EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE CUATRO MATERIALES DE QUINOA EN LA REGION SEMIÁRIDA PAMPEANA

Autores:

Bongianino, Fabricio (DU: 36.221.505). N° de legajo: 3927.

Isasti, Julián (DU: 36.283.595). N° de legajo: 3942.

Directora: Ing. Agr. Reinaudi, Nilda Blanca (DU: 5.911.407).

Codirectora: Lic. ARNR Angeleri, Carolina Adriana (DU: 26.372.874).

Carrera: Ingeniería Agronómica.

Institución: Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa.

Año: 2015.

ÍNDICE DE CAPÍTULOS

Resumen 3

Introducción 4

Materiales y Métodos 14

Resultados y Discusión 16

Conclusiones 24

Agradecimientos 25

Bibliografía 26

Figuras 29

RESUMEN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un pseudocereal de origen andino reconocido por su alto valor nutricional, su adaptabilidad a diversos ambientes y su papel en la seguridad alimentaria. Los objetivos de este trabajo fueron: evaluar el comportamiento agronómico y el rendimiento de cuatro materiales de quinua en la Región Semiárida Pampeana y determinar debilidades y fortalezas de manejo de una especie con pocos antecedentes en la zona. Se trabajó con los materiales: KVL 32; RU 5; Faro Roja y Regalona Baer. El 27 de Noviembre de 2014 se sembraron a chorrillo dos hileras de plantas separadas a 0,35 m en parcelas experimentales de 0,7 m de ancho por 4 m de largo, con una densidad de 9 kg . ha^{-1}, fertilizando con 60 kg . ha^{-1} de fosfato di amónico debajo de la cinta de riego. El diseño experimental fue en bloques completos al azar con 4 repeticiones. Se regó según la disponibilidad de agua, no obstante se obtuvo un muy bajo stand de plantas. Se registró la presencia de insectos y malezas pero no de enfermedades. Se constató que los materiales “KVL 32” y “RU 5” presentaron ciclo corto; “Regalona Baer” ciclo intermedio y “Faro Roja” ciclo largo. Éste último alcanzó una mayor altura de 1,26 m, en tanto que KVL 32, RU 5 y Regalona Baer presentaron menores alturas, 0,81 m, 1,02 m y 0,82 m, respectivamente. Como consecuencia de la baja densidad de plantas, todos los materiales compensaron mediante ramificación, por lo que hubo una mayor cantidad de panojas por planta pero de menor tamaño en largo y en ancho. Todos los materiales completaron su desarrollo fenológico y las condiciones climáticas a posteriori de la floración permitieron el llenado de granos, obteniéndose el índice de cosecha pero no una estimación del rendimiento debido a la escasa cantidad de material. Cabe aclarar que es un ensayo novedoso en la región semiárida pampeana y que hay que seguir experimentando para obtener resultados concretos.

PALABRAS CLAVE: Quinua, Manejo, Seguridad alimentaria, La Pampa.

INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un alimento básico de las antiguas civilizaciones de los Andes de América del Sur que se cultiva principalmente en los países andinos de Perú y Bolivia. Recibe la calificación de pseudocereal debido a su apariencia semejante a un grano, y otras veces, de pseudosemilla oleaginosa por su alto contenido de grasa. En virtud de su alto valor nutritivo, los pueblos indígenas y los investigadores se refieren a ella a menudo como el grano de oro de los Andes (www.fao.org/quinoa-2013/faqs/es/).

La quinua es una planta que se originó en los alrededores del Lago Titicaca de Perú y Bolivia. Fue cultivada y utilizada por las civilizaciones prehispánicas y reemplazada por los cereales a la llegada de los españoles, a pesar de constituir un alimento básico de la población de ese entonces. La evidencia histórica disponible señala que su domesticación por los pueblos de América puede haber ocurrido entre los años 3000 y 5000 antes de Cristo. Antes de su domesticación, la quinua silvestre probablemente se usó por sus hojas y semillas para la alimentación. Desde el punto de vista de su variabilidad genética puede considerarse como una especie oligocéntrica, con centro de origen de amplia distribución y diversificación múltiple. La región andina, especialmente las orillas del Lago Titicaca, muestra la mayor diversidad y variación genética de la quinua. Durante la domesticación de la quinua, y como producto de la actividad humana, hubo un amplio rango de modificaciones morfológicas. Entre ellas: la condensación de la inflorescencia en el extremo terminal de la planta, el incremento del tamaño de la planta y la semilla, la pérdida de los mecanismos de dispersión de la semilla, así como altos niveles de pigmentación. Durante la domesticación, los pueblos andinos seleccionaron los genotipos por el tipo de uso y por la tolerancia a factores adversos tanto bióticos como abióticos, llegando a obtener las actuales plantas y ecotipos con características diferenciales (www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/origin-and-history/es/).

Dentro de las propiedades características de la quinua se puede citar: su alta plasticidad genética a los ambientes donde se desarrolla y la calidad alimentaria de su proteína. Se trata de una especie autógama, aunque algunos investigadores estiman que puede haber cruzas, tanto entre variedades como entre variedades y algunas silvestres, de hasta un 10%. Esta posibilidad se minimiza con una distancia entre variedades de más de 1 m. La quinoa sería una especie C3 con altas tasas de fotosíntesis neta. Los estudios anatómicos foliares dan cuenta de una típica distribución de tejidos de una especie que utiliza la vía fotosintética C3.

