

La “quínoa” (*Chenopodium quinoa*) como alternativa forrajera en la zona de los Valles Calchaquíes (Noroeste Argentino)

González, Juan A.^{1*}; Guillermo O. Martín (h)²; Marcela A. Bruno¹; Fernando E. Prado³

¹ Instituto de Ecología, Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 251, (4000) Tucumán, Argentina

² Cátedra de Forrajes de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de Tucumán.

³ Facultad de Ciencias Naturales e IML – Cátedra de Fisiología Vegetal. Miguel Lillo 205, (4000) Tucumán, Argentina. CONICET.

* Autor corresponsal: jagonzalez@lillo.org.ar

► **Resumen** — González, Juan A., Guillermo O. Martín (h), Marcela A. Bruno, Fernando E. Prado. 2016. “El cultivo de ‘quínoa’ (*Chenopodium quinoa*) como complemento forrajero en la zona de los Valles Calchaquíes (Noroeste Argentino)”. *Lilloa* 53 (1). “Quínoa” es una especie multipropósito que puede ser utilizada como granos para alimentación humana o bien para la producción de forrajes, destinados a complementar la alimentación de animales (vacas, cabras, ovejas, llamas, entre otros) en zonas donde las pasturas naturales son escasas. Tradicionalmente la siembra se realiza a chorrillo con lo que se obtiene una alta densidad de plantas en el surco, que posteriormente es necesario raleo para evitar la competencia entre ellas. El raleo lleva implícita la eliminación de las plántulas. El objetivo de este estudio es justamente la evaluación de las plantas eliminadas para ser utilizadas como forraje. Este trabajo aporta datos de producción de materia seca aérea (hojas y tallos) en 9 variedades de quínoa cultivadas en Amaicha del Valle (1.995 m snm, Tucumán, Argentina) y un genotipo (landrace) a los 110 días de siembra. El análisis de la producción de materia seca aérea varió entre 7,7 /ha (var. Sajama) y 2,7 /ha (var. Samaranti). El análisis químico foliar mostró un contenido elevado de K en todas las variedades con porcentajes que oscilaron entre 8,54 % (Kancolla) y 9,93 % (Samaranti). Los restantes minerales exhibieron valores menores, que en general, oscilaron entre 3,9-5,4 % para N; 0,20-0,34 % para P; 2,50-3,04 % para Ca y 0,87-1,57 % para Mg, entre otros. El contenido de materia orgánica osciló entre 37,7 (var. Sajama) y 42 % (var. Kancolla). El contenido promedio de proteína foliar y de tallos fue del 15,7 y 9,9 % respectivamente. El contenido de fibras totales fue mayor en tallos que en hojas mientras que en el caso de cenizas fue a la inversa. En base a la producción de materia seca aérea y contenido de proteínas, fibras y minerales, se concluye que quínoa puede ser un complemento forrajero para los animales que forman parte de la producción pecuaria de los Valles Calchaquíes.

Palabras clave: Biomasa; forrajes; minerales, proteínas.

► **Abstract** — González, Juan A., Guillermo O. Martín (h), Marcela A. Bruno, Fernando E. Prado. 2016. “Quínoa (*Chenopodium quinoa*) crop as fodder supplement in Valles Calchaquíes (Argentinean Northwest)”. *Lilloa* 53 (1). Quínoa is multipurpose specie that may be utilized as grain for human nutrition or fodder production destined to animal (cows, goats, sheep, llamas, among others) in some places where natural pastures are scarce. Traditionally quinoa is sown by hand and a high plant density was obtained. In order to avoid plants competition it is necessary to clear eliminating a lot of plants. The objective of this study is the evaluation of the eliminated plants for fodder. This paper contributes with data of aerial dry matter (leaves and stems) in 9 quinoa varieties and 1 genotype (landrace) cultivated in Amaicha del Valle (1,995 m asl, Tucumán, Argentina) of 110 days old. Shoot dry matter production oscillated between 7.7 Tn/ha (var. Sajama) to 2.7 Tn/ha (var. Samaranti). Leaf chemical analysis showed and elevated concentration of potassium (K) in all varieties with an oscillation of 8.54 % [Kancolla] to 9.93 % [Samaranti]. Other minerals exhibited a low concentration and in general were 3.9 – 5.4 % for N; 0.20-0.34 for P; 2.5 -3.04 for Ca and 0.87-

1.57 for Mg. Organic matter content showed a variation between of 37.7 % (var. Sajama) and 42 % (var. Kancolla). Leaves and stem protein mean content were 15.7 % and 9.9 % respectively. Total fibers content was higher in stem in relation to leaves but the ash content was the opposite. To take into account dry matter production and protein, fibers and minerals content quinoa may be a good complement fodders for animals that take part in livestock production in Valles Calchaquíes.

