

## Caracterización de semillas de un bosque siempreverde tropical del oeste de Cuba. Correlaciones ecológicas entre rasgos

Characterization of seeds from a tropical evergreen forest of western Cuba.  
Ecological correlations among traits

Laura A Montejo Valdés \*\*, Jorge A Sánchez <sup>a</sup>, Bárbara C Muñoz <sup>a</sup>, Alejandro Gamboa <sup>a</sup>

\* Autor de correspondencia: <sup>a</sup> Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Instituto de Ecología y Sistemática, Carretera Varona km 3½, Capdevila, Boyeros, C.P. 11900, La Habana 19, Cuba, laura@ecologia.cu

### SUMMARY

Seed traits are determined in 50 species from an evergreen forest in Sierra del Rosario, Cuba. These traits were analyzed at their community level, according to life form and season dispersal/collection. For this, we also included 40 trees species previously studied on the place. The variables studied were: number of seeds per fruit, seed mass (fresh/dry), coat dry mass, percentage of biomass allocation to the physical defenses (testa/endocarp) and water content. We found that trees exhibited the widest range in the number of seeds per fruit, seed mass and water content. It was also confirmed that life form significantly affected the variables of seminal mass, while there were no significant differences in the variables assessed when species were grouped according to their season dispersal. Nevertheless, seeds with larger total mass, coat dry mass and less hydration were collected during the dry season. At community level, in trees, shrubs and in rain (early/late) a negative correlation between seeds per fruit and the variables of mass was found. In the beginning of the rainy season, humidity content was positively correlated with total mass, and negatively correlated with the number of seeds and the percentage of coat, across all the 90 species and in trees. These results corroborate the presence of high variability in seed traits in the functional groups studied, and also in the correlations established among them. Nevertheless, in general, the seeds presenting bigger size and higher humidity were less numerous and showed thin coats.

*Key words:* seed ecology, life form, seed mass, reproduction traits, Sierra del Rosario.

### RESUMEN

Se determinaron rasgos seminales en 50 especies de un bosque siempreverde de la Sierra del Rosario, Cuba. Estas características se analizaron a nivel de comunidad, por forma de vida y época de dispersión. Se incluyeron además 40 especies de árboles estudiados previamente en el sitio. Las variables analizadas fueron: número de semillas por fruto, masa seminal (fresca y seca), masa seca de cubierta, porcentaje de asignación de biomasa a las defensas físicas (testa/endocarpo) y contenido de humedad. Se comprobó que los árboles presentaron los máximos valores promedio en cuanto a semillas por fruto, masa seminal y contenido de humedad. La forma de vida afectó significativamente las variables de masa seminal; en cambio, por época de dispersión no se detectaron diferencias significativas. Se encontró una correlación negativa entre semillas por fruto y las variables de masa, tanto cuando se consideraron todas las especies del área de estudio, como para árboles, arbustos y especies que se dispersaron durante la época de lluvia (temprana y tardía). El contenido de humedad se correlacionó positivamente con los rasgos de masa seminal, pero de forma negativa con el número de semillas por fruto y asignación de biomasa a las cubiertas cuando se analizaron a nivel de comunidad, entre árboles y al comienzo de la estación de lluvia. Las correlaciones entre rasgos demostraron que las semillas de mayor tamaño y humedad fueron menos numerosas y con cubiertas delgadas. Los resultados evidenciaron que los rasgos seminales y las correlaciones entre dichos rasgos cambiaron entre los grupos funcionales.

*Palabras clave:* ecología de semillas, forma de vida, masa seminal, rasgos de reproducción, Sierra del Rosario.

### INTRODUCCIÓN

Los rasgos seminales son de vital importancia en el ciclo de vida de una planta, al estar directamente relacionados con la estrategia reproductiva (Leishman *et al.* 2000). Particularmente, el número de semillas por fruto y la masa seminal tienen importantes implicaciones en los mecanismos de dispersión, establecimiento y supervivencia de las

especies (Soriano *et al.* 2011). Es conocido que la masa de la semilla muestra un amplio rango de variación dentro de una comunidad, población o especie (Moles *et al.* 2005); esto se relaciona con las condiciones ambientales bajo las cuales se establecen y desarrollan las plantas (Leishman *et al.* 2000) y la forma de crecimiento de la misma (Moles *et al.* 2005), entre otros rasgos de historia de vida. Además, el nivel de hidratación de los disemínulos desempeña un

papel fundamental en su longevidad y en la respuesta germinativa de la planta, al favorecer la inducción o la ruptura de la dormancia seminal (Liu *et al.* 2011).

Existen diversos estudios relacionados con el tamaño de la semilla y la asignación de recursos a los tejidos de reservas o a las defensas físicas en especies de bosques tropicales (Daws *et al.* 2006, 2007, Sánchez *et al.* 2009ab). Estas investigaciones proceden mayormente de plantas arbóreas; en cambio, en otras formas de vida estos estudios son menos frecuentes (Daws *et al.* 2005, Moles *et al.* 2005).

En Cuba, existen contribuciones sobre el estudio de la ecofisiología de la germinación en especies arbóreas nativas de la Reserva de la Biosfera “Sierra del Rosario” (Sánchez *et al.* 2009ab, 2012, Montejo *et al.* 2014), sitio que presentan una elevada complejidad estructural y diversidad de especies vegetales, y donde consta además una base teórico-práctica sobre algunos aspectos de la ecología de los bosques siempreverdes de esta región (ver *e.g.* Herrera *et al.* 1997). En las contribuciones relacionadas con la biología de la semilla de esta comunidad vegetal, Sánchez *et al.* (2009ab) informan sobre la masa seminal (fresca y seca), e índices de masa de la semilla, y contenido de humedad de 40 especies arbóreas de distintas estrategias de regeneración. Por su parte, recientemente Montejo *et al.* (2014) describen el tipo de fruto, forma de la semilla, superficie de la testa, tipo de embrión y su relación con la dormancia seminal, en 85 especies que comprenden árboles, arbustos y trepadoras de este ecosistema. Sin embargo, la información sobre rasgos morfofisiológicos de semillas continúa siendo escasa, a pesar de su importancia para conocer la biología seminal y su implementación en proyectos de regeneración.

Por otra parte, las características de germinación, clases de dormancia y de establecimiento de plántulas se han mostrado clave en la diferenciación de grupos funcionales en los bosques tropicales de Cuba, donde dicha diferenciación podría contribuir a explicar la coexistencia de un gran número de especies en estos ecosistemas (Sánchez *et al.* 2009b, 2012). De este modo, en el presente trabajo se explora la siguiente hipótesis: existe una gran diversidad de rasgos morfofisiológicos de semillas a nivel de comunidad, por forma de vida y época de dispersión, y esta variabilidad caracteriza los grupos funcionales de plantas. Para demostrarla, se proponen los siguientes objetivos: 1) cuantificar variables morfofisiológicas de semillas en especies de árboles, arbustos y trepadoras de un bosque siempreverde tropical de la Sierra del Rosario, 2) comparar estos rasgos seminales entre grupos funcionales definidos por forma de vida y época de dispersión, y 3) determinar la correlación entre las variables de semillas para todas las especies (a nivel de comunidad) y por grupos funcionales.

## MÉTODOS

*Área de estudio y selección de las especies.* Se realizó en un bosque siempreverde estacional submontano, en la Estación Ecológica “El Salón”, ubicado en la sección central

de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario (RBSR), Artemisa, Cuba (82°57'32''O y los 22°49'53''N). El sitio tiene aproximadamente 200 hectáreas cubiertas en su mayoría por un bosque siempreverde tropical, con un dosel cerrado de 30 m de altura, donde se distinguen tanto árboles emergentes como dominantes, presenta un régimen de lluvia promedio de 2014 mm y una temperatura media anual del aire de 24,4 °C, donde los valores mínimos de precipitación y temperatura ocurren durante los meses de noviembre a abril y las máximas de mayo a octubre, con una pronunciada estación seca desde diciembre hasta marzo (Herrera *et al.* 1997). Siguiendo la propuesta Sánchez *et al.* (2009a), se reconocieron tres grupos de especies según el momento en que ocurre la dispersión (*i.e.* época de dispersión): en la estación seca (diciembre - marzo), a comienzos de la estación lluviosa (abril - julio), y finales de la estación lluviosa (agosto - noviembre).