La quinoa puede prosperar desde el nivel del mar hasta los 4.200 m, puede tolerar fuertes diferencias térmicas y de humedad relativa entre el día y la noche. Otros datos mencionan que la quinoa puede tolerar condiciones de humedad entre 40 y 88%, y de temperaturas entre -4 y 38ºC. Asimismo puede soportar altos niveles de radiación fotosintéticamente activa. Otros rasgos interesantes son que puede tolerar fríos extremos, largos períodos de sequía y alta salinidad. Algunas variedades toleran condiciones de salinidad similares a las del agua de mar (40 dS m^{-1}). Fisiológicamente se conoce que la quinoa puede tolerar la salinidad mediante la acumulación de iones y ajuste osmótico con lo que logra mantener la turgencia celular y la transpiración foliar. Tanto la tolerancia a la sequía como a la salinidad depende del estado fenológico de la especie.

El hecho que la quinoa sea considerada una especie tolerante a la sequía y salinidad le otorga una fuerte importancia agronómica debido a que uno de los mayores problemas en el mundo es justamente la salinización de las tierras y la escasez de agua en muchos lugares. El uso intensivo de tierras y agua, unido a una alta evapotranspiración y deficientes sistemas de riego, nos ha conducido a situaciones que denominamos salinización y que se está traduciendo en una pérdida de áreas productivas (González y Prado, 2013).

Es bien conocida la capacidad de adaptación de esta planta a condiciones de aridez y su tolerancia a las heladas en estadios juveniles (resiste temperaturas de hasta –5ºC) y en estado adulto en proximidades de la floración (Banega Cariapaza, 1983).

El fruto de la quinua es un utrículo caracterizado por ser un fruto seco, de ovario súpero, indehiscente, con el pericarpo tenue y uniseminado (figura 1).

Las fases fenológicas de la quinua se pueden observar en la figura 2, elaborada por Mujica y Canahua, lo cual permite registrar los cambios producidos durante el desarrollo de la planta (Dughetti *et al*., 2013).

En el año 2014, la quinua es incluida en el Código Alimentario Argentino (C.A.A.) por la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT); tanto la semilla de quinua como su harina son consideradas por los artículos 682 y 682 bis, modificados por Resolución Conjunta 261/2014 y 228/2014 de la Secretaría de Políticas, Regulación e Instituciones (SPReI) y la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (SAGyP).

La quinua es un alimento libre de gluten y por ende apto para celíacos. Este mercado se encuentra en un momento de gran crecimiento. La ANMAT reconoce cerca de 50 productos alimenticios compuestos por este pseudocereal, comercializados por más de 10 empresas, en forma de barras de cereales, alfajores, caldos, sopas, galletas, fideos secos, pastas frescas, harinas y premezclas.

Sus hojas, pecíolos y tallos tiernos son ricos en proteínas, de rápida cocción y agradable sabor que se utilizan en la alimentación humana de la misma manera que la espinaca.

El grano se consume de manera similar al arroz o molido en harinas, las que se pueden utilizar como sustituto parcial de la harina de trigo (Instituto de Estudios Salud Natural de Chile. 2001).

Al igual que la papa, la quinua fue uno de los principales alimentos de los pueblos andinos preincaicos. Tradicionalmente los granos de quinua se tuestan y con ellos se hace harina, con la cual se fabrican distintos tipos de panes. También pueden ser cocidos y añadidos a las sopas, usados como cereales, pastas e incluso se fermenta para obtener cerveza o chicha, bebida tradicional de los Andes. Cuando se cuece, la quinua toma un sabor similar a la nuez. Hoy la quinua también tiene un papel destacado en la cocina gourmet, pero sus usos también se han extendido al área farmacéutica e industrial (www.fao.org/quinoa-2013/es/). Es decir, que los principales usos conocidos de la quinua son: industria alimentaria (alimentación humana y animal), uso medicinal e industriales. Otros usos industriales de la quinua se pueden observar en la figura 3 (www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/use/es/).

El cultivo de la quinua hoy se ha extendido más allá de la región andina y además de producirse en Bolivia, Perú, Ecuador, Chile, Colombia y Argentina, también se cosecha en Estados Unidos, Canadá, Francia, Reino Unido, Suecia, Dinamarca, Italia, Kenia e India (www.fao.org/quinoa-2013/press-room/news/detail/es/). También se están realizando ensayos comparativos en países europeos como España y Checoslovaquia (Jacobsen, 1997).

En Argentina, el cultivo de la quinua es incipiente y de autoconsumo, por lo que el proceso de siembra, cultivo, cosecha y poscosecha se realiza manualmente y con escasa tecnificación.

Uno de los inconvenientes para la difusión del cultivo está relacionado a la etapa de poscosecha (trillado, venteado y desaponificado): la quinua posee en sus células parenquimáticas, una pared celular que tiene componentes que le otorgan amargor, dificultando su consumo directo de algunas variedades, sin un proceso previo para extraer la misma (desaponificado). La tarea del desamargado se realiza manualmente con sucesivos lavados, lo que lo hace muy trabajoso y complicado en un contexto donde el agua es un

recurso escaso, agravándose si se aumenta la escala de producción para la venta (www.argenpress.info/.../argentina-buscan-revalorizar-la-quinua.html).

En la provincia de Jujuy, como en otros tantos lugares andinos de Argentina, el cultivo de quinua se realizaba con el sólo propósito del autoconsumo de la familia campesina, sin llegar a la fase de comercialización como ocurre con otros cultivos, por ejemplo maíz y papa. Existen referencias sobre cultivo de quinua en la Quebrada de Humahuaca desde fines del siglo XIX (Holmberg, 1904).

El Dr. Horacio Carrillo en 1932, siendo embajador argentino en Bolivia, realizó uno de los primeros intentos de introducir masivamente este cultivo en la Provincia de Jujuy, debido al creciente interés por adquirir este grano en los EE.UU.. Como parte de su inquietud publicó "La Quinua su Cultivo en el Altiplano" e impulsó al Ministerio de Agricultura para que diera mayor difusión a este cultivo en el altiplano andino y donde el cultivo de cereales no fuera posible (Albizzati *et al*., 1931).

