

a62566

UNIVERSIDAD NACIONAL ANDRÉS BELLO



2 5611 00030 7145



UNIVERSIDAD
ANDRÉS BELLO

639.8062

C532e

2008

C.I

FACULTAD DE ECOLOGÍA Y RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR

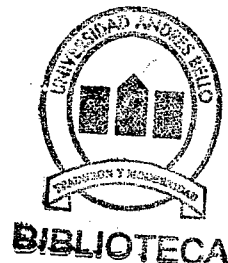
CARRERA DE INGENIERÍA EN ACUICULTURA

**"Efecto del cobre sobre las respuestas fotosintéticas de
esporofitos juveniles de *Lessonia nigrescens* Bory
(Phaeophyceae).**

Tesis de Grado para optar al Grado Académico de Magíster en Acuicultura y al
Título Profesional de Ingeniero en Acuicultura

AUTOR: Constanza Chianale Cerda.

PROFESOR GUÍA: Juan Alberto Correa Maldonado.



Santiago de Chile, octubre de 2008.

RESUMEN

Lessonia nigrescens es una especie de importancia económica en nuestro país. Estudios ecológicos y ecotoxicológicos muestran una disminución de la abundancia de esta especie en el norte de Chile, como consecuencia del proceso de extracción industrial de cobre (Cu), cuyos desechos han modificado los ecosistemas marinos costeros. Las condiciones que favorecen la supervivencia de *L. nigrescens* y las respuestas fotosintéticas que posee frente a la exposición a Cu, son aún poco conocidas y de gran interés biológico. El objetivo del presente estudio fue determinar los efectos del Cu sobre las respuestas fotosintéticas de esporofitos juveniles de *L. nigrescens* sometidos a distintas concentraciones de Cu en laboratorio. Esporofitos juveniles de *L. nigrescens*, de 6-8 cm recolectados en Las Cruces, fueron cultivados durante 24 días a concentraciones de: 0,4, 17,1, 36,5 y 96,4 μg de Cu L^{-1} .

Los esporofitos sometidos a la más alta concentraciones de Cu presentan, al final del experimento, una disminución significativa ($p < 0,05$) del contenido de clorofila *a*, clorofila *c* y un aumento significativo ($p < 0,05$) en los niveles de β -carotenos, no observándose cambios en los niveles de fucoxantina. Se ha observado que los mecanismos ligados a la inhibición de la fotosíntesis por metales pesados, se encuentran asociados con la disminución de la clorofila *a*, estudios en algas han demostrado que la disminución de este pigmento se debe a la sustitución del Mg^{2+} de la clorofila *a* por cobre en el CR del PSII, condición que se relaciona con aumentos en la eficiencia del complejo partidor de agua (F_0/F_v) y disminución en la eficiencia fotosintética (F_v/F_m). En este estudio observamos, en los esporofitos expuestos a la más alta concentración de cobre, un incremento en los valores de F_0/F_v , asociado a una baja en F_v/F_m , lo cual nos sugiere que la disminución de la concentración de clorofila *a* de éstos individuos de *L. nigrescens* está probablemente dado por la sustitución del Mg^{+2} por moléculas de cobre.

En el presente estudio, a pesar de presenciarse un aumento inicial en los niveles basales de fluorescencia (F_o) y fluorescencia máxima (F_m) en todos los esporofitos expuestos a cobre, estos dos parámetros posteriormente disminuyen en los organismos expuestos a las dos más altas concentraciones de cobre utilizadas, registrándose en estos individuos una disminución de la F_v/F_m en un 40% lo cual se relaciona con una disminución en la proporción de energía que absorben (ABS/C_s), atrapan (TR_o/C_s) y entregan (ET_o/C_s) a la cadena transportadora de electrones.

Para evitar o reducir el daño asociado a condiciones de estrés, los individuos presentan diversos mecanismos de defensa tales como la activación del ciclo de las xantofilas. En los individuos expuestos a la más alta concentración de cobre, el incremento en los niveles de NPQ, el aumento significativo en la concentración de β -caroteno y el aumento de la energía disipada (DI_o/C_s), nos sugiere una activación del ciclo de las xantofilas como mecanismo de disipación de la energía en exceso, sin embargo, la posterior disminución DI_o/C_s , sugiere ineficiencia de éste mecanismo a los 24 días de exposición a cobre.

En los esporofitos expuestos a las dos más altas concentraciones de Cu, el aumento de F_o/F_v , y un ineficiente aparato fotosintético, generan formación de especies reactivas de oxígeno (ROS), las cuales explicarían el aumento significativo ($p < 0,05$) en la concentración de lipoperóxidos observados en estos ejemplares.

Un evidente daño celular es observado, mediante cortes de microscopía electrónica de transmisión, en ejemplares de *L. nigrescens* expuestos a diferentes concentraciones con cobre durante 24 días. A medida que aumenta la concentración de cobre utilizada, se observa una pérdida o lisis de células de la primera capa celular externa, retracción del protoplasto y pérdida de organelos estructuralmente definidos tales como núcleo, mitocondrias, tilacoides y cloroplastos.

En síntesis, estos hallazgos demuestran que los esporofitos juveniles de *L. nigrescens* expuestos a las concentraciones de 0,4 y 17,1 $\mu\text{g Cu L}^{-1}$ en el medio de cultivo durante 24 días, son capaces de mantenerse en buenas condiciones, sin verse significativamente afectados por este metal como consecuencia de mecanismos eficientes de tolerancia y de defensa. Por el contrario, los esporofitos juveniles expuestos a las concentraciones de 36,5 y 96,4 $\mu\text{g Cu L}^{-1}$, presentan, una inhibición significativa de la fotosíntesis, estrés oxidativo con formación de lipoperóxidos y significativas repercusiones a nivel de ultraestructura celular.

Este estudio aporta importante información con respecto a la fisiología de *Lessonia nigrescens*, y sus respuestas frente al cobre, de potencial utilidad para el desarrollo de cultivos industriales, así como para estrategias de repoblamiento de esta importante alga.