



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación

**Comportamiento del cultivo de quinoa bajo riego en Santiago del Estero.
Campana 2021 – 2022
Campo Experimental “Francisco Cantos” del INTA EEA Santiago del Estero**

Matías Romani^{1-2*}, Florencia Paste³, Valentín Willi³ y Carla Carrizo³.

¹ Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero, INTA.

² Cátedra de Sistemas Productivos de Cereales y Forrajes – Facultad de Agronomía y Agroindustrias – UNSE.

³ Pasante Alumno – Facultad de Agronomía y Agroindustrias – UNSE.

*romani.matias@inta.gob.ar

Introducción

El área de riego del Río Dulce se ubica en la meseta que se extiende a ambos márgenes del mismo en la provincia de Santiago del Estero. Dicha área se caracteriza por presentar un clima semiárido sub cálido, altas temperaturas con grandes amplitudes diarias y estacionales, escasez de precipitaciones, alta evapotranspiración y balance hídrico negativo (Jañez et al., 1990).

Los meses de primavera presentan temperaturas medias que varían entre los 17 y 23°C, mientras que, en los meses de verano, la temperatura oscila entre los 26 a 28°C, registrándose máximas absolutas de hasta 47°C. El periodo libre de heladas comprende unos 270 días, con un promedio de 10 heladas por año, que pueden ocurrir entre el 20 de mayo y el 28 de agosto (Cáceres, 1986).

El cultivo de quinoa (*Chenopodium quinoa*), es un pseudocereal originario de América se distribuye desde el sur de Colombia hasta la Región de Los Lagos en el sur de Chile; y desde el nivel del mar en Chile hasta los 4.000 m.s.n.m en el altiplano de Perú, Bolivia y Chile.

Se considera cereal, a las especies de la familia de las gramíneas, que producen frutos almidonosos aptos para la alimentación humana en su estado original o preparados comercialmente en forma integral o parcial y pseudocereal, a los granos almidonosos de especies dicotiledóneas, que se aplican a los mismo o semejantes usos que los verdaderos cereales.

Según estudios publicados por Bazile et al. (2014), el grano de este pseudocereal, es un alimento de alto valor nutritivo, con un alto contenido de proteínas muy superior a los cereales (13,8 a 21,9%). Posee todos los aminoácidos esenciales para el organismo humano, además, es una buena fuente de minerales (calcio, fósforo y hierro), vitaminas (B1, fibra dietaria, compuestos antioxidantes y ácido fólico). Esto le ha permitido posicionarse como uno de los cultivos menores de mayor demanda en Europa y Estados

Unidos, donde se encuentra generalmente asociado a mercados especializados en productos saludables y orgánicos.

Su rusticidad y adaptabilidad a crecer en diferentes condiciones ambientales adversas, particularmente en condiciones extremas prevalecientes en los Andes de Sudamérica. Puede crecer en ambientes secos con baja humedad (menor a 40% de humedad ambiental), hasta en lugares con alta humedad (80% de humedad relativa en el ambiente); puede soportar temperaturas desde - 4°C hasta 38°C. Es una planta eficiente en el uso de agua, pudiendo crecer en suelos con baja humedad y salinos, obteniéndose producciones aceptables con precipitaciones de 100 a 200 mm.

Dada la gran capacidad de adaptación a diferentes ambientes que posee este cultivo, sumado a que su demanda por parte de los consumidores es cada vez mayor, podría resultar de gran interés y beneficio económico incorporarlo a los sistemas productivos del área de riego del Río Dulce de Santiago del Estero.

El presente informe, representa los resultados obtenidos en ensayos realizados en la Estación Experimental Francisco Cantos de INTA Santiago del Estero dentro de la Red Quinoa como parte del proyecto de Mejoramiento genético y desarrollo de ideotipos de cultivos industriales para sistemas productivos resilientes (2019-PE-E6-I516-001).