Se han realizado experiencias de este cultivo andino en diversos ambientes, correspondientes a la zona pampeana húmeda y semiárida de nuestro país. Hay referencias del cultivo en la provincia de Buenos Aires, donde la producción se realizó con éxito, dirigida al mercado norteamericano. No se tiene constancia respecto a rendimientos destacados, inconvenientes de tipo sanitario, malezas, plagas o enfermedades. Lo mismo ocurre con la producción del centro sur y la sierra de la provincia de Córdoba. En la provincia de Jujuy se produce quinua con rendimientos de 2.000 kg ha^{-1}, de variedad desconocida por el productor mencionado por Buitrago y Torres (2002).

En la provincia de Río Negro se ha constatado la producción de quinua con fines de exportación, reportándose en el año 1997 una producción de 5.000 kg (González, 1998).

En los Valles Calchaquíes, Provincia de Salta, se produce quinua para autoconsumo de los campesinos, sin constituir producciones comerciales. Es decir, que en estos valles, a diferencia de las producciones de la zona pampeana, el grano sí constituye un componente de la dieta alimentaria de los habitantes locales (Velázquez, 1984).

Un informe presentado por Vorano y García (1976) en Potosí, Bolivia, sobre la situación del cultivo de quinua en la provincia de Jujuy, señala que está en franco retroceso por la invasión de otros alimentos de fácil consumo y también en relación directa con el flujo comercial. No obstante lo expresado, los autores consideran a la quinua como un cultivo irremplazable en ciertas zonas de la puna, donde se desee realizar cosechas con cierta seguridad. Asimismo, recomiendan la introducción de quinuas "dulces" para un consumo masivo. Otra debilidad es que no se trabaja con variedades puras, sino con poblaciones locales de bajo rendimientos (400 a 800 kg ha^{-1}) y el cultivo se reduce a pequeñas parcelas para el consumo familiar.

Buitrago y Torres (2002), mencionan que entre 1984/85 se realizó un intento de promocionar y difundir en Jujuy el cultivo de quinua, por iniciativa de la Fundación PIRCA (Proyecto de Integración y Rescate de la Cultura Andina), en colaboración con organismos oficiales, para lo cual se introdujeron semillas desde Cuzco, Perú, habiendo fracasado posteriormente por desatención de los productores. También citan que en el año 1986, se sembraron 10 kg ha^{-1} con semilla de la variedad Real provenientes de Oruro, Bolivia, en la puna jujeña, localidad de Intermedia. El rendimiento estuvo en el orden de 700-800 kg ha^{-1}. No se reportaron inconvenientes de orden sanitario ni de malezas o plagas, habiéndose distribuido la producción entre los pobladores de la región para consumo local y zonal.

En Pergamino en el año 2004 se evaluó la variedad 2-Want, a los efectos de: analizar su aptitud agronómica y como fuente de biodiversidad. El rendimiento de semilla fue de 24,2 qq ha^{-1} (Jacquelin, 2008).

En la Facultad de Agronomía UNLPam., Reinaudi *et al.* (2002) sembraron la variedad Blanca de Junín y obtuvieron rindes de semilla muy magros alcanzando un máximo de 106 kg ha^{-1}. Posteriormente Reinaudi y Ermini (2007), realizaron un experimento con 13 materiales: CO-407**;** Amachuma; Cahuil; Tango; Cañete Roja; 20 GR; Faro Roja; NL-6; Regalona Baer; Salto de Agua; 26 TES; 2-Want y 1 ESP en la ciudad de Santa Rosa. Se destacaron por su rendimiento: Cahuil (2.454 kg ha^{-1}), Cañete Roja (1.905 kg ha^{-1}), Tango (1.879 kg ha^{-1}), CO-407 (1.762 kg ha^{-1}), NL-6 (1.747 kg ha^{-1}), 1 ESP (1.435 kg ha^{-1}), Faro Roja (1.401 kg ha^{-1}), Amachuma (1.280 kg ha^{-1}), Salto de Agua (1.220 kg ha^{-1}) y con rindes menores estuvieron 26 TES (726 kg ha^{-1}), Regalona Baer (783 kg ha^{-1}), 2-Want (402 kg ha^{-1}). Esta última presentó un ciclo de 136-144 días. En ningún caso se observó la presencia de hongos y como plagas se detectaron chinches (no ocasionando daños importantes) y la fuerte presencia de bicho moro hizo necesario una aplicación de deltametrina. Como el período de cosecha fue muy seco colaboró en que no se detectaran hongos en las panojas, siendo la altura de la planta de 0,90 m a 1,70 m. También se observó que en algunas variedades era necesario continuar realizando una selección a los efectos de homogeneizar las características de las mismas.

En la campaña 2013/2014, Reinaudi *et al.* (2015) realizaron una experiencia en la EEA INTA Anguil con los siguientes cuatro materiales: KVL 32; RU 5; Faro Roja y Regalona Baer. Obtuvieron que los materiales estudiados “KVL 32” y “RU 5” presentaron ciclo corto; “Regalona Baer” ciclo intermedio y “Faro Roja” ciclo largo. Debido a las altas temperaturas y baja humedad a fines de diciembre del 2012 y enero del 2013, en todos los materiales las semillas en las panojas fueron vanas.

La quinua puede desempeñar un papel importante en la erradicación del hambre, la desnutrición y la pobreza, ya que es el único alimento de origen vegetal que tiene todos los aminoácidos esenciales, oligoelementos y vitaminas, y tiene también la capacidad de adaptarse a diferentes ambientes ecológicos y climas.

