
CARACTERIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA DE LA SEMILLA DE *PINUS OCCIDENTALIS* SWARTZ

Morphology characterization of *Pinus occidentalis* Swartz seeds

Virgilio Antonio Miniño Mejía
Luis Enrique Rodríguez de Francisco
Omar Paino Perdomo
Yolanda León
Liz Paulino*

Resumen: La gran biodiversidad de especies de plantas en la isla La Española, hace conveniente la elaboración de trabajos que permitan identificar las familias, géneros y especies, a partir de diversos caracteres, como los anatómicos. En la República Dominicana se carece de investigaciones sobre las semillas de las especies endémicas. Es importante profundizar en estudios morfológicos y anatómicos de las semillas de nuestras especies y emplearlas con diferentes fines, como orientación taxonómica, conocer más sobre su ecología, entre otros. En nuestro trabajo tratamos de utilizar un carácter relevante de *Pinus occidentalis*, como es su semilla. El presente estudio nos permite conocer sobre la superficie de la semilla de *Pinus occidentalis*, pues la morfología de la semilla juega un papel importante en la dispersión de la especie.

Palabras clave: Biodiversidad, especies, *Pinus occidentalis*, morfología, semilla.

* Todos los autores son docentes e investigadores del Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC).

Abstract: The rich biodiversity of plant species on the Hispaniola Island of makes has an advantage on the elaboration of projects to identify families, genera and species, from various characters, such as anatomical. The Dominican Republic lacks research on the seeds of endemic species. It is important to look into morphological and anatomical studies of the seeds of our species and use them for different purposes, such as taxonomic orientation, learn more about their ecology, among other purposes. In our work we use a relevant character of *Pinus occidentalis*, as is its seed. This study allows us to understand the surface of the seed of *Pinus occidentalis*, as the seeds morphology plays an important role in their dispersion.

Keywords: Biodiversity, species, *Pinus occidentalis*, morphology, seed.

1. Introducción

El *Pinus occidentalis*, especie endémica de La Española, es uno de los pocos ejemplares manejados bajo concesiones del gobierno de la República Dominicana. Durante la investigación no se obtuvo información sobre el manejo de esta especie en la República de Haití. Debido a la importancia que posee, por ser una especie comercial, el manejo del *Pinus occidentalis* tiene un gran impacto en la calidad de vida de los habitantes de la República Dominicana, debido a que su madera es de buena calidad y tradicionalmente ha sido utilizada en la fabricación de muebles, enchapado de casas, combustible y extracción de resina para la fabricación de desinfectantes. Su distribución además se encuentra en las cuencas hidrográficas más importantes de la cordillera central, entre otras. (Bueno, 2012). De acuerdo con Moreno et al. (2001): “La producción de planta forestal tiene como base el conocimiento de los procesos de germinación de las especies objeto de interés. Estos procesos germinativos pueden verse afectados por el estado general

de las semillas”. James (1999) indica que un factor limitante importante en la producción de semillas es la enfermedad causada por varios grupos de hongos.

También existe la preocupación de conservar la especie. Phartyal et al. (2002) plantean que “existe una creciente preocupación en todo el mundo acerca de la explotación incontrolada y el agotamiento de los recursos naturales de la tierra, que afectan especialmente a la biodiversidad de las plantas de los bosques tropicales”. Esta preocupación no solo está vigente, sino que la situación se ha agravado en muchos países, y en la República Dominicana particularmente tenemos serios problemas de deforestación, especialmente para la producción de carbón. Phartyal et al. (2002) también indican que en las regiones tropicales y subtropicales, ecosistemas complejos y ricos en especies se están destruyendo o alterando rápidamente debido a la alta tasa de deforestación.

Debido a que la mayoría de los países desarrollados se encuentran en zonas templadas las especies forestales del trópico no han sido estudiadas lo suficiente. Phartyal et al. (2002) plantean que se necesitan conocimientos básicos sobre la biología de las semillas, su maduración, recolección, procesamiento, germinación, latencia, viabilidad, vigor y almacenamiento, así como la fisiología de varias especies tropicales. Gran parte del trabajo que hasta la fecha se ha hecho ha sido principalmente con especies de clima templado, y la investigación sobre las especies tropicales y subtropicales se está quedando atrás.

En la República Dominicana, el 25,52% de la tierra está cubierta de bosques y el 6,1% es bosque de coníferas que tiene un alto grado en plantas endémicas, las cuales representan alrededor del 36% de las especies (Peña et al. 2005). La pérdida de los bosques tropicales de la República Dominicana es de más de 20,000 ha/año, y en las zonas afectadas por fuegos forestales y la extracción de madera, la tasa es de alrededor de 60,000 ha/año (Peña et al. 2005). La fragmentación de los ecosistemas afecta a la flora y la

diversidad de fauna por lo que resulta importante realizar estudios de los ecosistemas forestales de la República Dominicana, en este caso las masas forestales de *Pinus occidentalis*, para profundizar nuestra comprensión de la diversidad y también para establecer la conservación y las normas de gestión (Horn et al. 2001).