La selección de las especies se realizó sobre la base de su frecuencia en el sitio de estudio y la disponibilidad de frutos/semillas. Según estos criterios se estudiaron semillas de 50 especies nativas (46 géneros y 32 familias), que incluyen 20 árboles, 14 arbustos y 16 trepadoras (anexo 1); la definición de forma de vida de estas especies se describió en Montejo *et al.* (2014). Del total de especies colectadas solo cuatro fueron endémicas. Además, se incluyó información de 40 especies de árboles del mismo sitio de estudio (de ellos tres endémicos, *Schoepfia didyma* C. Wr., *Calophyllum pinetorum* Bisse. y *Juglans insularis* Griseb., que pertenecen a 21 familias botánicas, estudiadas previamente por Sánchez *et al.* (2009a), donde estos autores reportan valores de tamaño de la semilla, índices de distribución de biomasa seminal y contenido de humedad inicial. Los nombres de las familias botánicas se establecieron según Angiosperm Phylogeny Group (2003).

*Colecta de semillas.* Se realizó a partir de frutos maduros, entre 2007 y 2008. Para 46 especies los frutos se obtuvieron de cinco individuos adultos o más (hasta 10 en el caso de las trepadoras), solo en *Diospyros caribaeae*, *Nectandra coriaceae*, *Ocotea floribunda* y *Zanthoxylum martinicense*, las colectas se realizaron de tres ejemplares por especie, debido a la baja disponibilidad de árboles fructificados en la época de recolección. En cada planta se tomaron entre 50 y 100 frutos, los que se colocaron en bolsas de papel para su traslado al laboratorio, donde se limpiaron inmediatamente y se secaron al aire y a la sombra por 72 horas. Después de separadas las semillas de los frutos, se colocaron en frascos de cristal con cierre hermético a temperatura de 25 °C en la oscuridad. Todos los ensayos se realizaron inmediatamente después de la colecta.

*Cuantificación de rasgos.* El número de semillas por fruto se determinó de una muestra de 50 frutos en cada especie, a partir del total colectado. La masa fresca y seca de la semilla (mg) y la fracción correspondiente a la estructura de cubierta (incluyendo endocarpo o testa), se midió in-

dividualmente en 100 semillas por especie, excepto para las especies con semillas muy pequeñas ( $\leq 5$  mg), en cuyo caso se emplearon 200 semillas. La masa seca de la semilla y de la testa se determinó por el método de secado a temperatura constante  $103 \pm 2$  °C por 17 horas (ISTA 2007).

Para obtener la masa correspondiente a la cubierta seminal, se le retiró a cada semilla manualmente dicha estructura bajo un estéreo microscopio utilizando agujas, pinzas o cuchillas de afeitar. En el caso de semillas muy pequeñas, este rasgo seminal se calculó de forma indirecta en cada réplica, por diferencia entre el valor promedio de la masa seca total de la réplica y de la masa seca correspondiente a la reserva (embrión y endospermo), determinada previamente solo en estas especies. Para ello, se eliminó la cubierta seminal empleando un tratamiento de escarificación en ácido sulfúrico concentrado al 98 %, o por inmersión en agua en tiempos variables, dependiendo de la susceptibilidad de la reserva seminal a uno u otro tratamiento. Finalmente, se determinó la masa seca de esta fracción seminal.

También, se calculó la distribución de masa seca en la semilla a la cubierta (*i.e.* porcentaje de la parte asignada a la defensa), para lo cual se dividió la fracción correspondiente a la masa seca de las estructuras de protección entre la masa seca total (Daws *et al.* 2005), y el valor resultante se multiplicó por 100 para facilitar la interpretación de los datos. En el total de especies estudiadas, se delimitaron seis categorías de tamaño seminal con base a la masa fresca de las mismas, según Foster (1990).

El contenido de humedad inicial de las semillas se determinó con relación a la masa fresca y fue expresado como porcentaje, según las normas del ISTA (2007). Este rasgo seminal se midió individualmente para cada semilla o diáspora (100 semillas), o bien a partir de cinco réplicas de 50 semillas cada una, en especies donde el tamaño seminal fue  $\leq 5$  mg. A partir del valor de humedad de las semillas, se separaron en valores inferiores a 12 %, que podría representar el límite para la categoría de ortodoxas o tolerantes a la desecación, y semillas con valores de humedad superiores a este, las que podrían mostrar una conducta intermedia con relación a la tolerancia al almacenamiento (entre 12 y 15 %), o pertenecer a la clase de semillas recalcitrantes o sensibles a la deshidratación (Ellis *et al.* 1990).

*Análisis estadístico.* El número de semillas por fruto, así como los diferentes rasgos seminales fueron comparados entre formas vitales y entre épocas de dispersión por medio de análisis de varianza semiparamétrico de una vía (ANOSIM) con base a permutaciones (9.999) (Anderson 2001), y por una matriz de distancia de Bray-Curtis. Se empleó la prueba exacta de Fisher para contrastar la independencia entre la forma de vida y la categoría de tamaño seminal, para ello el valor de *P* fue computado por simulaciones de Monte Carlo con 10.000 iteraciones. Las asociaciones entre rasgos seminales para todas las especies, o separa-

damente por forma vida y época de dispersión, se determinaron mediante el coeficiente de correlación lineal de Pearson. Previo a este análisis, los datos se transformaron logarítmicamente para cumplir el supuesto normalidad.

## RESULTADOS

*Caracterización de rasgos seminales y comparación por grupos funcionales.* El número de semillas por fruto mostró gran variabilidad. En plantas arbóreas, el rango osciló entre una (en diversas especies) hasta 5.139 semillas en *Muntingia calabura* L. En cambio, en arbustos se encontraron como promedio hasta 252 disemínulos por fruto (*Solanum torvum*), y en trepadoras los valores promedios no superaron las 28 semillas (*Passiflora suberosa*) (anexo 1). Por su parte, el análisis estadístico realizado (ANOSIM) demostró que el número de semillas por fruto no se afectó significativamente por la forma de vida, ni por la época de dispersión (cuadro 1); aunque se aprecia una tendencia de mayores valores en los árboles y especies que fueron dispersadas sus semillas al inicio de la estación lluviosa.

También, las variables relacionadas con la masa seminal mostraron gran dispersión entre todas las especies. La masa fresca de los disemínulos a nivel de comunidad, presentó un rango de variación de 0,04 mg en *M. calabura* y *Gonzalagunia sagraena* (planta arbórea y arbustiva, respectivamente) hasta 10628,9 mg en *Andira inermis* (W. Wright) Kunth (anexo 2). A partir de los valores de masa fresca las especies se agruparon en seis categorías de tamaño seminal: siete (7,7 %) tuvieron semillas menores de 1 mg, 18 (20 %) entre 1,0-9,9 mg, 30 (33,3 %) entre 10,0 y 99,9 mg, 27 (30 %) entre 100,0 y 999,9, siete (7,7 %) entre 1.000,0 y 9.999,9 y una (1,1%) más de 10.000 mg (figura 1). Del total de especies, 57 (63,30 %) se agruparon en las categorías intermedias de tamaño, y esta frecuencia de distribución del tamaño seminal además varió significativamente por forma vital ( $FI = 45,6; P < 0,001$ ). Los árboles presentaron la mayor amplitud de masa fresca seminal, abarcaron desde menos de 1 mg hasta más de 10.000 mg; aunque, el 73,3 % de las especies arbóreas presentaron un valor de masa fresca entre 21,5 y 890,0 mg. En los arbustos solo estuvieron representadas las tres primeras categorías; de hecho, con excepción de *M. calabura*, las especies pertenecientes a la primera categoría fueron arbustos, donde estuvo presente el 42,8 %, con valores de masa entre 0,04 y 0,82 mg; mientras las trepadoras se agruparon con un 43,7 % en la segunda y tercera categoría, con un rango de 2,01 hasta 90,52 mg.

