

# ESTADO DEL ARTE DE LA QUINUA EN EL MUNDO EN 2013



Food and Agriculture  
Organization of the  
United Nations

**Secretaría del Año Internacional de la Quinua:** Salomón Salcedo (FAO)  
**Coordinación General del Año Internacional de la Quinua:** Tania Santivañez (FAO)  
**Coordinación científica y técnica:** Didier Bazile (CIRAD)  
**Edición científica:** Didier Bazile, Daniel Bertero y Carlos Nieto  
**Revisión de textos y estilo:** Raúl Miranda  
**Diseño:** Marcia Miranda  
**Colaboradores:** Sara Granados y Gonzalo Tejada

**Para citar el libro completo:**

BAZILE D. et al. (Editores), 2014. "Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013": FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia), 724 páginas

**Para citar solo un capítulo:**

AUTORES, (2014). Título del capítulo. Capítulo Numero XX. 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. XX-YY

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas de la FAO.  
ISBN 978-92-5-308558-3 (PDF)

© FAO, 2014

La FAO fomenta el uso, la reproducción y la difusión del material contenido en este producto informativo. Salvo que se indique lo contrario, se podrá copiar, descargar e imprimir el material con fines de estudio privado, investigación y docencia, o para su uso en productos o servicios no comerciales, siempre que se reconozca de forma adecuada a la FAO como la fuente y titular de los derechos de autor y que ello no implique en modo alguno que la FAO apruebe los puntos de vista, productos o servicios de los usuarios. Todas las solicitudes relativas a la traducción y los derechos de adaptación así como a la reventa y otros derechos de uso comercial deberán dirigirse a [www.fao.org/contact-us/licence-request](http://www.fao.org/contact-us/licence-request) o a [copyright@fao.org](mailto:copyright@fao.org).

Los productos de información de la FAO están disponibles en el sitio web de la Organización ([www.fao.org/publications](http://www.fao.org/publications)) y pueden adquirirse mediante solicitud por correo electrónico a [publications-sales@fao.org](mailto:publications-sales@fao.org).

## CAPÍTULO: 5.5

## TÍTULO: ARGENTINA

\*Autor para correspondencia: Héctor Daniel BERTERO <bertero@agro.uba.ar>

**Autores:**

ALBERTO J. ANDRADE<sup>a</sup>, PILAR BABOT<sup>b</sup>, HÉCTOR DANIEL BERTERO<sup>c</sup>, SABRINA M. COSTA TÁRTARA<sup>d</sup>, RAMIRO N. CURTI<sup>e</sup>, MARCELA M. MANIFESTO<sup>f</sup>

<sup>a</sup> INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), EEA Abra Pampa, Jujuy, Argentina

<sup>b</sup> Instituto de Arqueología y Museo, Facultad de Ciencias Naturales e IML, Universidad Nacional de Tucumán y CONICET-ISES. San Martín 1545 (4000), San Miguel de Tucumán, Argentina

<sup>c</sup> Cátedra de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires y CONICET-IFEVA. Av. San Martín 4453 (C1417DSE), Buenos Aires, Argentina

<sup>d</sup> División Producción Vegetal, Departamento de Tecnología, Universidad Nacional de Luján. Ruta 5 y 7 s/n (6700), Luján, Buenos Aires, Argentina

<sup>e</sup> Cátedra de Diseño Experimental, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Sede Regional Sur Metán-Rosario de La Frontera, Salta, Argentina

<sup>f</sup> Laboratorio de Marcadores Moleculares, Instituto de Recursos Biológicos, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

**Resumen:**

La presencia de la quinua en el país se extiende varios milenios atrás; sin embargo actualmente Argentina no se destaca como productores en la región andina. Existen referencias arqueológicas de uso por parte de cazadores recolectores en el altiplano de la provincia de Catamarca y hallazgos de semillas y tallos con grado variable de domesticación en distintos sitios de las provincias de Salta, Catamarca, Tucumán, San Juan y Mendoza. Con una extensión pasada estimada hasta las provincias de Santa Fé y Córdoba, actualmente se encuentra reducida a la zona andina, en el Noroeste del país (NOA) y parte de la Patagonia Andina, en Neuquén y Chubut. El interés reciente por su cultivo tiene una doble componente: comercial, por su rentabilidad en el contexto actual, y de rescate del patrimonio cultural de los pueblos indígenas del NOA y la Patagonia. Esto generó varios proyectos de producción comercial y de recuperación del cultivo, en algunas comunidades, ligado a la demanda gastronómica del turismo.

Pese al estrecho rango latitudinal (22°10' a 25°14') y longitudinal (65° a 67°31') de cultivo -en comparación con la distribución geográfica de la especie-, existe un amplio rango altitudinal (2334-4012 msnm) con amplia variación climática (<40 a >700 mm año<sup>-1</sup> de precipitación y 6-17 °C de temperatura media anual). Tal configuración genera una sustantiva diversidad ambiental ligada a una gran variabilidad genética y fenotípica fuertemente estructurada que fue corroborada por estudios moleculares y de caracterización morfo-genotípica. Estos estudios detectaron cuatro grupos genéticos: de altiplano, valles secos, valles húmedos y un ambiente de transición entre estos últimos. Estos grupos se relacionan con ambientes climáticamente semejantes en Bolivia, Perú, Chile, Ecuador y Colombia e indicarían una continuidad geográfico-ambiental en la distribución de estos grupos. Los estudios también permiten inferir que: i) una presencia prolongada del material permitió la diferenciación genética de poblaciones locales y ii) la variabilidad fenotípica existente proveería un

alto potencial de selección para múltiples atributos, entre los cuales la duración del desarrollo es el más variable y explica la adaptación diferencial.

### **La quinua antigua en el actual territorio de Argentina.**

La presencia de la quinua en el actual territorio argentino se extiende varios milenios atrás. Una década de interés renovado en su estudio, sumado a los trabajos pioneros de Hunziker (1943 a y b) y Hunziker y Planchuelo (1971), ha permitido reconstruir un panorama más acabado, aunque aún fragmentario, sobre su cultivo, procesamiento y consumo en el pasado pre-hispánico. Tales estudios han proporcionado hallazgos de semillas, fragmentos de tallos con distinto grado de domesticación y restos microscópicos de la planta en instrumentos antiguos que, en el país, se distribuyen ampliamente, desde el extremo norte en la Provincia de Jujuy, hasta San Juan y Mendoza en el área cuyana, pasando por Salta, Catamarca, Tucumán y Córdoba. La información disponible se asocia mayormente a los ambientes de Puna, Sierras y Valles, de clima árido o semiárido, aunque alcanza a las selvas orientales y los ámbitos chaqueños próximos, y depende en gran medida de las condiciones ambientales o micro-ambientales de preservación y de las técnicas de recuperación implementadas durante los trabajos arqueológicos.

Al presente, las primeras referencias de uso de quinua corresponden a grupos de cazadores-recolectores que habitaron la Puna de Catamarca hace aproximadamente 3500 años, quienes habrían iniciado el manejo de camélidos y al mismo tiempo desarrollaban una horticultura para consumo doméstico, sobre los 3600 msnm. Los hallazgos de tallos morfológicamente afines a los de quinua en el sitio Peñas Chicas 1.3 (Antofagasta de la Sierra) (Aguirre 2007) dan cuenta de la cercanía entre lugares de residencia cotidiana como este sitio, campos de cultivo y ámbitos en donde transcurrían las tareas posteriores a la siega de las panojas (Hocsman 2006). A partir de este momento, los fragmentos de tallos procedentes de los sitios Cueva Salamanca 1, El Aprendiz, Punta de la Peña 9 y Punta de la Peña 4, se jalonan con solución de continuidad en el tiempo hasta los 1440 años DC (Arias et al. 2013, Rodríguez et al. 2006), dando cuenta de una tradición local y sostenida de utilización y cultivo de quinua durante al menos tres milenios en el área.