El *Pinus occidentalis* es la especie predominante en los bosques que quedan en la Cordillera Central y en todos los otros sistemas montañosos de la República Dominicana en general. El área de distribución es aproximadamente 302,500 hectáreas (Sprich, 1994).

2. Taxonomía del *Pinus occidentalis*

Según Günter et al. (1995), el pino presenta las siguientes características taxonómicas:

- Reino: Plantae
- División: Fanerógama
- Clase: Dicotiledónea
- Orden: Conífera
- Familia: Pinaceae
- Género: *Pinus*
- Especie: *Pinus occidentalis*

Figura N.º 1
Árbol de *Pinus occidentalis*



Pinus occidentalis es un árbol endémico de la isla La Española, donde es la especie predominante en los bosques de pino criollo de Haití y la República Dominicana. Los pinos de La Española se encuentran mezclados con árboles de hoja ancha de 850 a 2.100 m (2.790 a 6.890 pies), y ocurren en rodales puros anteriores 2.100 m (6.900 pies) hasta la cumbre de 3.087 m (10.128 pies) de Pico Duarte, el punto más alto la isla. A veces se encuentran en las tierras bajas de La Hispaniola, con bosques húmedos en medio de la ecorregión, en zonas donde predominan los suelos lateríticos pobres y ácidos.

Virgilio Antonio Miniño Mejía, Luis Enrique Rodríguez de Francisco,
Omar Paino Perdomo, Yolanda León, Liz Paulino

Es un árbol de tamaño mediano, con un crecimiento de 20 a 30 m (66-98 pies) de alto con una corona abierta. Las hojas son de color verde oscuro, con forma de aguja, en fascículos de 3, 4, 5, 11 a 20 cm (4.3 a 7.9 pulgadas) de largo y 0,9 a 1,3 mm (0,035 a 0,051 pulgadas) de espesor. Los conos son de 5-8 cm (2,0-3,1 pulgadas) de largo, de color marrón brillante, con un pequeño cosquilleo en cada escala apuntando hacia adelante; que maduran en unos 18 meses y se abren para liberar las semillas, que son de 4-5 mm (0.16-0.20 pulgadas) de largo con unos 15 mm (0,59 pulgadas) de ala.

Las relaciones simbióticas con hongos micorrízicos permiten al pino crecer en suelos poco profundos, infértiles. Los conos son de 5 a 8 cm de largo y contienen semillas aladas. Se consigue aproximadamente 63,000 semillas por Kg (Mediciones de la cosecha de 1993 en el Plan Sierra, República Dominicana).

Figura N.º 2
Conos de *Pinus occidentalis*



Debido a que la mayoría de las especies forestales se propagan por medio de semillas, estas tienen una gran importancia en la conservación de las especies. Además son el medio a través del cual las plantas encuentran nuevos sitios y microambientes para su reproducción. Wang (1988), en una revisión sobre las semillas de árboles y arbustos, refleja la importancia de la calidad de la semilla forestal. La semilla “desempeña una función fundamental en la renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de plantas, [en la] regeneración de los bosques y sucesión ecológica”. (Doria, 2010).

Los trabajos de morfología de las semillas permiten profundizar en aspectos morfo anatómicos, contribuyendo de esta forma al conocimiento de las especies, y su agrupamiento sistemático con un enfoque ecológico y permite un mayor conocimiento de la germinación, regeneración natural y crecimiento de la especie (Castro, 1993). De acuerdo con este autor, las primeras investigaciones en esta temática fueron realizadas por Lubtock (1886-1890), sobre semillas y forma de los cotiledones. (Bonilla, 2000)

La asimetría y rotación de la semilla del género *Pinus* ha sido estudiada por Greene & Johnson (1993) en las siguientes especies: *Pinus jeffreyi*, *P. radiata*, *P. coulteri*, y *P. contorta*. La morfología y anatomía de las semillas en las plantas juegan un papel importante en su dispersión (Augspurger 1986). Las semillas del pino son componentes primarios de la dieta de muchas aves, principalmente de *Loxia megalaga* (Pico cruzado).

3. Materiales y métodos

ÁREA DE ESTUDIO Y MUESTREO DE LAS SEMILLAS

Las muestras de conos para la extracción de las semillas fueron tomadas en la zona del Parque Nacional de Valle Nuevo, que se encuentra situado en los 18° 48' 00" latitud Norte y 70° 41' 00" longitud Oeste (Fig. N.º 3). Esta es un área protegida donde se dio actividad volcánica y glaciación en eras geológicas.

En esta zona del país se registran temperaturas por debajo de cero grados centígrados durante los meses de invierno. La reserva científica natural de Valle Nuevo es el altiplano más alto de las Antillas, localizado a 2,200 metros sobre el nivel del mar, en la parte Oriental de la Cordillera Central en la República Dominicana. (Figura N.º 4).

Además es el único lugar de las Antillas donde existe vegetación alpina y andina, con un alto endemismo de flora y fauna. Se realizaron varios viajes de campo en el período enero-junio 2014 a distintas áreas protegidas y silvestres del país. Las áreas visitadas fueron: Sierra de Neiba, Sierra de Bahoruco, Parque Nacional José Armando Bermúdez y Parque Nacional Juan B. Pérez Rancier (Valle Nuevo).