Materiales y métodos

El ensayo fue implantado el día 02 de febrero de 2020 en el campo experimental “Francisco Cantos” perteneciente a la EEA INTA Santiago del Estero (28° 03’ LS; 64° 15’ LW; 169 m.s.n.m), Argentina. El lote utilizado posee un suelo franco limoso, perteneciente a la serie “La María”, (Angueira y Zamora, 2007) con 35 años de labranza convencional. Las propiedades del suelo en los primeros 30 cm al momento de la siembra fueron: CE 2,1 dS m⁻¹ y pH 7,1.

La implantación se efectuó en forma manual a una distancia entre surcos de 0,50 metros, con 3 surcos de 5,5 mts de largo. De los 7 cultivares utilizados solo 2 emergieron de forma homogénea y fueron tomados en cuenta para el presente informe (RQ 252 y Hornillos). En los cultivares evaluados se lograron 7 plantas por metro lineal lo que equivale a 140.000 plantas por hectárea.

Durante la conducción del experimento se realizó un riego por manto el día 24 de febrero y además se aplicó una fertilización con 100 kg ha⁻¹ de urea previo al riego. El control de malezas se realizó de forma manual cada vez que se requirió.

Alrededor del estadio fenológico de anthesis (07 de febrero), se realizó una aplicación de fungicida para control de Mildiu (*Perenospora variabilis*). Así, para prevenir la infestación se realizó una aplicación de 1,2 lts ha⁻¹ de fungicida (Nombre comercial: Orquesta Ultra compuesto por Flaxapyroxad 5% + pyraclostrobin 8,1% + epoxiconazole 5%).

Se registraron los valores de temperatura media, mínima y máxima diaria utilizando una estación Weather Monitor II (Davis Instrumentts, CA, USA) ubicada a 500 mts del lote donde fue conducido el experimento.

Durante el desarrollo del cultivo se registró el momento de antesis del 50% de las plantas. A partir de la cosecha de la totalidad de las parcelas, se estimó el rendimiento en kg ha⁻¹ y el peso en gramos de 1000 granos en cada parcela, corregido a 14% de humedad. En el momento de trilla se separaron dos fracciones de grano por tamaño mediante el uso de una zaranda con alveolos de 1,5 mm de diámetro clasificando los granos en grandes y chicos.

El rendimiento en kilogramos por hectárea fue evaluado mediante ANOVA. Las medias se compararon utilizando la prueba de la diferencia mínima significativa (LSD, Fischer) con un nivel de significancia del 5%. Todos los análisis se realizaron utilizando el software InfoStat (2011).

Resultados y discusión

La Tabla 1 presenta los datos registrados en la estación meteorológica como así también los datos históricos entre 1989 y 2017. Cabe destacar, que la implantación realizada en febrero ubicó la fecha de antesis en la primera semana de abril, escapando a las altas temperaturas las cuales son perjudiciales para la producción de grano en este cultivo.

Tabla 1: Valores promedio decádicos registrados para la campaña 2021 - 2022 y valores históricos para la serie 1989 – 2017 de temperaturas máxima (TMAX, °C), mínima (TMIN, °C), media (TMED, °C), humedad relativa media (HRmed), humedad relativa máxima (HRmax), humedad relativa mínima (HRmin), precipitaciones acumuladas (PP, mm), radiación solar incidente promedio (Rad, Mj m⁻² día⁻¹).