Los espacios de elaboración de alimentos en los lugares de residencia cotidiana, basurales, pequeños depósitos de plantas y vasijas en escondrijos en los sitios de Antofagasta y en otros como Cueva Cacao 1 (e.g., Escola et al. 2013, Rodríguez et al. 2006, López Campeney com. pers. 2012, Olivera 2006, Pintar com. pers. 2012), han dado cuenta de semillas de quinua y de otros pseudo-cereales (*Amaranthus* y *Chenopodium* spp.) que acompañan las cronologías obtenidas para los tallos, entre el primer milenio AC y los tiempos de la colonia. En ocasiones, los granos se han recuperado junto a fragmentos distales de las panojas (ramificaciones de las inflorescencias, tallos floríferos, frutos aún insertos a ellos y envueltos en el perigonio), constituyendo restos antiguos de limpieza de la quinua posterior a la siega (Escola et al. 2013).

En distintos yacimientos del área puneña meridional que corresponden a grupos agropastoriles consolidados (Punta de la Peña 9, Punta de la Peña 12, Casa Chávez Montículos 1) -entre los 300-800 años DC- se han hallado instrumentos líticos con filos análogos a los de cuchillos-raederas modernos, de gran tamaño, que habrían servido en distintas tareas agrícolas, incluyendo la siega de panojas de pseudo-cereales, pues en sus filos se han preservado residuos microscópicos de plantas de quinua, cañawa (*Chenopodium pallidicaule*), amarantos (*Amaranthus* spp.) y de sus polillas predatoras (Escola et al. 2013). En ocasiones, estos instrumentos se han registrado en proximidades de los espacios que podrían haber estado destinados al cultivo en ambientes de altura de quinua, a modo de huertos de poca extensión, florísticamente muy diversos, como ocurre en el presente, situados en terrazas bajas, próximas a pequeños cauces permanentes. Instrumentos similares proceden de distintos sitios de los valles catamarqueños de El Bolsón, La Ciénega, Hualfín, El Cajón y Yocavil, aunque en estos casos aún no se han realizado estudios que documenten si pudieron servir al mismo propósito de siega de panojas de quinua que los registrados en la Puna. Tanto los cuchillos-raederas como los propios tallos cortados, posibilitarían pensar en un modo común de cosecha por corte del tallo a una cierta altura del piso, en lugar del arrancado de la planta completa. Ello evitaría la pérdida de suelo a la vez que beneficiaría las instancias de manipulación

posteriores a la siega. Al menos una estructura de trilla, similar a las halladas en el altiplano boliviano de datación precolombina, se ha documentado en el sitio Punta de la Peña 9 antes mencionado (López Campeny com. pers. 2012, Escola et al. 2013).

Aparte de los casos anteriormente citados para la Puna de Catamarca, los únicos registros altiplánicos de semillas de *Chenopodium* morfológicamente afines a quinua que se conocen al presente corresponden a granos carbonizados procedentes de espacios residenciales de los tempranos grupos agro-pastoriles de Salta. Uno de ellos es un basural de la aldea Matancillas 2 (San Antonio de Los Cobres), próximo al inicio de la era cristiana (Muscio 2004). El otro, aproximadamente 450 años más antiguo, se sitúa en los espacios residenciales de la cueva Puente del Diablo (Lema com. pers. 2013). Mas recientemente se identificó quinua en un alero próximo a la localidad del Angosto (Depto. Santa Catalina, Jujuy) en el límite con Bolivia y al sur de la Cordillera de Lipez (Nielsen, com. pers.) Excepto por éstos, los datos restantes que se tienen para el Noroeste argentino corresponden al área de valles y quebradas, comprendidos entre los 2500 a 3500 msnm. Aquí se destacan, por su temprana cronología -de los primeros siglos de la era cristiana- semillas de *Chenopodium* spp. procedentes de espacios domésticos de los grupos productores valli-serranos que ocuparon Cardonal, en el Valle de El Cajón, Provincia de Catamarca (Calo et al. 2012). En un momento posterior, pero aún dentro del primer milenio DC, y cerca de los 750 años DC, se encuadra uno de los casos pioneros y mejor conocidos en el país, que fuera estudiado inicialmente por Hunziker (1943a).

Corresponde a semillas de quinua, *Chenopodium* sp., *Amaranthus caudatus* var. *leucospermus* y var. *alopecurus* y *Amaranthus* spp. dispuestas en el interior de una vasija como parte del acompañamiento mortuario en Pampa Grande, Serranías de Las Pirguas, ya dentro de las selvas orientales (Provincia de Salta). Posteriormente a esas fechas, y sobre los inicios del segundo milenio DC, deben citarse los casos de Alero Los Viscos, en el Valle de El Bolsón, Catamarca, de donde proceden semillas de *Ch. quinua* y de *A. caudatus* halladas en un basural dentro un espacio residencial; el de Cueva de Las Máscaras en el mismo valle (Korstanje 2005) y el de Cueva de Los Corrales, en el Valle de

Tafí (Provincia de Tucumán), en donde también se encontraron semillas de quinua, *A. caudatus*, *Chenopodium* silvestres y otras amarantáceas (Arreguez et al. 2013). Estos últimos constituyen los enclaves más meridionales y orientales del Noroeste argentino, respectivamente, que hayan proporcionado semillas de quinua antigua. Finalmente, los hallazgos de numerosos granos afines a quinua en distintos sitios del Valle Calchaquí Norte, en Salta (Puerta de La Paya, Cortaderas Bajo, Valdez y Potrero de Payogasta), contemporáneos a la ocupación Inka de este territorio, entre los 1520 y 1586 años DC (Lennstrom 1992), indican que tales circunstancias sociopolíticas no discontinuaron el uso regional de pseudo-cereales ni condicionaron el acceso al mismo por parte de distintos grupos sociales. De este modo, los enclaves puneños, de valles altos y sectores de selvas orientales del Noroeste que han dado cuenta de semillas y tallos de quinua, bosquejan un contrapunto regional sostenido en el tiempo que acompaña a los procesos iniciales de agriculturización y continúa hasta después de mediados del segundo milenio DC.

Fuera de los indicios proporcionados por los cuchillos-raederos y por los tallos cortados en la Puna meridional, los lugares de cultivo de quinua en esta región han resultado particularmente esquivos o no definitivos debido a la fragilidad y baja visibilidad de este registro en estructuras agrícolas arqueológicas o en sitios de vivienda próximos a aquellos. No obstante, el estudio de distintas evidencias microscópicas (polen y otros microfósiles) de *Chenopodium* y *Amaranthus*, han permitido realizar indagatorias que podrían sugerir la ocurrencia de tal práctica en faldeos de los valles altos catamarqueños, como en el sitio Morro Relincho (Korstanje y Cuenya 2008); en vecindad de Cueva de Cristóbal en la Puna Seca de Jujuy (Babot et al. 2012) e, inclusive, en sectores de monte chaqueño, próximos a las selvas orientales de esa provincia, en el sitio Moralito, descendiendo topográficamente hasta los 550 msnm, a inicios del primer milenio DC (Echenique y Kulemeyer 2001). Ámbitos transicionales como estos últimos habrían sido propicios para la diversificación vegetal, incluyendo a quinua, a partir de una modalidad de horticultura prehispánica caracterizada por la existencia de complejos silvestre-cultivado-



domesticado, en concordancia con los numerosos registros de semillas en los que dominan las asociaciones de múltiples pseudo-cereales (Lema 2010). Excediendo los límites geográficos del Noroeste argentino, los registros polínicos sugestivos del cultivo en chacras de quinua y de *A. caudatus*, alcanzan a las ocupaciones prehispánicas tardías de las Sierras de Centrales de Córdoba, similar a lo registrado en los documentos coloniales del siglo XVII (Medina et al. 2008).

