

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE PLANTAS DE CUATRO ECOTIPOS DE QUINUA CON POTENCIAL FORRAJERO CULTIVADAS EN SAN JUAN, ARGENTINA

AN EVALUATION OF THE NUTRITIONAL QUALITY OF FOUR ECOTYPE QUINUA PLANTS WITH A POTENTIAL USE FOR FODDER IN THE AREA OF SAN JUAN, ARGENTINA.

De Vita¹ C.; Zingaretti¹ A.; García¹ M.; Gaggiotti² M.; Roqueiro³ G.; Allende³ D.; Bárcena³ N.

¹Fac. de Ing. Agronómica, Universidad Nacional de San Juan, Argentina. ²EEA INTA Rafaela, Santa Fe, Argentina. ³EEA INTA San Juan, Pocito, San Juan, Argentina.

maxidevita@gmail.com

Resumen

La Quinoa puede usarse para alimentar ganado en estado de plántula hasta inicio de floración, como forraje en verde, o conservándolo con procesos de ensilado. En la actualidad hay poca información sobre el uso de la quinoa como forrajera a nivel nacional como regional. El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad nutricional y aptitud forrajera de diferentes ecotipos de quinoa, con el fin de conocer su potencialidad productiva en la zona y emplearla como forraje en zonas áridas y semiáridas. Se trabajó en bloques al azar, cada bloque corresponde a dos distintos momentos de siembra, dichos bloques se dividieron en 4 repeticiones por ecotipo. Se usaron plantas en estado de floración de los 4 ecotipos del centro y sur de Chile: Villarrica, Cahuil, Faro y Cancosa. Se tomaron muestras antes de floración en el primer momento de siembra y se analizó el porcentaje de Fibra Detergente Neutra y Acida (FDN y FDA), Proteína Bruta (PB), Extracto Etéreo (EE), Cenizas (C) y Digestibilidad (D). Los datos se analizaron con ANOVA y la separación de medias con Test LSD Fisher. Solo se encontraron diferencias significativas entre ecotipos en la cantidad de PB y C. Los ecotipos Faro y Cahuil presentaron los valores más altos en PB con 21,47 y 21,98% respectivamente, mientras que tuvo bajos valores de FDA y FDN. Sin embargo en Cahuil se determinó el más alto valor en C comparado con el resto de los ecotipos (27,59%). Los ecotipos cultivados presentaron muy buen valor nutricional, demostrando gran potencial como alternativa forrajera en zona árida y semiáridas bajo riego. Los demás parámetros fueron similares entre ecotipos. Concluimos que Cahuil y Faro serían potencialmente más aptos para emplearse como complemento forrajero debido a los altos parámetros nutricionales cuantificados.

Palabras claves: calidad nutricional, forraje, *Chenopodium quinoa*, proteína bruta, quinoa

Abstract

The Quinoa can be used for cattle feed from its seedling period until the flowering onset either as green fodder or stored with ensilage processes. Nowadays, there is very little information about the uses of Quinoa as fodder, either at a national or at a regional level. The objective of this research paper is to evaluate the nutritional quality and the forage capacity of different quinoa ecotypes in order to determine its productive potential in the region and evaluate its use as fodder in semi arid and arid areas. This study was carried out in two blocks; each block corresponds to two different moments of the planting time. The blocks were divided into 4 segments called repetitions and each repetition contains 4 ecotypes of Quinoa which were disposed randomly. The plants used in this study were in their flowering state and belong to four ecotypes from southern and central areas of Chile:

Villarrica, Cahuil, Faro and Cancosa. The first samples were taken before the flowering period during the first moment of the planting time. The percentage was analyzed for the following: Acid Detergent Fiber (ADF) and Neutral Detergent Fiber (NDF), Crude Protein (CP), Ether Extract, Ashes (A), and Digestibility. The data were analyzed with ANOVA and the separation of measurements with the LSD Test Fisher. The only significant difference among the ecotypes were found in the amount of CP and A. The ecotypes Faro and Cahuil presented the highest percentages in PB, with 21, 47 and 21, 98 respectively while the percentages in ADF and NDF were relatively low. However, Cahuil showed the highest percentage in C compared to the rest of ecotypes (27.59%). The ecotypes presented a significant Nutritional value, showing a great potential as an alternative type of fodder in arid and semiarid zones under artificial watering. The values were similar for the rest of the ecotypes. To sum up, Cahuil and Faro seem to be potentially more adequate to use used as a fodder complement due to their high nutritional quantified parameters.

