ESTADO DEL ARTE DE LA QUINUA

EN EL MUNDO EN 2013



Quinua 2013 Año Internacional Un futuro sembrado hace miles de años

cirad AGRICULTURAL RESEARCH FOR DEVELOPMENT

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 capitulo:
AUTORES, (2014). Título del capítulo. Capitulo 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 aprueba 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 o a copyright@fao.org.
Los productos de información de la FAO están disponibles en el sitio web de la Organización (www.fao.org/publications) y pueden adquirirse mediante solicitud por correo electrónico a publications-sales@fao.org.

CAPÍTULO: 5.4.

TÍTULO: La quínoa en Chile

*Autor para correspondencia: Didier BAZILE <didier.bazile@cirad.fr>

Autores:

DIDIER BAZILE[a]; ENRIQUE A MARTÍNEZ[b].; FRANCISCO F FUENTES[c]; EDUARDO CHIA[d]; MINA NAMDAR-IRANI[e]; PABLO OLGUÍN[f]; CONSTANZA SAA[e]; MAX THOMET[g]; ALEJANDRA VIDAL B[f].

[a] UPR47, GREEN, CIRAD (Montpellier, Francia) y PUCV, Instituto de Geografía, Av. Brasil 2241, Valparaíso, Chile.

[b] Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas, Av. Raúl Bitrán s/n, Casilla 599, La Serena, Chile.

[c] Universidad Arturo Prat, Facultad de Recursos Naturales Renovables, Av. Arturo Prat 2120, Iquique, Chile

[d] UMR Innovation, INRA (Montpellier, Francia).

[e] Qualitas AgroConsultores, Santiago, Chile.

[f] Pontificia Universidad Católica de Valparíaso PUCV, Instituto de Geografía, Av. Brasil 2241, Valparaíso, Chile.

[g] CET Sur, Calle Tres Poniente s/n. Labranza, Temuco, Chile.

Resumen:

La biogeografía de la quinua (*Chenopodium quinua* Willd.) presenta una visión global de un cultivo menor en la agricultura chilena que tiene una amplia extensión geográfica (18°S-47°S). Su alta diversidad genética demuestra que es una de las especies de mayor importancia en Los Andes de Sudamérica. El proceso de domesticación de la quinua se ha realizado en distintas zonas geográficas, lo cual ha significado la existencia de una amplia variación de caracteres morfológicos y de adaptación medioambiental. Las adaptaciones particulares, en diferentes macro zonas a lo largo de Los Andes, han generado cinco ecotipos, asociados a sub-centros de diversidad. Chile cuenta con dos ecotipos, la quinua de los salares en el extremo norte del país y la quinua de la costa o de nivel del mar en la zona centro y centro-sur. Asimismo, estos ecotipos han sido recientemente asociados a la diversidad de sistemas de producción considerando aspectos biofísicos, sociales y culturales. Sin olvidar la influencia de las políticas públicas en la dinámica de los sistemas de producción como así también de las relaciones con los mercados.

Palabras claves: *Chenopodium quinua* Willd., Chile, biodiversidad, geografía, agroecosistemas.

Introducción.

En el contexto actual de globalización de las economías, la agricultura tiene una importancia crucial para la población del mundo (Harvey, 2001, 2005). Es así, que en el caso del desarrollo rural y de la producción alimentaria, se puede reflejar varios modelos de uso de los recursos naturales y de agricultura (FAO, 2006), de organización social y de identidad cultural (Leff, 2005). Hoy en día en Chile, hay dos modelos de producción, uno con fines de exportación que orienta la concentración de sus explotaciones (en particular a través de un aumento de superficie), recursos y cadenas de producción con mayor dependencia a factores de riesgos externos; el otro, dominado por la agricultura familiar campesina se restringe a la producción de alimentos y a los mercados locales. Estas explotaciones adaptan sus prácticas a las características de los ecosistemas que son conocidos de varias generaciones de agricultores. Ambos modelos tienen su importancia propia

para participar en el desarrollo local. En el caso del cultivo de quinua también encontramos, a más pequeña escala, los dos modelos. El objetivo del presente capítulo es resaltar la importancia de (re)considerar la diversidad de los sistemas de producción agrícola vinculada a la biogeografía para optimizar las posibilidades de usos de las especies cultivadas, a través del caso específico de la quinua en Chile.