Cuyo, en una posición más meridional dentro del territorio argentino, constituye un espacio en el que existe una fuerte señal arqueológica de semilla de quinua. Un número mayor de sitios que los reportados para el Noroeste ha proporcionado conjuntos de semillas desecadas y termo-alteradas, con cierta variación en su fenotipo. Asentamientos situados en faldeos elevados de la Cordillera frontal sanjuanina, entre los 2500-3500 msnm, tales como Gruta de los Morrillos de Ansilta, Vega de Los Pingos, Gruta Granero, Alero del Lagarto, Punta del Agua de Los Morrillos y Río Fierro, entre varios otros, dan cuenta del inicio de una agricultura de carácter doméstico en estos territorios australes, que incluía a la quinua, con una cronología inicial estimada en 500 años AC (Lagiglia 2001). Aquí, las semillas son tan tempranas como aquellas registradas en la Puna. Estos contextos corresponden a lugares de vivienda, de entierro o de culto en donde la quinua fue depositada como ofrenda o acompañamiento mortuario. Contemporáneamente, y como parte del mismo proceso de avance regional hacia la agriculturización, y entre los 400 años AC y los 200 años DC aproximadamente, tres sitios en los valles de la provincia de Mendoza han proporcionado registros tempranos de quinua o semillas morfológicamente afines a ella. Agua de las Tinajas I constituye un lugar de vivienda en el que, junto a las semillas, se recuperaron inflorescencias y tallos de *Ch. quinua* var. *quinua* y var. *melanospermum* y frutos de *Ch. chilense*, este último, interpretado como una posible maleza (Castro y Tarragó 1992, Bárcena 2001). Hallazgos similares procedentes de niveles inferiores (mas antiguos) podrían indicar una cronología anterior -desde aproximadamente 2000 años AC aunque aún incierta- para la quinua en esta región del noroeste de Mendoza (Bárcena 2001). En Agua de los Caballos 1, los ejemplares de *Chenopodium* sp., *Ch. aff. hircinum*, y *Amaranthus*

sp. descriptos, en cambio, han sido interpretados como elementos intrusivos que reflejan la flora local (Hernández et al. 1999-2000). El tercero de los sitios tempranos de Mendoza corresponde a Gruta del Indio, bien conocido por los estudios pioneros de Hunziker y Planchuelo (1971) (ver también Lagiglia 2001, Castro y Tarragó 1992). En este lugar de culto y entierro, numerosas semillas pudieron ser asignadas a las variedades *quinua* y *melanospermum*, a *Amaranthus caudatus* y *Amaranthus* sp., habiendo estado originalmente contenidas en una bolsa de fibra vegetal. Notablemente, este conjunto de semillas parece haberse mantenido en uso, durante el primer milenio de la era cristiana, por parte de grupos netamente productores cuyanos que ocuparon numerosos sitios de Mendoza, tales como Reparo de las Pinturas Rojas, Reparo del Salto del Morado, Cueva 1 del Cerro Negro del Escorial y Reparos de El Rincón, entre varios otros, cuya cronología alcanza los 640 años DC, aproximadamente (Lagiglia 2001, Bárcena 2001). En la provincia de San Juan existen referencias que se sitúan alrededor de los 700 a 950 años DC (Gambier 2002). Posteriormente a esto, la quinua permaneció en uso entre los agricultores del segundo milenio DC que habitaron el área hasta luego de la instalación española (Bárcena 2011).

Los usos tradicionales de la planta de quinua en el pasado prehispánico se sitúan en las raíces de prácticas que aún se mantienen activas en el Noroeste argentino. Nuestra comprensión de ellas se ha visto enriquecida a partir del estudio de restos microscópicos de su elaboración preservados en instrumentos arqueológicos, en muchos casos de los propios sitios del Noroeste argentino que han aportado semillas y/o tallos. Así, sabemos que, junto a los primeros usos del grano, se implementaron las rutinas tendientes a su de-saponificado. El tostado y el descascarillado se combinaron con la molienda para la obtención de harinas, que se transformarían luego en amasados o alimentos espesos, según se sabe a partir de microfósiles afines a los de las modernos *Ch. quinua* y *Ch. pallidicaule*, que perduraron en molinos, morteros y manos de mortero de los habitantes de la Puna de Catamarca y de Jujuy desde, aproximadamente, 12700-2500 años AC—en adelante (Babot 2011, Babot et al. 2012). Tales preparaciones ocurrieron también en los ámbitos valli-serranos, según el registro de

micro-restos afines a *Chenopodium/Amaranthus* en piedras de moler de agricultores del Valle de Tafí (Babot 2009). En Cueva de Cristóbal, Puna de Jujuy, las condiciones excepcionales de un conjunto de vasijas cerámicas fragmentadas han proporcionado evidencia de preparaciones tan antiguas como 1500-500 años AC, que incluían el uso del grano de quinua como ingrediente único, o bien en guisados o sopas espesas con maíz, y con tubérculos y maíz, y el uso de la hoja fresca, probablemente en sopas o ensaladas. Allí la presencia de hojas de quinua indicaría que las plantas crecían vecino al sitio en donde fueron colectadas (Babot et al. 2012). Restos microscópicos de las rosetas que resultan del tostado del grano de quinua en cenizas se han documentado en una vasija en el interior de una ofrenda en Antofagasta de la Sierra, alrededor de los 550 años DC (Babot et al. 2012). Estas rosetas se han recuperado en sitios puneños tales como Punta de la Peña 9 y Punta de la Peña 4 desde los 550 años DC, así como fragmentos aglutinados del perisperma, que indican residuos de preparaciones en medios húmedos. Así, las preparaciones culinarias con quinua se incorporaron como hábitos junto a las primeras vajillas cerámicas del Noroeste argentino, continuando con modalidades de consumo aún más antiguas en la región. Aparte de los usos culinarios, la producción y consumo de Ilipta, aditivo empleado en el coqueo, también tuvo lugar al menos desde el primer milenio DC según indican, por ejemplo, los restos de almidón de *Chenopodium/Amaranthus* termoalterados y mezclados con hueso calcinado en un pequeño molino del sitio Los Viscos, en el Valle de El Bolsón (Babot 2009) y aquellos que, junto a micro-restos de coca, proceden del propio tártaro dental de individuos inhumados en Antofagasta de la Sierra (González Baroni y Babot 2013).

Recapitulando, al considerar únicamente los hallazgos de semillas y tallos reportados al presente, éstos cubren una vasta extensión del territorio centro y noroccidental de Argentina. Tal territorio se extendía desde la Puna salteña por el norte y el Valle de El Bolsón, en Catamarca, al sur; entre Antofagasta de la Sierra, próxima al límite con Chile por el oeste y Pampa Grande y el Valle de Tafí, por el este. Considerando la evidencia microscópica, tal extensión se amplía hasta la Puna jujeña por el norte y, probablemente, hasta los

ámbitos chaqueños próximos a las selvas orientales de Jujuy por el este (quinua se cultiva en ambientes de tipo Chaco Serrano en valles al este y sur este de Tarija (e.g. Abra de la Cruz, Yesera Sur y Yesera Centro (Daniel Bertero, obs. personal). A esto se suman las Sierras de Córdoba, en el centro del país (Laura López, com. Pers.) . Esta podría ser una imagen más ajustada sobre la extensión alcanzada por el uso antiguo de quinua en esta parte de Argentina, desde sus inicios conocidos en torno a los 1500 años AC hasta el momento colonial. Tal continuidad temporal, levemente desfasada hacia el presente, también puede asumirse para el otro nodo geográfico al oriente de los Andes Centro-Sur en donde la quinua estuvo en uso, que corresponde a San Juan y Mendoza en el área de Cuyo. Este panorama aún fragmentario podrá ser completando a medida que progresen los estudios interesados en la recuperación sistemática de las distintas partes de la planta, de los que algunos ya se encuentran en marcha.

