



## Planilla de Excel para cálculo rápido de rasgos morfofisiológicos de semillas

Excel spreadsheet for quick calculation of seed morphophysiological traits

Jorge A. Sánchez<sup>1</sup>, Alejandra Gutiérrez<sup>2</sup>, Mayté Pernús<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ecología y Sistemática, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), La Habana, Cuba.

<sup>2</sup> Centro de Investigación en Biotecnología (CEIB), Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México.

Correspondencia:  
[jasanchez@ecologia.cu](mailto:jasanchez@ecologia.cu)  
[alegmar98@gmail.com](mailto:alegmar98@gmail.com)  
[mayte.pernus@gmail.com](mailto:mayte.pernus@gmail.com)

Recibido: 20 de abril de 2024

Aceptado: 04 de julio de 2024

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

**CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES:** JAS, AG y MPA: Conceptualización, validación, análisis formal, investigación, recursos, visualización, redacción del borrador original y edición final del documento. AG: desarrollo del software.



Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia Creative Commons



<https://cu-id.com/2402/v223e04>

### RESUMEN

Se confeccionó una planilla en Excel para el cálculo rápido de 18 rasgos morfofisiológicos de semillas de fácil obtención. La planilla cuenta con siete hojas y los rasgos seminales abarcan propiedades relacionadas con la dispersión, persistencia, germinación y establecimiento de plántulas. En la primera hoja se introducen las variables primarias de longitud y masa de las semillas. En las siguientes seis hojas aparece el cálculo automático de rasgos seminales de: 1) contenido de humedad, 2) forma, 3) distribución de biomasa, 4) relación embrión-semilla, 5) permeabilidad, y 6) tolerancia a la desecación. Para el cálculo de los índices se utilizaron expresiones matemáticas reconocidas en publicaciones científicas internacionales para el trabajo con semillas. El empleo de esta herramienta permitirá el procesamiento rápido de un gran número de réplicas por rasgo seminal. Para cada variable calculada se ofrece además la información básica sobre estadística de tendencia central y dispersión. Hasta donde conocemos, es la primera vez que se propone una planilla de Excel para el cómputo rápido de un gran número de rasgos morfofisiológicos de semillas. Su empleo podría contribuir a la estandarización de estudios de biología seminal en Cuba y a nivel regional, fundamentalmente en aquellos países hispanoparlantes.

**Palabras clave:** biomasa seminal, contenido de humedad, tolerancia a la desecación

### ABSTRACT

An Excel spreadsheet was developed for the rapid calculation of 18 morphophysiological traits of easily obtained seeds. The spreadsheet has seven sheets, and the seed traits cover properties related to dispersal, persistence, germination and seedling establishment. The primary variables of seed length and seed mass are entered on the first sheet. Below are six sheets showing the automatic calculation of seed traits for: 1) moisture content, 2) shape, 3) biomass distribution, 4) embryo-seed ratio, 5) permeability, and 6) desiccation tolerance. The indexes were calculated using mathematical expressions commonly used in international scientific publications for working with seeds. The use of this tool will allow the rapid processing of many replicates per seminal trait. For each calculated variable, basic information on central tendency and dispersion statistics is also offered. To our knowledge, this is the first time that an Excel spreadsheet has been proposed for the rapid computation of a large number of seed morphophysiological traits. Its use could contribute to the standardization of seminal biology studies in Cuba and at the regional level, mainly in those Spanish-speaking countries.

**Keywords:** desiccation tolerance, moisture content, seed biomass

### INTRODUCCIÓN

Un paso primario y vital para tener éxito en proyectos de conservación y restauración ecológica es conocer la biología de la semilla. Sin embargo, para muchos sistemas

tropicales existe poca información sobre rasgos funcionales de semillas. Esta situación se hace crítica en países tropicales subdesarrollados con alta riqueza florística, donde se destinan muy pocos recursos para obtener conocimiento básico sobre los mecanismos de regeneración de sus