Decada	Campaña 2021-2022								PROMEDIO (1989-2017)			
	TMAX	TMIN	TMED	HRmed	HRmax	HRmin	PP	Rad	TMAX	TMIN	TMED	Rad
10-ene	39,2	19,3	29,3	45,4	79,7	27,7	3,5	26,3	33,9	20,0	26,8	24,1
20-ene	38,5	20,1	29,3	52,8	79,8	38,1	41,0	22,1	33,1	19,4	26,2	24,8
31-ene	34,3	20,8	27,5	67,6	87,3	49,0	25,8	20,3	33,4	19,6	26,3	23,1
10-feb	35,4	16,7	26,0	61,5	88,3	34,8	6,0	24,4	32,6	19,8	25,9	22,0
20-feb	34,7	16,7	25,7	64,8	89,9	36,6	4,5	22,7	32,1	18,8	25,2	22,2
28-feb	33,7	21,1	27,4	69,8	87,5	50,4	6,3	15,7	31,7	18,7	24,8	20,8
10-mar	30,1	19,9	25,0	82,7	93,2	66,5	68,3	12,3	30,9	19,0	24,6	21,3
20-mar	28,9	15,4	22,1	71,9	89,4	48,6	0,0	19,1	30,1	17,6	23,5	21,1
31-mar	29,8	11,8	20,8	62,9	88,1	37,2	1,5	19,4	28,3	16,1	22,0	19,8
10-abr	28,7	12,6	20,7	71,9	89,3	50,6	0,8	16,1	27,0	15,8	21,2	14,3
20-abr	26,6	11,2	18,9	75,8	92,0	51,5	15,7	14,4	26,0	13,5	19,6	13,6
30-abr	26,1	13,8	19,9	67,1	86,0	51,5	0,0	10,9	24,8	12,4	18,4	12,6
10-may	25,1	8,7	16,9	65,1	87,1	44,2	0,0	11,6	24,1	10,3	17,1	12,1
20-may	22,3	6,6	14,4	64,8	85,4	46,9	0,0	8,1	22,2	9,6	15,8	10,5
31-may	20,2	7,7	13,9	70,2	86,5	54,5	0,7	6,1	21,5	8,0	14,7	10,3
10-jun	20,6	3,9	12,2	67,8	86,2	48,5	0,0	8,1	20,6	6,5	13,4	9,7
20-jun	22,9	1,7	12,3	50,1	75,8	29,2	0,0	9,5	19,6	6,6	13,0	8,5
30-jun	16,1	6,0	11,0	75,0	87,9	59,9	9,7	7,1	19,4	4,4	11,8	9,5

Entre la emergencia del cultivo y antesis se registró en promedio 58 días mientras que el período emergencia cosecha promedió 115 días. La altura de plantas no registró diferencias significativas entre cultivares, con un promedio para el ensayo de 168 cm.

Es importante destacar, que para el manejo de la cosecha se debe tener en cuenta el secado de la planta el cual se realiza mediante el corte y acordonado del material al sol de forma similar al manejo que se hace en la producción de semillas en alfalfa.

El rendimiento promedio del ensayo fue de 4881 kg ha⁻¹, al comparar ambos cultivares RQ 252 fue la de mayor producción con 5535 kg ha⁻¹, mientras que Hornillos registró 4228 kg ha⁻¹. La separación de granos en grandes y chicos, no registró diferencias significativas entre ambos cultivares y en promedio presentaron un 54% de grano grande del total cosechado. El peso de granos, no presentó diferencias significativas entre los cultivares, registrándose un valor promedio de 2,20 miligramos. El mismo resultado se registró en el caso de los granos grandes, donde el promedio fue de 2,89 mg sin diferencias significativas entre los cultivares.

En cuanto al manejo se destaca la aparición de Mildiu (*Perenospora variabilis*), enfermedad que fue controlada efectivamente mediante la aplicación de fungicida. Los mayores daños de la enfermedad se presentan en las hojas (Figura 1), provocando la reducción del área fotosintética de la planta, y consecuentemente afecta negativamente en el desarrollo de la planta y en el rendimiento. Según reportan estudios previos, esta enfermedad puede llegar a producir reducciones del rendimiento de entre 10 y 30% debido a que provoca el enanismo (infección sistémica) y defoliación prematura (Pando y Castellanos, 2016).



Figura 1: Síntomas de Mildiu (*Perenospora variabilis*) en hojas.

Según los antecedentes bibliográficos revisados, insectos de diferentes órdenes generan daños en el cultivo de quinoa, siendo los más importantes los del orden Lepidóptera (Pando y Castellanos, 2016). Sin embargo, en las experiencias realizadas hasta ahora en Santiago del Estero, el principal problema se registró con chinches de la especie *Liorhysus hyalinus* (Figura 2), la cual en campañas anteriores fue bien controlado mediante el uso de insecticidas piretroides (en el presente experimento no se realizó control de chinches).