Key words: nutritional quality, Fodder, *Chenopodium quinoa*, crude protein, quinoa

Introducción

La Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un pseudocereal cultivado por miles de años en las regiones Andinas. Posee sus centros de origen principalmente en Perú y Bolivia, países en los cuales se han encontrado la mayor cantidad de ecotipos. Con los años se ha expandido su cultivo y ampliado su distribución en varios países de América del Sur como Colombia, Ecuador, Chile y Argentina (FAO, 2011; Brkic y García, 2013).

Bolivia, Perú y Ecuador son los países que concentran la mayor producción. Sin embargo, por su gran adaptabilidad también se está ampliando su distribución en países potencialmente productivos de Europa, Asia, África, Australia, Norte América. Mientras que en Argentina se cultiva principalmente en las provincias de Jujuy y Salta (FAO, 2011).

En cuanto a la producción tiene como fin principal la obtención de granos para la alimentación humana debido a su alto contenido en proteínas y principalmente porque posee todos los aminoácidos esenciales. Asimismo, se ha citado que por su alto valor nutricional se emplea para alimentar ganado, valiéndose de la planta completa en el periodo de plántula hasta inicio de floración, como forraje en verde o ensilado (Von Rutte, 1988).

Existen alrededor de 3000 ecotipos de quinoa, los cuales poseen variados colores que van desde verde, morado a rojo. La planta alcanza la madurez fisiológica entre los 5 a 6 meses (NRC, 1989; Mujica, 1994). Sin embargo, esto depende del genotipo y del ambiente donde se cultiva. La quinoa es una planta muy plástica que se adapta a condiciones climáticas como sequía, heladas, granizo, nevadas, vientos, calor, salinidad, etc. (Bañuelos *et al.*, 1995; Jacobsen *et al.*, 1997; Jacobsen *et al.* 2003; Álvarez *et al.*, 1998; Villarroel *et al.*, 1998; Prado *et al.*, 2000; Mujica *et al.*, 2001; Bhargava *et al.*, 2006; Martínez *et al.*, 2007).

Se cultiva principalmente en zonas de secano, y a pesar de ser un cultivo que muestra resistencia a períodos de sequía, requiere un cierto nivel mínimo de humedad, suficiente para las necesidades de la planta especialmente en el período inicial de su desarrollo. La cantidad de precipitaciones varía entre los 250 a 500 mm hasta los 2.000 mm anuales (Herencia *et al.*, 1996).

En la actualidad hay poca información sobre el uso de la quinoa como forraje, a pesar de que en otros países latinoamericanos se usa para alimentar aves, cerdos y principalmente rumiantes (Ayala *et al.*, 2001; Gutiérrez *et al.*, 2004.).

Cuando hablamos de calidad de forrajes, indirectamente hablamos de su digestibilidad, que depende de la proporción del alimento que es degradado por el rumen del animal. También muchos autores consideran que la calidad tiene que ver con el nivel en el que los requerimientos de los animales son cubiertos para expresar su capacidad productiva. Dentro de los componentes del forraje tenemos los de rápida degradación que son los azúcares solubles, las proteínas y los ácidos orgánicos, que conforman el "contenido celular" de todos los tejidos. Por otro lado, están los componentes de degradación lenta que son los hidratos de carbono estructurales que se encuentran en la pared celular y su degradabilidad es variable dependiendo del órgano de la planta en la que se encuentran así como también de la edad de la planta. Por el método utilizado en los laboratorios estos compuestos se denominan Fibra Detergente Neutra (FDN) y los de degradación más rápida se los llama Fibra Detergente Acida (FDA) (Agnusdei, 2007).