Figura N.º 3
Mapa de las áreas de estudio

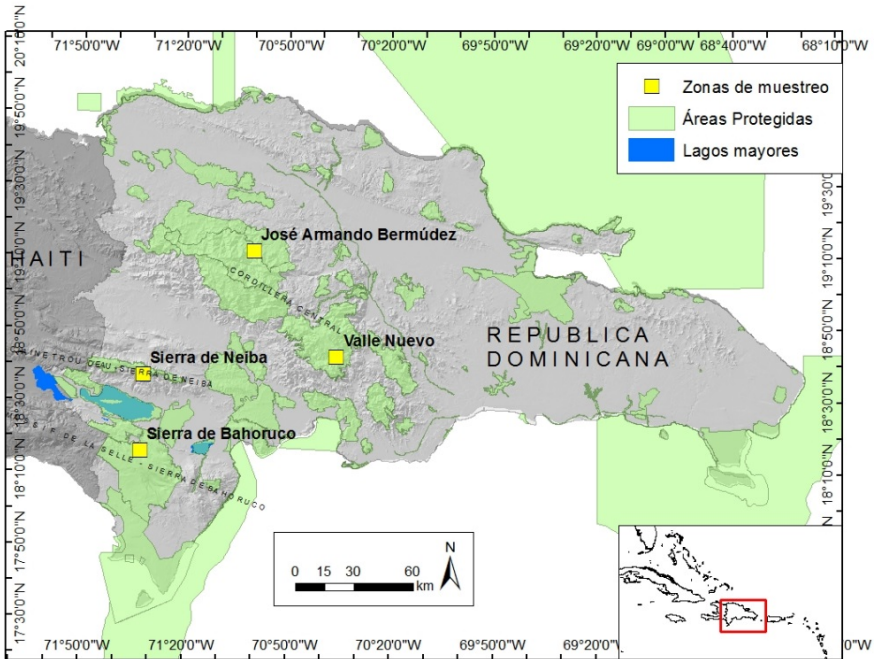


Figura N.º 4
Vista del Parque Nacional Valle Nuevo en la República Dominicana



MICROSCOPIA ELECTRÓNICA

Para la microscopia electrónica de barrido (MEB) de la semilla, la muestra fue secada al aire, se montó sobre un disco de muestra de aluminio y cubierto con oro por 60 segundos en un cobertor iónico. Las fotografías fueron hechas con un microscopio electrónico de barrido Hitachi S-4500 y procesado con el sistema de imagen digital 2.5. Las fotografías forman parte de la micoteca del Área de Ciencias Básicas y Ambientales del INTEC.

MEDICIONES DE LA SEMILLA

Un total de 25 conos de *Pinus occidentalis* fueron seleccionados, de estos se tomó aleatoriamente una semilla de cada cono. Para las

medidas del ala y la semilla se realizaron un total de 25 mediciones. Las mediciones fueron realizadas con un calibrador o vernier digital marca DirectIndustry.

DETERMINACIÓN DEL COLOR DE LA SEMILLA

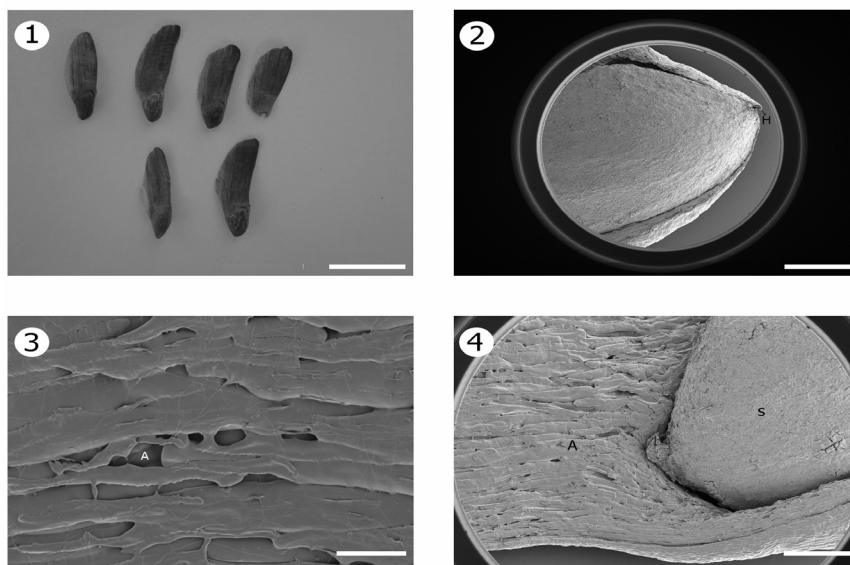
Para la determinación del color de la semilla utilizamos la carta de colores de tejidos de plantas de Munsell (1977). La determinación del color se realizó bajo luz natural y se comparó con los diferentes colores similares al color del ala y la semilla de las muestras estudiadas.