Sánchez *et al.*: Planilla de Excel para cálculo de rasgos seminales

plantas silvestres (Sánchez *et al.*, 2019). Rasgos funcionales como la dormancia seminal, requerimientos germinativos y conducta de almacenamiento se consideran difíciles de determinar, pues consumen gran cantidad de recursos materiales, semillas y tiempo experimental (Poschlod *et al.*, 2013; Larson y Funk, 2016; Jayasuriya y Phartyal, 2023). Por su parte, existen rasgos seminales fáciles de medir (i.e., llamados rasgos suaves) en tamaños relativamente pequeños de réplicas, y que abarcan propiedades básicas de las semillas relacionadas con la dispersión, persistencia, germinación, dormancia y establecimiento de plántulas (Jiménez-Alfaro *et al.*, 2016; Marques *et al.*, 2018; Saatkamp *et al.* 2019; Wu *et al.*, 2024). Estos últimos se corresponden con la nomenclatura de rasgos de semillas de tipos morfológicos y biofísicos propuestos por Jiménez-Alfaro *et al.* (2016); pero también se llaman rasgos morfofisiológicos de semillas (Saatkamp *et al.* 2019; Dalziell *et al.*, 2022), que es la nomenclatura que se sigue la presente contribución.

Dentro de estos rasgos morfofisiológicos de semillas sobresale por su amplio empleo a nivel mundial la masa de la semilla. Este rasgo se considera una dimensión pivotante que indica la variación ecológica entre las especies, al reflejar el comportamiento regenerativo de las plantas frente a diferentes gradientes del ambiente (abiótico y biótico) (Westoby *et al.* 2002; Kitajima y Fenner, 2005; Sánchez *et al.*, 2011-2012; Zheng *et al.* 2017). Por consiguiente, la masa de la semilla se emplea en muchos estudios a nivel de comunidad vegetal y se recomienda en protocolos de rasgos funcionales de las plantas (Pérez-Harguindeguy *et al.*, 2013). Sin embargo, también se cuestiona que no es realista pensar que un solo rasgo funcional de semillas pueda explicar todas las estrategias de historia de vida de las plantas, o bien que sirva para predecir el complejo de procesos ecológicos (Paine *et al.*, 2015; Wang *et al.*, 2018; Chen *et al.*, 2021). Por lo que, otros rasgos seminales se recomiendan emplear para caracterizar los mecanismos regenerativos de las especies vegetales (Jiménez-Alfaro *et al.*, 2016; Saatkamp *et al.* 2019). Entre ellos sobresalen el contenido de humedad, la forma, la distribución de biomasa, relación embrión-semilla, la permeabilidad y tolerancia a la desecación. A nivel mundial, se ha comprobado que muchos de estos rasgos morfofisiológicos están muy correlacionados entre sí y con la permanencia de la semilla en el suelo, la germinación, el almacenamiento y el establecimiento de las plántulas (e. g., ver: Sánchez *et al.*,

2009; Lan *et al.*, 2014; Jiménez-Alfaro *et al.*, 2016; Saatkamp *et al.* 2019; Dalling *et al.*, 2020; Wu *et al.*, 2024). Por tanto, su empleo permitirá tener una primera visión rápida de cómo germinar y conservar semillas, y también para establecer grupos (o tipos) funcionales de plantas para restaurar diferentes escenarios ambientales conforme a los filtros climáticos que contribuyen a la permanencia o exclusión de las especies (Baskin y Baskin, 2014; Sánchez *et al.*, 2018; Dalziell *et al.*, 2022).

A pesar de lo anteriormente comentado, pocos estudios emplean diversos índices morfofisiológicos de semillas, lo cual debería ser, a nuestro criterio, el paso primario para caracterizar las semillas. Quizás esto se deba al esfuerzo que pudiera tener calcular todas estas variables al mismo tiempo, o bien por la falta de una herramienta sencilla y rápida que permita su rápido cálculo, fundamentalmente cuando el número de réplicas o especies es grande. Por tanto, en el presente trabajo se propone una planilla de Excel para calcular 18 rasgos morfofisiológicos de semillas de fácil obtención.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se empleó la herramienta Microsoft Excel (2016) de Windows para confeccionar una planilla que calcula rasgos morfofisiológicos de semillas relacionados con su contenido de humedad, forma, distribución de biomasa, relación embrión-semilla, permeabilidad y tolerancia a la desecación. Para el cálculo de los índices se utilizaron expresiones matemáticas reconocidas y validadas en publicaciones científicas internacionales para el trabajo con semillas (Tabla 1). Para ello, se seleccionaron aquellos rasgos funcionales de semillas de fácil determinación (i.e., con el menor empleo de recursos materiales y semillas), pero con un significado funcional relevante para la dispersión, persistencia, germinación y establecimiento de plántulas. Los cuatro rasgos de distribución de biomasa seminal se calculan por su versión relativa con relación a la masa seca total de las semillas, y en porcentaje para facilitar la interpretación de los datos.

