable, sobre todo si se pretende incluir esta riqueza en los planes de reforestación.

Con este objetivo son analizados algunos aspectos seminales de 20 especies arbóreas autóctonas de Moa con posibilidades de uso en la rehabilitación de áreas afectadas por la actividad minera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Áreas de colecta. En el transcurso de los años 1997-99 se realizaron varias expediciones de trabajo a Moa como parte del proyecto "Influencia de la actividad minera sobre la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas de bosque de Moa", en estas expediciones se estudio la fenología (principalmente la fructificación y época de recolección) y se realizó la colecta de semillas de las especies a estudiar en diferentes formaciones vegetales: bosque pluvial submontano (Yagrumaje), bosque remanente (Vista Alegre), pinares y un charrascal. En esta región se registran los mayores valores para Cuba de precipitación promedio anual, que están en el orden de los 2400 hasta 3000 mm anuales, y una temperatura media máxima anual que no sobrepasa los 26° C, en la que sin embargo la temperatura mínima media anual se mantiene por debajo de los 12° C (Instituto de Meteorología, 1992).

Colecta y limpieza de las semillas. Las semillas de las especies a estudiar se colectaron de frutos maduros sobre el árbol. Los frutos carnosos se despulparon mediante maceración manual y los frutos secos se almacenaron en un lugar fresco hasta su dehiscencia, en ambos casos se separaron las semillas de restos de frutos y otras impurezas y se cuantificó su cantidad por fruto. El secado de las semillas se realizó durante 72 hr al aire y a la sombra e inmediatamente después fueron utilizadas.

Parámetros morfo-fisiológicos. Se tomaron 100 semillas al azar de cada especie a las que se les midieron los siguientes parámetros morfológicos: longitud (mm), anchura (mm) y masa fresca (mg). Seguidamente, las semillas se separaron en sus elementos componentes, determinándose la masa fresca (mg), la masa seca (mg) y el % de humedad inicial de la cubierta seminal y las reservas seminales (embrión + endospermo). La masa fresca y seca fueron determinadas en una balanza Sartorius con precisión de 0,0001 g. La masa seca y el contenido de humedad inicial se determinaron por el método de secado a baja temperatura constante según las normas del International Seed Testing Association, ISTA (1985).

*Manuscrito aprobado en octubre de 1998.

**Instituto de Ecología y Sistemática, A.P. 8029, C.P. 10800, La Habana, Cuba.

En base a la masa seca de la cubierta seminal (Cs) y la reservas seminales (Rs) por separado se estimó la cantidad de recursos energéticos que le corresponde a cada uno de estos elementos mediante la siguiente fórmula:

$$Cs\% = \frac{\text{Masa seca de la cubierta seminal (mg)}}{\text{Masa seca de la semilla (mg)}} \quad Rs\% = \frac{\text{Masa seca de las reservas seminales (mg)}}{\text{Masa seca de la semilla (mg)}}$$

Emergencia y tipo de plántulas. Para el estudio de la emergencia y los estadios iniciales de las plántulas se sembraron 50 semillas intactas de cada especie, en macetas individuales con vermiculita, en casa de vegetación. La casa de vegetación tiene paredes de malla plástica (0.5 mm) con una temperatura interna de 23-28 °C durante la noche y 25-38°C durante el día, la humedad relativa varía entre 85 y 95%. El conteo de la emergencia se efectuó diariamente durante cinco meses, con un riego periódico para mantener la humedad del sustrato y fertilizadas cada 15 días (15 ml por plántula), con solución estándar Long Ashton diluida 1/10.

La caracterización morfológica y funcional de la emergencia y los estadios iniciales de las plántulas se realizó conforme a los 5 tipos de plántulas comúnmente usado en ecología tropical propuesto por Miquel (1987), la cual se basa en caracteres del cotiledón: expansión, posición y textura. **FEF** (fanerocotilar-epigeo-foliáceo), **FER** (fanerocotilar-epigeo-reserva), **FHR** (fanerocotilar-hipogeo-reserva), **CHR** (criptocotilar-hipogeo-reserva) y **CER** (criptocotilar-epigeo-reserva).

