



UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

*PROGRAMA CONJUNTO DE DOCTORADO EN BIOTECNOLOGIA*

**EFFECT OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI AND  
PLANT GROWTH-PROMOTING RHIZOBACTERIA ON  
VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS IN *Vitis vinifera* L.**

Alexis Andrés Velásquez Sáez

Tesis presentada para la obtención del Grado Académico  
DOCTOR EN BIOTECNOLOGIA

Director de Tesis: Dr. Michael Seeger Pfeiffer

July, 2020

## Abstract

Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) are beneficial microorganisms that improve plant stress tolerance, nutrition, and growth. AMF and PGPR enhance the production of plant secondary metabolites, including volatile organic compounds (VOCs) that play a key role in the interaction of plants with the environment and are involved in defence mechanisms. The hypothesis of this study was that AMF and PGPR affect the production of VOCs in grapevine plants. The specific aims were (i) to characterise AMF associated to vineyards of Central Chile, (ii) to characterise PGPR associated to vineyards of Central Chile, (iii) to determine the effect of AMF and PGPR in growth parameters of grapevine plants, and (iv) to determine the effect of AMF and PGPR on VOCs and on the expression of geranyl diphosphate synthase and farnesyl diphosphate synthase in grapevine. The analysis of AMF diversity showed dominance of *Glomeraceae* in all the study sites, while PGPR were mainly represented by *Proteobacteria*. Three experiments were set up to evaluate the effect of AMF and PGPR on VOCs. Grapevines were inoculated with the AMF and/or PGPR. All microbial inocula promoted plant growth. Additionally, AMF strongly affected total VOC concentration, increasing up to 67% in roots and 84% in leaf tissue compared to control plants. Monoterpene alcohols related to plant defence, such as myrtenol, *p*-cymen-7-ol and *p*-mentha-1.8-dien-7-ol were increased in roots of mycorrhizal grapevines. Interestingly AMF increased elicitors such as (*E*)-2-hexenal, geraniol, benzaldehyde and methyl salicylate in *V. vinifera* cv. Cabernet Sauvignon and cv. Sangiovese. In addition, a significant reduction of C<sub>13</sub>-norisoprenoids was detected in leaf tissue after mycorrhizal treatments of both cultivars, indicating conserved responses of grapevine to mycorrhizal colonisation. The knowledge of the effects of AMF and PGPR on grapevine VOCs may contribute to an integrated and sustainable management of vineyards.

## **“Efecto de hongos micorrízicos arbusculares y bacterias promotoras del crecimiento vegetal sobre los terpenos volátiles en *Vitis vinifera* L.”**

### **Resumen**

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (RPCV) son microorganismos benéficos que mejoran la tolerancia al estrés, la nutrición y el crecimiento de plantas. Los HMA y las RPCV promueven la producción de metabolitos secundarios, incluyendo los compuestos orgánicos volátiles (COVs), los cuales juegan un rol clave en la interacción de las plantas con el ambiente y están involucrados en mecanismos de defensa. La hipótesis de este estudio fue que los HMA y las RPCV afectan la producción de COVs en plantas de vid. Los objetivos específicos fueron (i) caracterizar los HMA asociados a viñedos de la zona central de Chile, (ii) caracterizar las RPCV asociados a viñedos de la zona central de Chile, (iii) determinar el efecto de HMA y RPCV sobre parámetros de crecimiento en plantas de vid, (iv) determinar el efecto de HMA y RPCV sobre los COVs y la expresión de los genes geranyl difosfato sintasa y farnesil difosfato sintasa. El análisis de diversidad de HMA exhibió dominancia de *Glomeraceae* en todos los sitios de estudio, mientras que las RPCV estuvieron representadas principalmente por *Proteobacteria*. Se realizaron tres experimentos para evaluar el efecto de los HMA y las RPCV sobre los COVs en vides. Las plantas fueron inoculadas con HMA o RPCV. Todos los inóculos microbianos promovieron el crecimiento de las plantas de vid. Adicionalmente, los HMA incrementaron los COVs un 67% en raíces y hasta un 84% en tejido foliar en comparación a las plantas control. Se observó el incremento de los monoterpenos alcoholes relacionados con defensa de plantas, tales como mirtenol, *p*-cimen-7-ol y *p*-menta-1.8-dien-7-ol en raíces de vides micorrizadas. Interesantemente, los HMA aumentaron elicitores como (*E*)-2-hexenal, geraniol, benzaldehído y salicilato de metilo en tejido foliar de *V. vinifera* cv. Cabernet Sauvignon y cv. Sangiovese. Adicionalmente, en plantas micorrizadas se observó en tejido foliar una reducción significativa de los C<sub>13</sub>-norisoprenoides en ambos cultivares, indicando una respuesta conservada de las vides a la colonización micorrízica. El conocimiento de los efectos de los HMA y RPCV sobre la producción de COVs en plantas puede contribuir a un manejo integrado y sustentable de los viñedos.