



Universidad de Concepción
Dirección de Postgrado
Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas -Programa de Doctorado en Ciencias
Biológicas área Botánica

**Respiratory response to temperature variations under drought
in evergreen *Nothofagus* species from Chile and New Zealand
(Respuesta de la respiración a la temperatura bajo sequía en
especies siempreverdes de *Nothofagus* de Chile y Nueva
Zelandia)**

CAROLINA ELISA SANHUEZA INALAF
CONCEPCIÓN-CHILE
2013

Supervisors: Luis Corcuera Perez
Matthew Turnbull

Dpto. de Botánica, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas
Universidad de Concepción

I. ABSTRACT

It has been postulated that frequency and intensity of droughts is likely to increase around the globe. Drought typically has a greater proportional inhibitory effect on photosynthesis than on respiration. However, the effects of water stress on respiration at the physiological level are poorly understood. Experimental evidence does not support a clear pattern of respiratory responses to water stress. Many attributes of evergreen *Nothofagus* species from Chile and New Zealand appear remarkably similar. I investigated the responses of to temperature under drought and how changes in water availability may affect the maintenance of positive carbon balance in their respective habitat and in glasshouse conditions. An overarching notion is that drought tolerant evergreen *Nothofagus* species in Chile and in New Zealand (*N. dombeyi* and *N. solandri*; respectively) are capable of greater adjustments in respiration in response to drought than their less drought tolerant counterparts (*N. nitida* and *N. menziesii*), which allow them to maintain a positive carbon gain under drought. Furthermore, I studied the physiological mechanisms involved in the adjustment of respiration under water stress and the role of the alternative pathway (AP). This seems an important mechanism which allows plants to cope with low water availability by supporting adjustments in respiration. A_{\max} and R_d were measured during drying and re-wetting cycles. In addition, respiratory pathway changes were evaluated by oxygen isotope fractionation and protein analyses. I suggest that the more drought tolerant species seem to be favoured in their carbon gain when the water availability moderately decreases in field during summer. Despite *Nothofagus* species show different A_{sat} and R_d they were able to maintain homeostatic foliar R_d/A_{sat} during summer attributed to positive correlation between photosynthesis and respiration. In the glasshouse when photosynthesis is suppressed by water stress the

response of respiration was variable between species. *N. solandri* and *N. nitida* were more flexible in their respiratory response, increasing respiration under moderate water deficit but showing a decrease in R_d at severe water deficit. *N. dombeyi* and *N. menziesii* maintained unchanged respiration under water stress. The unchanged respiration in this species, generate that under severe water deficit, foliar R_d/A_{sat} is significantly increased. With respect to discrimination analysis, I found that D was unchanged along the water deficit treatment this was interpreted as relatively constant electron flux through the cytochrome pathway (CP). However, the protein abundance (AOX/COX) changed. Our results suggest that the differential drought tolerance reported for evergreen *Nothofagus* is highly related with the photosynthetic response under mild drought. However, when water deficit increase and photosynthesis is suppressed the maintenance of respiration results important supporting the metabolism and ultimately plant survival under conditions of sustained or severe water stress conditions. Finally, I suggest that AP may play some role during and after a drought period, working together with the CP to increase the energy and regenerating the osmoregulatory mechanisms that may have been damaged during the water stress.

II. RESUMEN

En los últimos años se ha postulado que la frecuencia e intensidad de la sequía probablemente incremente en el planeta. A pesar que la sequía tiene mayor efecto inhibitorio sobre la fotosíntesis que la respiración, poco se sabe sobre el efecto del déficit hídrico sobre la respiración a nivel fisiológico y la evidencia experimental no ha mostrado un claro patrón de respuesta respiratoria al déficit hídrico. En su tolerancia al clima y en otros muchos atributos las especies siempreverdes de *Nothofagus* de Chile y Nueva Zelandia resultan ser muy similares. Se investigó la respuesta de la respiración a la temperatura bajo déficit hídrico, y como cambios en la disponibilidad hídrica podrían afectar el balance de carbono. Se estudió la respuesta fisiológica de la fotosíntesis y la respiración en sus respectivos hábitats de crecimiento e invernadero. Una idea general es que especies más tolerantes a la sequía tanto en Chile como en Nueva Zelandia (*N. dombeyi* y *N. solandri*; respectively) son capaces de un mayor ajuste en su respiración que sus contrapartes menos tolerantes (*N. nitida* y *N. menziesii*) lo cual les permitiría mantener un positivo balance de carbono bajo estrés hídrico. Además, se estudió los mecanismos fisiológicos involucrados en el ajuste de la respiración bajo sequía y el rol de la vía alternativa (AP). Este parece ser un importante mecanismo que permitiría a las plantas hacer frente a la baja disponibilidad de agua contribuyendo al ajuste en la respiración. Se midió asimilación de carbono (A_{sat}) y respiración oscura (R_d) en un ciclo de sequía y posterior rehidratación. Además, cambios en ambas vías respiratorias mitocondriales fueron evaluados mediante la técnica de fraccionamiento de isótopos de oxígeno y análisis de proteínas. Se sugiere que las especies más tolerantes al estrés hídrico parecen ser más favorecidas en su ganancia de carbono cuando la disponibilidad hídrica disminuye moderadamente durante el verano. A pesar que las especies de *Nothofagus* mostraron diferentes A_{sat} y R_d , todas las especies fueron capaces de mantener un

homeostático R_d/A_{sat} foliar durante la estación de verano lo cual fue atribuido a la correlación positiva entre fotosíntesis y respiración. Cuando el estrés hídrico fue lo suficientemente severo para suprimir la fotosíntesis, la respiración fue variable entre las especies. *N. solandri* y *N. nitida* fueron más flexibles en su respuesta respiratoria, incrementando la respiración a moderado déficit hídrico, pero incrementando R_d bajo estrés hídrico severo. *N. dombeyi* y *N. menziesii* no cambiaron su respiración bajo ningún nivel de déficit hídrico. El no cambio de la respiración en estas especies, generó que bajo estrés hídrico severo la proporción R_d/A_{sat} fuera significativamente incrementada, indicando un fuerte desbalance en la ganancia de carbono. Respecto a los análisis de discriminación isotópica (D), encontramos que D no cambió a lo largo del tratamiento de déficit hídrico lo que fue interpretado como flujo constante de electrones a través de la CP. Sin embargo, la abundancia de proteínas (AOX/COX) cambió. Los resultados sugieren que la diferencial tolerancia a la sequía reportada para los *Nothofagus* siempreverdes está particularmente relacionada con su respuesta fotosintética a estrés hídrico leve a moderado. Sin embargo, cuando el déficit hídrico incrementa lo suficiente para suprimir la fotosíntesis, el mantenimiento de la respiración resulta vital para soportar el metabolismo y en última instancia la supervivencia de estas especies bajo condiciones de severo y prolongado estrés hídrico. Finalmente, se sugiere que AP probablemente puede cumplir un rol importante durante y posterior a un déficit hídrico, trabajando junto con la CP para incrementar la energía y ayudando a regenerar los mecanismos osmorregulatorios que pueden haber sido dañados durante el déficit hídrico.