Cabe señalar que solo se modificó el índice de Pelissari *et al.* (2018) de determinación de tolerancia a la desecación de las semillas. Este índice se calculará con el contenido de humedad inicial de las semillas intactas, en lugar del contenido de humedad del embrión + endospermo como proponen los autores.

Sánchez *et al.*: Planilla de Excel para cálculo de rasgos seminales

**Tabla 1.** Descripción de los rasgos morfofisiológicos empleados en la planilla de Excel.  
**Table 1.** Description of the morphophysiological traits used in the Excel spreadsheet.

Rasgo funcional	Descripción del rasgo	Significado Funcional	Fuente
Contenido de humedad	Representa el contenido de humedad inicial de la semilla después de la dispersión. Se calculó mediante la siguiente fórmula: Contenido de humedad $CH = (\text{Masa fresca semilla} - \text{Masa seca semilla}) / \text{Masa fresca semilla} \times 100$	Germinación, supervivencia, longevidad seminal en el suelo.	ISTA (2007)
Forma	La forma de la semilla se estableció por la varianza de las dimensiones de las semillas (VDS), mediante el empleo de su longitud, anchura y grosor. Cada valor de dimensión se divide entre el valor de la longitud; así la longitud es igual a la unidad. Seguidamente se calculó la varianza seminal dividiendo la suma de las desviaciones cuadráticas de los valores individuales con relación a la media por el número de dimensiones ( $n = 3$ ). Varianza de las dimensiones de la semilla $(VDS) = (\sum (x - \bar{x})^2) / n$	Capacidad de enterramiento, supervivencia en el suelo.	Thompson <i>et al.</i> (1993)
Distribución de Biomasa	Masa relativa del embrión (MRE). Representa la masa seca del embrión con relación a la masa seca total de la semilla. Masa relativa del endospermo (MRN). Representa la masa seca del endospermo con relación a la masa seca total de la semilla. Masa relativa de las reservas (embrión + endospermo) (MRR). Representa la masa seca del embrión más el endospermo con relación a la masa seca total de la semilla. Masa relativa de las cubiertas (testa + endocarpo) (MRC). Significa la masa seca de la testa + endocarpo con relación a la masa seca total de la semilla.	Se relaciona con la germinación, dormancia y crecimiento temprano de las plántulas.  Se relaciona con las defensas de las semillas, la germinación y la dormancia.  Se relaciona con la dormancia, tiempo para germinar, evolución de las plantas.	Fenner (1983); Grubb y Coomes (1997); Daws <i>et al.</i> (2006); Dalling <i>et al.</i> (2020); Wu <i>et al.</i> (2024)
Relación Embrión/ Semilla	La relación Embrión/Semilla (E/S) se determinó midiendo la longitud del embrión con respecto al largo interno de la semilla (sin cubierta). Si se multiplica por 100 se expresa la relación en porcentaje. Relación Embrión/Semilla cuando el embrión rompe la testa (ET/ST). Se calculó por la relación E/S cuando rompe la testa menos relación E/S de la semilla fresca y posterior división por relación E/S de la semilla fresca. Si se multiplica por 100 se expresa la relación en porcentaje. Porcentaje de incremento en la longitud del embrión (DE%). Se determinó por la longitud del embrión cuando rompe la testa (longitud crítica) menos la longitud inicial del embrión y posterior división por la longitud inicial del embrión multiplicado por 100.		Vandeloock <i>et al.</i> (2007); Athugala <i>et al.</i> (2020)
Permeabilidad	Significa la capacidad de absorción de agua de la semilla fresca. Se calculó mediante la siguiente fórmula: Porcentaje de incremento en masa de la semilla (IMS%) = Masa de las semillas después del contacto con el agua - Masa fresca inicial de las semillas/ Masa fresca inicial de las semillas x 100	Tolerancia al fuego, defensa contra depredadores, persistencia en el suelo, vinculación con la dormancia física.	Baskin <i>et al.</i> (2004)
Tolerancia a la Deseccación	La probabilidad de tolerancia a la desecación $P(D-S)$ de las semillas de acuerdo a Daws <i>et al.</i> (2006) se obtuvo por la siguiente fórmula: $P(D-S) = e^{3,269 - 9,974a + 2,156b} / 1 + e^{3,269 - 9,974a + 2,156b}$ , donde $a$ representa la fracción de la masa seminal destinada a las cubiertas seminales (es decir la masa relativa de la cubierta descrita previamente, MRC) y $b$ es el log10 de la masa seca total de la semilla (g). La probabilidad de tolerancia a la desecación $P(D-S)$ de las semillas de acuerdo a Pelissari <i>et al.</i> (2018) se obtuvo por la siguiente fórmula: $P(TD) = 1 / [1 + (-0,1627245A + 1,372784B - 0,4599876C + 4,348336)]$ , donde $A$ representa el contenido de humedad inicial de la semilla, $B$ la MRC y $C$ es la masa seca total de la semilla (g).	Persistencia en el suelo, capacidad de conservación en banco de germoplasma y envejecimiento en diferentes hábitats.	Daws <i>et al.</i> (2006); Pelissari <i>et al.</i> (2018)

