

**ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL****GERMINATION OF *CHENOPODIUM PALLIDICAULE* AELLE "KAÑIWA" UNDER DIFFERENT CONDITIONS OF SALINITY AND TEMPERATURE****GERMINACIÓN DE *CHENOPODIUM PALLIDICAULE* AELLE "KAÑIWA" BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE SALINIDAD Y TEMPERATURA**Rafael La Rosa¹; Elizabeth Anaya²; Zully Flores¹; Mahatma Bejarano¹; Lidsay Brito¹ & Eleucy Pérez¹¹ Laboratorio de Anatomía y Farmacognosia Vegetal. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Av. Venezuela s/n cuadra 34. Lima 1 - Perú.² Laboratorio de Patología. Instituto Nacional de Salud. Cápac Yupanqui 1400. Jesús María. Lima 11, Perú
rlarosal@unmsm.edu.pe

The Biologist (Lima), 14(1), jan-jun: 5-10.

ABSTRACT

Chenopodium pallidicaule Aellen "kañiwa" is a high Andean species that tolerates many types of environmental stresses including salinity. In addition, its seeds have high nutritional value, so it is a grain with potential to combat child malnutrition in Peru. But despite this, its area is currently being restricted to the department of Puno, Peru. So it was decided to know what the maximum tolerance to salt stress and temperature during germination, as preliminary work on adaptation of this species at the coast. We tested the seeds of 6 cultivars (Blanca, Roja, Amarilla, Illpa-INIA, Ramis and Cupi) under 3 different concentrations of NaCl (0.1M, 0.3M, 0.5M) and a control of distilled water; each treatment had 4 replications, and each replication consisted of Petri dishes with 100 seeds each. Evaluations were performed daily for 4 days in a completely randomized experimental design. In all cases the concentration of 0.5 M completely inhibited germination. It was found that cultivar Roja is more tolerant to salinity coming to 76.3%, while cultivar Amarilla was the most susceptible reaching only 9.7% of seeds germinated at 0.3 M NaCl. Regarding the germination rate, Illpa-INIA, Cupi and Ramis cultivars were much higher than Blanca, Amarilla and Roja on treatments 0.1M, 0.3M and control values. Germination data at different temperatures show that kañiwa can germinate even at 30° C. We conclude that kañiwa could be grown in coastal soils with moderate salinity and high temperatures.

Keywords: germination – kañiwa – salinity – stress – temperature

RESUMEN

Chenopodium pallidicaule Aellen “kañiwa” es una especie altoandina que tolera varios tipos de estrés ambiental incluso la salinidad. Además, sus semillas presentan un alto valor alimenticio, por lo que es un gran potencial para combatir la desnutrición infantil en el Perú. Pero, a pesar de esto, actualmente su área se está restringiendo al departamento de Puno, Perú. Por lo que se decidió conocer la máxima tolerancia al estrés salino y de temperatura durante la germinación, como paso previo para realizar trabajos de adaptación de esta especie a la costa. Para esto se sometieron las semillas de seis cultivares (Blanca, Roja, Amarilla, Illpa-INIA, Ramis y Cupi) a tres diferentes concentraciones de ClNa (0,1M, 0,3M y 0,5M) más el control de agua destilada, cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones, cada repetición consistió de placas petri con 100 semillas cada una; las evaluaciones se realizaron diariamente durante cuatro días, en un diseño experimental completamente al azar. En todos los casos la concentración de 0,5M inhibió totalmente la germinación. Se comprobó que el cultivar Roja es el más tolerante a la salinidad logrando tener un 76,3%, mientras que el cultivar Amarilla fue el más susceptible llegando solo al 9,7% de semillas germinadas a 0,3M de ClNa. En cuanto a la velocidad de germinación los cultivares Illpa-INIA, Cupi y Ramis mostraron valores mucho más altos que Blanca, Amarilla y Roja en los tratamientos 0,1M, 0,3M y control. Los datos de germinación en diferentes temperaturas muestran que kañiwa puede germinar incluso a 30°C. Por lo que concluimos que kañiwa podría ser cultivada en suelos costeros con moderada salinidad y altas temperaturas.