A medida que el mundo se enfrenta al reto de aumentar la producción de alimentos de calidad para alimentar a una población creciente en el contexto del cambio climático, la quinua ofrece una fuente alternativa de sustento para los países que sufren de inseguridad alimentaria. Por ello, la Asamblea General de las Naciones Unidas ha declarado al año 2013 como el "Año Internacional de la Quinua", en reconocimiento a las prácticas ancestrales de los pueblos andinos, quienes han sabido preservar a la quinua en su estado natural como alimento para las generaciones presentes y futuras, a través de prácticas ancestrales de vida en armonía con la naturaleza. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), desde su Oficina Regional para América Latina y el Caribe, llevará adelante la Secretaría del Año Internacional de la Quinua acompañando al Comité Internacional que coordinará las celebraciones. Bolivia encabeza la presidencia del Comité, mientras que Ecuador, Perú y Chile ostentan las vicepresidencias, y las relatorías están a cargo de Argentina y Francia (www.fao.org/quinoa-2013/es/).

En Mayo de 2015 se realizó el V Congreso Mundial de Quinua y la segunda edición del Simposio Internacional de Granos Andinos en la Provincia de Jujuy, Argentina; con el fin de promover el fortalecimiento de la producción de la Quinua y Granos Andinos, mediante el intercambio de experiencias productivas, comercialización, abastecimiento, consumo y la divulgación de los avances científicos-técnicos, destacando los rasgos culturales y sociales asociados (http://inta.gob.ar/eventos/v-congreso-mundial-de-la-quinua).

En resumen, se podría decir que la quinua es conocida por:

.Adaptabilidad a las condiciones climáticas: se conocen diferentes variedades de quinua que crecen en un rango de temperatura que va de -4°C a 35°C.

.Resistencia a condiciones adversas: algunas variedades de quinua pueden cultivarse en condiciones difíciles por su tolerancia a la sequía y su resistencia a la salinidad. La quinua crece en las tierras altas y en las bajas, lo que demuestra su versatilidad como cultivo auténticamente inteligente frente al clima.

.Bajos costos de producción.

.“Amigable” con el medio ambiente: la gran capacidad de adaptación a la variación climática y su uso eficiente del agua hace del cultivo de la quinua una excelente alternativa frente al cambio climático.

.Cualidades nutritivas: la quinua es un alimento saludable gracias a su elevado valor nutricional.

.Reconocida por la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio estadounidense (NASA) como cultivo ideal para su inclusión en posibles misiones espaciales futuras a largo plazo en las que tengan que producirse cultivos en una nave espacial.

.Cualidades éticas: en los Andes, la producción sigue teniendo una base familiar y principalmente ecológica, que le confiere una importante imagen de comercio justo. La quinua promueve una “imagen saludable”: integral, comercio justo y producto ecológico. Su producción ha incrementado los ingresos de los agricultores de menores ingresos del semiárido altiplano andino, especialmente en los últimos años (www.fao.org/quinoa-2013/faqs/es/).

Los objetivos de este trabajo fueron:

1. Evaluar el comportamiento agronómico y rendimiento de cuatro materiales de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la Región Semiárida Pampeana, sembrados el 27 de noviembre de 2014.

2. Determinar debilidades y fortalezas de manejo de una especie con pocos antecedentes en la zona mencionada.

MATERIALES y MÉTODOS

En la campaña 2013/2014 se realizó una experiencia con cuatro materiales (KVL 32, RU 5, Faro Roja y Regalona Baer) con fecha de siembra en octubre. En la campaña 2014/2015 se realizó un ensayo en la EEA INTA Anguil con los mismos materiales. La siembra se realizó el 27 de noviembre de 2014, en parcelas experimentales de 0,7 m de ancho por 4 m de largo. En cada parcela se sembraron a chorrillo dos hileras de plantas separadas a 0,35 m siendo la densidad de siembra de 9 kg ha^{-1}. El diseño experimental fue en bloques completos al azar con 4 repeticiones. Entre las dos líneas de siembra de cada bloque se colocó una cinta de riego, separadas a un metro de distancia. A la siembra se fertilizó con fosfato di amónico a razón de 60 kg ha^{-1}, para ello se agregaron aproximadamente 17 g $surco^{-1}$ de 4 m de largo debajo de la cinta de riego para cada uno de los tratamientos. Se utilizó una bordura de 16 m de largo con la variedad Regalona Baer y los pasillos entre las parcelas fueron de 0,30 m de ancho. El suelo utilizado tuvo como cultivo antecesor *Cucurbita maxima*, “zapallo”.

Se realizó el seguimiento del cultivo desde la emergencia hasta su cosecha y se observó la incidencia de plagas y enfermedades. Se determinó:

1. Poder Germinativo de los 4 materiales.
2. Días a emergencia (50%) y a los 15 días.
3. Densidad de plantas / m^2 a los 30 días de la emergencia.
4. Yema floral visible: se identificó el comienzo de la formación del botón floral, observando entre las hojas las yemas de la parte apical. Se utilizó como criterio la fecha en que el 50% de las plantas que se muestrearon en cada parcela alcanzaron este estadio. Este evento marcó el final de la fase vegetativa y el comienzo de la reproductiva. Se evaluó cualitativamente teniendo en cuenta la escala propuesta por Reinaudi *et al.* (2015).