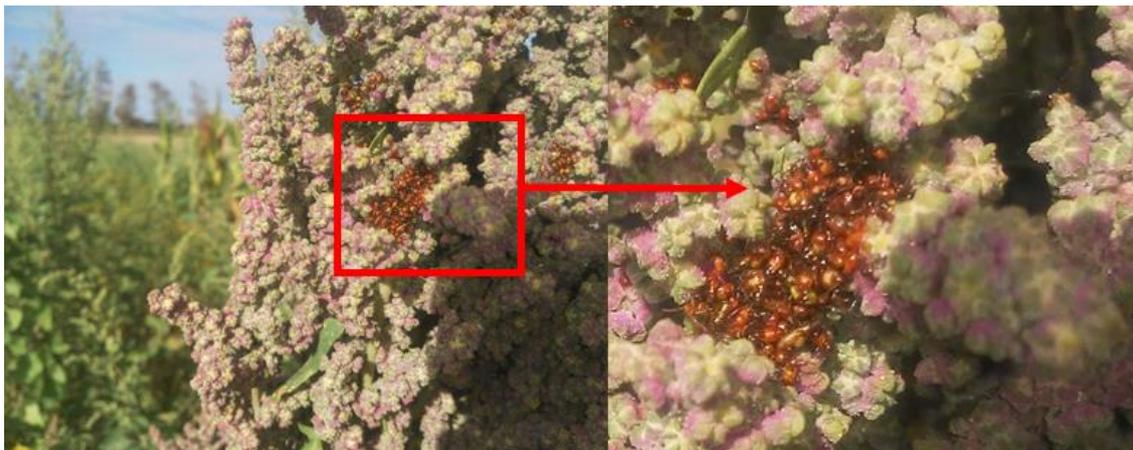


Figura 2: Chinchas de la especie *Liorhyssus hyalinus* en panoja de quinoa.

Consideraciones finales

Si bien los rendimientos registrados en esta experiencia son muy buenos, debe tenerse en cuenta que, al ser parcelas experimentales con muchos controles, el resultado podría diferir notablemente cuando la misma experiencia se realizare en un campo de productor. Otro punto a tener en cuenta es que, al no ser un cereal convencional (trigo, maíz, sorgo, etc.) debe realizarse un cuidadoso estudio de mercado antes de pensar en producciones a grandes escalas.

Siendo un producto de gran salida en ferias y mercados locales, es una excelente opción para pequeños productores, que buscan diversificar su producción para asegurar auto consumo e ingresos económicos extras. En los casos en los que se pueda contar con contratos de venta a cosecha, sería una muy buena opción para productores medianos que tengan la capacidad de realizar el cultivo con un nivel tecnológico que permita generar buenos rendimientos, en superficies más generosas que las que manejan los pequeños productores.

Finalmente, un punto importante a tener en cuenta a la hora de consumir quinoa, es el contenido de saponinas que el grano de esta especie posee en su capa exterior, cuya concentración oscila entre 0,1% y el 5% del peso del grano (Szakiel et al., 2011). La toxicidad de las saponinas depende del tipo de saponina, el organismo receptor y su sensibilidad, y el método de absorción (Pando y Castellanos, 2016).

Así, las saponinas deben ser eliminadas previo a la cocción del grano para que este sea apto para consumo humano (ANMAT, 2014). La eliminación de este compuesto puede ser realizado mediante lavado o escarificación exhaustiva. Siendo que el lavado requiere una gran cantidad de agua para poder eliminar este compuesto, se presenta en el anexo del presente informe un método casero combinado de escarificación y lavado (Anexo 1).

Bibliografía

Angueira C y Zamora E (2007) Oeste del Área de Riego del Río Dulce, Santiago del Estero, Argentina. Serie de informes técnicos EEA Santiago del Estero, N° 40

Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica – ANMAT. Alimentos farináceos – cereales, harinas y derivados. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/capitulo_ix.pdf

Bazile D, HD Bertero y C Nieto (2014). Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013. Roma. FAO, CIRAD, 724 p. <http://www.fao.org/3/a-i4042s/index.html>

Cáceres JM (1986) Determinación del mapa de zonas geo-agro-ecológicas homogéneas de la provincia de Santiago del Estero. Primera parte: estudio de las características climáticas de la provincia de Santiago del Estero. Dirección General de Catastro de la Provincia de Santiago del Estero. 33 pág.