La domesticación de la quinua comenzó hace más de 7 mil años en el sur de Perú y norte de Bolivia, permitiendo su adaptación desde el norte hasta el sur de Chile a través de varios agroecosistemas modelados por antiguos asentamientos humanos generando una alta diversidad genética para adaptarse a esta amplia diversidad ecológica.

En Chile, aun se carece de estudios que permitan establecer – en un sentido amplio – la importancia de los cultivos tradicionales y variedades campesinas, ya sean estudios históricos, antropológicos, económicos, geográficos y/o estratégicos, determinando la falta de vinculación entre la conservación de la quinua y su desarrollo. Si se considera la diversidad de la quinua como recurso fitogenético, podría haber un cambio en la percepción del concepto de biodiversidad desde el punto de vista biológico y de la productividad agrícola, implicando un cambio en la agricultura y de su relación con los ecosistemas locales, conduciendo entonces a una re-definición de lo que es la agrobiodiversidad con apuestas globales tales como la reproducción de los sistemas agrícolas, la creación y mantenimiento de los vínculos sociales y la transmisión patrimonial (Chevassus-au-Louis y Bazile, 2008; Kaine y Tozer, 2005). Así, la construcción de una sustentabilidad con enfoque en la biodiversidad agrícola está vinculada al sistema de los actores del territorio. Esta constante va a dar sentido a la noción de biodiversidad, concepto que en geografía se describió como la vinculación que una sociedad mantiene con la diversidad de vida en tanto que ella constituye un "problema" (o un interés) para dicha sociedad. Para Leff (2005): "El territorio es el lugar donde la sustentabilidad se enraíza en bases ecológicas e identidades culturales. Es el espacio social donde los actores sociales ejercen su poder para controlar la degradación ambiental y para movilizar potenciales ambientales, para satisfacer necesidades, aspiraciones y deseos de los pueblos, que la globalización económica no puede cumplir".

A nivel local se generan espacios donde se expresan los límites y también las sinergias positivas de los modelos de crecimiento o de desarrollo de la agricultura (Zalabata, 2003). La diversidad del medio se traduce en una diversidad de prácticas agrarias las cuales no entran de manera simple en una análisis de los sistemas agrarios (Naredo, 1996). Para identificar la sostenibilidad, a través de la presión ecológica que los cultivos operan o las posibilidades económicas que brindan, se debe mirar constantemente la diversidad estructural del territorio que se refleja en diversidad de suelos, especies, ecosistemas, paisajes y vocaciones y usos de ellos mismos. Estos modelos describen los mecanismos de organización en el territorio en cuestión. Además, este principio de representación o proceso de transcripción, tiene que contribuir a superar la falta de relaciones entre los conocimientos, entre la cultura campesina y la científica, con el fin de evitar confrontación y antagonismos (Serrano, 2005) entre los modelos de tradición y los de innovación (Hocde *et al*., 2008).

La primera parte de este capítulo cuenta la historia general de la quinua en los Andes y en Chile para explicar, hoy en día, su presencia en varios paisajes agrícolas del territorio chileno, desde el extremo norte hasta los valles y montañas del sur. La segunda parte presenta el espacio agrícola a través de varios aspectos: el clima, los suelos, hasta la diversidad de las variedades campesinas de quinua. Con respecto a la ecología de la explotación agrícola (Parra, 2007; Rescia *et al*. 2002), abordaremos en la tercera parte la caracterización de los actuales productores de quinua en Chile. La última parte analiza la relevancia de los factores de los "territorios de la quinua" para explicar la alta diversidad genética del cultivo de quinua en Chile y la importancia de mantenerlos, tanto para adaptarse a varios ambientes así como al mercado, proponiendo productos específicos. En conclusión, queremos resaltar que la quinua en Chile a pesar de ser un cultivo considerado como menor posee una amplia diversidad ecológica y de producción ocupando varios ecosistemas. Así, se plantean nuevas perspectivas del desarrollo agrario en Chile referente a las posibles interacciones sociales, ecológicas y económicas en los diversos territorios. Por lo mismo, en el contexto del

desarrollo sustentable, la gestión del cultivo de la quinua debería ser diseñada en función de las dinámicas de su amplia biodiversidad y de una doble gestión vertical, extenso territorio que va desde la región Aymara a la región Mapuche y horizontal o local donde la coherencia territorial debe ser el producto del conjunto de los actores: agricultores y no-agricultores; privados y públicos.