4. Resultados

EXOMORFOLOGÍA DE LA SEMILLA

La semilla de *Pinus occidentalis* colectada en el área de estudio se caracteriza por tener dos componentes: el ala y la cubierta seminal. La célula de los tegumentos le confiere pigmentación variada al ala y a la cubierta seminal. El ala tiene una coloración que va desde café a castaño, brillante, 5 YR 3/4, 10-20 x 4-5 mm, delgada, de consistencia flexible, se desprende fácilmente, frágil y con articulaciones observadas en MEB. Se observa el hilo, pequeña cicatriz donde el óvulo estuvo unido al funículo, esta cicatriz es una marca de la separación del fruto dentro del cual se encontraba la semilla. El hilo es un auténtico ombligo y se caracteriza por ser pequeño, en la semilla de *Pinus occidentalis* se caracteriza por tener el mismo color del resto de la semilla de *Pinus occidentalis*. Sin embargo, en otras especies como por ejemplo en el género *Phaseolus*, el hilo se caracteriza por tener un color blanco presente en su parte cóncava, lo mismo ocurre en otras especies de Leguminosas. Las semillas tienen una morfología puntiaguda, de color café a castaño, de mate a brillante, 5 YR 3/4, de 2-3 x 1-2 mm. Figura N.º 5, láminas 1-4.

Figura N.º 5
Pinus occidentalis



1. Semillas de *Pinus occidentalis* (Escala = 10 mm).
2. Microscopia electrónica de barrido: Semilla mostrando el hilo (h) (Escala = 1 mm).
3. Aurículas (A) del ala de la semilla (Escala = 200 μ m).
4. (A) Ala de la semilla y (S) semilla (Escala = 700 μ m).

5. Discusión

La variación en tamaños, colores y formas de las semillas en las especies es controlada por el ambiente, la genética y su interacción, interviniendo en el primer caso factores como nutrientes, luz, sombra, época del año, defoliación, temperatura y humedad, así como la posición en el fruto. Tal variación se relaciona con diferencias en los requerimientos para germinar y en el rompimiento de la latencia (Baskin y Baskin, 2001).

Las semillas de *Pinus occidentalis* se caracterizan por ser pequeñas, puntiagudas, el ala de la semilla contiene venas, rara vez dicotomizadas, frecuentemente anastomosadas, con pequeñas aurículas

e hilo, derivado de estructuras propia del óvulo, lo cual no puede estar presente en el fruto. La longitud del ala ayuda a la dispersión de la especie. Sin embargo, los procesos germinativos pueden ser afectados por el estado general de la semilla.

COLOR DE LA SEMILLA

El color de las semillas está correlacionado positivamente con restricción a la germinación, debido a los componentes fenólicos en la cubierta seminal (Debeajun et al., 2002). En algunas especies como por ejemplo *Sinapis arvensis* L., se reduce la latencia en semillas rojas, comparadas con semillas que tienen una coloración oscura o negra (Duran y Retamal, 1989). Las semillas con coloraciones claras, blancas de leguminosas se embeben más rápidamente que las de otro color y germinan primero. En el trigo, la latencia está asociada con una cubierta seminal roja, mientras que en las semillas blancas no hay latencia o es débil (Mares, 1994). Las semillas oscuras del mijo (*Panicum miliaceum* L.) tienen la cubierta de la semilla más pesada, se embeben y germinan más lentamente; por tanto, persisten más tiempo en el suelo que las semillas claras (Khan et al., 1996). Es de suponer que en *P. occidentalis* al tener la semilla una coloración oscura su germinación sea lenta.

La variación en el color de la semilla se puede deber al contenido y distribución de pigmentos, por ejemplo antocianinas, como en la soja (*Glycine max* (L.) Merr.) (Todd y Vadkin, 1996). En semillas de frijol el color de la cubierta está determinado por la presencia y cantidad de glicósidos, flavonoides, antocianinas y taninos condensados. Estos últimos están en la cubierta de la semilla de *C. obtusa* Trécul, *C. palmata* (Willd.) Kuntze y *C. sciadophylla* Mart. (Lobova et al., 2003). La cantidad y distribución de flavonoides puede afectar el color de la cubierta de *Pinus occidentalis* como sucede con otras especies. Así, las semillas negras pueden tener mayores concentraciones de estos agentes, menguando la germinación, independientemente de su tamaño. La variación en color

de la cubierta de la semilla se interpreta como una estrategia adaptativa para producir semillas que pueden germinar en un intervalo más amplio de condiciones ambientales.

Abramoff et al. (2004) plantean la importancia de los estudios microscópicos para la caracterización de las especies vegetales. Este tipo de análisis es necesario para determinar la identificación de las características de las especies y debe ser complementado con el análisis macroscópico.

En la semilla de pino se combinan tejidos de origen y ploidía diferentes. El tegumento es $2n$, producido por la planta madre, el esporófito maternal. Presenta un ala formada por una parte adelgazada de la escama ovulífera que se desprende de ella. El tejido de reserva es el endosperma primario n , que es parte del gametófito femenino. El embrión $2n$ que se forma después de la fecundación, es el nuevo esporófito (*Botánica Morfológica*, 2013).

En coníferas como *Pinus monticola* Douglas ex. D. Don y *P. strobus* L., se ha encontrado reducción del peso de las semillas en poblaciones de Canadá, atribuida a la fragmentación del hábitat, ya que esta disminuye el flujo génico y reduce la diversidad genética (Mehes et al., 2009).