5. Yema floral visible - 1º antesis: Se observó el momento en que apareció la primera flor abierta, que en quinoa es más sencillo y preciso de identificar que otros estadios correspondiente a la fase reproductiva.
6. Antesis - fin de floración: es el momento en que ya no se observan más flores apareciendo, a lo sumo se ven estambres secos de floraciones previas. Marca el fin de la fase de floración y es un evento clave en la determinación del rendimiento.
7. Grano lechoso, pastoso.
8. Número de plantas a cosecha.
9. Días a cosecha.
10. Evaluación del índice de cosecha (peso seco del órgano cosechado/peso seco de la parte aérea), altura de la planta (se determinó desde el cuello hasta el extremo apical de la parte aérea de la planta), largo y ancho de la panoja (se midió en su mayor longitud y cuando se presentó más de una panoja por planta se consideró la panoja de mayor tamaño).
11. Registro de datos climatológicos correspondientes al ciclo del cultivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características físico-químicas del suelo a dos profundidades se presentan en la tabla 1, siendo la textura arenosa-franca para la primera profundidad y arenosa para la segunda. La conductividad eléctrica (CE) se determinó en pasta saturada, los cationes y la capacidad de intercambio catiónico (CIC) están expresado en meq/100g de suelo y el porcentaje de sodio intercambiable (PSI) en porcentaje.

Tabla 1: Características físico-químicas del suelo utilizado en el ensayo.

Prof. (m)	MO (%)	NT (%)	P asim (ppm)	CE (dS/m)	pH	CIC	Ca	Mg	Na	K	PSI (%)
						(meq/100g suelo)					
0,2	1,9	0,09	52,8	0,54	7,75	9,8	14	1,7	1,4	1,2	12,87
0,4	0,8	0,04	40,4	0,33	7,59	9,1	8,1	0,8	0,8	1,2	9,57

Prof. (profundidad), MO (materia orgánica), NT (nitrógeno total), P asim (fosforo asimilable), CE (conductividad eléctrica), CIC (capacidad de intercambio catiónico) y PSI (porcentaje de sodio intercambiable).

Las temperaturas, a 1,50 m del suelo, y las precipitaciones mensuales registradas durante el período en que se desarrolló el experimento se presentan en la tabla 2.

Tabla 2: Valores de temperaturas y precipitaciones de la campaña 2014/2015. (Fuente: EEA INTA Anguil).

Meses	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Temperatura (ºC)								
Mínima	3,37	6,27	10,48	11,29	13,75	15,5	14,51	14,44
Media	10,81	13,52	17,63	19,54	23,40	23,99	22,9	21,68
Máxima	20,02	21,44	25,59	28,34	32,45	33,05	31,68	29,89
Precipitación (mm)								
Acumulada mensuales	27,8	40,7	181,4	65,8	19,1	37,8	110,5	53,9
Días en que ocurrieron las precipi-taciones	22, 23, 25	1, 3, 4, 5, 8, 30	2, 3, 4, 5, 15, 16, 17, 23, 26, 27, 28, 29	1, 2, 3, 11, 21, 23, 26, 27, 28, 29	6, 14, 15, 19, 26, 29, 31	13, 22, 24, 25, 26	3, 4, 6, 8, 24, 25, 26	1, 8, 9, 13, 14, 19, 20, 23, 24, 30

Durante los meses de septiembre y octubre las precipitaciones fueron superiores al promedio histórico para la región. En noviembre, diciembre y enero las lluvias acumuladas fueron menores a la media histórica (80 mm), acentuándose el déficit hídrico en diciembre y enero, y aunque se regó según la disponibilidad de agua, igual esto afectó al cultivo de quinua.

Las temperaturas máximas registradas fueron entre 32 y 33°C, y según diversos autores la quinoa puede soportar temperaturas entre 35 y 38 °C. Esto permitió que las plantas alcanzaran el llenado de granos, a diferencia de la experiencia preliminar Reinaudi *et al.* (2015) en la que se obtuvieron semillas vanas.

Reinaudi *et al.* (2015) expresan que el poder germinativo de los 4 materiales osciló entre el 93 al 99%, mientras que en esta experiencia el poder germinativo de los 4 materiales osciló entre el 60 al 95% y la emergencia de las plántulas se observó a los 5 días. El poder germinativo fue menor pudiéndose deber a que se utilizaron las mismas semillas del ensayo de Reinaudi *et al.* (2015).

En las parcelas experimentales de 2,8 m^2 se logró un muy bajo stand de plantas, siendo en promedio de 4 a 5 plantas por parcela en todos los materiales, por lo que los datos obtenidos no son representativos para un análisis estadístico, realizándose las observaciones cualitativas y cuantitativas expresadas en materiales y métodos.

La baja emergencia de las plántulas puede atribuirse a diversos factores, como: bajo poder germinativo; compactación agregada debido a que se paleó y no se utilizó una herramienta que labre la tierra a mayor profundidad y homogeneidad como el motocultivador; sombreo en las condiciones del ensayo en la mayor parte del día, lo que podría haber generado sobre la superficie del suelo una menor temperatura; efectos de plagas (principalmente *Spilosoma virginica* “Gata Peluda Norteamericana”).

Las plagas presentes en los distintos materiales de quinoa fueron:

.*Epicauta adspersa* “Bicho Moro” (Coleoptera: Meloidae).

Foto 1 y 2. *Epicauta adspersa* adulto

.*Spilosoma virginica* “Gata Peluda Norteamericana” (Lepidóptera: Erebidae). Se registró una alta presencia de gata peluda, por lo que se supone que afectó el establecimiento del cultivo. Se alimentan de las hojas, flores y granos de la panoja. Se pudo fotografiar a un adulto oviponiendo en el envés de las hojas; el adulto es un lepidóptero con alas blancas y los huevos son de color amarillo (Foto 3, 4 y 5).