InfoStat versión (2011) Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

Jañez H, Semproni G y Neme H (1990) Caracterización del sector agropecuario de la provincia de Santiago del Estero. Estudio para la implementación de la reforma impositiva agropecuaria. Proyecto PNUD Argentina 85/019. 150 pag.

Pando LG y Castellanos EA (2016) Guía del cultivo de Quinua. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.

Szakiel A, Paczkowsky C, Henry M (2011) Influence of environmental abiotic factor on the content of saponins in plants. *Phytochem Rev.* 10: 471 – 491.

ANEXO 1

Limpieza casera de saponinas mediante método combinado de escarificación.

La propuesta es utilizar una procesadora de alimentos común (foto 1A), a la que se le recubren las cuchillas con cinta aisladora (foto 1B). Este procedimiento puede ser revertido luego de realizado el trabajo de escarificación quitando las cintas de las cuchillas.



Foto 1: Procesadora de alimentos (A) y cuchilla recubierta con cinta aisladora (B).

Luego de fijadas las cuchillas, se coloca el grano en la procesadora (foto 2A) y se hace funcionar durante algunos minutos hasta que se pueda observar la formación de un polvo coloreado (saponina) en el recipiente (foto 2B), mientras más tiempo se procese, mayor cantidad de saponina se separa del grano.

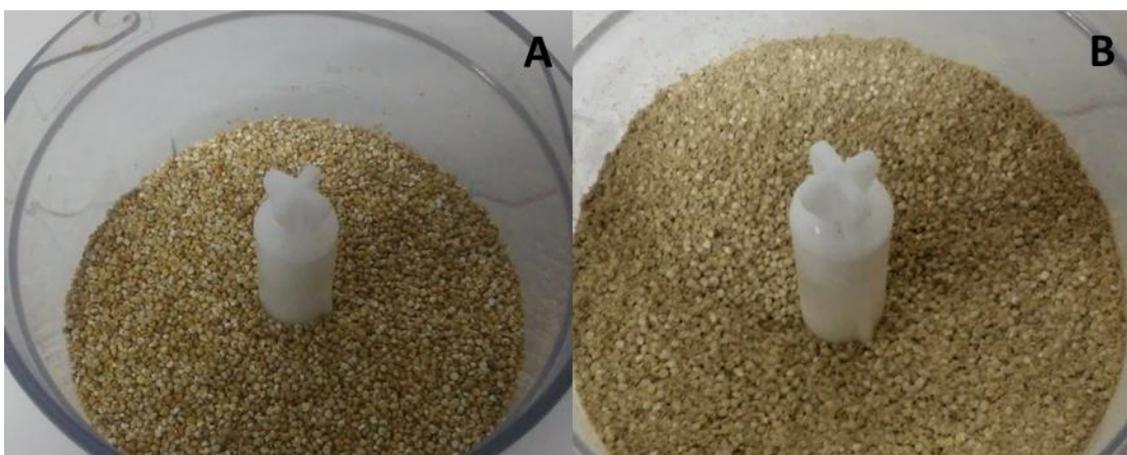


Foto 2: Grano de quinoa en procesadora de alimentos (A) y grano procesado separado de la saponina (B).

Las saponinas, se separan luego muy fácilmente con un tamiz o colador, ya que el grano es mucho más grueso (foto 3A). Al comparar el grano original sin procesar y el grano

procesado, se podrá observar claramente la diferencia en el color blanco del grano con bajo contenido de saponinas (foto 3B).



Foto 3: Grano de quinoa en procesadora de alimentos (A) y grano procesado separado de la saponina (B).

Se aclara que luego de la escarificación, se debe lavar bien el grano hasta que no se produzca espuma en el agua previo a la cocción ya que por medio del tamizado se elimina la mayor parte de la saponina, pero aun el grano queda con polvillo producto del procesado.