Sánchez *et al.*: Planilla de Excel para cálculo de rasgos seminales

Dicha modificación se realizó por Sánchez *et al.* (2018) porque ambas variables están correlacionadas positivamente entre sí (Pelissari *et al.*, 2018; Sánchez *et al.*, 2018), y porque es más fácil calcular el contenido de humedad de las semillas intactas, que separar previamente el embrión + endospermo, para luego calcular su contenido de humedad. Según Sánchez *et al.* (2018), en 32 especies nativas cubanas los resultados obtenidos son similares para este índice cuando se calculan por ambas variables de contenido de humedad. Por otra parte, en la planilla todos los valores de masa seminal se deben introducir en gramos para hacer el cálculo correcto de los índices de tolerancia a la desecación de Daws *et al.* (2006) y Pelissari *et al.* (2018). La planilla fue probada con datos simulados y reales para asegurar su precisión y robustez. Se realizaron varias iteraciones para ajustar las fórmulas y mejorar la interfaz de usuario.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La planilla de Excel propuesta cuenta con siete hojas de trabajo que abarcan propiedades de las semillas relacionadas con la dispersión, persistencia, germinación y establecimiento de plántulas (Suplemento S1). En la primera hoja se introducen las variables primarias de longitud y masa de las semillas (Fig.1). En esta hoja se pueden introducir hasta siete variables primarias de longitud y siete variables primarias de masa, lo que significará el cálculo de los 18 rasgos morfofisiológicos propuestos. A continua-

ción, la planilla cuenta con seis hojas donde aparece el cálculo automático de rasgos seminales de contenido de humedad, forma, distribución de biomasa, relación embrión-semilla, permeabilidad y tolerancia a la desecación.

No obstante, si los usuarios desean calcular un único rasgo morfofisiológico solo deben introducir los datos primarios correspondientes a dicho rasgo en la hoja variables primarias. Por ejemplo, para calcular el contenido de humedad de las semillas se deben introducir los datos relacionados con masa fresca de la semilla y masa seca de la semilla, y aparecerán de forma inmediata los resultados en la hoja de contenido de humedad (Fig. 2). En esta hoja del contenido de humedad, además, vuelven a aparecer los datos primarios para el cálculo de dicha variable, como sucede para el resto de los rasgos calculados.

El tamaño de muestra predeterminado para el cálculo de cada variable es de 100 réplicas. Sin embargo, esto no limita al usuario a un tamaño de muestra específico; puede ser menor o mayor dependiendo del diseño experimental de cada investigador. Si el usuario tiene un tamaño de muestra menor a 100, no supondrá ningún problema, simplemente deberá introducir los datos correspondientes a las réplicas disponibles. Si el tamaño de muestra es mayor, también podrá ingresar los datos, siempre y cuando copie las fórmulas de cada variable secundaria hacia abajo para abarcar completamente su tamaño de muestra.