Palabras clave: estrés – germinación – kañiwa – salinidad – temperatura

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a información de la UNICEF (2011) en el mundo existen cerca de 200 mill de niños menores de cinco años con desnutrición crónica y alrededor de 13% de niños menores de cinco años sufren de desnutrición aguda. En Perú, si bien la desnutrición infantil ha ido disminuyendo hasta llegar, el 2012, al 13,5% (INEI 2013), es en las zonas rurales donde el problema se hace más serio (Repo-Carrasco *et al.* 2003).

Desde hace cientos de años se cultiva en nuestro país *Chenopodium pallidicaule* Aellen, 1929 “kañiwa” especie altoandina, que habita sobre los 3800 m de altura, se caracteriza por ser de gran relevancia para la alimentación del poblador andino y además, por presentar alta calidad y cantidad de proteínas, así como de otros componentes nutricionales como fibras, carbohidratos,

aceites, etc. (Repo-Carrasco *et al.* 2003, Apaza 2010).

Además, esta especie tolera muy bien las heladas, la sequía, la salinidad y las plagas (Woods & Eyzaguirre 2004). Sin embargo, a pesar de estas cualidades kañiwa tiene poca presencia en la cadena de valor (Apaza 2010), debido principalmente a que se está dejando de cultivar, disminuyendo así también su variabilidad genética (Rojas *et al.* 2004, Proyecto Regional Cultivos Andinos 2011), por lo que es necesario ampliar el área de cultivo de kañiwa incluso en los suelos de la costa.

Por otro lado, la costa peruana, sufre la pérdida de suelos debido a la salinización (Eguren 2012), así como también, la desnutrición crónica que presenta la población de niños menores de cinco años, que según el INEI (2013) llega al 11,9 %.

Por lo que se hace necesario conocer cuáles son las respuestas de la germinación de *C. pallidicaule* “kañiwa” bajo condiciones de salinidad y temperaturas propias de la costa peruana.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las semillas usadas pertenecieron a los cultivares Blanca, Roja y Amarilla, todas del ecotipo lasta, procedentes del distrito de Ayaviri (14°52'55"S 70°35'24"O), Melgar, Puno, Perú, proporcionadas por Mario Tapia, quien las había colectado un año antes de iniciar el presente trabajo. El segundo grupo de semillas fueron los cultivares Illpa-INIA, Cupi y Ramis, todas del ecotipo saiwa, las que fueron obtenidas de la estación experimental del INIA en Puno. Una muestra de semillas, de los tres primeros cultivares, fue llevada al Instituto Nacional de Salud para que se hiciese el estudio del valor nutricional. En cambio las semillas obtenidas en el INIA ya tenían esta información.

La siembra se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Anatomía y Farmacognosia Vegetal de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en Lima, y las condiciones ambientales en donde se desarrolló el trabajo fueron 20°C ±0.2 y 75% ±5 de humedad relativa.

Las condiciones estresantes para la germinación fueron tres tratamientos con diferentes concentraciones de NaCl (0.1M, 0.3M y 0.5M) y un tratamiento control que consistió de agua destilada. Cada tratamiento presentó cuatro repeticiones de 100 semillas. La distribución de los tratamientos con sus repeticiones se realizó en un diseño completamente aleatorizado. Se halló el porcentaje de germinación y el Índice de Velocidad de Germinación (IVG).

Para la prueba de porcentaje de germinación bajo diferentes temperaturas se procedió de manera similar a la anterior, solo que para esta condición se trabajó con los cultivares Illpa-INIA, Ramis y Cupi, debido a que los cultivares Blanca, Roja y Amarilla ya habían perdido viabilidad. Los tratamientos fueron expuestos a tres condiciones de temperatura (5°C, 20°C y 30°C).

Para el análisis de los porcentajes de germinación se hizo una transformación arcoseno antes del análisis de varianza analizando los datos en Excel 2007. Las evaluaciones se realizaron cada día durante los cuatro días que duró el experimento.