En México, Juárez et al. (2006) encontraron amplias diferencias entre poblaciones del norte y centro del país en las características morfológicas de conos, semillas, hojas y plántulas de *Pinus greggii* Engelm y *Pseudotsuga menziesii*, diferencias que fueron atribuidas a la fragmentación del hábitat, al tamaño reducido de las poblaciones y a la deriva génica, condiciones que pueden reducir el tamaño de las semillas.

La semilla de *T. globosa*, como gimnosperma que es, posee tres estructuras básicas: testa, megagametofito y embrión. La parte externa de la testa está compuesta por una serie de capas de tejido, presumiblemente exotesta, mesotesta y endotesta, que al absorber agua se desprenden fácilmente; bajo estas capas se

encuentra la testa lignificada. El megagametofito, de consistencia granulosa y color blanco, se encuentra protegiendo al embrión cuyo tejido blanco es de una textura más consistente que el del megagametofito y posee un suspensor que difícilmente se tiñe al ponerse en contacto con la solución de tetrazolio, por ser tejido muerto.

Las semillas de *Pinus occidentalis* se caracterizan por ser relativamente pequeñas y con una tonalidad uniforme. La masa de la semilla es un factor biológico importante que afecta la germinación, el alargamiento y crecimiento de las plántulas (Cordazzo, 2002). El tamaño también está positivamente relacionado con el tamaño inicial de la planta (Moegenburg, 1996). Sin embargo, en nuestro estudio las muestras fueron tomadas en árboles que oscilaban entre los 18 a 20 m de altura. En estudios posteriores es de importancia comparar la semilla de *Pinus occidentalis* de la Cordillera Central con las poblaciones que se encuentran en la Sierra de Bahoruco para determinar si hay factores ecológicos que inciden en el tamaño de la semilla de la especie. Así, una semilla grande resultará en una plántula más grande y con mayores probabilidades de sobrevivir que una pequeña. Según Leishmann et al. (2000), la supervivencia de plántulas está directamente relacionada con el tamaño de la semilla. En el girasol (*Helianthus annuus* L.), las semillas grandes (4 mm) tuvieron mayor capacidad germinativa que las semillas de menores tamaños (Krishnaveni y Sivasubramanian, 2001). Una tendencia similar fue encontrada por Van Mólken et al. (2005) para *Tragopogon pratensis* sbsp. *pratensis*, Hendrix (1984) indica que las semillas grandes frecuentemente tienen mayor porcentaje de germinación o emergencia que las semillas pequeñas.

Un tamaño grande en semillas ventajas, como mejor capacidad para emerger desde mayores profundidades del suelo, en comparación con semillas pequeñas (Radford, 1977) o una mayor concentración de nitrógeno, como en la semilla de *Pericopsis elata*, árbol del bosque tropical subcaducifolio de Ghana (Burslem y Miller, 2001). Con deficiencia de nutrientes, una plántula de una semilla grande tiene

más probabilidad de sobrevivir que una plántula de una semilla pequeña porque tiene más reservas en su embrión (Jurado y Westoby, 1992). Sin embargo, cuando las plantas crecen en ambientes limitativos tienden a mostrar mayor variación en el tamaño de las semillas que producen. Es importante determinar la concentración de nitrógeno en el suelo donde se encuentran las plantaciones de *Pinus occidentalis* para determinar la capacidad de emergencia de la semilla de acuerdo a su morfología. Otro factor importante es la herbivoría, o ataque de hongos, pues las plántulas pueden sufrir daños por remoción de hojas en sus primeras etapas de vida. En *Pinus occidentalis* la colonización por hormigas y otros organismos no es conocida. La capacidad de una plántula para sobrevivir cuando se ha removido parte de su follaje, está positivamente asociada con el tamaño de la semilla (Armstrong y Westoby, 1993; Bonfil, 1998).

Nuestro estudio es el primer paso para continuar con investigaciones sobre anatomía de semillas en la República Dominicana y nos proponemos hacer esfuerzos más detallados para conocer sobre el embrión, el episperma, los tejidos de reserva, germinación y los apéndices (alas, arilos, pelos) relacionados con la dispersión de las especies de árboles endémicas de nuestro país.

6. Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a la Vicerrectoría de Investigación del INTEC por las posibilidades y facilidades otorgadas para la realización de esta investigación que forma parte del Proyecto: **Análisis de variabilidad intra e interpoblacional en cinco poblaciones naturales de *Pinus occidentalis* Swartz República Dominicana**, el cual fue financiado con fondos propios a través del programa de incentivo a la investigación “Proyectos Semilla”.

También se agradece al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la República Dominicana, por las facilidades que

Virgilio Antonio Miniño Mejía, Luis Enrique Rodríguez de Francisco,
Omar Paino Perdomo, Yolanda León, Liz Paulino

nos dieron para realizar el trabajo, así como a los trabajadores y guardaparques.

A Manfred Ruppel de la Unidad de Microscopía Electrónica de Barrido de la J. W. Goethe Universidad, Frankfurt am Main, Alemania por las facilidades en la toma de fotografías de barrido.