Keywords: Biomass; fodder; minerals; protein content.

INTRODUCCIÓN

El grano de «quinoa» posee una serie de compuestos nutricionales (proteínas, aminoácidos esenciales, vitaminas, minerales entre otros) que ha llevado a revalorarla como un alimento completo para la dieta humana (Prado *et al.* 2014; Martínez, 2014; González y Prado, 2013; González *et al.* 2011; Vega – Gálvez *et al.*, 2010). Sin embargo, otra de las potencialidades de esta especie es su utilización como forraje para la alimentación animal (Blanco Callisaya, 2014) debido entre otras propiedades a la cantidad de proteínas y fibras que poseen sus tallos y hojas. Se conoce que las hojas frescas y la broza de la cosecha son apetecibles por los ovinos, bovinos, camélidos, caprinos y peces (Francis *et al.*, 2002) e incluso las hojas de quinoa pueden ser ensiladas (Montoya Restrepo *et al.*, 2005) lo que facilita su uso posterior. En muchas zonas de media y alta montaña del Noroeste Argentino (Región NOA), el cultivo de la quinoa ha comenzado a expandirse pero siempre bajo la perspectiva de obtención del grano para consumo y venta. Es así que después de la obtención de las panojas con los granos, los restos de hojas, ramas y tallos, se eliminan sin ningún uso posterior. Por otro lado, en la mayoría de los casos, la siembra de quinoa se realiza a chorillo para luego proceder al raleo dejando 3 a 5 plántulas cada 15 a 20 centímetros (distancia entre plantas) y el resto se elimina. Teniendo en cuenta que las plantas jóvenes pueden utilizarse ya sea como verdura por su elevado valor nutricional (Comunicación personal Dr. S. Eisa, 2016) o eventualmente como alimento para animales, el objetivo de este estudio es la evaluación de la potencialidad forrajera de las hojas y tallos jóvenes de quinoa para la zona de los Valles

Calchaquíes (Catamarca, Tucumán, Salta y Jujuy), teniendo en cuenta diversas variedades, análisis químicos y la oferta y necesidad actual de forrajes en ese lugar. En la zona mencionada, los forrajes autóctonos son escasos, producto de la degradación de los bosques y de las pasturas asociadas, y las pocas forrajeras disponibles provienen de especies introducidas para ese fin. La vegetación está constituida por restos de un bosque de «algarrobo» (*Prosopis* sp.), herbáceas (en su mayoría compuestas) y algunas gramíneas nativas (*Festuca hieronymi*, *Stipa ichu*) asociadas a los algarrobales. La ganadería está constituida mayormente por caprinos y en menor escala por vacunos y equinos. En los últimos años se han incorporado las llamas, básicamente para carne y lana. Los forrajes son escasos debido a la degradación del bosque de «algarrobo» y en consecuencia las gramíneas asociadas a esa formación. El ganado se alimenta de «algarrobos», gramíneas y restos de maíz, sorgo y alfalfa. Justamente este trabajo da cuenta de la posibilidad de utilizar las plantas de quinoa que se eliminan, producto del raleo ya mencionado, como un forraje alternativo destinado a cabras, ovejas, camélidos y eventualmente grandes mamíferos como vacas y/o caballos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en el Campo Demostrativo Encalilla localizado en Amaicha del Valle (1.995 m snm), provincia de Tucumán. El clima de esta zona ha sido descrito como BWkwb lo que significa que el lugar posee un clima de desierto (BW) donde su temperatura media anual es menor a 18°C y el valor térmico del mes más caluroso es superior a los 18°C (k). En el mes más lluvioso