RESULTADOS

El análisis nutricional de las semillas de los seis cultivares de kañiwa dio el siguiente resultado indicado en la Tabla 1.

Tabla 1. Valor nutricional de las semillas de *Chenopodium pallidicaule* “kañiwa” de los seis cultivares.

DETERMINACION	CULTIVAR ROJA*	CULTIVAR BLANCA*	CULTIVAR AMARILLA*	CULTIVAR CUPI**	CULTIVAR RAMIS**	CULTIVAR ILLPA-INIA**
Proteínas (N x 6,25%)	15,4	15,4	15,7	13,5	13,1	13,8
Grasas %	7,5	7,8	7,5	3,9	3,9	3,9
Cenizas %	3,7	3,7	3,5	4,1	4,1	4,2
Humedad %	10,7	10,7	10,7	8,5	7,7	8,4
Carbohidratos Totales%	62,7	62,5	62,5	59,8	61,2	58,7
Energía (kcal)	381,0	382,0	381,0	325,4	329,7	322,7

* Informes de Ensayo N° 0426-2013-CENAN/INS, N° 0427-2013-CENAN/INS y N° 0428-2013. CENAN/INS. **Laboratorio, EEA-Illpa, Puno.

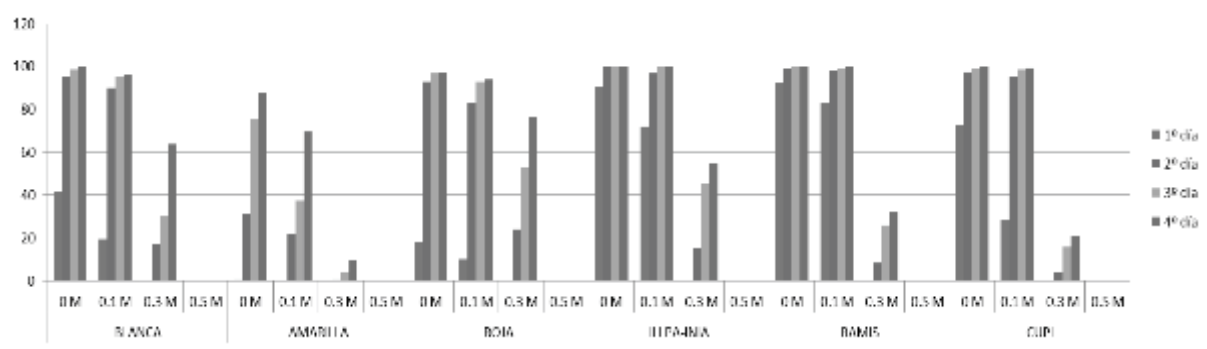


Figura 1. Porcentaje de germinación de los 6 cultivares de *Chenopodium pallidicaule* “kañiwa” probados, bajo 3 condiciones de salinidad, a los 4 ds.

En la Figura 1 se observa que la germinación es inhibida totalmente por la concentración de NaCl 0,5M aunque la germinación se puede dar en menores concentraciones (0,3 M, 0,1 M y 0M), siendo la diferencia mínima entre los

valores de 0,1 M y 0 M (a $P < 0,05$), pero con una diferencia significativa entre estas concentraciones y la concentración 0,3 M (a $P < 0,05$).