A la Fundación Propagas y al administrador del Parque Nacional Valle Nuevo por su ayuda y facilitarnos la permanencia en el Parque.

7. Referencias bibliográficas

- Abramoff, M. D., Magelhaes, P. J., Ram, S. J. (2004). Image processing with Image J. *Source Biophotonics International*, 11(7), 36-42.
- Armstrong, D. P., & Westoby, M. (1993). Seedling from large seed tolerate defoliation better: a test using phylogenically independent contrast. *Ecology*, 74, 1092-1100.
- Augsburger, C. K. (1986). Morphology and dispersal potential of wind-dispersed diaspores of neotropical trees. *American Journal of Botany*, 73, 353-363.
- Baskin, C. C. & Baskin, J. M. (2001). *Seeds: Ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination*. San Diego, CA: Academic Press.
- Bonfil, C. (1998). The effects of seed size, cotyledon reserves, and herbivory on seedlings survival and growth in *Quercus rugosa* and *Quercus laurina* (Fagaceae). *American Journal of Botany*, 85, 79-8.
- Bonilla, M., Padilla Torres, G. & Ares Rojas, A. (2000). Características de las semillas de *Pinus tropicalis* Morelet. Revista Avances. 2-4. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/pinus-tropicalis/pinus-tropicalis.pdf>

- Bueno, S. L., Eddie, B. (2012). Desarrollando un sistema de predicción de distribuciones diamétricas para *Pinus occidentalis*. Recuperado de <http://worldwidescience.org/topicpages/p/pinus+sylvestris+stand.html>
- Burslem, D. F. & Miller, J. (2001). Seed size, germination and seedling growth rates in three tropical tree species. *Journal of Tropical Forest Science*, 13, 148-161.
- Castro, E. (1993). *Morfología de plántulas. Sementes florestais tropicais*. Brasília: Comité técnico de Sementes florestais.
- Cordazzo, C. V. (2002). Effect of seed mass on germination and growth in three dominant species in southern Brazilian coastal dunes. *Brazilian Journal of Botany*, 62, 427-444.
- Debeajun, I., Kloosterziel, M. & Koorneef, M. (2002). Influence of the testa on seed dormancy, germination, and longevity in *Arabidopsis*. *Plant Physiol*, 122, 304-414.
- Domínguez Pacheco, A.; Hernández Aguilar, C., Cruz-Orea, A, Martínez Ortiz, E. Ayala-Maycotte, E. (2010). Characterization of seeds with different moisture content by photoacoustic microscopy. *Journal of Physics: Conference Series* 214, (01), 20-60. doi:10.1088/1742-6596/214/1/012060.
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362010000100011&script=sci_arttext
- Duran, J. M. & Retamal, N. (1989). Coat structure and regulation of dormancy in *Sinapis arvensis* L. seeds. *Journal Plant Physiol*, 135, 218-222.
- Greene, D. F. & Johnson, E. A. (1993). Seed mass and dispersal capacity in wind-dispersed diaspores. *Oikos*, 67, 69-74.

- Galbany Casals, M. (2013). Claves para la Identificación de las plantas Vasculares trepadoras de la Reserva Natural Provincial del Iberá. Recuperado de <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/biologia/b-035.pdf>
- Günter, D., Eduardo, P., Tejada, D. & Gilberto, T. (1995). Investigación y manejo de especies maderables de uso común en la Sierra, Plan Sierra, República Dominicana. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos69/desarrollo-pinus-ocidentalis-grevillea-robusta/desarrollo-pinus-ocidentalis-grevillea-robusta2.shtml#ixzz38sZ0wEgC>.
- Hendrix, S. D. (1984). Variation in seed weight and its effects on germination in *Pastinaca sativa* L. (Umbelliferae). *American Journal of Botany*, 71, 795-802.
- Horn, S. P., Kennedy, L. M., Orvis, K. H. (2001). Vegetation recovery following a high elevation fire in the Dominican Republic. *Biotrópica*, 33(4), 701-708.
- James. R. L. (1999). Ponderosa pine seed fungal contamination: Effects of stratification and sterilizing Treatments. Plant Pathologist. Washington, D.C.: Department of Agriculture.
- Juárez, A. A., López-Upton, Vargas-Hernández, J. J. Sáenz-Romero C. (2006). Variación geográfica en la germinación inicial de plántulas de *Pseudotsuga menziesii* de México. *Agrociencia*, 40, 783-792.
- Jurado, E. & Westoby, M. (1992). Seedling growth in relation to seed size among species of arid Aust. *Journal of Ecology*, 80, 407-416.
- Leishman, M. R., Wright, I. J., Moles, A. T. & Westoby, M. (2000). The evolutionary ecology of seed size. In M. Fenner (Ed.). *The Ecology of regeneration in plant communities*. (pp. 31-57). London: CABI Publishing.

