



DARWINIANA

por Nora De Angelli

Nora De Angelli nos trae al recuerdo la vida de un hombre cuya mente, asombrosamente rápida, se perdió demasiado pronto en el mundo de las orquídeas

NOËL BERNARD: «LA MAYOR ESPERANZA DE LA BOTÁNICA FRANCESA».

Durante su corta pero productiva carrera, Noël Bernard (1874-1911) arrojó mucha luz sobre la naturaleza de los hongos endófitos que se encuentran en las orquídeas y su importancia para su supervivencia. Su mayor descubrimiento fue la germinación simbiótica de las semillas de orquídeas. Es la circunstancia en la que un hongo del suelo proporciona agua, nutrientes minerales y carbono a la plántula, compensando la falta de endospermo (las semillas de orquídeas tienen menores reservas de alimentos, tales como azúcares, aceites, etc. y además no pueden usarlos) típico de la familia *Orchidaceae*.

Un alumno precoz

Noël Léon Bernard nació en París, Francia, el 13 de marzo de 1874. Su padre, François Bernard, era comerciante de textiles y su madre, Marie-Marguerite, era sombrerera. Su padre murió a los 51 años, cuando Noël tenía sólo cinco años, dejando a su familia sin dinero. Sin embargo, su madre trabajó duro y también pidió dinero prestado para sufragar los estudios de su hijo. Para obtener algo más de dinero tras la muerte de su padre, Bernard trabajó en su tiempo libre como tutor de familias pudientes y, en ocasiones, de la realeza, incluida la de la princesa Marthe Bibesco (1886-1973), la escritora rumano-francesa.

Un estudiante brillante, entre los años 1895 y 1897 Bernard obtuvo sucesivamente una serie de títulos de Licenciatura en Ciencias en Matemáticas, Física y Ciencias Naturales (Biología y Geología). Fue un destacado estudiante y admirador de la obra y las ideas de Charles Darwin (1809-1882). Era considerado un hombre inteligente, lúcido, entusiasta y encantador, pero con una forma directa y franca de hablar que a veces antagonizaba con la de sus superiores.

A finales de 1898, Bernard comenzó una tesis doctoral sobre orquídeas bajo la tutela del profesor Julien



(imagen: wikipedia)

Costantin (1857-1936), miembro de la Academia Francesa de Ciencias, en el Departamento de Botánica de la *École Normale Supérieure* y la *École Polytechnique*. Paralelamente, durante 1899-1900, tomó cursos de microbiología en el Instituto Pasteur impartidos por algunos de los más grandes científicos de la época, Émile Duclaux (1840-1904), Pierre Paul Émile Roux (1853-1933) e Ilya Ilyich Mechnikov (1845-1916). Estos cursos le dieron una buena base en las técnicas que necesitaría para su investigación sobre la simbiosis orquídea-hongo e influyeron en su investigación futura.

Revelación de germinación

El 3 de mayo de 1899, a la edad de 25 años y todavía estudiando para su doctorado, mientras caminaba en el bosque de Fontainebleau cerca de Melun, donde prestaba su Servicio Nacional Militar, descubrió una infrutescencia muerta y podrida de la orquídea aclorofila *Neottia nidus-avis*.



(fotos © Nora De Angelli)