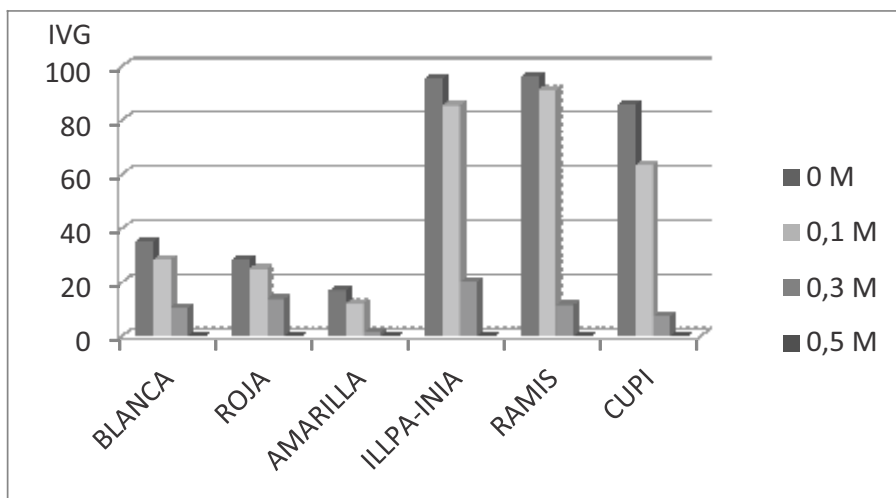


Figura 2. Índice de Velocidad de Germinación (IVG) de *Chenopodium pallidicaule* “kañiwa” de seis cultivares probados bajo tres condiciones de salinidad, a los cuatro días.

De acuerdo a la Figura 2 se puede observar que conforme aumenta la concentración de NaCl la velocidad de germinación disminuye, además, el tiempo de cosecha afecta la velocidad de

germinación, como sucedió con los cultivares Blanca, Roja y Amarilla que redujeron su velocidad de germinación (un año después de la cosecha).

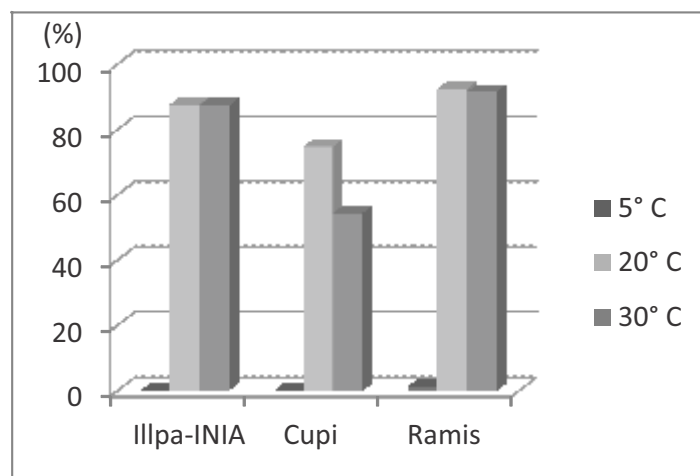


Figura 3. Porcentaje de Germinación de *Chenopodium pallidicaule* "kañiwa" de los cultivares Illpa-INIA, Cupi y Ramis, bajo tres condiciones de temperatura, a los 4 días.

En la Figura 3 se puede observar una fuerte influencia de la temperatura sobre la germinación de kañiwa, a la temperatura más

baja, la germinación es nula, sin embargo, se observa altos niveles de germinación a partir de los 20°C.

DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra que las semillas de las cultivares blanca, roja y amarilla tienen una buena cantidad de proteínas, siendo incluso mayores a los datos obtenidos por Repo *et al.* (2009) quien reporta los valores de 14,41 y 14,88%, para los cultivares Cupi & Ramis, respectivamente. Sin embargo, Repo *et al.* (2003) mencionan que en general, la cantidad de proteína en las semillas de kañiwa puede llegar hasta 18,88%, y es dependiente del cultivar con el que se haya trabajado.

Las altas concentraciones salinas (0,5 M) inhiben totalmente la germinación de las seis cultivares de kañiwa mientras que en las concentraciones menores (0,1 y 0,3 M) reducen su velocidad de germinación (Figura 1 y 2), esto sucede debido a que las altas concentraciones salinas provocan el descenso del potencial hídrico de la solución circundante a la semilla y por tanto las semillas no podrían hidratarse para que el embrión

germine (Azcón-Bieto & Talón 2008, Barceló *et al.* 2005), estos resultados difieren grandemente de lo que sucede con *Ch. quinoa* donde la germinación se puede dar hasta en 0,7 M de NaCl (Jacobsen *et al.* 1997), por lo que se puede afirmar que *Ch. quinoa* es una planta halófila (Chilo *et al.* 2009, Hariadi *et al.* 2011), mientras que la germinación de kañiwa (Figura 1) presenta una menor tolerancia a la salinidad comparándola con quinua.