- Khan, M., Cavers, P. B., Kane, M. & Thompson, K. (1996). Role of the pigmented seed coat of proso millet (*Panicum miliaceum* L.) in imbibition, germination and seed persistence. *Seed Science Research*, 7, 21-25.
- Krishnaveni, K. & Sivasubramanian, K. (2001). Effect of seed size on seed quality in sunflower cv. *Madras Agricultural Journal*, 88, 133-134.
- MacFal. J. S., G. Johnson, A. (2012). Plants, seeds, roots, and soils as applications of magnetic resonance microscopy. Recuperado de <https://www.certifiedcropadviser.org/publications/vzj/abstracts/13/3/vzj2013.08.0158?access=0&view=article> Doi: 10.1002/9780470034590.emrstm0396.pub2.
- Mehes, M. Kabwe, K. N. & Michael, P. (2009). Assessing genetic diversity and structure of fragmented populations of eastern white pine (*Pinus strobus*) and western white pine (*P. monticola*) for conservation management. *Journal of Plant Ecology Advance*, 7(4), 49-58.
- Moegenburg, S. M. (1996). Sabal palmetto seed size-causes of variation, choices of predators, and consequences for seedlings. *Oecologia*, 106, 539-543.
- Moreno Álvarez, M. T., Benito Matías, L. F., Herrero Sierra, N., Domínguez Lerena, S., Peñuelas Rubira, J. L. (2001). Estudio de nuevos métodos de determinación de la viabilidad de las semillas forestales: Test de electroconductividad e índigo carmín. Comparación con el test del tetrazolio y su aplicación a *Pinus pinaster* y *Pinus halepensis*. (Actas del III Congreso Forestal Español. Granada, España, Mesa 3, 653-658).
- Munsell Color Charts for plant tissues (1977). *Munsell color*. New York: GretagMacbeth LCC.
- Peña, C., Onaindia, A., Miren, O. (2005). Plant diversity in endemic pine forests of *pinus occidentalis* Sw. In the Nizao Basin, Dominican Republic. *Caribbean Journal of Science*, 41(4), 849-856.

- Phartyal, S. S., Thapliya, R. C., Koedam, N., Godefroid, S. (2002). *Ex situ* conservation of rare and valuable forest tree species through seed-gene bank. *Current Science*, 83(11), 10-19.
- Rahman, M. M. E., Ali, R.; Kumar Dey, T., Hossain, D. (2010). Scanning electron microscopy of invasion process by *Fusarium moniliforme* on soybean seed. *Journal of Plant Protection Research*, 50(3), 288-292.
- Radford, B. J. (1977). Influence of size of achenes sown and depth of mowing on growth and yield of dryland oilseed sunflowers (*Helianthus annuus*) on the Darling Downs. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 17, 489-494.
- Ramírez-Sánchez, S., López-Upton, J., García de los Santos, G., Vargas-Hernández, J. J., Hernández-Livera, A., Ayala-Garay, O. (2011). Variación morfológica de semillas de *Taxus globosa* Schlttdl. Provenientes de dos regiones geográficas de México. *Revista Fitotec*, 34(2), 93-99.
- Sprich, L. & Torres, J. (1994). *La influencia de diferentes técnicas de siembra a la sobrevivencia y desarrollo inicial de pinos en la reforestación de pastos en la Zona de Transición de la sierra*. Santiago de los Caballeros: Plan Sierra.
- Sulaiman, I. M. (1995). Scanning Electron Microscopic Studies on seed Coat Patterns of Five Endangered Himalayan Species of *Meconopsis* (Papaveraceae). *Annals of Botany*, 76, 323-326.
- Van Mólken, T. L. D., Jorritsma-Wienk, V. H. & Kroon, H. de. (2005). Only seed size matters for germination in different populations of the dimorphic *Tragopogon pratensis* subsp. *pratensis* (Asteraceae). *American Journal of Botany*, 92, 432-437.
- Wang, B. S. P. (1988). Review of new developments in tree seed. *Seed Science and Technology*, 16, 215-225.

Virgilio Antonio Miniño Mejía, Ph.D.

Doctorado en Ciencias Ambientales del Centro de Graduados de la Universidad de la Ciudad de Nueva York con especialidad en Hidrogeología. También posee una Maestría en Geología Estructural del City College of New York, desde donde también obtuvo su título de Geólogo. Ha tomado cursos de campo en las áreas de aguas subterráneas incluyendo Recuperación de Aguas Subterráneas, Últimas Técnicas, Curso de 40 horas; Contaminación de Agua subterránea e Hidrogeología, curso de 40 horas impartidos por Princeton Groundwater (Canada). Trabajó en la geología y tectónica de la triple unión del sur de Chile (Punta Arenas/ Estrecho de Magallanes). Tiene experiencia en estudios de vibración para determinar datos a propiedades privadas, así como una amplia experiencia en trabajos de hidrogeología en los Estados Unidos. Fue profesor universitario por cuatro años en la universidad City College of New York y por dos años en el Bergen College of New Jersey. El Dr. Miniño hizo trabajo de investigación geológica en el área de Catskill del estado de Nueva York durante los años 1992-1997 para el City College of New York.

En el presente es el investigador principal del proyecto de investigación “Determinación de las Influencias Neo Tectónicas, Fallas, Fracturas y otras estructuras geológicas, sobre el continuo crecimiento del nivel de las aguas del Lago Enriquillo” financiado por FONDOCYT.