La masa fresca de la semilla difirió significativamente entre formas vitales, siendo mayor en árboles y trepadoras (cuadro 1). Sin embargo, no se detectaron diferencias entre épocas de dispersión para esta variable, si bien las semillas dispersadas en la época de seca tienden a ser mayores que las dispersadas en época de lluvia (temprana y tardía).

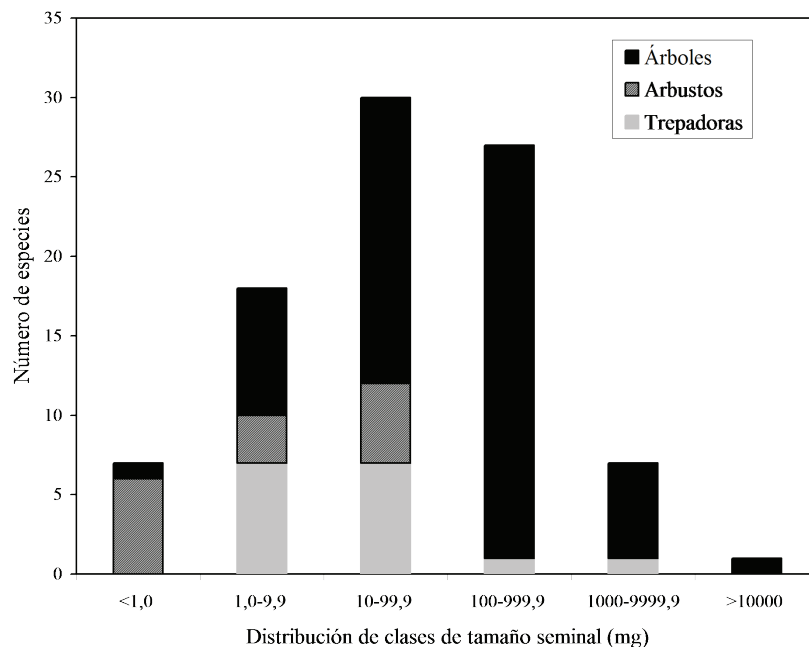
La masa seca promedio de la semilla mostró un comportamiento similar a la masa fresca, tanto a nivel de comu-

**Cuadro 1.** Valores medio y coeficiente de variación (%) de los rasgos seminales estudiados a nivel de comunidad, por forma de vida y época de dispersión, de especies del bosque siempreverde tropical de la Sierra del Rosario. ERS, comienzos de la estación de lluvia; LRS, finales de la estación de lluvia y DS, estación de seca. Valores del estadístico R del ANOSIM y su nivel de significación (ns: no significativo; \*\*: significativo a  $P < 0,01$ ).

Mean values and variation coefficient (%) of seed traits studied at community level, according to life form and dispersal season, of species from an evergreen tropical forest in Sierra del Rosario. ERS, beginning rainy season; LRS, late rainy season and DS, dry season. S/F, number of seeds per fruits. Values of the ANOSIM-R statistic and significance level. ns: no significant ( $P > 0.05$ ). \*\* $P < 0.01$ .

VARIABLES SEMINALES	Número de especies	Semilla por fruto	Masa fresca (mg)	Masa seca (mg)	Masa seca cubierta (mg)	Asignación a cubierta (%)	Contenido de humedad (%)
Comunidad	90	85,4 (649,0)	453,4 (314,2)	332,7 (302,6)	148,9 (354,9)	42,8 (51,7)	18,3 (63,1)
<b>Forma de Vida</b>							
Árbol	60	118,2 (573,0)	575,1 (276,0) a <sup>1</sup>	400,0 (257,7) a	193,8 (317,2) a	44,1 (53,0)	19,9 (63,9)
Arbusto	14	36,1 (199,5)	14,5 (142,2) b	12,3 (143,6) b	4,12 (143,5) b	38,7 (53,0)	15,9 (55,9)
Trepadoras	16	5,4 (130,4)	380,9 (360,3) a	360,4 (363,3) a	107,7 (351,3) a	41,1 (46,3)	14,1 (49,3)
R (ANOSIM)		0,044ns	0,1673**	0,1778**	0,2076**	-0,026ns	-0,049ns
<b>Época de dispersión</b>							
ERS	45	159,0 (490,8)	348,0 (277,8)	255,5 (300,7)	134,9 (499,0)	40,3 (57,5)	21,2 (58,6)
LRS	15	19,8 (323,5)	356,4 (163,7)	270,4 (157,9)	137,0 (183,3)	50,2 (54,5)	17,3 (61,9)
DS	30	7,8 (223,6)	660,0 (324,2)	479,5 (301,6)	176,1 (293,3)	42,8 (41,4)	14,4 (66,1)
R (ANOSIM)		-0,034ns	-0,029ns	-0,030ns	-0,035ns	-0,013ns	0,027ns

<sup>1</sup>Medias con letras distintas, difieren significativamente ( $P < 0,05$ ) por la prueba de Corrección de Bonferroni.



**Figura 1.** Distribución del tamaño de las semillas (*i.e.* masa fresca) según la forma de vida en 90 especies del bosque siempreverde tropical de la Sierra del Rosario.

Distribution of seed size (*i.e.*, fresh mass) according to life form in 90 evergreen tropical forest species from Sierra del Rosario.

nidad, como por forma de vida y época de dispersión. Los valores oscilaron entre 0,036 mg y 6.189 mg (*G. sagraena* y *A. inermis*, respectivamente). La masa seca difirió significativamente entre formas vitales, siendo mayor en árboles y las trepadoras. Sin embargo, esta variable no mostró diferencias significativas entre épocas de dispersión.

A través de todas las especies, los valores obtenidos de masa seca destinada a la cubierta fluctuaron entre 0,002 y 2.452,2 mg (*M. calabura* y *A. inermis*, respectivamente), siendo mayor en árboles; aunque no se detectaron diferencias significativas entre formas vitales, ni tampoco entre épocas de dispersión. Por su parte, el porcentaje de masa seminal asignado a la cubierta no difirió entre los grupos funcionales definidos. En general, las especies asignaron hasta un 50 % a la estructura de defensa (cuadro 1).

Los niveles de humedad de los diseminulos fluctuaron entre 4,6 % (*Mucuna pruriens*) hasta 56,3 % (*Cojoba arborea*). Cuarenta especies (44,4 %), de ellas 27 árboles, cinco arbustos y ocho trepadoras, mostraron valores de humedad inferiores a 12 %, mientras que en el resto (33 especies de árboles, nueve arbustos y ocho trepadoras) se obtuvieron valores de hidratación entre 13 y 56,3 %. No se detectaron diferencias significativas en el contenido de humedad entre ninguno de los grupos funcionales definidos (*i.e.* según forma de vida y época de dispersión) (cuadro 1).

*Correlaciones entre variables seminales.* Se encontró una correlación negativa entre el número de semillas por fruto (S/F), y las variables de masa seminal (*i.e.* fresca y seca) a través de las 90 especies (cuadro 2). Dicha correlación se mantuvo cuando se consideraron separadamente árboles, arbustos y especies dispersadas en las dos épocas de lluvia (temprana y tardía). Sin embargo, la correlación no fue significativa para trepadoras y especies que se dispersaron durante la estación de seca.

La masa fresca, masa seca y la masa de la cubierta seminal estuvieron positivamente correlacionadas entre sí, tanto cuando se consideraron todas las especies, como cuando se analizaron los grupos funcionales separadamente. Sin embargo, no se encontró asociación entre la masa total (fresca y seca), la masa de la cubierta seminal y el porcentaje de materia asignado a la cubierta, ni para el conjunto de especies estudiadas, ni para los grupos funcionales definidos. Esta última variable tampoco se asoció con el número de semillas por fruto (cuadro 2).