Foto 3. *Spilosoma virginica* larva.

Foto 4 y 5. *Spilosoma virginica* adulto oviponiendo y huevos.

.*Astylus atromaculatus*, “Siete de Oro” (Coleoptera: Melyridae).

Foto 6. *Astylus atromaculatus* adulto

.*Chrysodina sp.* (Coleóptera: Chrysomelidae).

Foto 7. *Chrysodina sp.*

.*Agrotis sp*. “Orugas Cortadoras” (Lepidoptera: Noctuidae).

Foto 8. Daño de orugas cortadoras.

.*Astylus quadrilineatus* (Coleoptera: Melyridae) “Astilo”. Tiene cuatro líneas.

Foto 9. *Astylus quadrilineatus* (http://www.meloidae.com/en/pictures/16696/).

.Heterópteros Observados: atacando a las hojas y panojas del cultivo.

-*Nezara viridula* (Pentatomidae) “Chinche Verde”.

Foto 10. *Nezara viridula* (http://www.agrologica.es/informacion-plaga/chinche-verde-pudenta-nezara-viridula/).

-*Liorhyssus hyalinus* (Rhopalidae).

Foto 11. *Liorhyssus hyalinus* ninfa.

Otras plagas a tener en cuenta son las aves, las liebres y los peludos, ya que al consumir semillas, hojas y partes de la planta ocasionan pérdidas del stand de plantas y en los distintos estados fenológicos del cultivo.

Foto 12. Daño producido por ave.

También se observó a la especie benéfica *Hippodamia convergens* "Vaquita convergente" (Coleoptera: Coccinellidae).

Es importante aclarar que no se observó la presencia de la plaga *Eurysacca quinoae* (Lepidóptera: Gelechiidae) "Polilla de la Quinoa" ni la plaga ocasional *Copitarsia turbata* (Lepidóptera: Noctuidae) "Panojero", que ocasionan pérdidas entre 30% y 50% de la producción y disminuyen la calidad del grano, en Perú y Bolivia (Dughetti *et al*., 2013).

A través del ciclo del cultivo se encontraron las siguientes malezas: *Chenopodium album*, "quinua silvestre"; *Conyza bonariensis*, "rama negra"; *Salsola kali*, "cardo ruso"; *Cenchrus pauciflorus*, "roseta"; *Sorghum halepense*, "Sorgo de Alepo"; *Polygonum aviculare*, "sanguinaria" o "cien nudos"; *Panicum bergii*, "paja voladora"; *Lamium amplexicaule*, "ortiga mansa"; *Rumex crispus*, "lengua de vaca"; *Cynodon dactylon*, "gramón"; *Cynodon hirsutus*, "gramilla rastrera"; fueron contraladas mediante desmalezado manual. En cuanto a enfermedades, no se observaron en el cultivo.

En el cultivo se pudo observar una gran cantidad de plantas volcadas. La menor densidad de plantas generó un alargamiento de los tallos y un aumento de las ramificaciones laterales; esto junto al sistema radicular superficial que posee la quinoa, le otorga una mayor susceptibilidad al vuelco. Los materiales de mayor porte, como Faro Roja, a pesar de contar con un tallo más ancho, fueron los más susceptibles al vuelco.

La presencia de primordios florales se evaluó cualitativamente teniendo en cuenta la escala propuesta por Reinaudi *et al.* (2015).

Tabla 3: Datos cualitativos de quinua a los 75 días posteriores a la siembra.

Material	Primordios Florales
KVL 32	***
RU 5	***
Faro Roja	*
Regalona Baer	***

Más del 70% (***); entre 40 y 70% (**) y menor a 40 % (*).

A los 75 días de la siembra se observó la presencia de más del 70% de primordios florales en los materiales KVL 32, RU 5 y Regalona Baer, mientras que el material Faro Roja presentó menos del 40 %. Coincidiendo con la experiencia preliminar de Reinaudi *et al.* (2015) se pudo constatar que los materiales "KVL 32" y "RU 5" presentaron ciclo corto; "Regalona Baer" ciclo intermedio y "Faro Roja" ciclo largo. Dado que se sembró más tarde respecto al experimento de la campaña del año anterior, la duración de la fase vegetativa del cultivo fue menor, lo cual se

puso de manifiesto en el mayor porcentaje de primordios florales en la panoja a los 75 días posteriores a la siembra.

Tabla 4: Características agronómicas de la planta a cosecha.

Material	Altura a cosecha (cm)	Largo de la panoja (cm)	Ancho de la panoja (cm)	Índice de Cosecha
KVL 32	80,8 ± 8,8	27,1 ± 4,1	10,6 ± 2,6	0,28 ± 0,11
RU 5	101,9 ± 16,4	25,6 ± 7,8	9,9 ± 5,2	0,26 ± 0,14
Faro Roja	125,8 ± 18,5	30,9 ± 5,0	15,8 ± 4,3	0,27 ± 0,05
Regalona Baer	81,8 ± 17,6	25,6 ± 6,6	10,8 ± 3,4	0,19 ± 0,11

KVL 32 fue el primer material en ser cosechado, la primera semana de marzo, comprobando que su ciclo es más corto respecto a los otros materiales. El material Faro Roja alcanzó una altura de 126 cm, debido a la mayor duración de su fase de crecimiento (se comporta como ciclo largo, en coincidencia con las observaciones cualitativas anteriormente mencionadas), en tanto que KVL 32, RU 5 y Regalona Baer presentaron alturas menores, de 81 cm, 102 cm y 82 cm, respectivamente. En cuanto al largo y ancho de panoja, el material Faro Roja alcanzo los mayores valores debido a su comportamiento de ciclo largo. Como consecuencia de la baja densidad de plantas, todos los materiales compensaron mediante ramificación, por lo que hubo una mayor cantidad de panojas por planta pero de menor tamaño en largo y en ancho. De acuerdo a Rivas (2013) los materiales de ciclo largo tienden a ramificar más el tallo y generar más panojas por planta, lo que le confiere una mayor capacidad de compensación a bajas densidades de siembra. Se observaron panojas más compactas y debido a la menor altura de planta y menor tamaño de las hojas, el índice de cosecha obtenido fue mayor con respecto al ensayo preliminar de Reinaudi *et al.* (2015). En el caso de Regalona Baer, presentó el menor índice de cosecha (0,19 +/- 0,11) debido a que no todas la ramificaciones presentaron panojas y cuando las panojas estaban presentes, éstas eran de menor tamaño con respecto a las de los otros materiales.

