

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La quinoa (*Chenopodium quinoa*) es una planta halófila de origen sudamericano de la cual se han descubierto más de 4000 variedades diferentes. Es un pseudocereal resistente al estrés abiótico, como los saladares, zonas húmedas o con escasez de agua. La quinoa, además, ofrece una importante fuente de proteína ya que contiene todos los aminoácidos esenciales. El objetivo principal de este trabajo es estudiar los mecanismos fisiológicos de adaptación al estrés salino de las variedades de la planta de quinoa *Amarilla marangani* (AM) y *Titikaka* (Titi). Para ello se han realizado estudios de las llamadas *bladder cells*, que se encuentran en el tallo y en las hojas de la planta, ya que éstas están implicadas en los procesos de tolerancia a la salinidad.



Figuras 1 y 2. Imágenes de plantas de quinoa (*Chenopodium quinoa*)

MATERIALES Y METODOLOGÍA

Las semillas de las variedades de quinoa AM y Titi fueron esterilizadas, posteriormente colocadas en una placa Petri con papel de filtro humedecido con agua destilada y en oscuridad hasta su germinación. Una vez germinadas, las plántulas se trasladaron a una cámara de crecimiento controlado (16/8 h de luz/oscuridad a 26°C), en bandejas con vermiculita humedecida con agua destilada. Pasados 12 días, las plantas se trasladaron a contenedores de 15 L en cultivo hidropónico (disolución nutritiva Hoagland). Las plantas crecieron en tratamiento control y en tratamiento de 150 mM de NaCl. Se tomaron 3 réplicas biológicas de cada variedad y tratamiento, y se determinó densidad y diámetro glandular. Estos parámetros fueron determinados mediante una lupa estereomicroscópica Olympus SZ, equipada con una cámara ProgRes C12 Plus. Las imágenes fueron procesadas con el programa Image J. Para realizar el estudio de aniones y cationes, se tomaron muestras de hojas y raíz a los 7 días de tratamiento. Las muestras se colocaron en una estufa durante 4 días a 65 °C. Una vez secado, el material fue triturado por un molino mezclador durante 20 minutos hasta obtener un polvo homogéneo y fino. La cuantificación de cationes y aniones se llevó a cabo en el Servicio de Ionómica del CEBAS-CSIC.

Los resultados se analizaron aplicando el Test de Tukey con una significancia de 0,05.

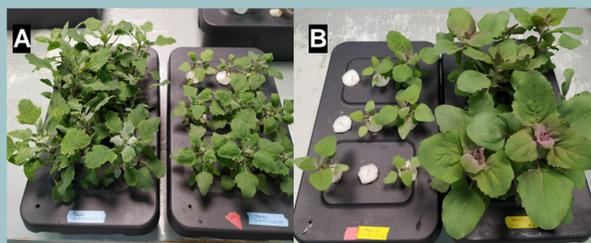


Figura 3. Plantas de quinoa (A) Variedad *Titikaka* (B) Variedad *Amarilla marangani*



Figura 4. Muestras en agitador rotativo para tubos Fisherbrand

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En los parámetros morfológicos se observaron diferencias significativas ocasionadas por el tratamiento salino. El efecto de la salinidad se vio en diferentes aspectos. En primer lugar, en el peso total de la planta (figura 6/A), que se vio reducido en ambas variedades, tanto en la parte aérea como en la raíz. Respecto a los diámetros de los tallos (figura 6/B), se observó una disminución importante en las plantas con el tratamiento en comparación con las plantas control. En los entrenudos ocurrió lo contrario, donde la salinidad hizo disminuir su número únicamente en la variedad AM. Respecto a la altura de la planta y longitud de la raíz, no se observaron diferencias significativas. En cuanto a glándulas se han realizado comparaciones de dos maneras diferentes: una de ellas comparando ambas variedades entre sí y la otra comparando haz y envés.