Por su parte, el contenido de humedad se correlacionó negativamente con el número de semillas por fruto, y positivamente con la masa total (fresca y seca) y de la cubierta seminal, a nivel de comunidad y en árboles. También, se asoció de forma inversa con el porcentaje de materia seca de cubierta para todas las especies y en árboles. En cambio en arbustos, el nivel de humedad de las semillas no se correlacionó con las variables seminales estudiadas; mientras, en trepadoras el porcentaje de humedad de la semilla se relacionó negativamente con la masa total (fresca y seca) y de la cubierta.

El patrón de correlación entre rasgos para las especies que se dispersan durante la estación temprana de lluvias fue el mismo que para el conjunto de especies de la comunidad. En cambio, para las especies que se dispersan a finales de dicha estación, se obtuvo una correlación negativa entre humedad y porcentaje de masa asignado a la cubierta. Para las especies que se dispersan en época de seca, no se encontró asociación entre la hidratación inicial de la semilla y el resto de las variables analizadas.

## DISCUSIÓN

En comunidades de plantas de ecosistemas tropicales húmedos, es típico encontrar gran variabilidad de rasgos seminales entre especies (Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia 1993), tal como se comprueba en este estudio con relación al número de semillas por fruto a nivel de comunidad, por forma de vida de la planta y época de dispersión. Este comportamiento, igualmente se informa para el tamaño de la semilla (masa total), principalmente en plantas arbóreas (Daws *et al.* 2005), lo cual coincide con la presente investigación. No obstante, en este caso la presencia mayoritaria de árboles en la comunidad, y por tanto en el número de especies colectadas, propicia posiblemente que en esta forma de vida se encuentren los máximos valores promedios de las variables antes mencionadas, con relación al resto de las formas de vida estudiadas.

El rango de variación de masa fresca de la semilla encontrado, coincide con lo reportado por Sautu *et al.* (2006) en 100 especies arbóreas nativas de un bosque húmedo de Panamá. Según Leishman *et al.* (1995) las diferencias entre las formas de vida de las plantas en una comunidad, pueden explicar en alguna medida este amplio espectro de valores de masa. Específicamente, dichos autores descubren una asociación entre forma de vida y el tamaño seminal, la cual incrementaría desde hierbas y arbustos, hasta árboles y trepadoras. También, Moles *et al.* (2005), a partir de estudios filogenéticos, revelan que las grandes divergencias en la masa de la semilla están fuertemente asociados con la forma de crecimiento de la planta. Los resultados del presente trabajo son consistentes con dichos estudios, puesto que se registraron mayores tamaños seminales en árboles y trepadoras que en arbustos.

Por su parte, Leishman *et al.* (2000) informan que el patrón más reconocido en la variación del tamaño seminal en las comunidades vegetales son las condiciones ambientales, en particular los requerimientos de luz para el establecimiento de las plántulas. De hecho, en este estudio la presencia mayoritaria de árboles en las categorías intermedias de tamaño (10,0-999,9 mg) y su estrategia de establecimiento en claros y sitios semiprotegidos, según demuestran Herrera *et al.* (1997) y Sánchez *et al.* (2009ab, 2012), corroboran que las especies maderables tropicales que ocupan estos espacios, tienen como promedio semillas más pequeñas que aquellas que habitan lugares más maduros (*i.e.* sitios más sombreados) (Foster 1990).

**Cuadro 2.** Correlaciones de Pearson de los rasgos seminales estudiados: número de semillas por fruto (S/F), masa fresca (MF), masa seca (MS), masa seca de cubierta (MSC), asignación a cubierta (AC) y contenido de humedad (CH) de las 90 especies (comunidad), según la forma de vida y época de dispersión. Correlaciones significativas son indicadas mediante asteriscos (\*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ ).

Pearson correlation of seed traits studied: number of seeds per fruits (S/F), seed fresh mass (MF), seed dry mass (MS), coat dry mass (MSC), percentage of seed dry mass in coat (% MSC) and water content (CH), for 90 species (community), according to life form and dispersal season. Significant correlations are indicated (\*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$ ; \*\*\*  $P < 0.001$ ).

	S/F	MF	MS	MSC	AC
<b>Comunidad</b>					
MF	-0,54**				
MS	-0,55**	0,98***			
MSC	-0,52**	0,96***	0,97***		
AC	0,09	-0,13	-0,11	0,15	
CH	-0,21*	0,36*	0,31*	0,23*	-0,32*
<b>Árboles</b>					
MF	-0,61**				
MS	-0,61**	0,98***			
MSC	-0,61**	0,94***	0,96***		
AC	0,01	-0,17	-0,14	0,16	
CH	-0,34*	0,55*	0,50*	0,35*	-0,52*
<b>Arbustos</b>					
MF	-0,74**				
MS	-0,76**	0,98***			
MSC	-0,63**	0,96***	0,96***		
AC	0,47	-0,16	-0,18	0,11	
CH	0,27	-0,09	-0,05	0,16	0,37
<b>Trepadoras</b>					
MF	0,14				
MS	0,13	0,98***			
MSC	0,20	0,96***	0,96***		
AC	0,14	-0,33	-0,33	-0,07	
CH	0,01	-0,48*	-0,50*	-0,55*	-0,06
<b>ERS (Inicios de la estación de lluvia)</b>					
MF	-0,69**				
MS	-0,69**	0,99***			
MSC	-0,68**	0,96***	0,96***		
AC	0,05	-0,18	-0,16	0,11	
CH	-0,37*	0,46*	0,42*	0,33*	-0,32*
<b>LRS (Finales de la estación lluvia)</b>					
MF	-0,47*				
MS	-0,47*	0,99***			
MSC	-0,41*	0,93***	0,95***		
AC	0,29	-0,37	-0,34	-0,02	
CH	-0,07	0,36	0,30	0,13	-0,58*
<b>DS (Época de seca)</b>					
MF	-0,25				
MS	-0,25	0,99***			
MSC	-0,18	0,98***	0,98***		
AC	0,28	0,08	0,08	0,26	
CH	-0,27	0,27	0,23	0,22	-0,04

No se detectaron diferencias significativas en el tamaño de la semilla entre épocas de dispersión, por lo que los resultados de este trabajo son consistentes con los obtenidos en estudios previos (Sautu *et al.* 2006); según estos autores, debido a la gran variabilidad que muestra dicho rasgo seminal en cada época de dispersión. No obstante, Sautu *et al.* (2006) obtienen que las semillas dispersadas en la estación de lluvia (temprana y tardía) son más grandes que las colectadas en época de seca, lo cual no coincide con los resultados de este trabajo, donde los máximos valores de masa seminal lo muestran las semillas colectadas de diciembre a marzo. Esta disimilitud se debe posiblemente, a que en los bosques de Panamá, las semillas de *A. inermis* son esparcidas en la estación de lluvia; mientras en Cuba se dispersan en la época de seca (Sánchez *et al.* 2009a).

La similitud en el comportamiento de la masa seca y fresca de la semilla, se informa por Sánchez *et al.* (2009a) para árboles de este ecosistema. La correlación casi perfecta que se obtuvo en el presente trabajo entre la masa total (fresca y seca) y la masa distribuida a la cubierta seminal fue encontrada también por Daws *et al.* (2005, 2007) en especies de bosques tropicales de Panamá. Estos autores señalan, que la masa seca es una buena medida de la cantidad de materia absoluta que se asignó a cada parte de la semilla, lo cual podría justificar los máximos valores promedio de masa seca de cubierta en plantas arbóreas y los mínimos en arbustos. De igual modo, los resultados obtenidos para la masa seca y su componente por época de dispersión, coinciden con lo reportado por Sautu *et al.* (2006) y Sánchez *et al.* (2009a), los que no encuentran diferencias significativas para las mismas.

Similar comportamiento en el porcentaje de masa de cubierta, en los grupos funcionales estudiados (forma de vida y época de dispersión), justifica la presencia de semillas pequeñas o grandes con valores de porcentajes de cubierta grandes (*Ficus aurea*) o pequeños (*M. pruriens*), respectivamente. La falta de asociación entre el porcentaje de asignación a cubierta y las masas seminales indica, que la cantidad de masa que se “destina” a cada componente de la semilla deberá ser posiblemente un compromiso individual de cada especie con sus requerimientos para la dispersión, defensa, germinación y el establecimiento de las plántulas, como se ha propuesto para especies de ecosistemas tropicales (Daws *et al.* 2007, Sánchez *et al.* 2009a).