del verano (enero) las lluvias son de 10 o más veces superiores a las que ocurren en el mes más seco que es agosto (w). La temperatura media del mes más cálido es menor a 22°C (b). La precipitación anual histórica es del orden de los 160,1 mm mientras que la evapotranspiración es de 751 mm con lo que el balance resulta negativo. Las temperaturas de invierno son congelantes (por debajo de 0 °C) mientras que en septiembre – octubre, época de siembra de la quínoa, las temperaturas ambientes oscilan entre 14,1 °C y 17,5 °C (Torres Bruchmann, 1981). En este trabajo se utilizaron 9 variedades de quínoa con distinto origen parenteral (Amilda, Kancolla, Chucapaca, CICA, Kamiri, NL-6, Sajama, Samaranti y Sayaña) y un genotipo (landrace) denominado Quínoa Roja proveniente de Cangrejillos (provincia de Jujuy, 3.700 m snm) sembradas en parcelas de 15 x 10 m, distancia intersurco de 0,50 m e interplanta de 0,20 m, en un diseño de bloques al azar con tres replicas. Los bloques fueron regados por medio de un sistema de riego por goteo, no se aplicó fertilizantes y no hubo necesidad de aplicación de compuestos químicos para plagas y/o enfermedades. El suelo de la zona es de tipo arenoso-arcilloso con un contenido de materia orgánica de 0,6 %, pH 8,8 y conductividad eléctrica de 2,0 dS m⁻¹, (González *et al.*, 2011). A los 110 días de siembra se realizó una cosecha de las plantas completas y se separó la parte aérea (tallos, hojas e inflorescencias inmaduras) de la subterránea. Este raleo se hizo en el momento en que las inflorescencias estaban inmaduras. Las muestras mencionadas (15 plantas por cada variedad tomadas en los surcos centrales para evitar efectos de borde) se tomaron a los 110 días pues es el momento en que se hace el primer raleo. Luego se calculó el peso seco (PS) de cada parte secándose en estufa a 65 °C hasta peso constante. Los valores resultantes se extrapolaron a toneladas de materia seca por hectárea (Tn/h). Se realizaron análisis químicos foliares para determinar su contenido en proteínas, fibra en detergente ácido (FAD) y fibra insoluble en detergente neutro (FND), cenizas, nitrógeno, carbono, Na, K, Ca, Mg

y P. Los análisis químicos se realizaron en la Cátedra de Forrajes de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de Tucumán, mediante la metodología del Análisis Proximal según las normas de la A.O.A.C. (1970). Los resultados obtenidos se comparan con datos bibliográficos para la misma especie y con valores nutricionales de especies ya establecidas en el área de trabajo para ponderar la importancia de diferentes variedades de quínoa en ese espacio geográfico.

RESULTADOS

A) DISTRIBUCIÓN Y RENDIMIENTO DE MATERIA SECA

La materia seca de la porción aérea lograda por las distintas variedades al cabo de 110 días después de la siembra, mostró un rendimiento calculado entre 8,91 Tn/ha (Quínoa roja) y 2,86 Tn /ha (Samaranti) (Tabla 1).

Resalta el hecho que cada variedad produce diferente biomasa en los órganos correspondientes. Esta diferencia no parece estar ligada a la procedencia de las variedades ya que por ejemplo aquellas originarias del Altiplano Boliviano (ver Tabla 1) producen una biomasa aérea entre 2,86 y 8,91 Tn/ha. Por otro lado, entre la var. Sajama (Boliviana) y Quínoa Roja (de Cangrejillos, Argentina, 3.700 m snm) prácticamente producen lo mismo. Resulta importante destacar que CICA, que es la variedad que más se está cultivando en el Noroeste de Argentina, produce una biomasa aérea de 4,79 Tn/ha. Estos valores de biomasa en materia seca son significativos teniendo en cuenta que la Alfalfa produce entre 14 y 17,5 Tn/ha si se realizan 7 cortes al año y que cultivos como el Maíz o el Sorgo forrajero ofrecen alrededor de 12 a 14 Tn/ha por campaña. Mucho menos variable es la porción subterránea. En efecto, la variedad que menos produce biomasa subterránea es Kamiri con 0,49 Tn/ha mientras que la de mayor producción es Sajama con 1,84 Tn/ha.

Tabla 1. Materia seca (Tn/ha) lograda por distintas variedades de quínoa a los 110 días después de la siembra. El valor se halla expresado como la media más la desviación estándar (entre paréntesis) de 15 plantas distintas y en el mismo estado fenológico.