Se realizó un estudio a priori de la regeneración natural de algunas especies y su porcentaje de abundancia en el ecosistema.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La caracterización de las semillas y plántulas de las especies analizadas (Tabla 1) permiten tener una visión general de los mecanismos adaptativos de cada especie y su papel en el funcionamiento del ecosistema, así como su posible ubicación en los grupos sucesionales.

Cecropia shreberiana y *Trema lamarckiana* son muy eficientes reproductivamente, produciendo anualmente grandes volúmenes de semillas. *C. shreberiana* produce gran cantidad de frutos con más de 500 semillas cada uno y *T. lamarckiana* aunque sus frutos tienen una sola semilla su producción es muy copiosa, observándose las ramas cubiertas completamente de pequeños frutos. Las semillas son muy pequeñas (1.5 a 2.5 mm) y de poca masa (1.9 a 2.13 mg). Estas especies son muy heliófilas, de crecimiento rápido y tienen como función principal invadir los claros del bosque y formar umbráculos naturales (especies pioneras), garantizando con ello la continuación de la regeneración y el restablecimiento del ecosistema forestal primario.

Las especies *Zanthoxylum cubense*, *Erythroxylum longipes*, *Jacaranda arborea*, *Guettarda monocarpa*, *G. valenzuelana*, *Byrsonima lucida*, *Sideroxylum cubense*, *Rauvolfia salicifolia*, con relación a las especies anteriores, producen menor cantidad de semillas por fruto (1 a 26), son más grandes (de 4 a 19.5mm) y pesadas (10.64 a 97.17mg), estas características reproductivas son propias de las especies colonizadoras que se establecen poco tiempo después de las pioneras llegando a dominar y restaurar la comunidad, posibilitando el desarrollo posterior de las especies pertenecientes a las últimas etapas sucesionales.

Un aspecto característico en estas especies es el referido a la cantidad de las reservas seminales y la cubierta seminal con respecto al total del peso seco de la semilla, la relación Rs/Cs en todos los casos es inferior a la unidad (tabla 1), las semillas de estas especies contienen de un 9.79 a un 45.22% de reservas seminales y una cubierta seminal que ocupa entre 90.20 y 54.77% del peso total de la semilla, lo que sugiere que la “planta madre” en la formación y desarrollo de las semillas destinan mayores recursos para la cubierta seminal confiriéndole mejores posibilidades de supervivencia, posibilitando que permanezcan latentes en el suelo por largos períodos de tiempo hasta que las condiciones sean óptimas para su germinación.

Estas especies con emergencias epigeas y cotiledones foliáceos (FEF), generalmente, el embrión en su desarrollo y durante la germinación consume totalmente las sustancias de reservas (endospermo), al germinar, estas plántulas no disponen de recursos energéticos para iniciar su crecimiento dependiendo totalmente de su interrelación con el medio (sustrato, disponibilidad de nutrientes, agua, etc.) y la capacidad fotosintética de sus cotiledones, en estas especies la cantidad de recursos energéticos (embrión + endospermo) se traduce en el tamaño de la nueva plántula y su capacidad de supervivencia.

C. shreberiana y *T. lamarckiana* con reservas seminales de 0.34 y 0.54 mg, inician su crecimiento con plántulas muy pequeñas de aproximadamente 1.5 a 2 cm de altura a los 15 días y un sistema radicular inicialmente compuesto por numerosas raicillas filiformes, poco ramificadas, *Z. cubense*, *E. Longipes*, *J. arborea*, *G. monocarpa*, *G. valenzuelana*, *B. lucida*, *S. cubense* y *Rauvolfia salicifolia* con reservas seminales que oscilan entre 3.42 a 19.11 mg, sus plántulas a los 15 días tienen entre 2.3 y 6 cm de altura, el sistema radicular es pequeño y filiforme pero ya diferenciado en raíz principal y raicillas secundarias.

Eugenia canapensis, *Ouratea striata*, *Ocotea bucheri*, *Protium fragrans*, *P. cubense* *Beilschmiedia pendula*, *Votomita monantha*, *Guibortia hymenifolia*, *Calophyllum utile* y *Andira inermis*, se establecen en las últimas etapas sucesionales de la comunidad, funcionalmente son las encargadas de la estabilización de la comunidad, restableciendo el ecosistema forestal primario. La producción de pocas semillas por fruto (1 a 4), semillas grandes de 6 a 40 mm y grandes masas

seminales oscilando desde 37.45 hasta 9 790.84 mg y plántulas más robustas, de crecimiento lento, son algunas de las estrategias reproductivas de estas especies, propias de especies estabilizadoras y rezagadas.