Los resultados muestran que la salinidad provocó un aumento de la densidad glandular en la variedad AM (figura 6/C), mientras que no hubo diferencias significativas en Titi. Respecto al diámetro glandular (figura 6/D) se observó un aumento de tamaño en la variedad Titi en el tratamiento salino. Además, se comprobó que el número de glándulas en ambas variedades es siempre superior en el envés de la hoja con respecto al haz.

Respecto al estudio de los aniones nitrato, sulfato y fosfato, hay una tendencia descendente por variedad y tratamiento salino. Sin embargo, se observó una importante acumulación del anión cloruro (figura 5/A) en el tratamiento salino en ambas variedades.

El análisis de la concentración de cationes en ambas variedades mostró diferencias significativas en Ca, K (figura 5/C), Mn, P y S, siendo menor la concentración en las plantas con tratamiento salino. Como cabía esperar, con la aplicación del tratamiento salino la concentración del catión Na (figura 5/B) aumentaba de forma significativa en ambas variedades en el tratamiento salino. En ambas variedades, los valores del ratio Na/K (figura 5/D) fueron diferentes significativamente, mostrando un aumento muy pronunciado en las plantas sometidas a salinidad.

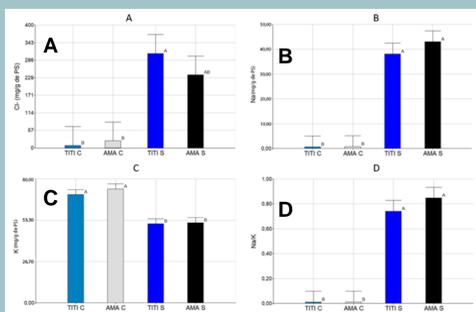


Figura 5. Concentración de nutrientes en hoja de plantas de quinoa crecidas en tratamiento control y 150 mM de NaCl. (A) Cl⁻, (B) Na⁺, (C) K⁺ y (D) ratio Na/K.

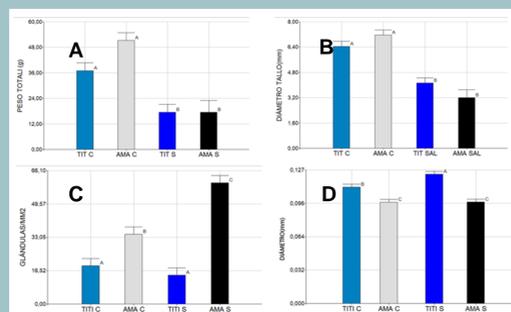


Figura 6. Comparación de la morfología de las plantas de quinoa crecidas en tratamiento control y 150 mM de NaCl. (A) Peso total, (B) diámetro del tallo, (C) glándulas/mm², (D) diámetro de glándulas

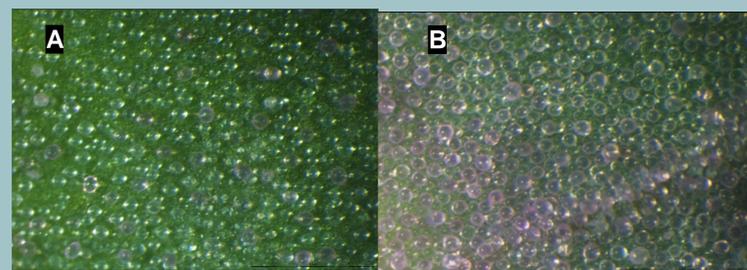


Figura 7. Imágenes de glándulas tomadas con lupa estereomicroscópica. (A) Variedad *Titikaka* (B) Variedad *Amarilla marangani*

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al CEBAS-CSIC y al IES Juan Carlos I su colaboración y apoyo en la realización de este trabajo. Concretamente a Nieves Fernández, Enrique Olmos, Beatriz Jiménez e Inmaculada Román, quienes nos han ayudado desde el CEBAS. También a Luis Martín, que nos ha guiado y apoyado desde el Instituto.