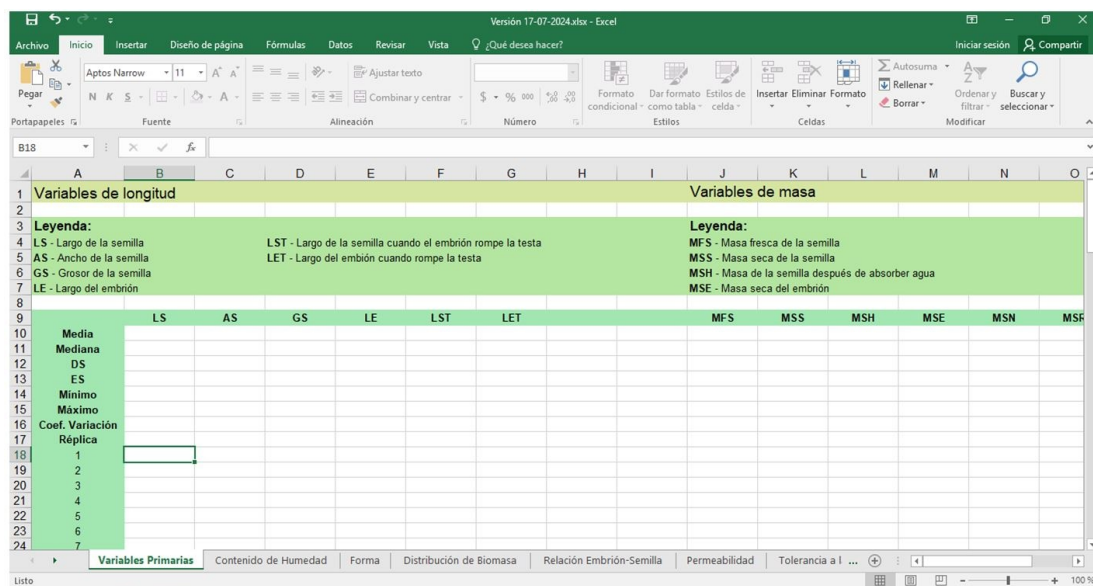


Figura 1. Primera hoja del Excel correspondiente a las variables primarias de rasgos morfofisiológicos de semillas.

Figure 1. First Excel sheet corresponding to the primary variables of seed morphophysiological traits.

Sánchez *et al.*: Planilla de Excel para cálculo de rasgos seminales

	MFS	MSS	CH(MF)%
Media	1.70262	0.68961	59.5206298
Mediana	1.6144	0.67355	59.91455184
DS	0.677645605	0.27142041	1.527333376
ES	0.214290356	0.085830671	0.482985222
Mínimo	0.9159	0.3664	56.54989863
Máximo	2.9746	1.1438	61.54777113
Coef. Variación	39.80016711	39.358538	2.566057149
Réplica			
1	1.1652	0.452	61.20837624
2	1.7756	0.7715	56.54989863
3	0.9242	0.3662	50.16013395
4	1.9572	0.8189	58.15961578
5	2.9746	1.1438	61.54777113
6	2.5472	1.0605	58.36604899
7	1.9316	0.7634	60.47835991
8	0.9159	0.3664	59.99563271
9	1.3815	0.5677	58.90698516
10	1.4532	0.5837	59.83347096
11			

**Figura 2.** Hoja de Excel con resultados del contenido de humedad de las semillas.

**Figure 2.** Excel sheet with results of the moisture content of the seeds.

En esta planilla de Excel cada réplica responde a valores de semillas individuales, pero igualmente se puede usar la planilla para especies con semillas pequeñas de múltiples réplicas, solo hay que tener el cuidado de introducir en las variables primarias los valores que corresponden a una semilla individual. También se brinda para todas las variables (i.e., primarias y no primarias) la estadística clásica de tendencia central y dispersión. Aparecerá por variable la media, la mediana, la desviación estándar (DS), el error estándar (ES), el valor mínimo y máximo, y el coeficiente de variación en porcentaje. De igual modo la planilla permite copiar y pegar sus resultados en diversos formatos de ficheros, lo que sin dudas facilitará su uso.

