



**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y OCEANOGRÁFICAS**

**Doctorado en Sistemática y Biodiversidad**

**DIVERSITY AND HISTORICAL BIOGEOGRAPHY OF *Colletotrichum*  
(Ascomycota, Glomerellales) SPECIES FROM NATURAL AND SEMI-  
NATURAL FORESTS IN SOUTH-CENTRAL CHILE**

A dissertation submitted to the Faculty of Natural and Oceanographic Sciences  
of the Universidad de Concepción for the degree of Doctor in Systematics and  
Biodiversity

By: Mario Zapata Quiroga

Advisor: Dr. Götz Palfner

Co-advisors: Dr. Ulrike Damm  
Dr. Enrique Rodríguez Serrano

October 2024

Concepción, Chile

## GENERAL ABSTRACT

*Colletotrichum* is one of the most prevalent and economically significant plant-pathogenic genera worldwide. A considerable number of species cause anthracnose on a wide host range, including woody and herbaceous plants. While most studies focus on species infecting crops of high commercial interest, there are few studies on wild plants.

The diversity of *Colletotrichum* on native trees in natural and semi-natural forests in Chile has been insufficiently studied, although the genus has been frequently detected in native forests by the by the Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), the national plant protection organization. However, some of these strains are conserved in the Chilean Collection of Microbial Genetic Resources (RGM) and were available for a comprehensive study, especially since most of them have only been identified at the species complex level. Interestingly, many of them show a close relationship with species known from Oceania suggesting a potential biogeographical connection.

This dissertation therefore examines the existing knowledge of *Colletotrichum* in natural ecosystems, the diversity of species in native forests in south-central Chile, and the most probable origin of their diversification. To achieve these objectives, first, a synthesis of published research on *Colletotrichum* in native vegetation is provided, following the PRISMA protocol for systematic reviews. Secondly, the identification of *Colletotrichum* species occurring in native woody

plants was determined using a polyphasic approach that included the comparison of morphological characters, multi-locus phylogenetic analyses, and coalescent-based species delimitation methods. Finally, the most probable temporal and spatial diversification of the Chilean *Colletotrichum* species and the complexes to which they belong was inferred through a biogeographic approach using a time-calibrated phylogeny and a Dispersal-Extinction-Cladogenesis (DEC) model of range evolution.

The main results revealed that research on *Colletotrichum* in natural ecosystems is scarce, predominantly conducted in tropical regions, and mainly focused on ecological aspects. The diversity study based on 50 strains examined in the *C. acutatum* and *C. boninense* complexes identified six known species, which were recorded as *C. arboricola*, *C. brassicicola*, *C. godetiae*, *C. pyricola*, *C. rhombiforme* and *C. roseum*. Additionally, four species new to science were described as *C. americanum*, *C. laurosilvaticum*, *C. palki*, and *C. perseicola*. The biogeographic analyses indicated a potential Chilean-Patagonian origin of the *C. acutatum* complex and a clear Holarctic origin of the *C. boninense* complex. Most of the Chilean species with disjunct distribution in Oceania, or those closely related to oceanic taxa, according to our analysis, diverged from common ancestors that inhabited the Chile-Patagonian, Neotropical, and Novozealandic floristic realms. However, the divergence time of these ancestors was too late to support a Gondwanan origin. Therefore, the current distribution was explained by in long-distance dispersal events that occurred after the Gondwana Era.

## RESUMEN GENERAL

*Colletotrichum* es uno de los géneros fitopatógenos más prevalentes y de mayor importancia económica en todo el mundo. Un número considerable de especies causan antracnosis en un amplio rango de hospederos, incluyendo plantas leñosas y herbáceas. Mientras que la mayoría de los estudios se centran en especies que infectan cultivos de gran interés comercial, existen pocos estudios sobre plantas silvestres.

La diversidad de *Colletotrichum* en árboles nativos en bosques naturales y semi-naturales de Chile ha sido insuficientemente estudiada, aunque el género es frecuentemente detectado en bosques nativos por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), el organismo nacional de protección fitosanitaria. Sin embargo, algunas de estas cepas se conservaron en la Colección Chilena de Recursos Genéticos Microbianos (RGM) y estaban disponibles para un estudio exhaustivo, especialmente porque la mayoría de ellas sólo se han identificado a nivel de complejo de especies. Interesantemente, muchas de ellas muestran una estrecha relación con especies conocidas de Oceanía, lo que sugiere una posible conexión biogeográfica.

Por lo tanto, esta tesis examina el conocimiento existente sobre *Colletotrichum* en ecosistemas naturales, la diversidad de especies en bosques nativos del centro-sur de Chile y el origen más probable de su diversificación. Para lograr estos objetivos, en primer lugar, se presenta una síntesis de las

investigaciones publicadas sobre *Colletotrichum* en vegetación nativa, siguiendo el protocolo PRISMA para revisiones sistemáticas. En segundo lugar, se determinaron de las especies presentes de *Colletotrichum* en plantas leñosas nativas mediante un enfoque polifásico que incluye la comparación de caracteres morfológicos, análisis filogenéticos multilocus y métodos de delimitación de especies basados en la coalescencia. Finalmente, se infirió la diversificación espacial y temporal más probable de las especies chilenas de *Colletotrichum* y de los complejos a los que pertenecen mediante un enfoque biogeográfico, utilizando una filogenia calibrada en el tiempo y un modelo de Dispersión-Extinción-Cladogénesis (DEC) de evolución de rango ancestral.

Los principales resultados revelaron que la investigación sobre *Colletotrichum* en ecosistemas naturales es escasa, se realiza predominantemente en regiones tropicales y se centra principalmente en aspectos ecológicos. El estudio de diversidad basado en 50 cepas examinadas en los complejos *C. acutatum* y *C. boninense* identificó seis especies conocidas, que se reportaron como *C. arboricola*, *C. brassicicola*, *C. godetiae*, *C. pyricola*, *C. rhombiforme* y *C. roseum*. Además, se describieron cuatro especies nuevas para la ciencia como *C. americanum*, *C. laurosilvaticum*, *C. palki* y *C. perseicola*. Los análisis biogeográficos indicaron un posible origen chileno-patagónico del complejo *C. acutatum* y un claro origen holártico del complejo *C. boninense*. La mayoría de las especies chilenas con distribución disjunta en Oceanía, o aquellas estrechamente relacionadas con taxones oceánicos, según nuestro análisis,

divergieron de ancestros comunes que habitaron los reinos florísticos Chileno-Patagónico, Neotropical o Neozelandés. Sin embargo, el tiempo de divergencia de estos ancestros era demasiado tardío para apoyar un origen Gondwánico. Por lo tanto, la distribución actual se explica por eventos de dispersión a larga distancia que ocurrieron después de la Era de Gondwana.