La velocidad de germinación disminuye por acción de la salinidad hasta llegar a cero (Figura 2), ocurriendo de manera similar con la germinación de semillas de *Ch. quinoa* (Chilo *et al.* 2009). Además, se comprueba que conforme se incrementa el tiempo después de la cosecha de las semillas, la viabilidad de las mismas va disminuyendo, como ocurrió con los cultivares Blanca, Roja y Amarilla que tenían un año de haber sido cosechadas cuando se inició la investigación, lo que podría indicar que las semillas de kañiwa se comportan como semillas recalcitrantes (Berjak & Pammenter 2010).

La germinación fue influenciada por la temperatura, tal como lo afirman Azcón-Bieto & Talón (2008) demostrando que la temperatura influye directamente sobre las reacciones químicas catalizadas por enzimas, existiendo por tanto rangos óptimos para cada especie (Barceló *et al.* 2005); para kañiwa se comprueba que la germinación también se da a 30°C lo que la convierte en una especie promisoría para ser adaptada a condiciones de costa.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a Mario Tapia por facilitar las semillas de los cultivares Blanca, Roja y Amarilla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apaza, V. 2010. *Manejo y Mejoramiento de Kañiwa*. Convenio Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA-Puno, Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente-CIRNMA, Bioversity International y el International Fund for Agricultural Development-IFAD. Puno, Perú.
- Azcón-Bieto, J. & Talón, M. 2008. *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. Mc Graw-Hill - Interamericana de España. 2° ed. Barcelona. 651 p.
- Barceló, J.; Rodrigo, G.; Sabater, B. & Sánchez, R. 2005. *Fisiología Vegetal*. Ediciones Pirámide. Madrid. 566 p.
- Berjak, P. & Pammenter, N. 2010. *Semillas ortodoxas y recalcitrantes*. En: *Manual de semillas de árboles tropicales*. Vozzo, J. (ed.). Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. 894 pp.
- Chilo, G.; Vacca, M.; Carabajal, R. & Ochoa, M. 2009. Efecto de la temperatura y salinidad sobre la germinación y crecimiento de plántulas de dos cultivares de *Chenopodium quinoa*. *Agriscientia*, 26: 15-22.
- Eguren, F. 2012. Perú: País de pocas tierras. *La Revista Agraria*, 145: 4-5.
- Hariadi, Y.; Marandon, K.; Tian, Y.; Jacobsen, S. & Shabala, S. 2011. Ionic and osmotic relations in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) plants grown at various salinity levels. *Journal of Experimental Botany*, 62: 185-193.
- INEI. 2013. Perú: Indicadores de Resultados de los Programas Estratégicos, 2012. Encuesta Demográfica y de Salud Familiar-ENDES (Resultados Preliminares). 119 p.
- Jacobsen, S.; Mujica, A. & Stlen, O. 1997. Tolerancia de la quinua a la sal durante la germinación. *Agronomía Tropical*, 48:359-366.
- UNICEF. 2011. *La desnutrición infantil: causas, consecuencias y estrategias para su prevención y tratamiento*. Editado por UNICEF España. 32 p.
- Proyecto Regional Cultivos Andinos. 2011. *Folleto Producción de kañiwa*. Edición 1. 15 p.
- Repo-Carrasco, R.; Espinoza, C. & Jacobsen, S.E. 2003. Nutritional value and use of the andean crops Quinoa (*Chenopodium quinoa*) and Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Reviews International*, 19: 179-189.
- Repo-Carrasco, R.; Acevedo A.; Icochea, J. & Kallio, H. 2009. Chemical and functional characterization of kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) grain, extrudate and bran. *Plant Foods for Human Nutrition*, 64:94-101.
- Rojas, W.; Pinto, M. & Soto, J. 2004. Genetic erosion of cañahua. *Leisa Magazine*, 20.1: pp. 13.
- Woods, A. & Eyzaguirre, P. 2004. Cañahua deserves to come back. *Leisa Magazine*, 11-13.

Received August 29, 2015.
Accepted January 18, 2016.