Para finalizar, al presente poseemos una mejor comprensión de numerosos aspectos referidos a la cronología y distribución espacial del cultivo, procesamiento y consumo de quinua en el actual territorio argentino en tiempos pre-hispánicos. Una de las problemáticas emergentes y en desarrollo en la actualidad, se refiere a la posibilidad de caracterizar mejor los procesos locales de selección y generación de variedades -que ocurrirían a partir de semillas arcaicas originalmente domesticadas en el altiplano boliviano- mediante métodos moleculares y micro-morfológicos aplicados a las arqueo-quinuas de manera comparativa en un largo período (Bertero et al. 2013). De manera concomitante, nos preguntamos cómo se relacionan los procesos que condujeron al uso temprano y la perduración de quinua en el tiempo, de modo parcialmente contemporáneo en el Noroeste argentino y en Cuyo. También, cuál es la vinculación de esos procesos antiguos con la distribución moderna y relictual de variedades criollas de quinua en el país, mas las razones históricas que condujeron a la pérdida de la práctica de su cultivo en el territorio argentino (hasta la situación de marginalidad registrada en el pasado reciente y el presente); aunque la memoria de sus usos cotidianos y rituales han perdurado (por ejemplo, Storni 1942). Otros emergentes corresponden a comprender mejor

en qué medida se segregaron distintas variedades de quinua, cuáles fueron los atributos fenotípicos de tales formas antiguas o transicionales y si formaron parte de un complejo mayor de plantas que incluía a otros pseudo-cereales, tales como las ajaras (*C. quinoa* spp. *melanospermum*), cañawa y los amarantos, probablemente compartiendo los espacios de cultivo en circunstancias de diversificación, fomento y tolerancia, diferente al tratamiento actual de quinua. Tal vez ello pudo ocurrir en razón de promover la diversificación (Lema 2010), o quizás por su empleo posterior en distintos usos alimenticios, forrajeros, medicinales y rituales, bajo lógicas que pueden divergir de las de su producción moderna. Sin dudas, más allá de las valoraciones nutricionales que le caben a quinua, el valor simbólico de este grano andino trasciende lo anterior, como una memoria perpetuada por milenios en este territorio al oriente de Los Andes, temprana simiente ofrecida a Pachamama en los bolsillos del difunto y el acullico del viajero.

### **Caracterización Molecular del germoplasma nativo de quínoa**

En las últimas décadas se llevaron a cabo estudios de las colecciones de germoplasma de quinua, inicialmente mediante descriptores morfológicos y, más tarde, con los marcadores moleculares. Estos son herramientas muy útiles que aventajan a otros sistemas de evaluación por su neutralidad al ambiente, su número ilimitado e independencia del estadio de desarrollo.

Los marcadores bioquímicos fueron la primera herramienta molecular utilizada para caracterizar germoplasma de quínoa (Wilson 1988). La variación en los patrones electroforéticos de 21 loci de isoenzimas -junto con datos morfométricos- se utilizaron para comparar 98 poblaciones de América del Sur. Ruas et al. (1999) y del Castillo et al. (2007) utilizaron Random Amplified ADN polimórfico (RAPD), no sólo para el estudio de la genética y las relaciones entre las diferentes accesiones de *Ch. quinoa* y especies relacionadas, sino también para evaluar la estructura genética de poblaciones de quinua del Altiplano boliviano. Luego, Anabalón-Rodríguez y Thomet-Isla (2009) utilizaron marcadores AFLP y descriptores morfológicos para caracterizar las variedades de quinua locales del Norte y del Centro de Chile. A partir del desarrollo

del primer grupo de marcadores microsatélites o SSR en quinua (Mason et. al 2005) se pudieron realizar estudios más detallados de la variabilidad genética. Estos marcadores son la mejor opción para los estudios de poblaciones, debido a su naturaleza co-dominante y su capacidad para detectar un alto nivel de polimorfismo. Se han utilizado en gran medida en varias especies para evaluar diversidad y estructura genética poblacional (Mondini et al. 2010; Asfaw et al. 2009; Naghavi et al. 2010). También se emplearon en la evaluación de la diversidad genética de la colección vivero de quinua de USDA (Departamento de Agricultura de los EE.UU.) y CIP-FAO (Potato Center International) internacional - que contiene entradas de Perú, Bolivia, Ecuador, Argentina y Chile, usando marcadores SSR (Christensen et al. 2007). Las entradas fueron clasificadas en dos grandes grupos: uno que incluye las pertenecientes a las tierras bajas de Chile, junto con un conjunto de entradas del USDA, mientras que el otro agrupa las de la Comunidad Andina. Se han realizado numerosas colecciones y estudios de germoplasma en países de la región andina (principalmente Bolivia y Perú), sin embargo estas no representan equitativamente a todas sus regiones de origen, siendo esto más notable para las entradas procedentes de Argentina. Esta región representa un punto extremo en la distribución del Complejo Andino, pudiendo proveer materiales con adaptaciones atípicas (Wilson 1988).

En el NOA, la quinua se cultiva actualmente en pequeñas parcelas, entre la latitud 22° y 27,5° S, y la longitud 65° y 67,5° W, como cultivo único o intercalado con maíz o papa (Brizuela 2010). La región presenta ambientes y paisajes contrastantes. Al Occidente, la subregión llamada Puna está formada por mesetas altas, con una altitud promedio de 3.500 m.s.n.m y presenta un clima árido con gran amplitud térmica, heladas frecuentes y lluvias escasas. Limita al este con la "Cordillera Occidental", que consiste en dos cadenas de montañas: la cadena Occidental con picos altos, algunos de ellos con nieves permanentes y clima árido, y la cadena Oriental con altitudes más bajas y clima más húmedo. Están separadas por valles, siendo la más importante la Quebrada de Humahuaca, que es la principal comunicación entre el altiplano boliviano y las tierras bajas del Este. La temperatura media mensual en esta zona varía en



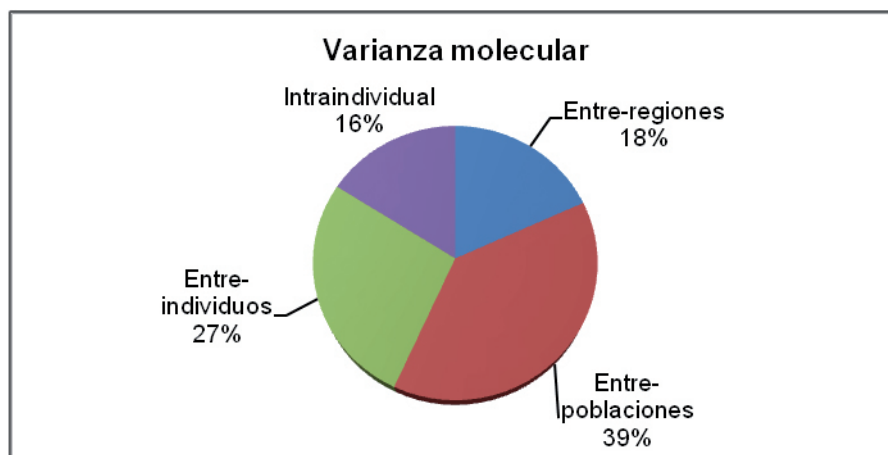
el rango de 7,5° a 16° C y las lluvias entre 150 a 200 mm por año. Hacia el sur hay un segundo valle seco llamado Valles Calchaquíes, climáticamente similar a la Quebrada de Humahuaca (Lorenzini et al. 1999 sección inDiPPEC, <http://www.dippec.jujuy.gov.ar/clima.html>) (Curti et al. 2012). Esfuerzos prolongados de investigación y mejoramiento en países como Bolivia y Perú, y de acciones de promoción en EEUU, Europa y Japón (más notables a partir de la década del 90) condujeron a un aumento importante de la demanda internacional y de la producción comercial de este cultivo (Risi et al 1984; Aroni, 1999). En Argentina también se observó esta tendencia de interés creciente en base a dos componentes: comercial, por su rentabilidad en el contexto actual, y de rescate del patrimonio cultural de los pueblos del NOA, que implica la recuperación del cultivo en algunas comunidades, en parte ligada a la demanda gastronómica del turismo.

Frente a la posibilidad de que quínoa vuelva a ser un cultivo de importancia para agricultores del NOA, se planteó la necesidad de generar conocimiento para su utilización y valoración, frente a los riesgos simultáneos provocados por el abandono de cultivo en algunas zonas y la promoción de variedades exóticas en otras en pos de una mayor producción; ésta situación -crítica *per se*- impulsó a realizar un relevamiento del germoplasma local y abordar estudios de distribución de la diversidad genética y esfuerzos de colección en el marco de un proyecto financiado por la SAGPyA (Bertero 2004);

mas ejercicios de recuperación de materiales conservados en otros países (Bolivia, Perú y EEUU) que han permitido generar una colección de germoplasma nativo del NOA; uno de ellos (MINCyT, PICT Cultivos Andinos) abordó la especie en tres aspectos (morfo-fenológico, nutricional y genético), y exploró la diversidad de quínoa del NOA mediante marcadores moleculares.