Variedad	T + H	R	P	(T + H + P)	Origen y ecotipo
Quinoa roja	7,59 (2,1)	1,74 (0,3)	1,32 (0,25)	8,91	Argentina (landrace)
Sajama	7,77 (2,5)	1,84 (0,4)	0,46 (0,20)	8,23	Bolivia (Altiplano)
Kancolla	6,37 (2,0)	1,47 (0,21)	0,7 (0,18)	7,07	Perú (Altiplano)
Sayaña	6,15 (2,5)	1,51 (0,35)	0,56 (0,22)	5,59	Bolivia (Altiplano)
Chucapaka	5,48 (1,4)	0,78 (0,22)	0,2 (0,09)	5,68	Bolivia (Altiplano)
Amilda	3,75 (1,2)	0,93 (0,45)	0,78 (0,23)	4,53	Bolivia (Altiplano)
NL - 6	4,72 (2,0)	0,98 (0,3)	0,44 (0,21)	5,16	Seleccionada en Holanda
CICA	4,35 (1,8)	1,13 (0,5)	0,44 (0,18)	4,79	Perú (Valle)
Kamiri	2,91 (1,3)	0,49 (0,22)	0,29 (0,01)	3,2	Bolivia (Altiplano)
Samaranti	2,72 (1,3)	0,5 (0,18)	0,14 (0,06)	2,86	Bolivia (Altiplano)
Promedio	5,181	1,137	0,533	5,602	

T: Tallos, H: Hojas, R: raíces, P: panoja; (T+H+P) = porción aérea

B) PROTEÍNAS Y FIBRAS

En general, el contenido de proteínas es mayor en las hojas que en los tallos en las 10 variedades analizadas (Tabla 2). El contenido promedio de proteínas en hojas es de 15,7 % mientras que en los tallos es 9,9 %. El contenido mínimo se registró en la landrace Quínoa Roja (12,7 %) y el máximo en la var. Chucapaka (21,7 %). Por otro lado, el contenido mínimo de proteínas en tallo se lo detectó en la var. Sayaña (7,4 %) y el máximo en la var. Chucapaka (13,3 %). Comparando estos valores con los posibles de obtener en forrajes como Alfalfa (18 a 22 % en hoja) y Maíz (9 a 11 % en planta), concluimos que quínoa puede perfectamente suplir, o bien complementar a estas especies dentro de la dieta animal. El contenido de FDA en hojas osciló entre 9 % (Kancolla) y 21,2 % (Sayaña) y la FDN entre 21,7 % (Chucapaka) y 63,1 % (Kamiri). Por otro lado, se registró un valor mínimo de 26,6 % (Amilda) en FDA en tallos y uno máximo de 45,1 % (Kancolla); mientras que la FDN varió entre 47,1 % (NL-6) y 71,4 % en Sayaña.

El mayor contenido de cenizas también se encontró en hojas. Tanto los contenidos de proteínas como los de fibra en general y cenizas no muestran una relación con el origen de las variedades analizadas.

C) ANÁLISIS QUÍMICO FOLIAR

Los valores de nitrógeno foliar promedio fueron de 4,3 %. El valor más alto fue medido en la variedad Kancolla con 5,4 % y el más bajo en las variedades Samaranti y Sajama con 3,9 %. Estos valores resultan elevados si se tiene en cuenta que en general las plantas exhiben valores entre el 1 y el 5 % (Lambers *et al.* 1998). Como ya se conoce desde hace tiempo, los valores de nitrógeno foliar están fuertemente correlacionados con la cantidad de proteínas que el órgano considerado posee (Lambers *et al.* 1998). De manera que la concentración de nitrógeno foliar es un indicador de la cantidad de proteínas que las hojas poseen. Un elemento que también se encuentra en valores elevados es el potasio (K) cuya concentración osciló entre 8,54 % en las variedades Ratuqui y Kan-

colla y 9,86 % en la var. Sajama (Tabla 3). Por otra parte, el calcio (Ca) es menos variable y se lo encuentra con valores promedios de 2,7 % donde las variedades CICA, Ratuqui, Samaranti y Amilda muestran los valores mínimos encontrados (2,5 %) y Chuca-paka exhibe el valor máximo detectado (3 %). Valores muy cercanos para el Ca (3,34 %) fueron informados por Ramos y Cruz (2002). Los valores de fósforo oscilaron entre 0,2 y 0,3 %. Este último valor es coincidente con la evaluación de quínoa para forrajes reportados por Ramos y Cruz (2002). Entretanto, los porcentajes de magnesio oscilaron entre 0,9 % y 1,6 %. Por otro lado, la relación C/N fue de 9,2 en promedio.