Algunos investigadores han evaluado el valor nutricional de la quinua tomando como parámetros la Proteína Cruda, Cenizas, Carbohidratos, Paredes Celulares y Digestibilidad. Bañuelos y colaboradores (1995) evaluaron la calidad forrajera de dieciocho ecotipos de quinua encontrando valores de Proteína Cruda 15,96 – 21,02 %, Proteína Soluble 39,46-59,20%, FDN 54,63-63,88% y Digestibilidad in situ de la masa seca 54,46-74,49%.

Cuando hablamos de calidad hay que tener en cuenta que existen compuestos que pueden resultar tóxicos para los animales como por ejemplo las saponinas. Las saponinas son glucósidos que se caracterizan por su sabor amargo, su capacidad de formar espumas persistentes en soluciones acuosas y por su poder hemolítico. Constituyen compuestos sumamente nocivos para animales de sangre fría y respiración branquial (Zabaleta, 2010). En un principio se creía que la saponina solo se localizaba en el grano y no en el resto de la planta (Peralta, 1985). Sin embargo Jasso y otros (2002) realizaron un ensayo en dos variedades de quinua bajo tratamientos de déficit de humedad, donde comprobó la presencia de saponinas en la planta y que su concentración se incrementaba en floración mientras que resultaba menor durante ramificación y panojamiento.

Por otro lado, el proceso de almacenamiento del forraje puede alterar sus propiedades nutricionales. Von Rutte (1988) realizó investigaciones sobre el ensilaje de quinua, encontrando que los valores de grasa, cenizas y proteínas eran similares a los de quinua fresca, mientras que se incrementaron los valores de fibra e hidratos de carbono en quinua ensilada. El autor afirmó que el porcentaje de proteínas de la quinua fue más alto que el de las gramíneas, pero más bajo que el de las leguminosas y que el ganado demostró preferencia por la quinua verde en comparación a la cebada forrajera.

Debido a que hay escasa bibliografía o ensayos sobre aptitud forrajera en plantas de quinua tanto a nivel nacional como regional, es por ello que este trabajo tuvo como objetivo el estudio de la calidad forrajera y valor nutricional de cuatro ecotipos de quinua, con el fin de conocer su potencialidad productiva en la zona y emplearla como suplemento alternativa forrajero con énfasis en su cultivo en zonas áridas y semiáridas.

Materiales y métodos

Para realizar los ensayos se eligieron cuatro ecotipos de quinua aportados por el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas de Chile. Villarrica (sur del país latitud 39º), Faro y Cahuil (zona costera central latitud 34º) y Cancosa: (altiplano latitud 19º). El ensayo se realizó en una parcela de 22 x 16 m en la EEA San Juan INTA. Dicha zona presenta bajas precipitaciones que varían entre 100-150 mm anuales en promedio, alta

heliofanía y radiación solar. Las temperaturas oscilan entre 9° y 24°C. El suelo se caracteriza por poseer textura media, franco limoso y de profundidad variable. El diseño experimental consistió en bloques al azar, cada bloque corresponde a los distintos momentos de siembra, el primero fue el día 7 de abril de 2014 y el otro el día 22 de mayo de 2014. Cada bloque se dividió en cuatro repeticiones de 2 m de longitud separados de callejones de 0,5 m en la cual se colocaron los ecotipos: Cahuil, Villarrica, Faro y Cancosa. En la cabecera y al pie se implantaron borduras de 2 m con otros 2 ecotipos: AER Calingasta y Tornello. Por cada momento de siembra se sembraron tres surcos por ecotipo, doce surcos por momento, separados con una distancia de 0,63 m. Dicha práctica se realizó por golpe cada 16 cm. Se aplicaron fertilizaciones con Fosfato monoamónico y urea. El riego fue por goteo cada 48 hs. En el presente trabajo solo se analizaron las plantas del primer momento de siembra.

Cosecha y pesaje de plantas

Las muestras se tomaron en la etapa fenológica de floración. Se muestrearon dos plantas de cada ecotipo por repetición, las cuales se secaron en estufa a 70°C durante 48 hs. Luego, se registraron los pesos secos utilizando una balanza de precisión (Marte Modelo A5506). Una vez pesadas las muestras, se trituraron en molino de martillo (RETSCH 5657, Germany) y se reservaron en envases plásticos para los posteriores análisis en el Laboratorio de Forrajes de la EEA Rafaela INTA, Santa Fe.