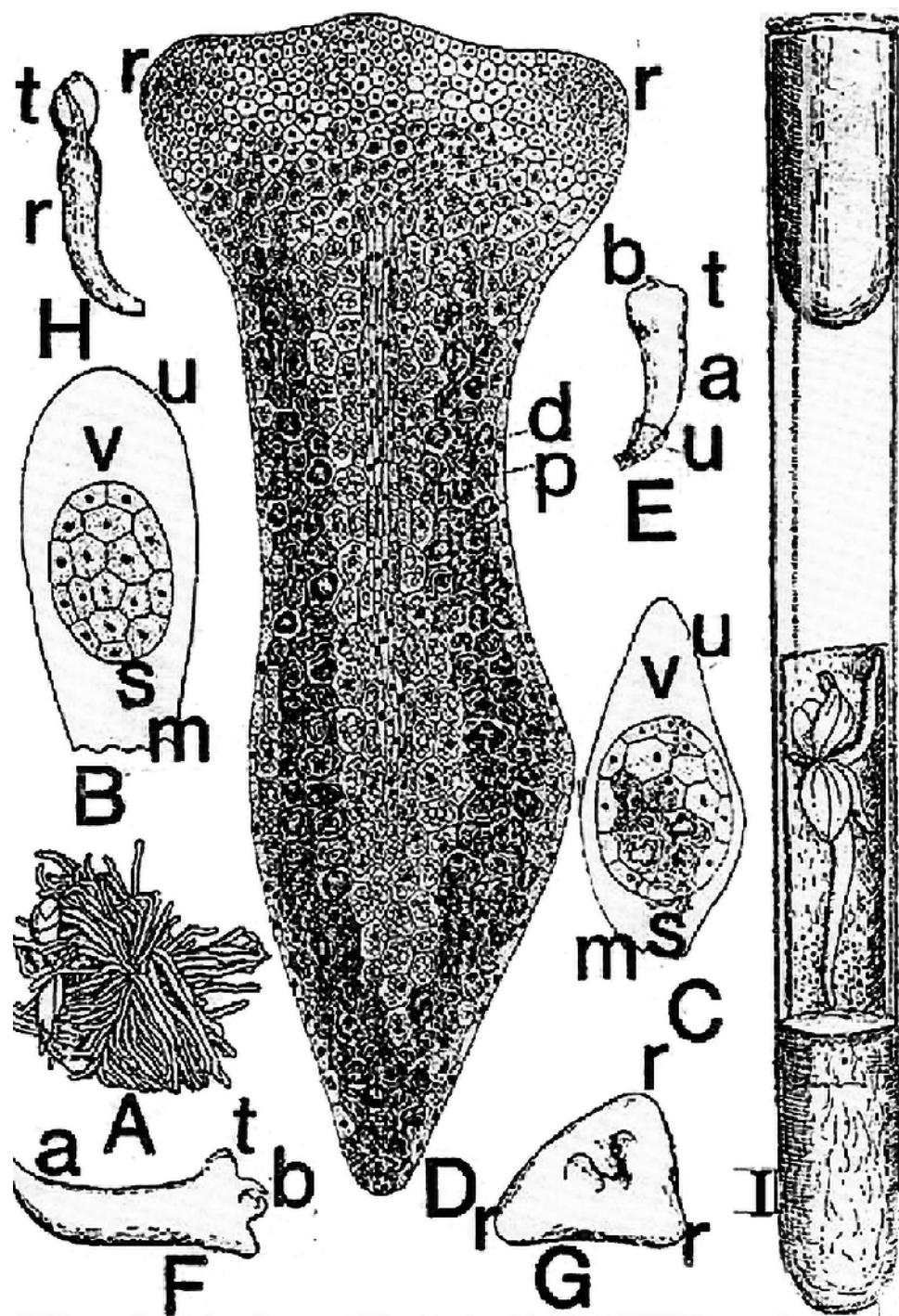
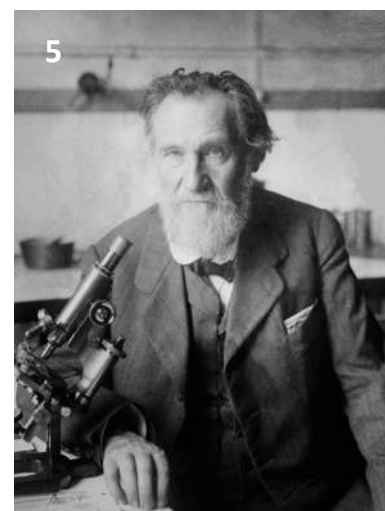
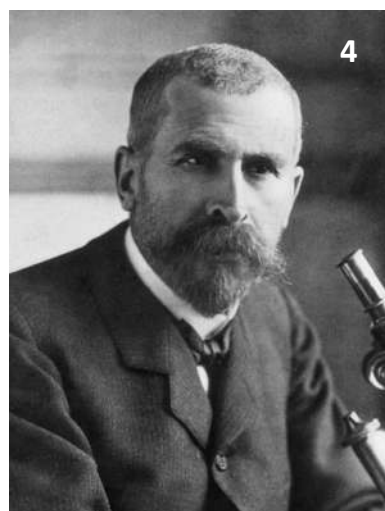
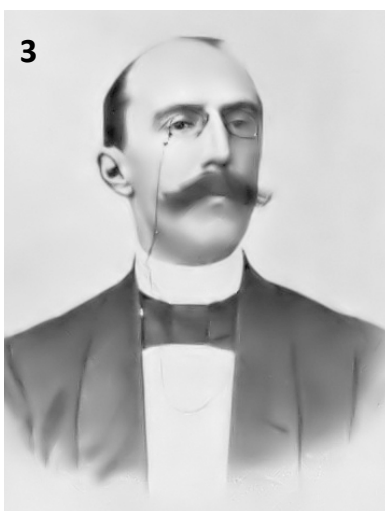
Arriba, izquierda: Planta madura de *Neottia nidus-avis*. **Centro:** Inflorescencia en detalle. **Derecha:** La inflorescencia deja paso a la infrutescencia, con numerosas cápsulas de semillas.