Finalmente, es necesario comentar que existen varios programas para calcular de forma rápida características (o rasgos) de germinación (e.g., ver [Ranal et al., 2009](#); [Lozano-Isla et al., 2019](#)). Sin embargo, hasta donde conocemos esta es la primera vez que se propone una simple planilla de Excel para el cómputo rápido de un gran número de rasgos morfofisiológicos de semillas. Por lo que, favorecerá la caracterización morfofisiológica más completa de las semillas, y con esto la introducción de nuevas especies en los bancos de germoplasmas y en programas de restauración ecológica sin el empleo de grandes recursos. También servirá para estandarizar los resultados y facilitar comparaciones a nivel regional, ya que se emplean rasgos de semillas de reconocimiento mundial. Por

último, es muy probable que esta planilla de Excel sea el punto de partida para desarrollar nuevos programas en R que brinden mayores prestaciones a los usuarios con relación al cálculo rápido de rasgos morfofisiológicos.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el proyecto “Acciones para la conservación de especies vegetales del matorral xeromorfo costero y subcostero de Punta Guanós, Matanzas”, del Programa Sectorial Uso Sostenible de los Componentes de la Diversidad Biológica en Cuba (PS211LH003-030). Los autores agradecen a Arley Acosta Estévez por la asistencia técnica y sugerencias en la confección de la planilla de Excel.

## MATERIAL SUPLEMENTARIO

La planilla de Excel está disponible en el sitio donde aparece publicada la versión digital de este artículo ([Suplemento S1](#)).

## LITERATURA CITADA

Athugala YS, Jayasuriya KMGG, Gunarathe AMTA, Baskin CC. 2020. Seed dormancy of 80 tropical montane forest species in Sri Lanka, the first dormancy profile for a tropical montane forest community. *Plant Biology*. 23: 293-299.

Sánchez *et al.*: Planilla de Excel para cálculo de rasgos seminales

- Baskin CC, Baskin JM. 2014. *Seeds: Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press, New York.
- Baskin JM, Davis BH, Baskin CC, Gleason SM, Cordell S. 2004. Physical dormancy in seeds of *Dodonea viscosa* (Sapindales. Sapindaceae) from Hawaii. *Seed Science Research*. 14: 81-90.
- Chen SC, Wang B, Moles AT. 2021. Exposure time is an important variable in quantifying post-dispersal seed removal. *Ecology Letters*. 24: 1522-1525.
- Dalling JW, Davis AS, Arnold AE, Sarmiento C, Zalamea PC. 2020. Extending plant defense theory to seeds. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 51: 123-141.
- Dalziell EL, Lewandowski W, Commander LE, Elliott CP, Erickson TE, Tudor EP, *et al.* 2022. Seed traits inform the germination niche for biodiverse ecological restoration. *Seed Science and Technology*. 50: 103-124.
- Daws MI, Garwood NC, Pritchard HW. 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.
- Fenner M. 1983. Relationships between seed weight, ash content and seedling growth in twenty-four species of compositae. *New Phytologist*. 95: 697-706.
- Grubb PJ, Coomes DA. 1997. Seed mass and nutrient content in nutrient starved tropical rainforest in Venezuela. *Seed Science Research*. 7: 269-280.
- ISTA (International Seed Testing Association). 2007. International rules for seed testing. Bassersdorf, Switzerland.
- Jayasuriya KMG, Phartyal SS. 2023. Dormancy, germination, and associated seed ecological traits of 25 Fabaceae species from northern India. *Plant Biology*. 26: 41-50.
- Jiménez-Alfaro B, Silveira FAO, Fildelis A, Poschlod P, Commander LE. 2016. Seed germination traits can contribute better to plant community ecology. *Journal of Vegetation Science*. 27: 637-645.
- Kitajima K, Fenner M. 2000. Ecology of seedling regeneration. En: Fenner M, (ed.), *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*, 331-360, CAB International Wallingford, UK.
- Lan QY, Xia K, Wang XF, Liu JW, Zhao J, Tan YH. 2014. Seed storage behavior of 101 woody species from the tropical rainforest of southern China: test of the seed-coat ratio-seed mass (SCR-SM) model for determination of desiccation sensitivity. *Australian Journal of Botany*. 62: 305-311.
- Larson JL, Funk JL. 2016. Regeneration: an overlooked aspect of trait-based plant community assembly models. *Journal of Ecology*. 104: 1284-1298.
- Lozano-Isla F, Benites-Alfaro OE, Pompelli MF. 2019. GerminaR: An R package for germination analysis with the interactive web application "GerminaQuant for R." *Ecological Research*. 34: 339-346.
- Marques A, Buijs G, Ligterink W, Hilhorst H. 2018. Evolutionary ecophysiology of seed desiccation sensitivity. *Functional Plant Biology*. 45: 1083-1095.
- Paine CET, Amisshah L, Auge H, Baraloto C, Baruffol M, Bourland N, *et al.* 2015. Globally, functional traits are weak predictors of juvenile tree growth, and we do not know why. *Journal of Ecology*. 103: 978-989.
- Pelissari F, Cleiton A, Leite MA, Batista AC, Souza WV, Rocha JM. 2018. A probabilistic model for tropical tree seed desiccation tolerance and storage classification. *New Forests*. 49: 143-158.
- Pérez-Harguindeguy N, Díaz S, Garnier E, Lavorel S, Poorter H, Jaureguiberry P, *et al.* 2013. New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*. 61: 167-234.
- Poschlod P, Abedi M, Bartelheimer M, Drobniak J, Rosbakh S, Saatkamp A. 2013. Seed ecology and assembly rules in plant communities. En: van der Maarel E, Franklin J. (eds.), *Vegetation ecology*, 164-202, Wiley-Blackwell, Chichester, UK.
- Ranal MA, Santana DG, Ferreira WR, Mendes-Rodrigues C. 2009. Calculating germination measurements and organizing spreadsheets. *Brazilian Journal of Botany*. 32: 849-855.
- Saatkamp A, Cochrane A, Commander L, Guja LK, Jimenez-Alfaro B, Larson J, *et al.* 2019. A research agenda for seed-trait functional ecology. *New Phytologist*. 221: 1764-1775.
- Sánchez JA, Muñoz BC, Montejo LA. 2009. Rasgos de semillas de árboles en un bosque siempreverde tropical de la Sierra del Rosario, Cuba. *Pastos y Forrajes*. 32: 141-16.
- Sánchez JA, Muñoz BC, Montejo LA, Lescaille M, Herrera-Peraza RA. 2011-2012. Tamaño y nutrientes de semillas en 32 especies arbóreas de un bosque tropical siempreverde de Cuba y su relación con el establecimiento de las plántulas. *Revista Jardín Botánico Nacional*. 32-33: 181-204.