Determinación de parámetros nutricionales

Los análisis consistieron en determinar el porcentaje de proteína bruta (PB) y cenizas (C) según técnicas de AOAC (1990). Las grasas totales expresadas como extracto etéreo (EE) según el método de Valenciano (1947). El análisis de fraccionamiento de paredes celulares para determinar fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) según técnicas descritas por Van Soest (1963).

Los datos se analizaron con el software estadístico InfoStat versión 2012 (Di Rienzo *et al.*, 2012) mediante ANOVA y para la separación de medias se usó Test LSD de Fisher.

Resultados y Discusión

Un método muy utilizado para definir la calidad de los alimentos es estimar la digestibilidad de la materia seca, la energía que aporte el alimento y la proteína que brindará a los animales. Estas deben cubrir los requerimientos de mantenimiento y a su vez aportar un excedente que será destinado a la síntesis de productos (Tabaré, 2013). Al analizar el porcentaje de proteína bruta se encontraron diferencias significativas entre los ecotipos ($p=0,0016$), donde Cancosa presentó menor contenido diferenciándose del resto (Fig. 1). Los valores medios de PB variaron entre 18 y 22 % demostrando una buena calidad de proteínas e incluso mayor a aquella registrada por Rubio y Espin (1988), Bañuelos *et al.* (1995) y Jasso *et al.* (2002) y comparable con el valor de PB de quinua cultivada en regiones húmedas (23,8%) según Ramos y Cruz (2002). A su vez, los resultados fueron levemente menores a valores citados para alfalfa que es el forraje por excelencia (Primero Rubio y Rojas Lemus, 2007).

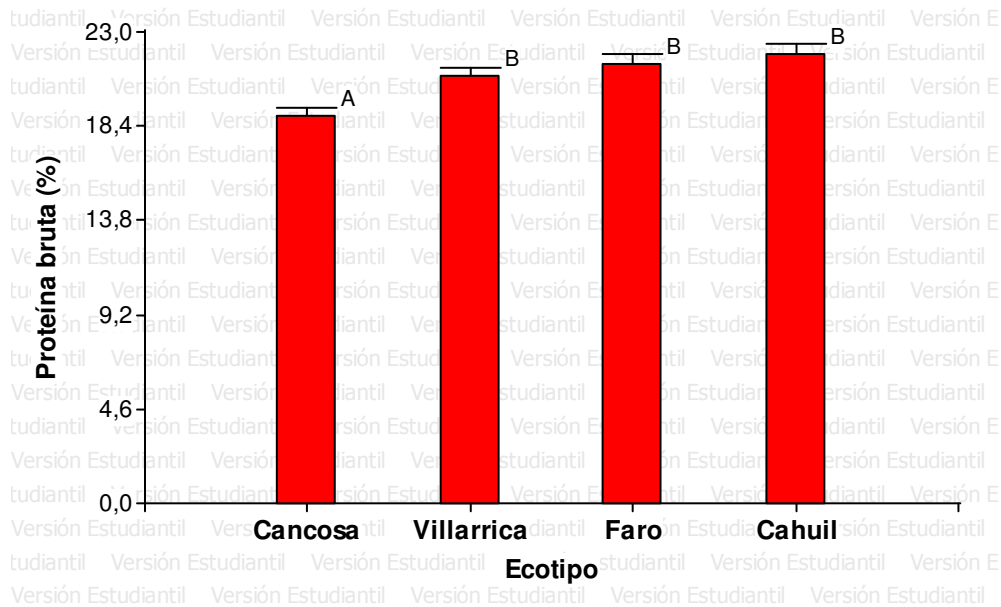


Fig. 1. Valores medios de la proteína bruta (%) en plantas de cuatro ecotipos de quinua sembrados en contraestación. Letras distintas indican diferencias significativas entre ecotipos ($p < 0,05$). Las barras verticales indican error estándar. $N=32$.