Abajo, izquierda: Cápsula de semillas antes de la dehiscencia (a la izquierda de la foto) y su dehiscencia, a la derecha de la foto.

Abajo derecha: Una vista del enmarañado rizoma subterráneo de *Neottia nidus-avis*, donde puede apreciarse su semejanza con el nido de un pájaro.

Derecha: Una ilustración mostrando la germinación de *Neottia nidus-avis*, extraída del artículo de Bernard bajo el título '*Études sur la tuberisation*'. El proceso llevó a Bernard a concluir que para la germinación de semillas de orquídeas en la naturaleza se requiere la colonización por un hongo micorrízico (imagen: cortesía de Joseph Arditti).

Abajo: Si bien es innegable el talento de Noël Bertrand, buena parte de su formación se debe a las insignes figuras con las que tuvo relación académica: los profesores Émile Duclaux (1), Joseph Magrou (2), Melchior Treub (3), Émile Roux (4) e Ilya Ilyich Mechnikov (5) (imágenes: wikipedia).



«Bernard era probablemente la mayor esperanza de la botánica francesa, y su muerte ha sido quizás una pérdida social mayor que la de Marie Curie o Henri Poincaré».

Director del Jardín Botánico de Bogor en Java, Indias Orientales Neerlandesas, hoy Indonesia.

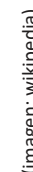
De hecho, la germinación había comenzado porque una especie de hongo del suelo (Sebacinales) había colonizado las semillas. Ya era de conocimiento general en aquella época que las orquídeas eran habitualmente infectadas por hongos micorrízicos, pero el «golpe de brillantez» de Bernard, como dice Jacquet (2007), fue establecer que la relación era absolutamente necesaria para la supervivencia de las orquídeas. Bernard publicó sus observaciones y conclusiones el 15 de mayo de 1899 en el *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, los informes semanales de las reuniones de la *Académie*, menos de dos semanas después del descubrimiento en trabajos de campo.

Las investigaciones del Dr. Bernard.

No solo continuó su trabajo sobre la germinación de semillas de orquídeas, sino que su tesis también había propuesto la teoría de que la formación de tubérculos, que él llamó «tuberculización», en *Ophrys* se debía a la infección fúngica simbiótica. Sugirió que, dado que esta infección crónica siempre estaba presente, las raíces tuberosas, características de muchas orquídeas, eran en realidad una consecuencia de la simbiosis fúngica en las plantas.

Defendió su tesis sobre tuberización en plantas en noviembre de 1901 y en 1902 se trasladó a Caen como profesor. Mencionando la claridad de las ideas de Bernard y su elegante escritura, su antiguo director de tesis, Julien Costantin, que había sido elegido miembro de la Academia Francesa de Ciencias, escribió «todos sus trabajos tienen como marca un toque de belleza».

Luego, pasó a aislar varias especies nuevas de hongos de más de 20 especies diferentes de orquídeas. Entonces inoculó semillas de orquídeas esterilizadas con los hongos y, en 1904, realizó la germinación simbiótica bajo condiciones controladas de laboratorio. Además, concluyó que los hongos de las orquídeas probablemente eran muy diversos y no compatibles de una especie de orquídea a otra. Aunque el logro de germinar con éxito semillas de orquídeas asimbióticamente (en ausencia del hongo) se atribuyó más tarde a investigadores como Lewis Knudson (1884-1958), Bernard fue el primero en lograr esto en 1908.