### Estructura de la variabilidad genética de quínoa en el Noroeste de Argentina

La colección de quínoa nativa del Noroeste Argentino consta de ~ 90 accesiones, colectadas en toda la región de cultivo abarcando la variabilidad de ambientes ante-mencionada, e incluye formas cultivadas (la mayoría), silvestres (ajaras) y formas intermedias sin identificación precisa. Costa Tártara et al. (2012) es el primer trabajo que describe la variabilidad genética presente en el germoplasma del NOA. A partir de la colección de quínoas nativas se seleccionaron 35 accesiones, representativas según el ambiente de origen. Se las caracterizó utilizando 22 marcadores SSR seleccionados de Mason et al. (2005) y Jarvis et al. (2008) en base al éxito obtenido en la amplificación, la claridad de los patrones visualizados y el nivel de polimorfismo detectado con cada marcador. Los resultados obtenidos evidenciaron una alta variabilidad genética dentro de la colección, superior a aquella de la colección CIP-FAO (Christensen et al., 2007) y chilena (Fuentes et al., 2008), presentando fuerte estructuración. El análisis de varianza (AMOVA) mostró claramente la distribución de la variabilidad en diferentes niveles jerárquicos (Figura 1).

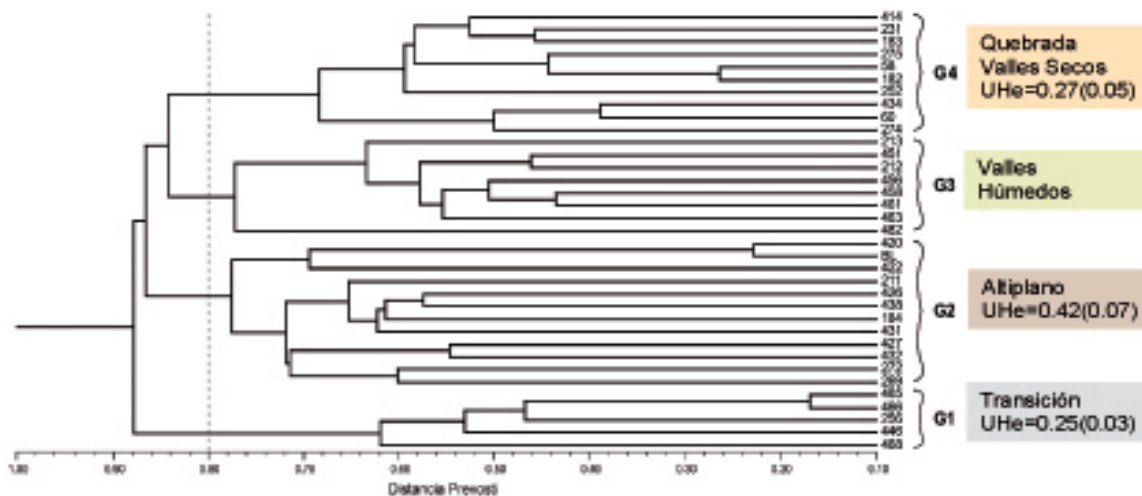


**Figura 1:** Porcentajes de la Varianza Molecular en cada nivel jerárquico.

Según los valores de los índices de Fijación, hay un grado de estructuración debido a la división en regiones ( $F_{st} = 0,18$ ). De acuerdo a la escala cualitativa citada por Wright (1978), el  $F_{st} = 0,57$  indica gran diferenciación entre las poblaciones. Los valores de  $F_{is}$  (0,63) y  $F_{it}$  (0,84) indican una deficiencia de genotipos heterocigotas, en relación a lo esperado en cada sub-población y a la población total, respectivamente (valores de  $F$  estadísticamente significativos, test de permutaciones ( $p = 1000$ )) (Peakall & Smouse, 2006). La alta diferenciación entre poblaciones refleja un flujo escaso de genes, acentuando procesos de deriva génica, además de una débil influencia de actividades relacionadas con intercambios recientes, y es consistente con una hipótesis de prolongada historia de cultivo en la región y la conservación de semillas en manos de agricultores por muchas generaciones. El grado de variabilidad genética del germoplasma local y su estructura

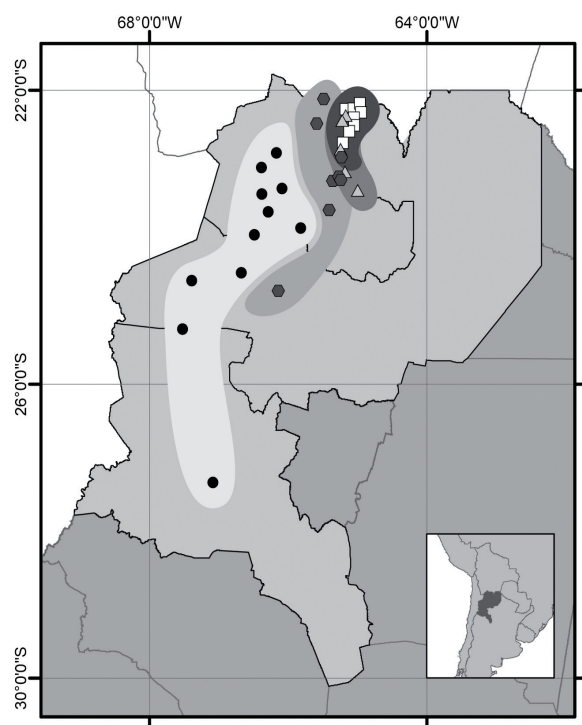
en la región del NOA contradicen un argumento frecuente entre investigadores y agrónomos que sugiere que el germoplasma encontrado en Argentina corresponde a introducciones recientes desde Bolivia. Aunque el intercambio de semillas existe, no se detecta aún influencia alguna sobre el germoplasma local.

El análisis de agrupamientos de las poblaciones nativas, según la distancia genética entre ellas, definió cuatro grupos (Figuras 2 y 3) donde se ven representados los cuatro ambientes. El nivel de variabilidad genética mostró un gradiente creciente en dirección este – oeste, siendo las poblaciones del Altiplano (G2) las que presentaron mayor diversidad. La mayor homogeneidad de paisaje y el aislamiento de los Valles Orientales sugieren procesos acentuados de deriva génica, consistente con la menor diversidad genética observada (Costa Tártara et al., 2012).



**Figura 2:** Análisis de agrupamiento de poblaciones nativas (UPGMA), UHe diversidad genética, entre parentesis SE (adaptado de Costa Tártara et al., 2012)

El Análisis de Coordenadas Principales (ACoP) obtenido a partir de la caracterización molecular corroboró el agrupamiento obtenido por UPGMA, observándose el ordenamiento en los mismos cuatro grupos.



**Figura 3:** Localización geográfica de origen de 35 poblaciones de quínoa nativas del NOA. Los diferentes símbolos y colores muestran los cuatro grupos principales, representando cuatro ambientes contrastantes de la región: (círculos) Altiplano (G2); (hexágonos) Valles secos (G4); (triángulos) zona de Transición (G1) y (cuadrados) Valles Orientales húmedos (G3).

#### **Caracterización y evaluación de la colección de germoplasma de quínoa del Noroeste Argentino en base a atributos morfológicos y agronómicos**

La caracterización y evaluación de las colecciones de germoplasma permiten conocer el tipo de material de que se dispone a través del estudio de la cantidad y estructura de la variabilidad genética y de la identificación de las accesiones con atributos deseables para su posterior uso en los programas de mejoramiento (Franco e Hidalgo 2003). La caracterización y la evaluación resultan de describir las accesiones del germoplasma por sus varios atributos (morfológicos, fisiológicos, agronómicos, etc.). A continuación se exponen los avances logrados en relación con estos dos aspectos sobre la colección de germoplasma nativo de quínoa del Noroeste Argentino (NOA).