En cuanto al porcentaje de cenizas, el análisis de varianza arrojó diferencias significativas entre ecotipos ($p=0,0022$), donde el ecotipo Cahuil registró mayor porcentaje de cenizas (27,59 %) con respecto a los demás ecotipos. Mientras que Cancosa mostró un menor contenido en cenizas (22,70 %) (Fig. 2). Los valores medidos en este ensayo son similares a los citados en quinua por Primero Rubio y Rojas Lemus (2007). Sin embargo hay que tener en cuenta que estos porcentajes son considerablemente mayores a los de forraje de alfalfa que rondan el 10 al 12% (Calsamiglia *et al.*, 2004; Primero Rubio y Rojas Lemus, 2007). Asimismo, en este ensayo no se discriminó los minerales presentes en las cenizas.

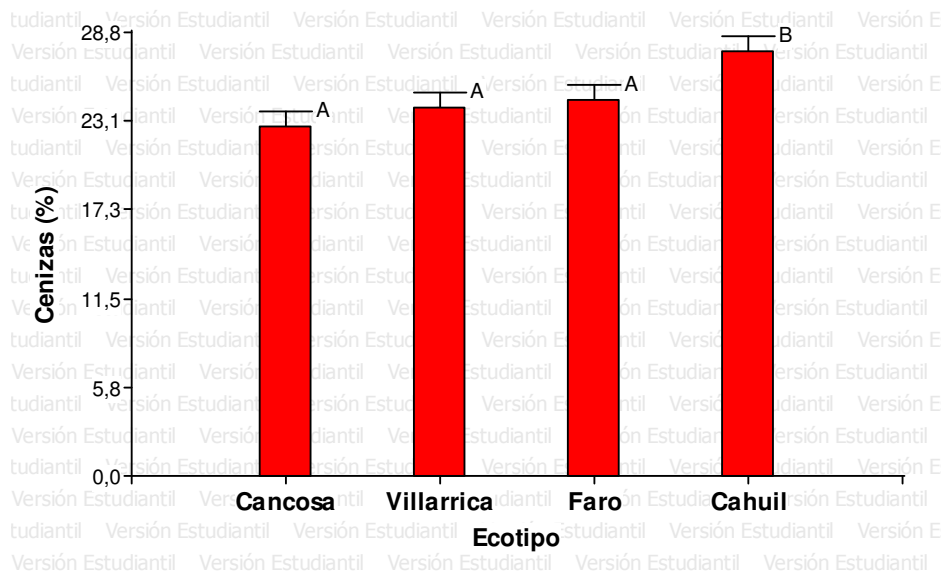


Fig. 2: Valores medios de la Cenizas (%) en hojas de plantas de cuatro ecotipos de quinua sembrados en contraestación. Letras distintas indican diferencias significativas entre ecotipos ($p < 0,05$). Las barras verticales indican error estándar. $N=32$.

En la Tabla 1 se presentan los resultados de la composición química en cuanto a porcentajes de FDN, FDA, EE y DIVMS de plantas de los cuatro ecotipos de quinua en estudio.

El análisis de la varianza sobre el contenido de fibra detergente neutra no mostró diferencias significativas entre ecotipos ($p=0,556$). Los valores oscilaron entre 23,22 y 26,31%. En cuanto al porcentaje de fibra detergente ácida medida en las plantas no se presentaron diferencias significativas entre ecotipos ($p=0,054$). Los valores alcanzados variaron entre 12,33 y 15,84% (Tabla 1).

Otro parámetro importante evaluado fue la digestibilidad, la cual no presentó diferencias significativas entre ecotipos ($p=0,055$). El rango de valores resultó entre 67,70 y 73,83%.

Por último, el extracto etéreo medido en la materia seca de plantas tampoco mostró diferencias significativas entre ecotipos ($p=0,674$). Los valores registrados rondaron entre 2,63 y 3,02 %.

Tabla 1: Valores medios de Fibra detergente neutra y ácida, Extracto etéreo y Digestibilidad expresadas en (%) y registrados en plantas de cuatro ecotipos de quinua sembrados en contraestación. $N=32$.