Comprendiendo la importancia de su descubrimiento, en la noche del hallazgo, Bernard escribió dos cartas -casi idénticas- a su primo, Joseph Émile Magrou (1883-1951), Jefe del Departamento de Fitopatología y Micología del Instituto Pasteur, y a su tío, Joseph Bernard. Describió en detalle la infrutescencia de *Neottia nidus-avis* del año anterior, que fue «enterrada accidentalmente en el suelo, bajo una capa de hojas muertas. En la primavera, las semillas, todavía dentro de la fruta, no habían sido liberadas, y sin embargo comenzaron a germinar».

Bajo el microscopio, Bernard vio las plántulas subterráneas de orquídeas que «jamás había examinado el ojo de un botánico». Observó que todas las semillas en germinación contenían hongos – «algunas capas de células están casi llenas con un grupo apretado de filamentos miceliales». Su genio entró en juego cuando concluyó que «las micorrizas son indispensables para la planta [semillas] durante el período de germinación [y] las plantas de *Neottia nidus-avis* están asociadas con sus hongos durante todas las etapas de desarrollo». La observación de que los filamentos miceliales fúngicos estaban asociados con todas las semillas, lo llevó a concluir que el hongo le estaba proporcionando nutrición, un fenómeno que lo motivó a proponer un mecanismo para la germinación de semillas de orquídeas.

Para describir mejor las plántulas jóvenes durante las primeras etapas de germinación, inicialmente utilizó el término «esférulas», que al poco sustituyó por el término «protocormo». El término protocormo, que en la actualidad se asocia principalmente con las orquídeas, fue acuñado originalmente como «*protocormen*» por el botánico holandés Melchior Treub (1851-1910),

También fue el primero en introducir *Rhizoctonia* (Familia *Ceratobasidiaceae*) como el nombre de los hongos simbióticos de orquídeas que aisló. En 1908, depositó dos cepas en el *Centraalbureau voor Schimmelcultures* en Utrecht, Países Bajos: CBS 125.08 (*Rhizoctonia lanuginosa* tomada de una raíz micorrízica de *Odontoglossum* sp.) y CBS 126.08 (*Rhizoctonia solani*, de *Vanda tricolor*, originalmente llamada *Rhizoctonia mucoroides*, que todavía está disponible para su distribución).

Esposo, padre, profesor.

En 1907, Bernard se casó con Marie-Louise Martin (1878-1946), una matemática de la *Ecole Normale Supérieure* de Fontenay-aux-Roses. Él tenía 33 años y ella 29. Se instalaron en el campo de Mathieu, Calvados, llevando un «estilo de vida remoto y muy libre [...] como lo hicieron Curie o Darwin» con Bernard pedalando en bicicleta todas las mañanas del año, para ir a su laboratorio.

El 30 de abril de 1908, la ya embarazada Marie-Louise fue a andar en bicicleta, pero sufrió una caída y su hijo Francis (1908-1990) nació prematuramente. Bernard mantuvo vivo al bebé (de 1,5 kg) alimentándolo con una mezcla de malta, agua y jugo

Abajo: Una postal de época del *Institut Botanique at Caen Jardin des Plantes*, con el invernadero anexo donde Noël Bernard llevaba a cabo diversas tareas de investigación. El edificio principal, así como el invernadero, siguen en pie (fotos en la columna derecha), exhibiendo una placa en memoria del insigne botánico, al que la muerte se llevó demasiado pronto (imágenes: wikipedia).



Arriba: Una ilustración de *x Rhynchanthe (x Vandachostylis) bernardii*, dedicada al profesor Noël Bernard, que apareció en 1935 en los *Archives du Muséum d'Histoire Naturelle*, París (imagen: Biodiversity Heritage Library).

de naranja o limón y colocándolo en una incubadora, que puede haber sido una de las incubadoras sobrantes de los días de Pasteur y aún en servicio. Francis Bernard sobrevivió y tuvo su propia y muy distinguida carrera como biólogo marino y mirmecólogo. Tuvo dos hijos y cuatro nietos, y murió el 16 de junio de 1990.

Durante el mismo año, Bernard se hizo cargo del curso de botánica en la Facultad de Ciencias de Poitiers y en 1909 fue nombrado profesor de botánica. Allí, llevó a cabo numerosas contribuciones importantes a la botánica, las orquídeas, las patatas, y la simbiosis. Dos trabajos importantes sobre hongos de orquídeas se publicaron en 1909, uno de los cuales fue la reseña definitiva de Bernard sobre la micorriza de orquídeas, *L'évolution dans la symbiose. Les orchidées et leurs champignons commensaux*.