Las plántulas de *Ouratea striata*, *Protium fragrans*, *P. cubense* y *Guibortia hymenifolia* con emergencias epigeas y cotiledones carnosos (FER) inicialmente dependen en menor medida del medio (disponibilidad de nutrientes, etc.) al disponer de recursos energéticos adicionales para iniciar su crecimiento, estas sustancias de reservas almacenadas en los cotiledones son transferida a la plántula en un periodo de 10-15 días.

Las plántulas con cotiledones hipogeos y carnosos (CHR) de *Eugenia canapuensis*, *Ocotea bucheri*, *Beilschmiedia pendula*, *Votomita monantha*, *Calophyllum utile* y *Andira inermis* se desarrollan bajo el techo protector de las especies ya establecidas y disponen de recursos nutricionales adicionales en sus primeros estadios de crecimiento y desarrollo.

E. canapuensis, *O. bucheri* con menores reservas seminales (25.04 y 63.04) sus plántulas a los 15 días tienen entre 4 y 6 cm de alturas y un sistema radicular bien diferenciado en raíz principal y raíces secundarias poco ramificadas, las reservas adicionales suministradas por los cotiledones son transferidas a la plántula en 35-55 días.

Las semillas de *B. pendula*, *V. monantha*, *C. utile* y *A. inermis* tienen los más altos valores de reservas seminales (239.15 a 3 777.80 mg) producen plántulas más vigorosas con 6 a 12 cm de altura a los 15 días y un sistema radicular potente, compuesto inicialmente por una raíz principal gruesa y un desarrollo paulatino de las raíces secundarias, los cotiledones (reservorio de sustancias nutritivas) hipogeos y siempre cubiertos por la testa permanecen en las plántulas de 80 a 200 días como suministradores de nutrientes adicionales.

Estas especies, priorizan inicialmente, la transferencia de sus reservas seminales hacia el sistema radicular, esta transferencia se mantiene por largos periodos de tiempo propiciándole a la plántula menor dependencia de los recursos externos y la posibilidad de recuperación al sufrir la plántula algún daño, aumentando con ello las posibilidades de supervivencia de la especie.

La relación: reservas seminales (Rs) / cubierta seminal (Cs) es superior a la unidad, los recursos energéticos destinados para la formación y desarrollo de la semilla prioritariamente están dedicados a las reservas seminales (endospermo y/o cotiledón). Las plántulas utilizan estas altas reservas seminales por un largo periodo de tiempo para su crecimiento y desarrollo.

CONCLUSIONES

En sentido general, las especies que colonizan los hábitats inicialmente perturbados con alta variabilidad y productividad (luz, temperatura y nutrientes) destinan mayores recursos, en la producción de semillas, para la cubierta seminal confiriéndole a la semilla mejores posibilidades de supervivencia, las plántulas, generalmente, son del tipo FEF, con cotiledones foliaceos y fotosintetizadores, de crecimiento rápido y muy dependiente del medio para su crecimiento y desarrollo, en contraste, las especies que entran en los últimos estadios sucesionales de bosque y se desarrollan bajo el techo protector de las especies ya establecidas producen semillas con mayores reservas seminales y plántulas CHR, con cotiledones carnosos y reservantes, el crecimiento de la plántula es más lento con recursos nutricionales adicionales lo que la hace menos dependiente de los suministros externos en sus primeros estadios de vida.

Estos resultados permiten seleccionar las especies que integrarán las nuevas plantaciones, partiendo de criterios biológicos y funcionales, y teniendo en cuenta, además, las condiciones concretas del área a repoblar (sombras topográficas, altura, humedad, etc.). Las plantaciones heterogéneas ricas en especies con diferentes estrategias funcionales condicionan relaciones de cooperación muy provechosas para el establecimiento y buen desarrollo de la joven plantación y propician un aumento de la diversidad de las nuevas plantaciones artificiales.