El contenido de humedad de las semillas no mostró diferencias significativas entre los grupos funcionales estudiados, lo cual coincide con los estudios realizados por Sánchez *et al.* (2009a) en especies arbóreas. Según estos autores, debido a la variabilidad encontrada dentro de cada grupo funcional; pero también podría deberse a un comportamiento particular de cada especie, como se ha encontrado en otras plantas de bosques tropicales (Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia 1993) y en el presente trabajo (anexo 2). También, el contenido de humedad de las semillas frescas nos permitió sugerir que la mayoría de las especies estudiadas podrían tener una conducta intermedia con re-

lación a la tolerancia al almacenamiento, o ser catalogadas como sensibles a la desecación, aspecto que coincide con los resultados informados por Daws *et al.* (2005) en bosques tropicales de Panamá; por consiguiente, es probable que en estos ecosistemas sea más frecuente la presencia de especies con conductas de almacenamiento recalcitrantes, sólo perduran un corto período de tiempo en bancos de germoplasma (Sautu *et al.* 2006). De hecho, Daws *et al.* (2006) corroboran que la sensibilidad a la desecación es más común en semillas húmedas de bosques tropicales lluviosos que en otros biomas.

Por otra lado, diversos autores consideran que entre la masa seminal y el número de semillas por fruto se establece un compromiso: especies que provienen de semillas pequeñas tienden a producir más propágulos que las de semillas grandes (Leishman *et al.* 2000), como se manifiesta en el presente estudio a través de las 90 especies, en árboles y arbustos y en época de lluvia (temprana y tardía) posiblemente como una estrategia para lograr la coexistencia en el ecosistema de un gran número de especies con un amplio rango de valores de masa seminal (Moles *et al.* 2004). En la literatura fueron encontrados pocos estudios en especies individuales donde se cuantifican y correlacionan el número de semillas por fruto y la masa seminal, tal como los realizados por Ibarra-Manríquez y Oyama (1992). Dichos autores confirman en plantas arbóreas monoicas y hermafroditas, de un bosque tropical de México, la relación inversa que se establece entre ambas variables. Estas investigaciones han sido desarrolladas mayormente, a partir de la producción anual de semillas por planta (Greene y Johnson 1994), y por metro cuadrado del dosel por año (Henery y Westoby 2001), en un gran número de especies de diferentes ecosistemas, y, en general, los resultados también corroboran que el número de semillas producidas decrece con la masa seminal; aunque, a nivel de planta no siempre se obtiene esta relación (ver *e.g.* Henery y Westoby 2001).

En las plantas trepadoras no se encontró la relación negativa antes mencionada entre el número de semillas por fruto y la masa seminal, lo que indica que se pueden encontrar frutos con pocas semillas (*e.g.* cuatro en *Jacquemontia verticillata*) o numerosas semillas (*e.g.* 15 en *Passiflora sexflora*) con valores similares de masa fresca (*ca.* 2 mg) (anexos 1, 2). Tampoco en época de seca hubo asociación significativa entre estas variables, probablemente debido a que el mayor número de especies trepadoras (9/16) fueron obtenidas en dicha estación. Michaels *et al.* (1988) no obtienen una relación inversa entre los rasgos ya mencionados a nivel de frutos independientes en algunas especies de la flora americana del centro-este de Illinois. Según estos autores, dicho comportamiento podría ser parcialmente atribuido al efecto del tamaño de la planta, el cual tiene una consecuencia importante sobre el número de semillas.

La correlación que se estableció entre los niveles de humedad de la semilla y la masa total, a través de todas las especies y en árboles, ha sido reportada por Sautu *et al.* (2006). Igualmente, Sánchez (2000), estudiando los rasgos

seminales antes mencionados y también el número de semillas por fruto en árboles pioneros de la RBSR (e.g. *M. calabura*, *Cecropia schreberiana* Miq., *Trichospermum mexicanum* (DC.) Baill., *Guazuma ulmifolia* Lam. e *Hibiscus elatus* Sw.), verifica que las semillas producidas en mayor número muestran bajos niveles de humedad y también de masa seminal, con relación a las semillas obtenidas en menor cantidad, las que son más húmedas y de mayor masa total. Según Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia (1993), dicho comportamiento permite una mayor entrega de diseminulos al suelo del bosque, y con su reducido tamaño y bajo nivel de humedad, le posibilitan mantenerse por cierto período en el suelo sin deterioro de su estructura celular. No obstante, en plantas de estadios sucesionales más avanzados (e.g. *Colubrina arborescens* (Mill.) Sarg., *Citharexylum spinosum* L., *Lysiloma latisiliquum* Benth, *Ehretia tinifolia* L., *Allophylus cominia* (L.) Sw.) (Sánchez *et al.* 2009a), también aparecen semillas de bajos contenidos de humedad y masa total, por consiguiente estas podrían sobrevivir igualmente a vegetaciones abiertas, como se propone para las especies pioneras.

A diferencia de los árboles, en especies arbustivas tropicales, no fueron hallados estudios previos donde se cuantifiquen y correlacionen las variables seminales referidas en esta investigación. En general, solo se encontraron trabajos a nivel de comunidad, que aunque involucran un gran número de especies, fundamentalmente arbóreas, no tienen en cuenta la forma de crecimiento de la planta (ver e.g. Daws *et al.* 2005, 2007). Por consiguiente, serán necesarios más ensayos experimentales para dilucidar el significado ecológico de las variables seminales estudiadas en este grupo funcional.

En cambio, en plantas trepadoras la correlación negativa que se estableció entre la humedad inicial de las semillas con las variables de masa seminal, justifica que las semillas más seca (i.e. *M. pruriens*), sea la de mayor masa total y de cubierta seminal, y las de mayor humedad (i.e. *J. verticillata* y *Davila rugosa*) las de menor biomasa total y de defensa. No obstante, esta correlación no siempre ocurrió, al parecer podría ser un comportamiento específico de cada especie, en función de su estrategia de vida. En este sentido, Sánchez *et al.* (2012) estudiando la germinación de plantas trepadoras, confirman que no existe una preferencia germinativa a las condiciones de luz y temperatura del suelo, esto indica su gran plasticidad germinativa y sugiere que las semillas de este grupo funcional pueden ocupar muchos micrositios. Aunque, según los autores antes referidos la mayoría de estas plantas presentan mecanismos de dormancia física y fisiológica, lo cual considerando que son especies que se dispersaron mayormente en época de seca, podría ser una estrategia de aplazamiento hasta la llegada de las condiciones óptimas de humedad para la germinación y establecimiento de las plántulas.

A nivel de comunidad y en los árboles se encontró que las semillas más grandes tiene mayor humedad y menor asignación de biomasa a la cubierta seminal, tal como se

obtienen en otros estudios de bosques tropicales (Daws *et al.* 2005, 2006). En este sentido, Daws *et al.* (2005) comprobaron que las semillas más húmedas son metabólicamente más activas y consecuentemente de potencial germinativo mayor, como sucede en algunas especies colectadas en los bosques de la RBSR (Sánchez *et al.* 2012). Al parecer, esta estrategia podría reducir las posibilidades de deshidratación de la semilla una vez que llega al suelo del bosque; por tanto, la necesidad de invertir en cubiertas delgadas facilitaría la absorción del agua disponible en el sustrato para iniciar el proceso germinativo. También, en semillas grandes con cubiertas seminales delgadas y recalcitrantes, se han encontrado profundos mecanismos de dormancia tanto en bosque de Panamá como de Cuba (Sautu *et al.* 2006, Sánchez *et al.* 2012), por tanto el papel ecológico de este rasgo no está claro para algunas especies.