DISCUSIÓN

A partir del rendimiento de materia seca (Ton/ha), quínoa tiene potencial como suplemento forrajero en el Noroeste Argentino y más aún si se consideran los contenidos de proteínas tanto en hojas como en tallos. Los datos indican que el landrace y las variedades promisorias para ser utilizadas como forrajes serían «Quínoa Roja», «Sajama», Kancolla» y «Sayaña», cuya producción de materia seca estuvo por arriba de las 8 Tn/ha. Se debe considerar que la quínoa recién está siendo incorporada como especie culti-

vable en Argentina en los últimos 5 o 10 años y todavía no se la dimensiona en su verdadero valor como especie multipropósito. Sin embargo, la experiencia en otros países demuestra que la planta puede ser utilizada como forraje para rumiantes, en lugares como los salares donde otras especies palatables no pueden crecer. Así, Capelo (1980) menciona que la planta de quínoa destinada a forrajes, con 135 días de edad, contiene un 55 % de hoja y panoja y un 45% de tallo, con 66,6 % de humedad y con un rendimiento 10,2 Tn/ha de materia seca. Por otro lado, Montoya y Roa (1985), informan rendimientos de 2.322 a 4.242 kg/ha de materia seca con un contenido promedio de proteína de 15,42% de material proveniente de Perú y Bolivia pero cultivado en Colombia. Otras evaluaciones, realizadas en México, en 18 variedades de quínoa (preoces, intermedias y tardías), cortadas al final de la floración, mostraron un rendimiento en materia seca entre 7.73 y 11.4 Tn/ha con valores de proteína entre 17,81 y 18,98 % (Bañuelos Taváres *et al.*, 1995). Por otro lado, existen datos que demuestran la importancia de considerar la fecha de corte para lograr los mejores rendimientos en materia seca y proteínas. Así por ejemplo, von Rütte (1988), evaluó la materia verde y el contenido de proteínas producidos en el período

Tabla 2. Contenido de proteínas fibras y cenizas en diferentes variedades de quínoa.

Variedades	Proteínas (%)		Fibras (%)				Cenizas (%)	
			FDA	FDN	FDA	FDN		
	Hojas	Tallos	Hojas	Hojas	Tallos	Tallos	Hojas	Tallos
Amilda	17,9	12,3	10,0	44,0	26,6	59,7	25,4	sd
Chucapaka	21,7	13,3	11,6	21,7	38,2	50,0	27,5	23,7
CICA	17,6	9,5	14,9	22,7	32,6	48,0	sd	sd
Kamiri	13,1	9,2	11,2	63,1	40,4	63,14	27,3	18,7
Kancolla	15,3	11,4	9,0	60,6	45,1	57,4	sd	sd
NL - 6	17,1	7,8	14,7	25,9	32,4	47,1	26,9	23,9
Quínoa								
Roja	12,7	7,9	15,6	28,6	43,2	52,9	sd	16,8
Sajama	13,0	9,6	21,0	40,3	28,6	60,0	sd	sd
Samaranti	14,9	10,2	13,0	37,7	40,4	68,3	33,6	21,9
Sayaña	13,7	7,4	21,2	41,4	39,6	71,4	29,5	sd
Promedio	15,7	9,9	14,2	38,6	36,7	57,2	28,4	21,0

FAD: fibra en detergente ácido; FDN: Fibra insoluble en detergente neutro. Los valores consignados son el promedio de 3 repeticiones, sd: sin datos.

Tabla 3. Análisis de minerales presentes en las hojas de quínoa.