REFERENCIAS

- Bonfil, C. 1998. The effect of seed size, cotyledon reserves, and herbivory on seedling survival and growth in *Quercus rugosa* and *Q. laurina* (Fabaceae). *American Journal of Botany*, 85(1), 79-87.
- Foster, S.A. y H.C. Janson. 1985. The relationship between seed size and establishment conditions in tropical woody plants. *Ecology*, 66(3), 773-780.
- Foster, S.A. 1986. On the adaptive value of large seeds for tropical moist forest tree: a review and synthesis. *Botanical Review*, 52:260-299.
- Garwood, N. C. 1983. Seed germination in a seasonal tropical forest in Panama: a community study. *Ecological Monographs*, 53:159-181.
- Garwood, N. C. 1996. The Ecology of Tropical Forest tree Seedlings. (M. D. Swaine, de.) Man and the Biosphere Series, Vol. 18, Chapter 3. UNESCO and the Parthenon Publishing Group. 1-71.
- Grime, J.P. 1982. *Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que controlan la vegetación*. Editorial Limusa, S.A. México. 291 p.
- Guevara, S. y A. Gómez-Pompa. 1972. Seeds from soils in a tropical region of Veracruz, México. *J. Arnold Arb.* 53: 312-335.

- Herrera, R.A., L. Menéndez, M.E. Rodríguez y E.E. García. (eds.) 1988. *Ecología de los bosques siempreverdes de la Sierra del Rosario*. Cuba. Proyecto MAB. No 1., 1974-1987 UNESCO. ROSTTLAC, Montevideo, Uruguay. 760 p.
- Herrera, R.A., D.R. Ulloa, O. Valdés-Lafont, A.G. Priego y A.R. Valdés. 1997. Ecotechnologies for the sustainable management of tropical forest diversity. *Nature & Resources*, Vol.33 (1): 2-17.
- Hladik, A. y S. Miguel. 1990. Seedling types and plant establishment in an African rain forest. En Bawa, K.S. y M. Handley (eds.) *Reproductive Ecology of Tropical Forest Plants*, 261-282. UNESCO/Parthenon, Paris/Carnoforth.
- Instituto de Meteorología (1992): "Atlas Climático de Cuba" I parte. La Habana, 210 pp.
- International Seed Testing Association, ISTA. 1985. International rules for seed testing. *Seed Science Technology* 13 (2):299-355.
- Kitajima, K. 1992. Relationship between photosynthesis and thickness of cotyledons for tropical tree species. *Functional Ecology*, 6: 582-590.
- Márquez, F.C., L.G. Silva y A. Reis. 1990. Estratégias de estabelecimento de espécies arbóreas o manejo de florestas tropicais. En 6^o. *Congreso Forestal Brasileiro*, Sao Paulo/SP. Anais. 676-684.
- Miquel, S. 1987. Morphologie fonctionnelle de plantules d'espèces forestières du Gabon. *Bulletin du Museum National d'Histoire Naturelle, 4e serie, section B, Adansonia*, 9: 101-121.
- Milberg, P.; M.A. Pérez-Fernández y B.B. Lamont. 1998. Seedling growth response to added nutrients on seed size in tree woody genera. *Journal of Ecology*, 86, 624-632.
- Ng. F.S.P. 1978. Strategies of establishment in Malayan forest tree. En *Tropical Tree as Living Systems* (P.B. Tomlinson and M.H. Zimmermann, eds.). Cambridge University Press, Cambridge, 129-162.
- Sánchez, J.A.; B. Muñoz; R. Orta; E. Calvo y R.A. Herrera. 1997. Correlación entre el heteromorfismo somático y la respuesta germinativa de *Mastichodendron foetidissimum* (Jacq.) Cronq. *Acta Botánica Mexicana* 37:1-7.
- Torres, Y., R.A. Herrera, E.G. Cañizares, O. Valdés-Lafont, R.P. Capote y P. Herrera. 1990. Habilidades competitivas y reproductivas de especies arbóreas tropicales. I.E.S. 11 p.
- Vázquez-Yanes, C. 1980. Notas sobre la autoecología de los árboles pioneros de la selva tropical húmeda. *Trop. Ecol.*, 21:103-112.
- Vázquez-Yanes, C. y A. Orozco-Segovia. 1987. Fisiología ecológica de semillas en la Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas", Veracruz, México. *Revista Biología Tropical.*, 35 (Supl. 1) 85-96.
- Vázquez-Yanes, C. y A. Orozco-Segovia. 1990. Seedling types and plant establishment in an African rain forest. En Bawa, K.S. y M. Handley (eds.) *Reproductive Ecology of Tropical Forest Plants*, 261-282. UNESCO/Parthenon, Paris/Carnoforth.
- Whitmore, T. C. 1983. Secondary succession from seed in tropical rain forests. *Forestry Abstr.*, 44: 767-779.