Asimismo, en las especies dispersadas en época de lluvias (temprana y tardía) las semillas más secas destinaron más recursos al porcentaje de cubierta seminal, al parecer esto podría estar relacionada con la presencia de mecanismos que disminuyan la acción de los depredadores y patógenos y/o la deshidratación de las semillas (Daws *et al.* 2005). Por su parte, la ausencia de esta correlación en los arbustos, trepadoras y especies dispersadas en época de seca, podría ser consecuencia del bajo número de especies obtenidas en estos grupos funcionales, aunque las especies diseminadas en esta época representaron el doble con relación a las esparcidas en las lluvias tardías; por tanto, también podría deberse a un comportamiento propio de cada especie.

Por su parte, Liu *et al.* (2011) consideran que en general, la escasa presencia de diferencias significativas para las variables anteriormente discutidas, en diferentes tiempos de dispersión de las semillas, podría ser explicada en una proporción significativa a través de las relaciones filogenéticas que se establecen entre las mismas. Sin embargo, un patrón diferente podría surgir para ecosistemas cubanos, fundamentalmente para aquellos donde la sequía sea más intensa. Será necesario, incluir ensayos que involucren control filogenético para determinar si existe coevolución entre rasgos en una matriz de especies que ocupen un sitio específico.

En conclusión, los resultados del presente trabajo demuestran que a nivel de comunidad, por forma vital y épocas de dispersión de las diásporas, existe gran variabilidad para los rasgos seminales estudiados, excepto para el porcentaje de asignación de biomasa a la cubierta y el contenido de humedad. Sin embargo, en los grupos funcionales esta diversidad solo queda bien definida por forma de vida con base a la masa seminal (fresca y seca), y su componente a las cubiertas. Independientemente al grupo funcional, también existe una correlación positiva entre las masas seminales, pero estas variables se correlacionan negativamente con el número de semillas por fruto para toda la comunidad, árboles, arbustos y aquellas especies dispersadas en época de lluvia (temprana y tardía), lo que podría ser un patrón de adaptación de las especies estudiadas a este ecosistema tropical.



## AGRADECIMIENTOS

Al proyecto DB-032 del Programa de Diversidad Biológica de Cuba por el financiamiento de esta investigación. Los dos primeros autores expresan sus agradecimientos al programa IDEA WILD por la ayuda concedida para la realización de parte de la presente investigación; y J.A. Sánchez además, agradece a la Fundación Internacional para la Ciencia (IFS) el donativo ofrecido (D/3536-2). Los autores reconocen a dos revisores anónimos por los comentarios y sugerencias realizadas que mejoraron significativamente el documento.

## REFERENCIAS

- Anderson MJ. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* 26: 32-46.
- Angiosperm Phylogeny Group. 2003. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants. APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 399-436.
- Daws MI, NC Garwood, HW Pritchard. 2005. Traits of recalcitrant seeds in a semi-deciduous forest in Panamá: some ecological implications. *Functional Ecology* 19: 874-885.
- Daws MI, NC Garwood, HW Pritchard. 2006. Prediction of desiccation sensitivity in seeds of woody species: A probabilistic model based on two seed traits and 104 Species. *Annals of Botany* 97: 667-674.
- Daws MI, C Ballard, CE Mullins, NC Garwood, B Murray, TRH Pearson, DFRP Burslem. 2007. Allometric relationships between seed mass and seedling characteristic reveal trade-offs for neotropical gap-dependent species. *Oecologia* 154: 445-454.
- Ellis RH, TD Hong, EH Robert. 1990. An intermediate category of seed storage behavior. I. Coffe. *Journal of Experimental Botany* 4: 1167-1174.
- Foster RB. 1990. Ciclo estacional de caída de frutos en la isla de Barro Colorado. In Leigh EG, S Stanley, DM Windsor eds. *Ecología de un bosque tropical: ciclos estacionales y cambios a largo plazo*. Bogotá, Colombia. Editorial Presencia. p. 219-242.
- Greene DF, EA Johnson. 1994. Estimating the mean annual seed production of trees. *Ecology* 75: 642-647.
- Henery ML, M Westoby. 2001. Seed mass and seed nutrient content as predictors of seed output variation between species. *Oikos* 92: 479-490.
- Herrera RA, DR Ulloa, O Valdés-Lafont, AG Priego, AR Valdés. 1997. Ecotechnologies for the sustainable management of tropical forest diversity. *Nature & Resources* 33: 2-17.
- Ibarra-Manríquez G, K Oyama. 1992. Ecological correlates of reproductive traits of Mexican forest trees. *American Journal of Botany* 79: 383-394.
- ISTA (International Seed Testing Association, CH). 2007. International rules for seed testing. Determination of moisture content. Bassersdorf, Suiza. ISTA. 64 p.
- Leishman MR, M Westoby, E Jurado. 1995. Correlates of seed size variation: a comparison among five temperate floras. *Journal of Ecology* 83: 517-529.
- Leishman MR, IJ Wright, AT Moles, M Westoby. 2000. The evolutionary ecology of seed size. In Fenner M ed. *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. Wallingford, UK. CABI Publishing. p. 31-58.
- Liu K, JM Baskin, CC Baskin, H Bu, M Liu, W Liu, G Du. 2011. Effects of storage conditions on germination of seeds of 489 species from high elevation grasslands of the eastern Tibet Plateau and some implications for climate change. *American Journal of Botany* 98: 12-19.
- Michaels HJ, B Benner, AP Hartgerink, TD Lee, S Rice. 1988. Seed size variation: magnitude, distribution and ecological correlates. *Evolutionary Ecology* 2: 157-166.
- Moles AT, DS Falster, MR Leishman, M Westoby. 2004. Small-seeded species produce more seeds per square metre of canopy per year, but not per individual per lifetime. *Journal of Ecology* 92: 384-396.
- Moles AT, DD Ackerly, CO Webb, JC Tweddle, JB Dickie, M Westoby. 2005. A brief history of seed size. *Science* 307: 576-580.
- Montejo LA, BC Muñoz, JA Sánchez, A Gamboa. 2014. Variabilidad seminal entre las especies de un bosque siempreverde tropical de la Sierra del Rosario, Cuba. *Bosque* 35(1): 37-47.
- Sánchez JA. 2000. Regenerative strategies of main forest pioneer species under adverse ecological conditions of the Sierra del Rosario, Cuba. Final Report of the project MAB-UNESCO (SC/ECO/565/19.1). Paris, France. MAB-UNESCO .94 p.
- Sánchez JA, B Muñoz, L Montejo. 2009a. Rasgos de semillas de árboles en un bosque siempreverde tropical de la Sierra del Rosario, Cuba. *Pastos y Forrajes* 32: 141-164.
- Sánchez JA, B Muñoz, L Montejo, RA Herrera. 2009b. Ecological grouping of tropical trees in an evergreen forest of the Sierra del Rosario, Cuba. *Acta Botánica Cubana* 204: 14-23.
- Sánchez JA, B Muñoz, L Montejo, A Gamboa. 2012. Effects of seed dormancy, cotyledon reserves and herbivory on establishment of tropical trees. Final Report of the International Foundation for Science (D/ 3536-2). Stockholm, Sweden. IFS. 120 p.
- Sautu A, JM Baskin, CC Baskin, R Condit. 2006. Studies on the seed biology of 100 native species of tree in a seasonal moist tropical forest, Panama, Central America. *Forest Ecology and Management* 234: 245-263.
- Soriano D, A Orozco-Segovia, J Márquez-Guzmán, K Kitajima, A Gamboa-de Buen, P Huante. 2011. Seed reserve composition in 19 tree species of a tropical deciduous forest in Mexico and its relationship to seed germination and seedling growth. *Annals of Botany* 107: 939-951.
- Vázquez-Yanes C, A Orozco-Segovia. 1993. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. *Annual Review of Ecology and Systematic* 24: 69-87.

Recibido: 01.09.14  
Aceptado: 05.03.15

**Anexo 1.** Nombres científicos de las especies, familias botánicas, formas de vida (A: árbol, a: arbusto, T: trepadora), mes de colecta, época de dispersión y valor promedio del número de semillas por fruto (S/F) de 50 especies del bosque siempreverde tropical de la Sierra del Rosario.