Variedades	N	P	K	Ca	Mg	C	C/N
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
Amilda	4,2	0,2	9,47	2,5	1,1	38,7	9,3
Chucapaca	4,6	0,2	8,98	3,0	0,9	40,7	8,9
CICA	4,6	0,3	9,07	2,5	0,9	40,1	8,7
Kamiri	4,5	0,3	8,74	2,6	1,1	39,6	8,7
Kancolla	5,4	0,3	8,54	2,8	1,2	42,0	7,8
Sajama	3,9	0,2	9,86	2,6	1,4	37,7	9,8
Samaranti	3,9	0,2	9,93	2,5	0,9	38,0	9,7
Sayaña	3,9	0,2	9,20	2,7	1,6	39,5	10,1
Quínoa Roja	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd
Promedio	4,3	0,3	9,2	2,7	1,2	39,3	9,2

Los valores consignados son el promedio de 3 repeticiones.

comprendido entre la semana 9 a la 17. Sus resultados demostraron que la materia verde se incrementaba desde 18 a 74 Tn/ha con 12,6 a 18,6% de materia seca, mientras el contenido de proteínas osciló desde el 26 al 17% (de la semana 9 a la 16), con picos de 29,5 % en la semana 10 y 28,5 % en la semana 14. También en muchos lugares de Bolivia y Perú, se utilizan los residuos de la quínoa, que quedan después de la cosecha del grano, para alimentación animal. Es así que en las orillas del Lago Titicaca, tanto del lado boliviano como peruano se utilizan los residuos de la trilla del grano, que posee un 10,7 % de proteínas, para el engorde de bovinos (Cardozo y Tapia, 1979).

Otro subproducto de la quínoa que se usa para alimentación animal es el denominado afrecho, que es la cáscara que resulta al procesar el grano. Sería importante considerar este elemento en el futuro pues los antecedentes demuestran que pueden llegar a valores de proteínas entre el 11y el 15 % (Aduviri, 2007).

A menudo se menciona que las saponinas pueden ser un factor que atente contra las propiedades nutricionales. Sin embargo, se debe mencionar que la mayor cantidad de estos compuestos se encuentran en los granos por lo que su valor queda relativizado. Por otro lado, investigaciones realizadas en rumiantes alimentados con forrajes de quínoa, demostraron que las saponinas presentes son este caso beneficiosas, ya que ejercen un control de los parásitos internos (Bañuelo Taváres *et al.*, 1995).

Resulta importante tener en cuenta que la oferta de forrajes en la zona de los Valles Calchaquíes (Catamarca, Tucumán y Salta) es escasa por los factores ya mencionados, entre otros por el carácter marginal que tienen los suelos y sobre todo la salinización de los mismos, de manera que considerar alternativas forrajeras es y será una necesidad para mantener la ganadería de la zona. En ese sentido, si bien este estudio aporta datos sobre la posibilidad de usar las plantas descartadas por el raleamiento del cultivo, se debe considerar los restos de plantas que quedan después de la cosecha. En efecto, todas las variedades de quínoa ensayadas completan su ciclo entre la segunda quincena de mayo y la primera de junio. Justamente en esa época es cuando se cosecha sólo las inflorescencias con los frutos y queda el resto del material vegetal aéreo (tallos, pocas hojas y ramificaciones secundarias). Este material vegetal que queda, es el que podría servir de suplemento pues en esta época es cuando las pasturas naturales de la zona comienzan a escasear. Por otro lado, también puede ser importante considerar en futuros estudios, tanto las variedades del altiplano boliviano como aquellas que son nativas, para dilucidar cuales de estas son más promisorias tanto en producción de materia seca como en proteínas. Asimismo se deberá estudiar en cuál etapa fenológica de la planta es más conveniente su cosecha.

CONCLUSIONES

Los datos presentados muestran el potencial de las plantas de quínoa, que son eliminadas en la etapa de raleamiento, como complemento forrajero para las condiciones ambientales de los Valles Calchaquíes (Noroeste de Argentina). Tanto los valores de materia seca, proteínas, fibras y cenizas indican que las plantas podrían ser utilizadas para alimentación directa, o bien en mezclas con otras especies que se utilizan en la zona, para alimentación de ganado. Si se tiene en cuenta las condiciones ambientales de los Valles Calchaquíes (suelos degradados, en algunos casos salinizados, erosión eólica y escasez de agua, entre otros) donde son pocos o nulos los aprovechamientos de especies vegetales autóctonas como forrajes, quínoa brinda la posibilidad no sólo de recuperar un cultivo andino de alto valor alimenticio y de mercado sino de generar un suplemento forrajero necesario en ese espacio geográfico.