Ecotipo	FDN (%)	FDA (%)	EE (%)	DIVMS (%)
Villarrica	24,42	13,69	2,72	73,83
Faro	23,22	12,33	3,02	72,62
Cahuil	23,77	13,26	3,00	71,24
Cancosa	26,31	15,84	2,63	67,70

Los valores obtenidos de FDA, FDN, DIVMS y EE fueron similares a los registrados por otros autores que trabajaron con quinua, considerándose en el rango que ellos determinaron (Bañuelos *et al.*, 1995; Primero Rubio y Rojas Lemus, 2007; Ortiz Munizaga, 2009). Además, cabe destacar que estos parámetros serían más bajos que aquellos citados para alfalfa. En este ensayo pudimos determinar que Cahuil, Villarrica y Faro serían potencialmente más aptos para emplearse como forraje debido a que presentaron mejores porcentajes de PB y DIVMS, respecto a Cancosa.

Hay que tener en cuenta que además de estos parámetros, interfieren compuestos detrimentales como oxalatos, nitratos y alcaloides en la calidad del forraje y que estos varían según el estado fenológico y estatus hídrico de la planta (Gutiérrez *et al.*, 2004).

Debido a que aún resta discriminar el FDN en contenido de lignina, la palatabilidad del forraje de quinua y realizar experimentos de dieta en diferentes tipos de ganado, no puede decirse con certeza que aceptación tendrá en los animales. Sin embargo puede sugerirse

su uso como suplemento del forraje que se brinda al ganado, especialmente en épocas de invierno donde no se hallan pasturas frescas.

Bibliografía

AGNUSDEI, M. G. 2007. Calidad nutritiva del forraje. Agromercado Temático, Bs. As., 136:11-17. Grupo Producción y Utilización de Pasturas. EEA Balcarce INTA, Buenos Aires.

ÁLVAREZ, S.; BARRIGA, M.; BECERRA, J.; MARTÍNEZ, L.; FACARA, F.; PASTOR, B.; LAZO, H. 1998. Algunos parámetros morfológicos y grado de apertura estomáica en hojas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Bios 2: 42-51.

AOAC ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS 1990. Official method of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15^a Ed. Virginia, USA. 134 p.

AYALA, G.; ORTEGA, L.; MORON, C. 2001. Valor nutritivo y usos de la quinua. En: Mujica, A.; Jacobsen, S.E.; Izquierdo, J.; Marathee, J.P. Eds. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Ancestral cultivo andino, alimento del presente y del futuro. FAO, UNAPuno, CIP, Santiago, Chile. pp. 246-279.

BAÑUELOS, O.; MENDOZA, G.; RODRÍGUEZ, J.; MUÑOZ, A. 1995. Evaluación forrajera de 18 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Montecillo, México. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 12(1): 71-79.

BHARGAVA, A.; SHUKLA, S.; OHRI, D. 2006. *Chenopodium quinoa*. An Indian perspective. Ind. Crops Prod. 23: 73-87.

BRKIC, M.; GARCIA, A. 2013 Un cultivo ancestral para apuntalar el futuro. Alimentos Argentinos. Secretaria de Agricultura Ganadería y Pesca.

DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BALZARINI M.G., GONZALEZ L., TABLADA M., ROBLEDO, C.W. INFOSTAT VERSIÓN 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

FAO 2011. La Quinoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial.

CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; BACH, A. 2004. Tablas FEDNA de valor nutritivo de farrajes y subproductos fibrosos húmedos. Fundación para el desarrollo de la nutrición animal. Madrid, 70 pp.

GUTIÉRREZ, A.; SOTO, M.; LÓPEZ, C.; MENDOZA, G.D.; GARCÍA, A.; MENDOZA, M.C. 2004. Nitratos, oxalatos y alcaloides en dos etapas fenológicas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en riego y temporal. Rev. Fitotec. Mex. 27(4): 313-322.

HERENCIA, L.; GONZÁLEZ, F.; URBANO, P. 1996. La Quínoa: un cultivo para la zona mediterránea. Agricultura: Revista Agropecuaria. 65(763): 138-143.

JACOBSEN, S.E.; MUJICA, A.; STLEN, O. 1997. Tolerancia de la quinua a la sal durante la germinación. Agron. Trop. 48(3): 359-366.