Sánchez *et al.*: Planilla de Excel para cálculo de rasgos seminales

- Sánchez JA, Pernús M, Torres-Arias Y, Barrios D, Dupuig Y. 2019. Dormancia y germinación en semillas de árboles y arbustos de Cuba: implicaciones para la restauración ecológica. *Acta Botánica Cubana*. 218: 77-108.
- Sánchez JA, Pernús M, Torres-Arias Y, Furrázola E, Oviedo R, Álvarez JC. 2018. Características regenerativas de árboles tropicales para la restauración ecológica de ecosistemas limítrofes al manglar. *Acta Botánica Cubana*. 217: 170-188.
- Thompson K, Band SR, Hodgson JG. 1993. Seed size and shape predict persistence in soil. *Functional Ecology*. 7: 236-241.
- Vandelook F, Bolle N, Van Assche JA. 2007. Multiple environmental signals required for embryo growth and germination of seed of *Selinum carvifolia* (L.) and *Angelica sylvestris*. *Seed Science Research*. 17: 283-291.
- Wang B, Phillips JS, Tomlinson KW. 2018. Tradeoff between physical and chemical defense in plant seeds is mediated by seed mass. *Oikos*. 127: 440-447.
- Westoby M, Falster DS, Moles AT, Vesk PA, Wright IJ. 2002. Plant ecological strategies: some leading dimensions of variation between species. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 33: 125-159.
- Wu L-M, Chen S-C, Quan R-C, Wang B. 2024. Disentangling the relative contributions of factors determining seed physical defence: A global-scale data synthesis. *Functional Ecology*. DOI: <http://doi.org/10.1111/1365-2435.14552>
- Zheng J, Guo Z, Wang X. 2017. Seed mass of angiosperm woody plants better explained by life history traits than climate across China. *Scientific Reports*. 7: 2741. DOI: <http://doi.org/10.1038/s41598-017-03076-2>