Scientific names of the species, botanic families, life forms (A: tree, a: shrub, T: climbers), collection month, season of dispersal, and average values of number of seeds per fruits (S/F) of 50 species collected. \* Beginning rainy season (ERS) April-July, late rainy season (LRS) August-November and dry season (DS) December-March. \*\* Endemic species.

Especie	Familia	Forma de vida	Mes de colecta	Época de dispersión*	S/F
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne et Planch	Araliaceae	A	Mayo-julio	ERS	5
<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M. King et H.Rob.	Asteraceae	a	Marzo	ERS	18
<i>Pluchea carolinensis</i> (Jacq.) G. Don	Asteraceae	a	Abril	ERS	25
<i>Bourreria cassinifolia</i> (A.Rich.)	Boraginaceae	a	Abril	ERS	4
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sargent	Burseraceae	A	Mayo	DS	3
<i>Cassine xylocarpa</i> Vent	Celastraceae	A	Septiembre	LRS	2
<i>Jacquemontia verticillata</i> (L.) Urb.	Convolvulaceae	T	Abril	ERS	4
<i>Turbina corymbosa</i> (L.) Raf.	Convolvulaceae	T	Abril	DS	1
<i>Cayaponia racemosa</i> (Mill.) Cong.	Cucurbitaceae	T	Marzo	DS	2
<i>Davila rugosa</i> Poir.	Dilleniaceae	T	Abril	ERS	1
<i>Dioscorea tamoidea</i> Griseb.	Dioscoriaceae	T	Abril	ERS	1
<i>Diospyros caribaea</i> (A.D.C.) Standl.	Ebenaceae	A	Junio	ERS	4
<i>Adelia ricinella</i> L.	Euphorbiaceae	A	Mayo	ERS	3
<i>Abrus precatorius</i> L.	Fabaceae	T	Abril	DS	4
<i>Bauhinia glabra</i> Jacq.	Fabaceae	T	Marzo	DS	5
<i>Clitoria ternatea</i> L.	Fabaceae	T	Septiembre	LRS	5
<i>Cojoba arborea</i> (L.) Britton et Rose	Fabaceae	A	Mayo	ERS	11
<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F. Cook	Fabaceae	A	Abril	ERS	4
<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.	Fabaceae	a	Abril	ERS	6
<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.	Fabaceae	T	Marzo	DS	10
<i>Rhynchosia reticulata</i> (Sw.) DC.	Fabaceae	T	Abril	DS	3
<i>Hyptis verticillata</i> Jacq.	Lamiaceae	a	Marzo	DS	3
<i>Nectandra coriacea</i> (Sw.) Griseb.	Lauraceae	A	Octubre	LRS	1
<i>Ocotea floribunda</i> (Sw.) Griseb.	Lauraceae	A	Enero	DS	1
<i>Malpighia glabra</i> L.	Malpighiaceae	a	Marzo	DS	1
<i>Conostegia xalapensis</i> (Bonpl.) D. Don	Melastomataceae	a	Marzo	ERS	142
<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	Meliaceae	A	Noviembre	ERS	3
<i>Ficus aurea</i> Nutt.	Moraceae	A	Mayo	ERS	180
<i>Ardisia dentata</i> (A.D.C.) Mez.**	Myrsinaceae	a	Marzo	DS	1
<i>Petesiodes clusiifolium</i> (Sw.) Kuntze	Myrsinaceae	A	Marzo	DS	1
<i>Eugenia farameoides</i> A. Rich.**	Myrtaceae	A	Marzo	DS	1
<i>Passiflora sexflora</i> Juss.	Passifloraceae	T	Mayo	DS	15
<i>Passiflora suberosa</i> L.	Passifloraceae	T	Abril	ERS	28
<i>Lasiacis divaricata</i> (L.) Hitch	Poaceae	T	Marzo	DS	1
<i>Gouania lupuloides</i> (L.) Urb.	Rhamnaceae	T	Abril	DS	1
<i>Gonzalagunia sagraena</i> Urb.**	Rubiaceae	a	Marzo	DS	18
<i>Psychotria domingensis</i> Jacq.	Rubiaceae	a	Abril	DS	1
<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) D.C	Rutaceae	A	Septiembre	LRS	4
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Salicaceae	A	Mayo	DS	1

Continúa

Continuación Anexo 1

<i>Cupania glabra</i> L.	Sapindaceae	A	Junio	ERS	3
<i>Cupania macrophylla</i> A. Rich	Sapindaceae	A	Mayo	ERS	3
<i>Pouteria dominguensis</i> (Gaertn. F.) Baehni.	Sapotaceae	A	Junio	ERS	2
<i>Picramnia pentandra</i> Sw.	Simarubaceae	A	Marzo	DS	2
<i>Simarouba laevis</i> Griseb.	Simarubaceae	A	Mayo	ERS	1
<i>Smilax laurifolia</i> L.	Smilacaceae	T	Mayo	ERS	3
<i>Smilax mollis</i> Humb. et Bonpl. Ex. Willd.	Smilacaceae	T	Mayo	ERS	3
<i>Cestrum laurifolium</i> (L.) Her	Solanaceae	a	Mayo	ERS	2
<i>Solanum jamaicense</i> Mill.	Solanaceae	a	Abril	ERS	30
<i>Solanum torvum</i> Dund.	Solanaceae	a	Septiembre	LRS	252
<i>Clerodendrum grandiflorum</i> (Hook.) Schauer**	Verbenaceae	a	Marzo	DS	3

\* Comienzo de la estación lluviosa (ERS) de abril a julio, finales de estación lluviosa (LRS) de agosto a noviembre y estación de seca (DS) de diciembre a marzo.

\*\* Especies endémicas.

**Anexo 2.** Valores promedios ( $\pm$  DE) de rasgos seminales (con base en una semilla) de 50 especies del bosque siempreverde tropical de la Sierra del Rosario.

Mean values ( $\pm$ EE) of seed traits (on the basis of one seed), for 50 species from an evergreen tropical forest in Sierra del Rosario.