Tabla 1.- Algunos aspectos de las estrategias reproductivas estudiadas.

| ESPECIES | Semillas por fruto | Tamaño semilla (mm) | Peso fresco semilla (mg) | Peso seco semilla (mg) | Reservas seminales | Cubierta seminal | Relación Rs/Cs | Tipo de plántula |
|-------------------------|--------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|--------------------|------------------|----------------|------------------|
| Cecropia shreberiana | 550 - 700 | 2 - 2.5 | 1.91 | 1.73 | 0.34 | 1.39 | 0.24 | FEF |
| Trema lamarckiana | 1 | 1.5 - 1.7 | 2.13 | 1.48 | 0.54 | 1.24 | 0.57 | FEF |
| Zanthoxylum cubense | 1 | 9 - 11 | 10.64 | 10.06 | 3.42 | 6.67 | 0.50 | FEF |
| Erythroxylum longipes * | 1 | 9 - 11 | 29.32 | 27.37 | 4.48 | 2.76 | 0.19 | FEF |
| Jacaranda arborea* | 11-26 | 19.50 | 10.60 | 9.95 | 4.50 | 5.45 | 0.82 | FEF |
| Guettarda monocarpa * | 1 | 4 - 6 | 56.28 | 49.11 | 6.28 | 42.83 | 0.14 | FEF |
| Guettarda valenzuelana | 1 | 4 - 7 | 97.17 | 83.44 | 8.17 | 75.27 | 0.10 | FEF |
| Byrsonima lucida | 1 | 4.5 - 6 | 49.92 | 43.70 | 11.25 | 32.45 | 0.34 | FEF |
| Sideroxylon cubense | 1 - 3 | 6 - 7 | 43.87 | 39.15 | 17.39 | 21.76 | 0.79 | FEF |
| Rauvolfia salicifolia * | 2 | 9 - 12 | 73.13 | 72.07 | 19.11 | 52.96 | 0.36 | FEF |
| Eugenia canapuensis* | 1 - 4 | 6.00 | 37.45 | 31.35 | 25.04 | 6.31 | 3.96 | CHR |
| Ouratea striata* | 1 - 3 | 8.50 | 151.91 | 117.33 | 50.95 | 66.36 | 0.76 | FER |
| Ocotea bucheri * | 1 | 11 - 14 | 95.16 | 78.34 | 63.04 | 15.30 | 4.11 | CHR |
| Protium fragrans | 1 - 2 | 13.50 | 269.54 | 241.70 | 69.30 | 172.40 | 0.40 | FER |
| Protium cubense | 1 - 3 | 11.00 | 217.06 | 195.08 | 88.65 | 106.43 | 0.83 | FER |
| Beilschmiedia pendula | 1 | 10 - 12 | 474.48 | 316.00 | 239.15 | 76.85 | 3.11 | CHR |
| Votomita monantha * | 1 - 3 | 11 - 15 | 824.54 | 518.09 | 299.36 | 218.73 | 1.36 | CHR |
| Guibortia hymenifolia * | 1 | 13 - 16 | 541.70 | 474.65 | 386.22 | 88.43 | 4.36 | FER |
| Calophyllum utile * | 1 | 16 - 22 | 2 545.70 | 1 975.40 | 1 237.43 | 737.7 | 1.67 | CHR |
| Andira inermis | 1 | 25 - 40 | 9 790.84 | 5 932.92 | 3 777.80 | 2 155.12 | 1.75 | CHR |

(*)endémico.