#### **Magnitud y estructura de la variabilidad fenotípica**

El germoplasma nativo de quínoa del NOA es altamente diverso a nivel fenotípico reflejando la variación en el ambiente de origen. Las accesiones de quínoa de la región del NOA presentan amplia variabilidad en atributos morfológicos y fenológicos, ésta es promisoría desde el punto de vista del mejoramiento genético debido a que podrían ser usadas en sus programas para obtener variedades cuyo desarrollo pudiera ajustarse de manera de evitar exponer los períodos más sensibles a heladas y sequías, dos de los factores más importantes que afectan la producción local del cultivo (Geerts *et al.* 2006, Pouteau *et al.* 2011, Winkel *et al.* 2011). Por otro lado, la variación en características morfológicas cuantitativas es relevante para futuros estudios de nuevas accesiones de quínoa del NOA o de otros países, debido a que están asociadas con el sitio de origen o altitud de las accesiones y son consistentes con la variación observada en caracterizaciones previas de colecciones de Perú, Bolivia y Chile (Gandarillas 1968, Risi y Galwey 1989a,b, Ortiz *et al.* 1998, Rojas 2003, Rodríguez e Isla 2009, Fuentes y Bhargava 2010).

Los resultados de un estudio sobre la estructura de la variabilidad fenotípica aportaron información eco-geográfica importante para la especie, en una región para la cual existía escasa información (Jacobsen y Mujica 2002). De acuerdo a los análisis multivariados sobre atributos morfológicos, las accesiones nativas de quínoa del NOA se agruparon en cuatro grupos: Zona de Transición (G1), Altiplano (G2), Valles Orientales Húmedos (G3) y Valles Secos (G4) claramente diferenciados y asociados con su origen o altitud (Curti *et al.* 2012), y es congruente con el estudio de caracterización molecular mediante SSR (microsatélites), efectuados sobre el mismo conjunto de accesiones (Costa Tártara *et al.* 2012). En este sentido, el patrón de variabilidad observado dentro de la colección fue similar al de otras colecciones de germoplasma de la especie (Risi y Galwey 1989 a,b; Ortiz *et al.* 1998; Rojas 2003; del Castillo *et al.* 2008) y es expresión de la estructura genética subyacente (Costa Tártara *et al.* 2012). Los cuatro grupos reconocidos podrían presentar similitudes con aquellos propuestos por Rojas (2003) en las accesiones de origen altiplánico y valles húmedos de la colección de Bolivia (e.g. G1 (altiplano sur), G4 (altiplano norte) y G7 (valles de

altura)). Esta correspondencia sugiere que procesos similares de diferenciación genética podrían haber afectado a quínoa a lo largo de la región sur-andina y que los gradientes de aridez y heladas observados podrían ser un factor principal en la diferenciación ecotípica (Curti *et al.* 2012).

*Caracterización de la respuesta a la temperatura y el fotoperíodo de accesiones de quínoa del NOA*

La agricultura en la región andina del NOA está expuesta a diversos factores climáticos adversos como sequía y heladas que dificultan el desarrollo agrícola de la región (Bianchi *et al.* 2005). La mayoría de los productores de quínoa del NOA son pequeños o medianos agricultores que tradicionalmente usan pocos insumos en su producción. Así, la capacidad del cultivo para proveer seguridad alimentaria local depende en gran medida de su adaptación agro-ecológica a las condiciones climáticas (Aguilar y Jacobsen 2003). Consecuentemente, dentro de la región del NOA ha evolucionado una gran diversidad de germoplasma que muestra adaptación a diferentes patrones climáticos locales como los observados a lo largo de las cuatro ecorregiones donde se cultiva la especie en el NOA (Curti *et al.* 2012).

Un estudio llevado a cabo con 11 accesiones nativas del germoplasma de quínoa del NOA mostró que la duración del desarrollo explica una parte importante de la estructuración de la variación fenotípica, y un análisis de la variación en tiempo a floración entre fechas de siembra detectó tres grupos fenológicos: precoces de altiplano, intermedios de valles secos y tardíos de valles húmedos, con fuerte control genotípico (alta relación G/GxA) de la variación. Con el objetivo de evaluar el impacto del fotoperíodo sobre la duración del tiempo a floración (yema floral visible) se condujo un experimento incluyendo seis accesiones pertenecientes a esos tres grupos fenológicos que fueron expuestas a tres fotoperíodos (natural (~12 hs), 15 y 18 hs) bajo condiciones de campo en la Facultad de Agronomía (UBA). El ranking de duración desde emergencia hasta yema floral visible fue semejante a aquel en origen, y todos los genotipos mostraron sensibilidad al fotoperíodo con una respuesta de día corto cuantitativa. Se encontró una importante variación entre genotipos en la sensibilidad al fotoperíodo para el tiempo a yema floral visible,

desde 4,7 a 30 °Cd h<sup>-1</sup> (Tb = 3° C), y esta sensibilidad mostró una estrecha asociación negativa con la altitud de origen (R<sup>2</sup>= 0.98). El valor más alto de sensibilidad corresponde a una accesión de valles, y es semejante a la cuantificada previamente para genotipos de valle de Perú y Ecuador y de altiplano de Perú, pero menor a la de la variedad Nariño, de Colombia (60 °Cd h<sup>-1</sup>) y el menor valor, observado en una accesión de altiplano, es inferior a aquel estimado en variedades de Nivel del Mar (12 °Cd h<sup>-1</sup>, variedad Baer) en el centro de Chile (Bertero *et al.* 1999; 2000). Dado que los genotipos respondieron al fotoperíodo en todo el rango explorado no se pudo estimar el valor del fotoperíodo umbral y la duración mínima de la fase (esta última un estimador de la sensibilidad a la temperatura), pero la variación observada entre genotipos bajo fotoperíodo natural (200-543 °Cd) sugiere que existe variación también para este atributo.

*Patrones de interacción genotipo por ambiente dentro del germoplasma nativo*

La región de cultivo de quínoa en el Noroeste de Argentina (NOA) presenta una fuerte variabilidad ambiental, tanto estacional como espacial. En consecuencia, las combinaciones sitio-año en que se establecen ensayos comparativos de rendimiento pueden complicar la elección de genotipos a través de fuertes interacciones genotipo por ambiente (GxA). En un estudio donde se condujeron seis ensayos multi-ambientales de comparación de rendimiento con un conjunto de 12 genotipos seleccionados de la colección de germoplasma se detectó una fuerte variación entre genotipos y ambientes para rendimiento en grano, sus determinantes fisiológicos (biomasa e índice de cosecha) y los componentes numéricos del rendimiento (número y peso de grano). La proporción de la varianza explicada por las interacciones GxA para rendimiento fue superior a la varianza genotípica; mientras que fue significativa, pero menor, para los determinantes fisiológicos.

Los análisis de conglomerados sobre matrices bimodales GxA estandarizadas por ambiente agruparon a los genotipos en cuatro grupos con diferentes patrones de respuesta y a los ambientes en dos grupos en base a la discriminación genotípica, en ambos casos constituidos por genotipos y/o ambientes de altiplano y valles interandinos respectivamente. Por otro lado, el



análisis de ordenación reveló un patrón repetible de discriminación genotípica, lo que sugiere que la región de cultivo de quínoa del NOA puede ser dividida en dos mega-ambientes. Las diferencias fenológicas entre genotipos en conjunción con las diferencias ambientales en la incidencia de mildiu (*Peronospora farinosa* f.sp. *chenopodii* Fr.) o el riesgo de heladas generaron cambios de ranking entre genotipos para rendimiento entre ambientes y determinaron adaptación específica a las diferentes condiciones agroecológicas. En base a estas observaciones existe la posibilidad de evitar este tipo de interacciones seleccionando para adaptación específica en cada zona agroecológica. La variación genotípica en tiempo a floración constituyó la fuente principal de variación genotípica para rendimiento en grano a través de su influencia en la cantidad de biomasa aérea en ambientes de valle, mientras que el índice de cosecha fue el principal determinante del rendimiento en ambientes de altiplano. Por otra parte, el número de granos fue el componente numérico que explicó la variación genotípica del rendimiento en ambos mega-ambientes.