Especie	Masa fresca (mg)	Masa seca (mg)	Masa seca de cubierta (mg)	Asignación a cubierta (%)	Contenido de humedad (%)
<i>Dendropanax arboreus</i>	9,40 $\pm$ 1,15	7,52 $\pm$ 0,98	5,00 $\pm$ 0,40	53,7 $\pm$ 4,82	21,3 $\pm$ 3,30
<i>Chromolaena odorata</i>	0,34 $\pm$ 0,24	0,31 $\pm$ 0,17	0,19 $\pm$ 0,08	61,9 $\pm$ 4,29	8,8 $\pm$ 2,49
<i>Pluchea carolinensis</i>	0,32 $\pm$ 0,11	0,30 $\pm$ 0,10	0,14 $\pm$ 0,09	47,8 $\pm$ 2,88	6,2 $\pm$ 1,32
<i>Bourreria cassinifolia</i>	22,61 $\pm$ 2,64	16,02 $\pm$ 1,85	10,87 $\pm$ 1,24	66,9 $\pm$ 5,55	29,3 $\pm$ 3,68
<i>Bursera simaruba</i>	151,01 $\pm$ 23,67	141,20 $\pm$ 21,79	101,2 $\pm$ 17,3	78,0 $\pm$ 2,81	6,7 $\pm$ 0,52
<i>Cassine xylocarpa</i>	1159,5 $\pm$ 232,5	955,60 $\pm$ 160,0	890,06 $\pm$ 83,2	94,0 $\pm$ 4,07	19,3 $\pm$ 1,38
<i>Jacquemontia verticillata</i>	2,01 $\pm$ 1,77	1,53 $\pm$ 0,48	0,85 $\pm$ 0,10	56,6 $\pm$ 3,83	25,0 $\pm$ 1,27
<i>Turbina corymbosa</i>	34,40 $\pm$ 10,01	31,42 $\pm$ 7,98	14,52 $\pm$ 3,01	47,1 $\pm$ 8,86	8,7 $\pm$ 1,48
<i>Cayaponia racemosa</i>	57,42 $\pm$ 14,46	48,73 $\pm$ 12,41	36,21 $\pm$ 7,63	76,7 $\pm$ 14,33	15,3 $\pm$ 4,32
<i>Davila rugosa</i>	9,84 $\pm$ 0,58	7,25 $\pm$ 0,51	2,32 $\pm$ 0,51	31,8 $\pm$ 5,08	26,5 $\pm$ 1,57
<i>Dioscorea tamoidea</i>	7,13 $\pm$ 0,65	5,92 $\pm$ 5,92	4,21 $\pm$ 0,41	71,1 $\pm$ 6,77	20,4 $\pm$ 4,40
<i>Diospyros caribaeae</i>	425,03 $\pm$ 56,36	335,1 $\pm$ 34,16	205,25 $\pm$ 19,73	38,4 $\pm$ 3,08	21,1 $\pm$ 0,92
<i>Adelia ricinella</i>	12,07 $\pm$ 2,87	10,11 $\pm$ 2,60	3,72 $\pm$ 1,13	38,0 $\pm$ 19,2	13,2 $\pm$ 4,19
<i>Abrus precatorius</i>	90,52 $\pm$ 9,11	82,02 $\pm$ 8,49	27,01 $\pm$ 2,03	34,0 $\pm$ 2,01	9,0 $\pm$ 0,53
<i>Bauhinia glabra</i>	145,41 $\pm$ 29,10	130,0 $\pm$ 35,37	82,42 $\pm$ 18,78	63,8 $\pm$ 6,90	11,0 $\pm$ 2,69
<i>Clitoria ternatea</i>	49,70 $\pm$ 6,77	43,82 $\pm$ 5,49	10,61 $\pm$ 1,40	27,9 $\pm$ 2,16	11,8 $\pm$ 3,55
<i>Cojoba arborea</i>	307,23 $\pm$ 74,95	132,81 $\pm$ 34,31	6,26 $\pm$ 0,87	4,9 $\pm$ 1,06	56,3 $\pm$ 5,39
<i>Erythrina poeppigiana</i>	189,02 $\pm$ 36,74	155,01 $\pm$ 30,08	45,52 $\pm$ 6,28	30,6 $\pm$ 4,17	18,0 $\pm$ 0,88
<i>Indigofera suffruticosa</i>	3,68 $\pm$ 0,58	3,22 $\pm$ 0,50	0,52 $\pm$ 0,17	16,2 $\pm$ 2,24	12,5 $\pm$ 1,35
<i>Mucuna pruriens</i>	5526,1 $\pm$ 770,3	5270 $\pm$ 671	1524,1 $\pm$ 167,9	29,0 $\pm$ 0,86	4,6 $\pm$ 2,46
<i>Rhynchosia reticulata</i>	22,81 $\pm$ 1,17	20,40 $\pm$ 1,23	5,11 $\pm$ 0,31	25,3 $\pm$ 1,53	10,3 $\pm$ 1,03
<i>Hyptis verticillata</i>	0,52 $\pm$ 0,19	0,47 $\pm$ 0,12	0,03 $\pm$ 0,09	7,6 $\pm$ 1,04	9,6 $\pm$ 1,92
<i>Nectandra coriaceae</i>	689,22 $\pm$ 179,5	428,60 $\pm$ 64,88	28,08 $\pm$ 18,01	6,5 $\pm$ 1,03	37,8 $\pm$ 4,39
<i>Ocotea floribunda</i>	384,31 $\pm$ 79,23	227,02 $\pm$ 46,82	84,21 $\pm$ 16,33	37,1 $\pm$ 2,05	40,9 $\pm$ 4,32

Continúa

<i>Malpighia glabra</i>	62,01 ± 17,31	52,71 ± 13,41	18,63 ± 3,63	35,3 ± 4,45	15,0 ± 2,52
<i>Conostegia xalapensis</i>	0,08 ± 0,006	0,06 ± 0,005	0,02 ± 0,001	38,2 ± 4,63	15,0 ± 7,29
<i>Trichilia havanensis</i>	29,0 ± 5,98	26,70 ± 6,21	8,95 ± 3,46	34,2 ± 7,24	14,2 ± 3,99
<i>Ficus aurea</i>	1,73 ± 0,96	1,54 ± 0,48	0,84 ± 0,09	54,0 ± 1,50	21,0 ± 1,32
<i>Ardisia dentata</i>	46,62 ± 12,50	40,01 ± 10,83	10,41 ± 1,67	24,2 ± 4,04	14,1 ± 0,44
<i>Petesiodes clusiifolium</i>	11,80 ± 0,99	9,72 ± 0,90	2,81 ± 0,44	29,1 ± 2,79	16,9 ± 0,94
<i>Eugenia faramaeoides</i>	195,02 ± 32,72	125,0 ± 21,31	38,43 ± 0,88	30,5 ± 3,26	34,4 ± 5,32
<i>Passiflora sexflora</i>	2,27 ± 0,21	1,96 ± 0,11	1,29 ± 0,09	67,3 ± 9,74	13,6 ± 4,37
<i>Passiflora suberosa</i>	3,20 ± 0,43	2,65 ± 0,50	1,33 ± 0,37	51,3 ± 15,4	18,4 ± 8,21
<i>Lasiacis divaricata</i>	7,46 ± 3,24	6,93 ± 2,58	1,72 ± 1,36	29,6 ± 8,73	7,1 ± 3,73
<i>Gouania lupuloides</i>	3,33 ± 0,29	3,08 ± 0,30	1,26 ± 0,09	40,9 ± 2,88	7,5 ± 0,98
<i>Gonzalagunia sagraena</i>	0,04 ± 0,21	0,03 ± 0,20	0,01 ± 0,10	40,2 ± 2,81	14,2 ± 4,79
<i>Psychotria domingensis</i>	16,62 ± 1,74	14,61 ± 1,68	6,40 ± 0,64	43,9 ± 4,96	10,7 ± 2,12
<i>Zanthoxylum martinicense</i>	10,08 ± 6,04	9,05 ± 4,09	6,01 ± 3,83	65,2 ± 2,55	10,2 ± 2,51
<i>Casearia sylvestris</i>	1,33 ± 1,90	1,20 ± 1,94	0,71 ± 0,95	59,1 ± 2,60	9,7 ± 1,38
<i>Cupania glabra</i>	94,30 ± 24,25	50,16 ± 16,88	16,64 ± 10,02	28,6 ± 11,8	47,1 ± 7,24
<i>Cupania macrophylla</i>	113,52 ± 27,33	9,01 ± 19,61	17,41 ± 12,70	22,0 ± 9,12	30,0 ± 4,68
<i>Pouteria dominguensis</i>	2210,0 ± 686,0	1116 ± 460,5	202,36 ± 72,8	18,6 ± 3,84	50,5 ± 10,05
<i>Picramnia pentandra</i>	72,91 ± 35,5	67,10 ± 34,82	17,81 ± 5,86	26,7 ± 3,24	8,5 ± 0,96
<i>Simarouba laevis</i>	281,51 ± 68,66	232,3 ± 50,78	132,22 ± 9,10	56,2 ± 6,89	7,9 ± 0,91
<i>Smilax laurifolia</i>	79,11 ± 12,46	65,62 ± 10,17	9,02 ± 1,48	13,7 ± 1,56	16,9 ± 1,28
<i>Smilax mollis</i>	53,70 ± 18,1	43,81 ± 14,85	5,80 ± 2,71	13,2 ± 2,76	26,5 ± 4,98
<i>Cestrum laurifolium</i>	8,75 ± 1,33	7,50 ± 1,13	0,72 ± 0,30	8,4 ± 5,62	14,2 ± 1,96
<i>Solanum jamaicense</i>	0,82 ± 0,20	0,52 ± 0,19	0,31 ± 0,04	63,2 ± 5,29	37,1 ± 3,06
<i>Solanum torvum</i>	1,25 ± 0,80	0,91 ± 1,30	0,62 ± 0,15	67,7 ± 3,86	27,2 ± 1,04
<i>Clerodendrum grandiflorum</i>	39,92 ± 10,11	36,31 ± 7,79	9,04 ± 3,67	24,7 ± 8,39	9,1 ± 2,03