CONCLUSIONES

En las condiciones en que se realizó el experimento no se obtuvo una buena implantación del cultivo, lográndose una muy baja densidad de plantas, las cuales completaron su desarrollo fenológico, y las condiciones climáticas a posteriori del período de floración permitieron el llenado de los granos, pudiéndose determinar el índice de cosecha pero no una estimación del rendimiento debido a la escasa cantidad de plantas. Se constató que los materiales “KVL 32” y “RU 5” son de ciclo corto, “Regalona Baer” de ciclo intermedio y “Faro Roja” de ciclo largo.

Las principales debilidades relacionadas al manejo del cultivo son: la tecnificación (relacionado a la maquinaria principalmente), el control químico de malezas latifoliadas, la nutrición del cultivo (fertilización nitrogenada y fosforada) y la escasez de materiales evaluados y disponibles para la región semiárida pampeana. En cuanto a las fortalezas es importante destacar su adaptabilidad a las distintas condiciones climáticas y su aporte a la diversidad biológica del agroecosistema. Cabe aclarar que es un ensayo novedoso en la región semiárida pampeana y que hay que seguir experimentando para obtener resultados concretos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Ing. Agr. Nilda Reinaudi y la Ing. Agr. Teresa Sánchez, profesoras de la cátedra de Análisis Químico Agronómico de la UNLPam. por su permanente apoyo.

A la Dra. Estela Baudino por la colaboración en la determinación taxonómica de los distintos insectos.

Al Sr. Sergio Bongianino y al Sr. Juan Pablo Cuadrelli por su ayuda constante en el ensayo.

A la EEA INTA Anguil por permitir la realización del ensayo en su establecimiento y a su personal por sus contribuciones.

BIBLIOGRAFÍA

Albizzati, C. M. y Faura, R. 1931. Datos químicos sobre *Chenopodium quinoa* Willd. Sociedad Científica Argentina. Tomo CXI . Buenos Aires. Pág. 140-145.

Banega Cariapaza, M. 1983. Aspectos climáticos para el cultivo de la quinua. Instituto Nacional de Investigación y Promoción agropecuaria, Lima (Perú).Centro de Investigación y Promoción Agropecuaria, Puno (Perú) 10-16 p.

Buitrago, L. G. y Torres, C. G. 2002. SITUACION DE LA QUINUA EN ARGENTINA. http://www.condesan.org/publicacion/libro14/cap4.5.htm. Fecha de consulta 01/04/2013.

Dughetti, A.; Carpintero, D.; Navarro, F.; La Rossa, R.; Aquino, D.; Martínez, J. y Zárate, A. 2013. Artrópodos presentes en la quinua en el valle inferior del Río Colorado, Buenos Aires, Argentina. Ciencia y tecnología de los cultivos industriales. Quinua. INTA Revista N° 5. Pág. 45-52.

González, J. 1998. Aspectos Agrícolas y de Mejoramiento de Cultivos Andinos en Argentina. Memorias de la Reunión Técnica y Taller de Formulación del Proyecto Regional sobre Producción y Nutrición Humana en Base a Cultivos Andinos. Arequipa, Perú. Pág. 83-89.

González, J. A. y Prado, F. E. 2013. Quinoa: aspectos biológicos, propiedades nutricionales y otras consideraciones para su mejor aprovechamiento. Ciencia y tecnología de los cultivos industriales. Quinua. INTA Revista N° 5. Pág. 5-15.

Holmberg, E. A. 1904. Investigación Agrícola en la Provincia de Jujuy. Reimpresión 1988 de la Universidad Nacional de Jujuy. Capítulo XV. Pág. 177.

Hunziker, A. T. 1952. Los Pseudocereales de la Agricultura Indígena de América. ACME AGENCY. Buenos Aires. Pág. 9 y 10.

Jacobsen, S. 1997. Adaptation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to Northern European agricultural studies on developmental pattern. Euphytica 96:41-48.

Jacquelin, L. 2008. Cultivos ancestrales, Quinoa *Chenopodium quinoa* Willd. www.elsitioagricola.com/ gacetillas/balcarce/.../20080321_quinoa.asp. Fecha de consulta 21/03/2008.

Reinaudi, N. B.; Gregoire, H. C. y Szlápelis, S. 2002. Estudio de la quinoa. *Chenopodiun quinoa* Willd. variedad Blanca de Junín en la región pampeana. www.agro.unlpam. edu.ar/...pdf/ *CULTIVO DE LA QUINOA.pdf*. Fecha de consulta 31/03/2013.

Reinaudi, N. B. y Ermini, P. 2007. Cultivos Andinos en la Región Semiárida pampeana. Hoja Inf. Nº6 de la "Red de Semillas. http://INTA.gov.ar.esquel/info/documentos/agrícola/ hortícola 11.htm ó http:// www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/revistas/r 18/18 06 quinoa.