#### **Panorama de la producción de quínoa.**

Existen pocos antecedentes de producción de quínoa en Argentina; de hecho, este cultivo no estuvo inscripto hasta 2013 en el Código Alimentario Nacional. Los esfuerzos (generalmente aislados) para su rescate y promoción se remontan a más de veinte años con fuerte énfasis desde 2001 a ésta parte, la que culminó en la obtención de una colecta de germoplasma importante (~500 accesiones) para custodia, investigación y utilización. Esta colección constituye una amplia base genética para cubrir una demanda regional, esto es, el desarrollo del cultivo y la obtención de variedades locales mejoradas con atributos de resistencia a factores bióticos y abióticos, ambos necesarios para cubrir el desafío productivo de éste nuevo contexto climático.

El área de cultivo actual más importante -y ciertamente de mayor potencial en planteos acordes con los tradicionales- se extiende en la región noroeste del país, sobre una amplitud significativamente heterogénea de ambientes comprendidos entre los 1100 a los 3800 msnm. Allí, la base del sistema productivo es generalmente manual o con escasa tecnificación aunque

recientemente agricultores de raigambre sojera y vitivinicultora están incorporando el cultivo de quínoa a modelos de explotación agroindustrial (Fig. 4). Se estima para esta región una superficie cultivada total de 151 ha, donde se destacan las provincias de Catamarca (74 ha), Salta (47 ha) y Jujuy (25 ha) con rendimientos promedio de 1.25 t/ha, ellas se corresponden con 133 unidades productivas, es decir superficies promedio de 1.14 ha/unidad. Por su parte, las provincias de Buenos Aires y La Pampa en la zona centro-sur de Argentina proveen una producción de al menos 26 ha con rindes promedio de 1.6 t/ha (Alarcón, 2012).

La producción de quínoa en Argentina para el período 2009-2011 se estimó entre 97 a 150 t y representaría el 0,2 % de la producción mundial. Tales estimadores permitían inferir un crecimiento anual promedio del 8 % con un pico de 30 % para el 2009; sobre esa base la producción nacional se proyectó en 886 t para el año 2013 (FAO, 2002-11). Sin embargo, durante este año los altos precios internacionales (~3200 U\$/t, Estrada Z. 2012) sumado a las virtudes agroindustriales del grano han estimulado a productores del NOA hacia un salto productivo sin precedentes. En efecto, en junio de 2013, durante una jornada sobre cultivo de quínoa a la que concurrieron 160 productores, solo 3 (tres) de ellos declararon en conjunto 295 ha sembradas en el Valle de Lerma y Quebrada del Toro, ambas en la provincia de Salta, valor bastante próximo a las 400 ha de extensión del cultivo que declara la prensa local. Estos indicadores pronostican que durante las próximas campañas agrícolas se escalará fácilmente hacia superficies con cifras de 4 magnitudes.

La mayor parte de la producción local se vende como grano sin generación de valor agregado. Sin embargo en Cusi-Cusi (Jujuy) la producción local -apuntando a un mercado de productos funcionales- ya emprendió la implementación de una planta industrializadora del grano y avanzó en un proceso de agregado de valor elaborando 3 variantes de quínoa i) inflada, ii) aplastada y iii) incorporada en golosinas.

En otro ámbito, el gobierno de la provincia de Catamarca, en un esfuerzo conjunto “estado-empresa” impulsa un proyecto productivo con agricultores del departamento de Tinogasta que incluye una meta de industrialización para producción de harina de quínoa destinada a



elaboración de fideos y leche enriquecida con quínoa, hierro, zinc y vitamina C, con lo cual se atenderá la necesidad alimentaria de personas comprendidas en un rango etario de 4 a 14 años.

Sin embargo, la demanda actual de quínoa con valor agregado, por parte de empresas del rubro golosinas y gastronómicas, especialmente aquellas dedicadas a la alta cocina, es abrumadoramente superior a la producción actual y promete un incremento constante difícil de satisfacer en el corto plazo.

También son destacables los esfuerzos de producción por parte de agricultores del departamento de Yavi (Jujuy) que ya se encuentran en instancias previas a la inscripción como semilleristas locales y la incipiente orientación de productores de Seclantás y Luracatao (Salta) a la obtención de variedades con utilización de germoplasma nativo.

Finalmente, es importante mencionar que aún falta actuar sobre factores considerados de impacto negativo sobre el rendimiento. Para su atención y consecuente desarrollo integral del cultivo con soporte de agricultura altamente competitiva, se continúa avanzando en ajuste de tecnologías para siembra, producción de semilla, manejo de plagas, utilización de herbicidas, cosecha y post-cosecha; dichas tareas están encaradas por instituciones estatales involucradas en los procesos agropecuarios.

A modo de corolario, la sola mención de la: i) persistencia temporal, ii) amplia base genética, iii) rusticidad del cultivo, iv) excelentes atributos nutricionales y v) gran potencial industrial, constituyen un marco conceptual que posicionarán a la quínoa entre los primeros cultivos del país y probablemente como el primero del noroeste argentino.



**Figura 4:** Primer cosecha mecanizada de quínoa en Valles Calchaquies, provincia de Salta, 10 de Junio de 2013 (foto Santiago Arnaude).

## Referencias

- Aguirre MG (2007) Arqueobotánica del sitio Peñas Chicas 1.3 (Antofagasta de la Sierra, Catamarca, Argentina). In Marconetto B, P Babot & N Oliszewski (comps). *Paleoetnobotánica del Cono Sur: Estudios de Casos y Propuestas Metodológicas*, Museo de Antropología, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, 179-195.
- Alarcón G.A. (2012). Mercado de la quínoa. Informe de consultoría proyecto UCAR Fortalecimiento Institucional, financiado por BIRF. 60 pp.
- Arias ME, MG Aguirre, C Luque & PS Escola (2013) Caracterización anatómica de tallos de *Chenopodium* (*Chenopodiaceae*). Aportes al estudio de restos arqueológicos. En prensa en *Intersecciones en Antropología*.
- Arreguez G, JG Martínez, N Oliszewski & G. Ponessa (2013). La problemática de recuperación de macrorrestos arqueobotánicos de tamaño pequeño. El caso de las amarantáceas/quenopodiáceas en sitios arqueológicos del Holoceno Medio y Tardío del noroeste argentino. In Belmar C & VS Lema (eds). *Avances y desafíos metodológicos en Arqueobotánica: Miradas consensuadas y diálogos compartidos desde Sudamérica*, Facultad de Estudios del Patrimonio Cultural, Universidad Internacional SEK, Santiago de Chile. En prensa.
- Babot MP (2009). La cocina, el taller y el ritual. Explorando las trayectorias del procesamiento vegetal en el Noroeste Argentino. *Darwiniana* 47,1: 7-30.
- Babot MP (2011). Cazadores-recolectores de los Andes Centro-Sur y procesamiento vegetal. Una discusión desde la Puna Meridional Argentina (ca. 7000-3200 años a.p.). *Chúngara* 43, Número especial 1: 413-432.
- Babot MP, S Hocsman, R. Piccón Figueroa & MC Haros (2012). Recetarios prehispánicos y tradiciones culinarias. Casos de la Puna argentina. In Babot MP, M Marschoff & F Pazzarelli (eds). *Las manos en la masa. Arqueologías, Antropologías e Historias de la Alimentación en Suramérica*, Museo de Antropología, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, 235-269.
- Bárcena JR (2001). Prehistoria del Centro-Oeste Argentino. In E Berberian & A Nielsen (dir). *Historia argentina prehispánica*, Editorial Brujas, Córdoba, Tomo II, 561-634.
- Bertero HD, R Joffre, T Winkel, MM Manifiesto, MP Babot, MG Aguirre, C del Castillo, M-P Dubois, S Costa Tártara & CM Arizio (2013). Proyecto Archaeoquinuas: estudio del proceso de domesticación, la variabilidad y dispersión de quinoa en los Andes Centro-Sur. In Bárcena JR & SE Martín (eds). *Arqueología Argentina en el Bicentenario de la Asamblea General Constituyente del Año 1813. Libro de Resúmenes del XVIII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, Universidad Nacional de La Rioja, La Rioja, 582-583.
- Calo CM, MF Bugliani & MC Scattolin (2012). Allí algo se cocina... Espacios de preparación de alimentos en el Valle del Cajón. In Babot MP, M Marschoff & F Pazzarelli (eds). *Las manos en la masa. Arqueologías, Antropologías e Historias de la Alimentación en Suramérica*, Museo de Antropología, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, 443-461.
- Castro RV & MN Tarragó MN (1992). Los inicios de la producción de alimentos en el Cono Sur de América. *Revista de Arqueología Americana* 6: 91-124.
- Curti, R.N.; Andrade, A.J.; Bramardi S., Velázquez, B.; Bertero, H.D. (2012). Ecogeographic structure of phenotypic diversity in cultivated populations of quinoa from Northwest Argentina. *Annals of Applied Biology*, 160: 114-125.
- Echenique M & J. Kulemeyer (2001). La excavación arqueológica de una "mancha blanca", en el sector M43C del sitio Moralito, Departamento San Pedro, Provincia de Jujuy (República Argentina). In Ortiz G & BV Ventura (eds). *La mitad verde del mundo andino. Investigaciones arqueológicas en la vertiente oriental de los Andes y las Tierras Bajas de Bolivia y Argentina*, Editorial de la Universidad Nacional de Jujuy, San Salvador de Jujuy, 99-129.
- Escola PS, S Hocsman & MP Babot (2013). Entre las residencias y los campos de cultivo. Aportes de los cuchillos/raederas de módulo grandísimo a la cuestión del laboreo agrícola en Antofagasta de la Sierra (Puna de Catamarca) durante el primer milenio dC. En prensa en *Relaciones, Revista de la*