Un fallecimiento prematuro.

El 19 de diciembre de 1910, Bernard recibió el Premio Saintour de la Academia Francesa de Ciencias por su investigación sobre las orquídeas, pero para entonces ya estaba gravemente enfermo. Muy débil, pero plenamente consciente hasta sus últimas horas, Noël Bernard perdió su larga batalla contra la tuberculosis el 26 de enero de 1911.

El profesor Francis Bernard, hijo de Noël Bernard, describió a su padre como el «Mozart de la biología vegetal» porque tanto el brillante científico de orquídeas como el gran compositor tuvieron su pico de brillantez y creatividad entre las edades de 22 y 35 años, y ambos murieron a mediados de los 30, Mozart a los 35 y Bernard a los 36 años de edad.

Como conferenciante y orador, su esposa, Marie-Louise Bernard, lo recordaba como «una voz cálida y profunda, un gesto elegante y una mente inteligente y suavemente irónica, enmascarando [...] un entusiasmo contagioso». En una nota tardía publicada por su esposa después de su muerte, Bernard (1911) también informó sobre la capacidad fungicida de las orquídeas: «incluso una infección relativamente limitada de la planta *Himantoglossum hircinum* es suficiente para que los tubérculos de la orquídea adquieran capacidad fungicida». A los ojos de Bernard, la capacidad fungicida inducida mató al hongo dentro de la planta de manera controlada, permitiéndole sobrevivir en el suelo durante el invierno y recolonizar la planta la primavera siguiente. Los compuestos antifúngicos de las orquídeas, conocidos como fitoalexinas, como hircinol, loroglossol y orchinol, fueron descubiertos más tarde como resultado de las observaciones de Bernard.



Arriba: Francis Bernard, hijo de Noël Bernard y Marie-Louise Martin, se vio influido por las experiencias de vida de sus padres, lo que le llevó a continuar su vida como científico (imagen: Wikipedia).

Un largo legado.

Tras su muerte, las obras y notas que quedaron inéditas fueron reunidas por su esposa Marie-Noël Bernard, y con ellas produjo dos libros de texto, *L'évolution des plantes*, en 1916, y *Principes de biologie végétale*, en 1921, y además completó algunas otras notas que Bernard estaba preparando antes de su muerte.

En 1935, Gaston Bultel, jardinero jefe y cultivador de orquídeas de la familia Rothschild, le dedicó una nueva orquídea híbrida intergenérica, $\times$ *Vandachostylis bernardii* (ahora $\times$ *Rhynchanthe bernardii*, *Vanda teres* $\times$ *Rhynchostylis retusa*) que también tiene el nombre *grex* Noël Bernard (Selosse et al. 2011). El nombre *grex* Noël Bernard también se ha dado a *Paphiopedilum primulinum* $\times$ *Paph. acmodontum*.