AGRADECIMIENTOS

A la memoria del Ing. Raúl Orell que prestó su apoyo para el proyecto de quínoa en el Campo Demostrativo de Encalilla (Amaicha del Valle) y al personal que colaboró en el mismo en la persona del Sr. Martín Quiroga. Asimismo se agradece al personal técnico de la Cátedra de Forrajes de la Fac. de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de Tucumán y a la Fundación Miguel Lillo por su permanente apoyo al proyecto sobre estudios ecofisiológicos en quínoa.

BIBLIOGRAFÍA

- Aduviri G. 2007. Aplicación de diferentes niveles de subproductos del beneficiado de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la preparación de raciones para cuyes [*Cavia porcellus* L.] en crecimiento y engorde. Revista Latinoamericana de Agricultura y Nutrición 3: 4-11.
- A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists). 1970. Official methods of analysis. W. Horowitz (ed.); Washington DC. USA: 1015 pp.
- Bañuelos Taváres O., Mendoza Martínez G. D., Rodríguez Ontiveros J. L., Muños Orozco A. 1995. Forage evaluation of 18 varieties of quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in Montecillo, México. Revista Facultad Agronomía (LUZ) 12: 71-79.
- Blanco Callisaya J. A. 2014. Forraje y Alimentación Animal. CAPÍTULO: 3.2. In: Bazile, D. *et al.* (Editores), "Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013": FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia): pp. 331-340.
- Capelo W. 1980. Evaluación del potencial forrajero y alimenticio de la quinua dulce «Sajama» y quinua amarga «chaucha» en tres épocas de corte. II Congreso Internacional de Cultivos Andinos. 4-8 Abril Riobamba, Ecuador.
- Cardozo A., Tapia M. 1979. Valor nutritivo. En: Tapia, M., Gandarillas, H., Alandia, S., Cardozo, A., Mujica, A. (Eds). Quinuay kañiwa: cultivos andinos, CIID. Oficina Regional para la América Latina. IICA, Bogotá, Colombia, 149-182.
- Francis G., Kerem Z., Makkar H.P., Becker K. 2002. The biological action of saponins in animal systems: a review. The British journal of nutrition 88: 587-605.
- González J. A., Konishi Y., Bruno M., Valoy M., Prado F. E. 2011. Interrelationships among seed yield, total protein and amino acid composition of ten quínoa (*Chenopodium quinoa*) cultivars from two different agroecological regions. Journal of the Science of Food and Agriculture 92: 1222-1229.
- González J. A., Prado F. E. 2013. "Quínoa: Aspectos biológicos, propiedades nutricionales y otras consideraciones para su mejor aprovechamiento". Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales 3, N° 5: 5-15. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Labbers H., Chapin III F. S., Pons T. L. 1998. Plant physiological ecology, Springer-Verlag, New York, 540 p.
- Martínez E. A. 2014. Quinua: Aspectos nutricionales del Arroz de los Incas Capítulo: 3.4. IN: Bazile, D. *et al.* (Editores), "Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013": FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia): pp. 331-340.
- Montoya Restrepo L. A., Martínez Vianchá L., Peralta Ballesteros J. 2005. Análisis de variables estratégicas para la conformación de una cadena productiva de quinua en Colombia. INNOVAR Revista de Ciencias Administrativas y Sociales 25: 103-119.
- Montoya H., Roa J. 1985. Comportamiento de diecinueve colecciones de quinua *Chenopodium quinoa*, en tres localidades de la Sabana de Bogotá y el Páramo de Sumapaz. Tesis de pregrado para Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia.
- Prado F. E., Fernández-Turiel J. L., Tsarouchi M., Psarras G. K., González J. A. 2014. Variation of seed mineral concentrations in seven quínoa cultivars grown in two agroecological sites. Cereal Chemistry 9: 453-459.

- Ramos N., Cruz A.M. 2002. Evaluation of seven seasonal crops for forage production during the dry season in Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science* 36: 3, 271-276.
- Torres Bruchmann E. 1981. El clima de Amaicha del Valle y sus posibilidades agrícolas y ganaderas. *Publicación Especial N° 14 de la FAZ - UNT*; Tucumán, Argentina: 64 p.
- Vega-Gálvez A., Miranda M., Vergara J., Uribe E., Puente L., Martínez E. A. 2010. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient Andean grain: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 15: 2541-2547.
- von Rütte S. 1988. Producción de quinua verde para forraje fresco y ensilaje para ganado. VI congreso internacional sobre cultivos andinos. Quito, Ecuador. CIID - Canadá, pág. 9-11.