Email: virgilio.minino@intec.edu.do

Omar Paíno Perdomo, Ph. D.

Es biólogo, micólogo, fotógrafo científico y restaurador anticuario. Licenciado en Biología (Cum Laude) de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD). Realizó cursos especializados en técnicas botánicas en el National Museum of Natural History (Smithsonian Institution) de Washington, D. C. Perdomo estudió Microscopia electrónica en la Universidad de Costa Rica, donde obtuvo el título de Magíster Scientiae, y en el año 2008 se graduó con honores de Doctor en Ciencias Naturales en la Universidad Johann Wolfgang Goethe en Frankfurt, Alemania.

Es pionero en los estudios de anatomía de la madera en la Isla La Española. Ha desarrollado una amplia labor de curación de la micoteca y xyloteca del herbario (JBSD) y de la xyloteca L (Instituto Politécnico Loyola). Ha recibido varios reconocimientos por el Comité de la Feria del Libro de Santo Domingo y Diploma de Honor del “Taller de Creatividad CODAL” (1979), por su labor como micólogo fue reconocido en “1000 World Leaders of Scientific Influence” por American Biographical Institute. Premio Nacional Ensayo Científico “Pedro Henríquez Ureña” (2008). Ha publicado varios trabajos científicos, tales como: *Diáspora: Bibliografía Micológica de la Española - Mycological bibliography of La Española* (bilingüe, 2005), *Los Hongos: El lenguaje de las formas y los colores* (2005) con Daniel Ortega y Linda Rodríguez Guglielmoni, *Hongos Comestibles de la República Dominicana: Guía de Campo* (2007) con D. J. Lodge y T. Baroni, *Karpós: Colección de frutos de la*

isla de Santo Domingo - Collection of fruits from the island of Santo Domingo (bilingüe, 2009), *Xylon: Catálogo sobre las colecciones de maderas de La Española-Catalogue of Wood collections in La Española* (bilingüe, 2010) al igual que un sinnúmero de artículos sobre los hongos de la isla La Española. Actualmente es profesor investigador del Instituto Tecnológico de Santo Domingo.

Email: omar.perdomo@intec.edu.do

Luis Enrique Rodríguez de Francisco

Es profesor del INTEC, República Dominicana. Ingeniero Agrónomo (1993), con maestría en Biotecnología Vegetal: mención Planificación (2007). Posee experiencia como coordinador de proyectos y programas en ciencias ambientales, biotecnología, educación ambiental, gestión y desarrollo comunitario, conservación de especies endémicas, estudios bioecológicos, trabajo comunitario, reforestación, propagación masiva de plantas, caracterización molecular de especies y estudio de impacto ambiental.

Coordinador de la Sub Área de Biología y del Laboratorio de Biología del INTEC. Investiga en temas relacionados con las ciencias ambientales, biotecnología, agricultura, la educación ambiental y trabajo comunitario. Ha participado como expositor en más de 50 eventos científicos y ha publicado 10 artículos científicos en diferentes revistas internacionales.

Email: luisrod95@gmail.com

Yolanda León

Profesora-investigadora del INTEC, República Dominicana. Licenciada en Biología de la Universidad Autónoma de Santo Domingo, República Dominicana (1997), máster en ciencias de la Universidad de Florida, Estados Unidos (2000) y doctora en Ciencias de la Universidad de Rhode Island, Estados Unidos (2004). Posee 14 años de experiencia como profesora universitaria e investigadora. Actualmente se desempeña como profesora investigadora y encargada del Laboratorio de Percepción Remota del INTEC. Es autora de 8 artículos científicos y ha presentado varias comunicaciones a eventos científicos.

Email: ymleon@intec.edu.do

Liz Paulino

Es auxiliar técnico-Laboratorio de Genética del INTEC desde el 2012. Actualmente trabaja en su tesis de la licenciatura en biología en la Universidad Autónoma de Santo Domingo. En sus capacitaciones más recientes ha recibido entrenamiento en Análisis Genómico; en Análisis de Microsatélites, en Notación genómica, así como en introducción a Python: todos en la Universidad de Puerto Rico, Recinto Mayagüez (2014).

Tiene Entrenamiento en Anotación Genómica en *Drosophila* por el Instituto de Botánica y Zoológica de la Universidad Autónoma de Santo Domingo en convenio con la Universidad de Puerto Rico Recinto Mayagüez.

Ha realizado trabajos para el Museo de Historia Natural (2009), en lo relativo al Proyecto de Investigación e Inventario de las Especies de Murciélagos en cuatro cuevas de la República Dominicana.

También colaboró en el Proyecto de investigación, Haití, conservación de la especie *Cyclura Cornuta* (2011); colaboró como Técnico investigadora en el Proyecto Caracterización de hábitad de anfibios y reptiles en una zona del Parque Nacional Loma Nalga de Maco. Universidad Autónoma de Santo Domingo (2012). En la actualidad se desempeña como Técnico Investigadora para el Proyecto Caracterización genética y grado de parentesco en *Eretmochelys imbricata* en el Acuario Nacional. (Convenio INTEC-Acuario Nacional).

Recibido: 01/08/2014 **Aprobado:** 15/10/2014