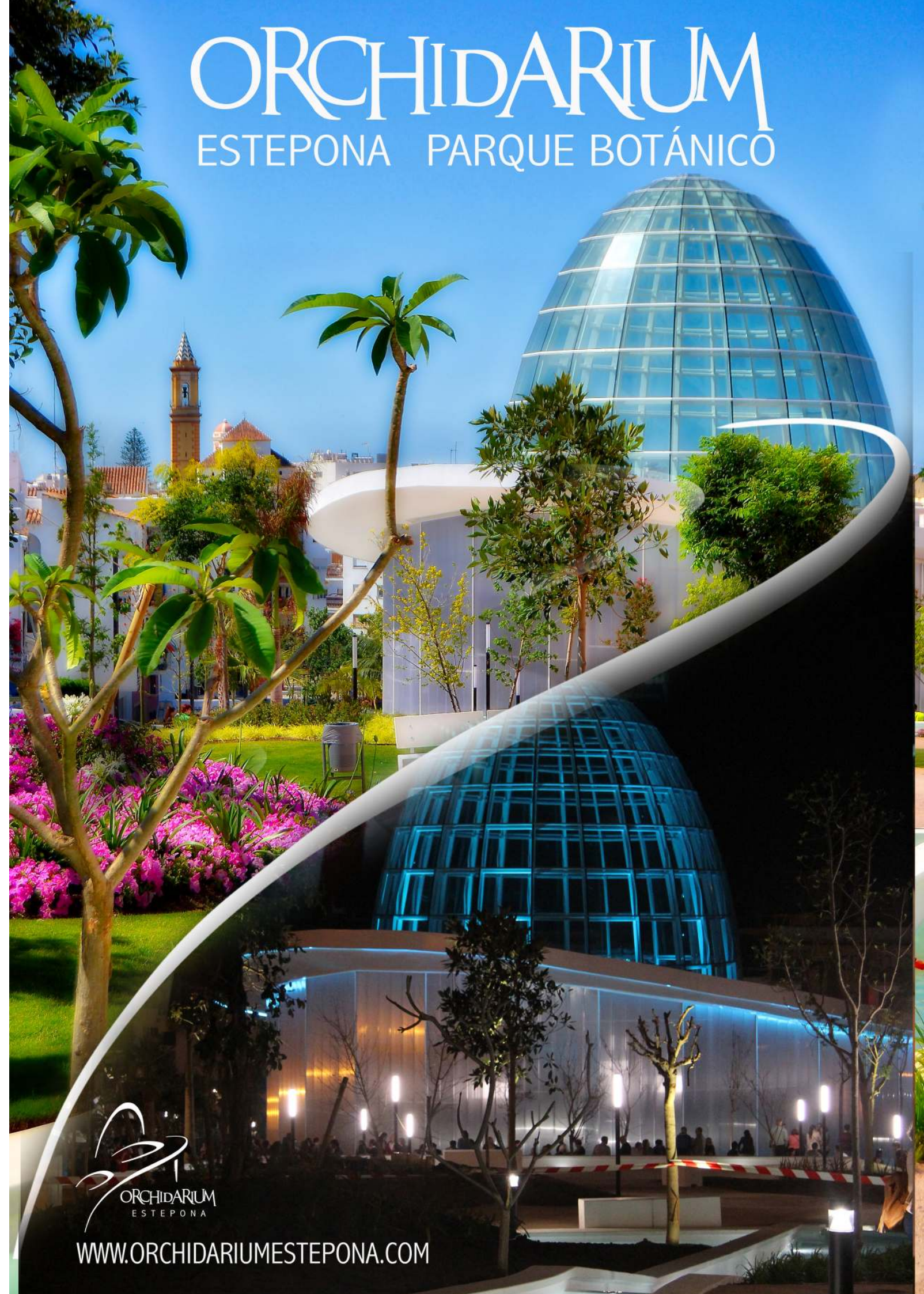
Junto con el descubrimiento mismo de las orquídeas por el filósofo Teofrasto en Europa y el establecimiento de la familia *Orchidaceae* por Lindley, el descubrimiento de Bernard de la micorriza de orquídeas es uno de los cinco descubrimientos de orquídeas más importantes, los otros dos son el método, de Lewis Knudson, para la germinación asibiótica de semillas, y la primera micropropagación de orquídeas, de Gavino Rotor.

En una carta a Joseph Magrou, el físico francés Jean Perrin (1870-1942), ganador del Premio Nobel de 1926, nos da una idea clara del rico potencial de Noël Bernard: «Hace poco vi a Jacques Loeb, un fisiólogo del Instituto Rockefeller. [...] Hablamos mucho de Noël, a quien admira mucho. Le dije que Bernard era probablemente la mayor esperanza de la botánica francesa y que su muerte había sido quizás una pérdida social mayor que la de [Marie] Curie o [Henri] Poincaré».

Agradecimientos: Me gustaría expresar mi gratitud al Dr. Joseph Arditti, Profesor Emérito de Biología en la Universidad de California, Irvine, por sus útiles sugerencias y comentarios, que mejoraron enormemente el manuscrito. Este artículo se publicó por primera vez en The Orchid Review en septiembre de 2022. Gracias al editor, James Armitage, por dar su permiso para volver a publicarlo aquí, y puede verse en inglés en: <https://www.rhs.org.uk/about-the-rhs/publications/the-orchid-review/the-orchid-review-digital-edition/online-september-2022>

Bibliografía y referencias:

Arditti, J (2010) *Plenary Presentation: History of orchid propagation*. As. Pac. J. Mol. Biol. Biotechnol. 18 (1): 171–174. **Arditti, J** (2022) *Orchids – discoverers and firsts*. S. Afr. J. Bot. 146: 815–848. **Bernard, NL** (1899) *Sur la germination du Neottia nidus-avis*. C. R. Hebd. Séances Acad. Sci. 128: 1253–1255. **Bernard, NL** (1900) *Sur les tuberculisations précoces chez les végétaux*. C. R. Hebd. Séances Acad. Sci. 130: 626–629. **Bernard, NL** (1901) *Sur la tuberculisation de la Pomme de terre*. C. R. Hebd. Séances Acad. Sci. 132, 355–357. **Bernard, NL** (1902a) *Etudes sur la tubérisation*. Rev. Gen. Bot. 14: 1–103. **Bernard, NL** (1902b) *Les conditions physiques de la tuberculisation chez les plantes*. C. R. Hebd. Séances Acad. Sci. 135: 706–708. **Bernard, NL** (1904a) *Recherches expérimentales sur les orchidées*. Rev. Gen. Bot. 9: 405–470. **Bernard, NL** (1904b) *Les champignons endophytes des orchidées*. C. R. Hebd. Séances Acad. Sci. 138: 828–830. **Bernard, NL** (1905) *Nouvelles espèces d'endophytes d'Orchidées*. C. R. Hebd. Séances Acad. Sci. 140: 1272–1273. **Bernard, NL** (1906) *Symbioses d'orchidées et de divers champignons endophytes*. C. R. Hebd. Séances Acad. Sci. 142: 52–54. **Bernard, NL** (1908) *La culture des orchidées dans ses rapports avec la symbiose*. Société Royale d'Agriculture et de Botanique de Gand, Gand. **Bernard, NL** (1909a) *Conférence sur l'origine de la Pomme de terre*. Bull. Soc. Acad. Agric. Belles Lettres, Sci. Arts de Poitiers 367: 223–241. **Bernard, NL** (1909b) *L'évolution dans la symbiose. Les orchidées et leurs champignons commensaux*. Ann. Sci. Nat. Bot. 9: 1–196. **Bernard, NL** (1911) *Sur la fonction fongicide des bulbes d'ophrydées*. Ann. Sci. Nat. Bot. 9, 221–234. **Bernard, NL** (1911) *Les mycorhizes des Solanum*. Ann. Sci. Nat. Bot. 9: 235–252. **Bernard, NL** (1916) *L'évolution des plantes*. Félix Alcan, Paris. **Bernard, NL** (1921) *Principes de biologie végétale*. Félix Alcan, Paris. **Bernard, F** (1990) *Memories and thoughts of my father*. Lindleyana 5: 55–57. **Boullard, B** (1985) *Un biologiste d'exception, Noël Bernard (1874–1911)*. Faculté des Sciences de Rouen, Rouen. **Jacquet, P** (2007) *A translation of the writings of Noël Bernard*. (eds Cameron, KM, Arditti, J & Kull, T) *Orchid Biology, Reviews and Perspectives* vol. IX, 311–431. New York Botanical Garden Press, Bronx, New York. **Jacquet, P & Arditti, J** (2007) Noël Bernard (eds Cameron, KM, Arditti, J & Kull, T). *Orchid Biology, Reviews and Perspectives* vol. IX, 313–314. New York Botanical Garden Press, Bronx, New York. **Rasmussen, H** (1995) *Terrestrial orchids from seed to mycotrophic plant*. Cambridge University, Cambridge. **Selosse, MA, Boullard, B & Richardson, D** (2011) *Noël Bernard (1874–1911): orchids to symbiosis in a dozen years, one century ago*. Symbiosis 54: 61–68. **Selosse, MA, Minasiewicz, J & Boullard, B** (2017) *An annotated translation of Noël Bernard's 1899 article 'On the germination of Neottia nidus-avis'*. Mycorrhiza 27(6): 611–618. **Taylor, DL** (2004) *Myco-heterotroph: fungus marriages: is fidelity over-rated?* The New Phytologist 163 (2): 217–221. **Treub, M** (1890) *Études sur Lycopodiacees*. Ann. Jardin Bot. Buitenzorg 8: 1–37. **Yam, TW, Nair, H, Hew, CS & Arditti, J** (2002) *Orchid seeds and their germination: An historical account* (eds Kull, T & Arditti, J). *Orchid biology: reviews and perspectives*, vol VIII: 387–504. •



ORCHIDARIUM



Limodorum abortivum.
Foto © Nora De Angeli.