Reinaudi, N. B.; Bongianino, S.; Isasti, J.; Bongianino, F.; Cuadrelli, J.; Lang, M. de la C.; Sánchez, T. M.; Angeleri, C.; Pérez Habiaga, G. 2015. RESULTADOS DE UNA EXPERIENCIA CON QUINUA EN EEA INTA ANGUIL - LA PAMPA - CAMPAÑA 2013/14. INTA. http://inta.gob.ar/documentos/resultados-de-una-experiencia-con-quinua-en-eea-inta-anguil-la-pampa-campana-2013-14. Fecha de consulta 15/08/2015.

Rivas, J. C. 2013. Avances en el Cultivo de Quínoa *(Chenopodium quinoa* Willd.) en el Sur de Argentina. INTA. EEA Hilario Ascasubi.

Velázquez**,** R. I. 1984. Quinua. Monografía. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Jujuy.

Vorano, A. E. y García, R.C.A. 1976. La Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la Provincia de Jujuy, Informe Preliminar de su Situación Actual y perspectivas Futuras. II Convención Internacional de Quenopodiáceas. Quinua y Cañihua. Potosí, Bolivia.

www.agrologica.es/informacion-plaga/chinche-verde-pudenta-nezara-viridula/. Fecha de consulta 30/08/2015.

www.argenpress.info/.../ *argentina-buscan-revalorizar-la-quinua.html*.30/09/ 2010. "Argentina, buscan revalorizar la quinua un cultivo ancestral". Fecha de consulta 29/03/2013.

www.fao.org /quinoa/2013/es/. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura (FAO). Oficina Regional para América Latina y el Caribe. 2013. Lanzamiento del año internacional de la Quinoa. Fecha de consulta 21/07/2015.

www.geocities.com /iesnchile. 11p. Instituto de Estudios Salud Natural de Chile. 2001. Conciencia Natural: Una estrategia de salud para toda la vida. Fecha de consulta 15/09/2014.

www.inta.gob.ar/eventos/v-congreso-mundial-de-la-quinua. 2015. INTA. Fecha de consulta 15/08/2015.

www.meloidae.com/en/pictures/16696/. Fecha de consulta 30/08/2015.

FIGURAS

Figura 1. Fruto utrículo de *Chenopodium quinoa* Willd. (Cátedra de Botánica de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa).

Figura 2. Fases fenológicas de la quinua. *Chenopodium quinoa* Willd. (Dughetti *et al*., 2013).

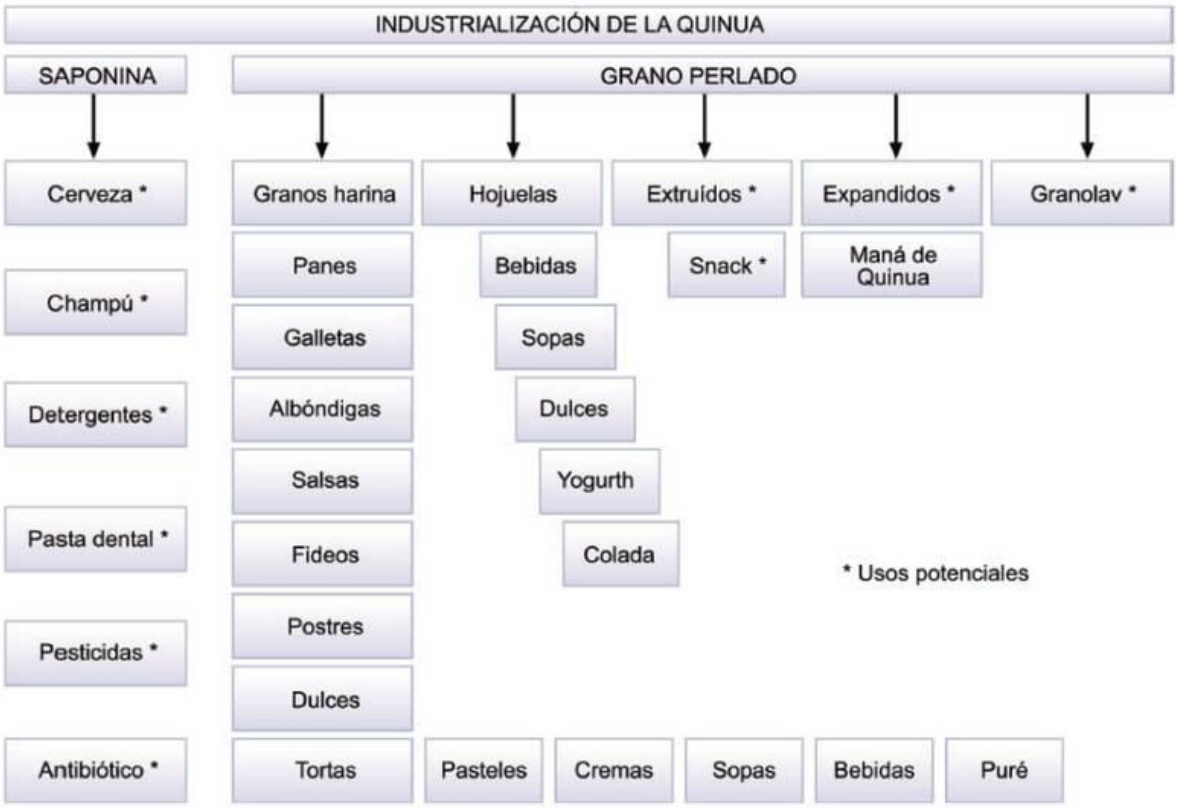

Figura 3. Esquema de uso industrial del grano de quinua (http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/use/es/).