JACOBSEN, S.E.; MUJICA, A.; JENSEN, C.R. 2003. The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to adverse abiotic factors. Food Rev. Int. 19: 99-109.

JASSO CANTÚ, D.; SOLIZ GUERRERO, J.B.; RODRÍGUEZ GARCÍA, R.; ANGULO SÁNCHEZ, J.L. 2002 Quinoa para Forraje: Análisis de Concentración y Composición de Saponinas. Cap. Oleaginosas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

MARTÍNEZ, E.A.; NADAL, M.L.; VILLÁ, G.; VEAS, E. 2007. Fog-dew frequency during 2006/07 and fog water capture for cultivation of *Chenopodium quinoa* Willd in Cerro Grande, La Serena, Chile. En: Biggs, A.; Cereceda, P. Eds. Fourth International Conference on Fog, Fog Collection and Dew. La Serena, Chile. 22-27 julio 2007. Pontificia Universidad Católica de Chile. pp. 229-232.

MUJICA, A. 1994. Neglected Crops: 1492 from a Different Perspective. **En:** Bermejo, H; León, J. (Eds.). Plant Production and Protection Series Nº 26. FAO, Rome, Italy. pp. 131-148.

MUJICA, A.; JACOBSEN, S.E; IZQUIERDO, J. 2001. Resistencia a factores adversos de la quinua. **En:** Mujica, A.; Jacobsen, S.E.; Izquierdo, J.; Marathee, J.P. (Eds.). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) – Ancestral cultivo andino, alimento del presente y del futuro. FAO, UNA-Puno, CIP, Santiago, Chile. pp. 162-183.

NRC: NATIONAL RESEARCH COUNCIL 1989. Lost Crops of the Incas: Little of the Andes with promise for worldwide cultivation. Report of an ad-hoc panel of the advisory committee on technology innovation board on science and technology for the international development. National Academy Press. Washington DC, USA 415 p.

ORTIZ MUNIZAGA, F. 2009. Evaluación nutricional de dos ecotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) como alternativa forrajera para el ganado caprino. Tesis profesional. Fac. de Cs. Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile. 94 pp.

PERALTA, E. 1985. La quinua un gran alimento y su utilización. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Quito, Ecuador. 21 p.

PRADO, F.E.; BOERO, C.; GALLARDO, M.; GONZÁLEZ, J.A. 2000. Effect of NaCl on germination, growth, and soluble sugar content in *Chenopodium quinoa* Willd. Seeds. Bot. Bull. Acad. Sin. 41: 27-34.

PRIMERO RUBIO, R.; ROJAS LEMUS, E.N. 2007. Forraje de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild) como sustituto de forraje de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en dietas para conejos de engorda. Tesis profesional, Universidad Autónoma Chapingo, México. 74 p.

RUBIO, A.; ESPIN, S. 1988. Caracterización químico-nutritiva de veinte líneas de quinuas nacionales. **En:** VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. Quito, Ecuador. 30 mayo-2 junio 1988. CIID-Canadá, LATINRECO, FUNDAGRO, INIAP. pp. 15-19.

TABARE BASSI 2013. Catedra Manejo de Pasturas. Fac. de Cs. Agrarias, Universidad de Lomas de Zamora.

VALENCIANO, O. A. 1947. Guía práctica de Análisis Bromatológicos. Tomo II. Falta Ed. Hasa, Buenos Aires, Argentina.

VAN SOEST, P. J. 1963. Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds. II. A Rapid Method for the Determination of Fiber and Lignin. Assoc. Off. Agric.

VILLARROEL, C.; MARTÍNEZ, L.; HERNANI, P.; LAZO, H. 1998. Aclimatación al frío en cultivares del germoplasma peruano de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Bios 2: 56-63.

VON RUTTE, S. 1988. Producción de quinua verde para forraje fresco y ensilaje para ganado. **En:** VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. Quito, Ecuador. 30 mayo-2 junio 1988. CIID-Canadá, LATINRECO, FUNDAGRO, INIAP. pp. 9-11.

ZABALETA MERCADO, R. 2010. Diseño conceptual para la descontaminación y economía de agua en plantas de desamargado de quinua. Rev. 24, Universidad Católica Boliviana.