*Sociedad Argentina de Antropología.*

Estrada Zúñiga, R. 2012. Importancia del cultivo de quínoa, hacia el año internacional 2013. Videoconferencia, Cuzco 25 de octubre de 2012, disponible en: [www.huanucoagrario.gov.pe/sites/default/files/boletines/quinoa.pdf](http://www.huanucoagrario.gov.pe/sites/default/files/boletines/quinoa.pdf)

Gambier (2002). Las Quinas: un nuevo sitio de la Cultura de La Aguada en San Juan. *Estudios Atacameños* 24: 83–88.

González Baroni LG. & MP Babot (2013). Caracterización de los microfósiles en tártaro dental de individuos del primer milenio A.D. de la Puna Argentina. In *Anais do Museu Nacional-UFRJ, Serie Livros* 49: 227. Resúmenes del 5º Encontro Latinoamericano de Fitólitos, Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Hernández AM, H Lagiglia & A Gil (1999–2000). El registro arqueobotánico en el sitio Agua de Caballos-1 (San Rafael, Mendoza). *Anales de Arqueología y Etnología* 54–55: 181–203.

Hocsman S (2006). *Producción Lítica, Variabilidad y Cambio en Antofagasta de la Sierra -ca. 5500-1500 AP-*. Tesis Doctoral en Ciencias Naturales, Universidad Nacional de La Plata, La Plata.

Hunziker A (1943a). Las especies alimenticias de *Amaranthus* y *Chenopodium* cultivadas por los indios de América. *Revista Argentina de Agronomía* 10: 297–354.

Hunziker A (1943b). Granos hallados en el yacimiento arqueológico de Pampa Grande (Salta, Argentina). *Revista Argentina de Agronomía* 10: 146–154.

Hunziker, A. T. (1952). Los pseudocereales de la agricultura indígena de América. Acme Agency, Buenos Aires.

Hunziker A y Planchuelo (1971). Sobre un nuevo hallazgo de *Amaranthus caudatus* en tumbas indígenas de Argentina. *Kurtziana* 6:63–67.

Korstanje MA (2005). *La organización del trabajo en torno a la producción de alimentos, en sociedades agropastoriles formativas (Pcia. de Catamarca, Rep. Argentina)*. Tesis de Doctorado en Arqueología, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán.

Korstanje MA & P Cuenya (2008). Arqueología de la agricultura: suelos y microfósiles en campos de cultivo del Valle del Bolsón, Catamarca, Argentina. In Korstanje MA & MP Babot (eds). *Matices interdisciplinarios en estudios fitolíticos y de otros microfósiles*, BAR International Series Nº 1870, Oxford, 133–147.

Lagiglia H (2001). Los orígenes de la agricultura en la Argentina. In Berberián E & A Nielsen (dir). *Historia Argentina Prehispánica*, Editorial Brujas, Córdoba, Tomo 1: 41–81.

Lema VS (2010). Confluencia y emergencia: domesticación y prácticas de manejo del entorno vegetal en la frontera. In Bárcena JR & H Chiavazza (eds). *Arqueología argentina en el Bicentenario de la Revolución de Mayo, Actas del XVII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales, CONICET y Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Tomo III, 1043–148.

Lennstrom HA (1992) Botanical remains from the Calchaquí Archaeological Project 1990, Archaeobotany Laboratory Report No 29. University of Minnesota, USA.

Medina M, S Grill & ML López (2008). Palinología arqueológica: su implicancia en el estudio del Prehispánico Tardío de las Sierras de Córdoba (Argentina). *Intersecciones en Antropología* 9: 99–112.

Mintzer, M. J. (1933). Las quinoas. Su cultivo en la Argentina. Su importancia como planta alimenticia. *Bol. Min. Agric. Nac.* 34: 59–77.

Muscio, HJ (2004). *Dinámica poblacional y evolución durante el Período Agroalfarero Temprano en el Valle de San Antonio de los Cobres, Puna de Salta, Argentina*. Tesis Doctoral, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Buenos Aires.

Olivera D (2006). Recursos bióticos y subsistencia en sociedades agro-pastoriles de la Puna Meridional Argentina. *Comechingonia* 9: 19–56.

Parodi, L. R. 1966. *La agricultura aborigen argentina*. Editorial Universitaria de Buenos Aires, Buenos Aires.

Paucke, F. (1944). *Hacia allá y para acá (Una estadía entre los indios Mocobíes, 1749-1767)*. Tomo

III: *Segunda parte*. Publicaciones Especiales del Instituto de Antropología (V). Universidad Nacional de Tucumán. Publicación N° 349. Ed. Coni, Buenos Aires.

Planchuelo, A.M. (1975). Estudio de los frutos y semillas del género *Chenopodium* en la Argentina. *Darwiniana* 19: 528-565.

Rodríguez MF, ZE Rúgolo de Agrasar & CA Aschero (2006). El uso de las plantas en unidades domésticas del sitio arqueológico Punta de la Peña 4, Puna Meridional Argentina. *Chungará* 38: 257–271.

Storni J (1942). *Solución Precolombina del Problema Alimenticio. Bromatología indígena*. Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán.

FAO, (2011). Quínoa cultivo milenario. Oficina Regional Chile.

Vorano, R. & R. García. (1976). La quinoa en la provincia de Jujuy, Argentina.

Actas de la II Convención Internacional sobre Quenopodiáceas. IICA. Serie Informes de Reuniones N° 96. Potosí, Bolivia.







Oficina Regional de la FAO  
para América Latina y el  
Caribe  
Av. Dag Hammarskjöld 3241,  
Vitacura, Santiago de Chile  
[www.fao.org](http://www.fao.org)



Centre de coopération  
internationale en recherche  
agronomique pour le  
développement  
CIRAD-ES ; TA C-47/F  
Campus International de  
Baillarguet  
34398 Montpellier Cedex 5 –  
France  
[www.cirad.fr](http://www.cirad.fr)



Andean Naturals, Inc.  
393 Catamaran St, Foster City,  
CA 94404, Estados Unidos  
[www.andeannaturals.com](http://www.andeannaturals.com)