Historia general de la quinua en los Andes y en Chile.

En el contexto Andino, existe información que señala que probablemente la quinua fue domesticada por antiguas civilizaciones en diferentes tiempos y zonas geográficas, incluyendo zonas de Perú (5000 AC), Chile (3000 AC) y Bolivia (750 AC) (Kadereit et al. 2003). Hoy en día, su existencia en Chile puede ser explicada por el intercambio cultural entre antiguas poblaciones como la cultura Incaica y otros grupos, originarios de Chile, situados en diferentes contextos agroecológicos desde el altiplano chileno por el norte (17°S) hasta la Isla de Chiloé e incluso más en el sur (47°S, Puerto Río Tranquilo). No obstante, durante la conquista española este cultivo fue fuertemente desincentivado, debido a su importancia en la sociedad y por considerarse sagrado en la creencia religiosa de los indígenas (Ruas *et al*. 1999). Así, el cultivo de quinua se conservó sólo en lugares donde no se intervino con programas de modernización agrícola, siendo particularmente conservado por mujeres campesinas e indígenas. Actualmente el fenómeno de migración de la población desde las zonas rurales de los Andes hacia centros urbanos, está exponiendo aún más a la quinua al riesgo de erosión genética, proceso consistente en la pérdida de su diversidad genética, conservada *in situ* por miles de años, debido a la pérdida de la tradición de su cultivo.

Diversos documentos históricos relatan la presencia de la quinua en territorio chileno, desde la zona norte hasta los valles y montañas del sur. Este paisaje agrícola fue tempranamente descrito por Pedro de Valdivia al Rey Carlos V en el siglo XVI: "… esta tierra es prospera de ganado como el Perú... abidosa de todo los mantenimientos que siembran los indígenas para su sustentación, así como maíz, papas, ***quinua***, madi, ají, frijoles..."

Posteriormente el botánico francés Claudio Gay, en sus expediciones en Chile durante el siglo XIX describe a la quinua como: "…planta originaria de América y cultivada desde mucho tiempo en Chile. Los españoles la encontraron en todas partes desde Copiapó hasta la isla de Chiloé en donde los habitantes la cultivaban asociada al maíz y las papas..." (Molina, 1810).

Dentro de las crónicas escritas, Juan Ignacio Molina (1810) detalla su sistema de producción, haciendo referencia especial a la variedad del Sur llamada "*Dahue"*, la cual "produce hojas cenicientas y semillas blancas. Con las semillas negras hacen una bebida estomacal agradable y con las blancas, que al cocerlas se distienden a guisa de un pequeño gusano, preparan una sabrosa sopa; comen aún las hojas, cocidas como las de las espinacas. Cerca de tres meses antes de sembrarla, conducen allí para dormir sus ganados, cambiándoles de sitio cada tres noches, cuando el campo está bien estercolado, siembran, el grano sobre la yerba y sobre el estiércol."

A mediados del siglo XX el cultivo de la quinua estaba casi desapareciendo según descripciones realizadas por Looser (1943). Sin embargo, debido a la persistencia de los campesinos aún se le cultiva en la zona Andina, en el extremo norte del país en la frontera con Perú y Bolivia (Lanino, 1976), así como en la zona central al sur de Santiago, a nivel del mar en Concepción y en la Araucanía, donde la población Mapuche le denomina *quinhua* o *kinwa* (Junge, 1978).

Ecotipos de quinua presentes en Chile.

Las quinuas presentes en Chile conservan los mismos patrones morfológicos y de colores descritos para otras latitudes (Gandarillas 1979, Bhargava *et al*., 2005, Fuentes y Bhargava, 2011). Sin embargo, debido a la existencia de adaptaciones particulares de esta especie a ciertas zonas geográficas a lo largo de Los Andes, es que se reconocen cinco ecotipos asociados a sub-centros de diversidad (Figura 1). Estos corresponden a: (1) quinua de los valles interandinos (Colombia, Ecuador y Perú), (2) quinua del altiplano (Perú y Bolivia), (3) quinua de las Yungas (Bolivia), (4) quinua de los salares (Bolivia, Chile y Argentina), y (5) quinua de la costa o de nivel del mar (Chile y Argentina).

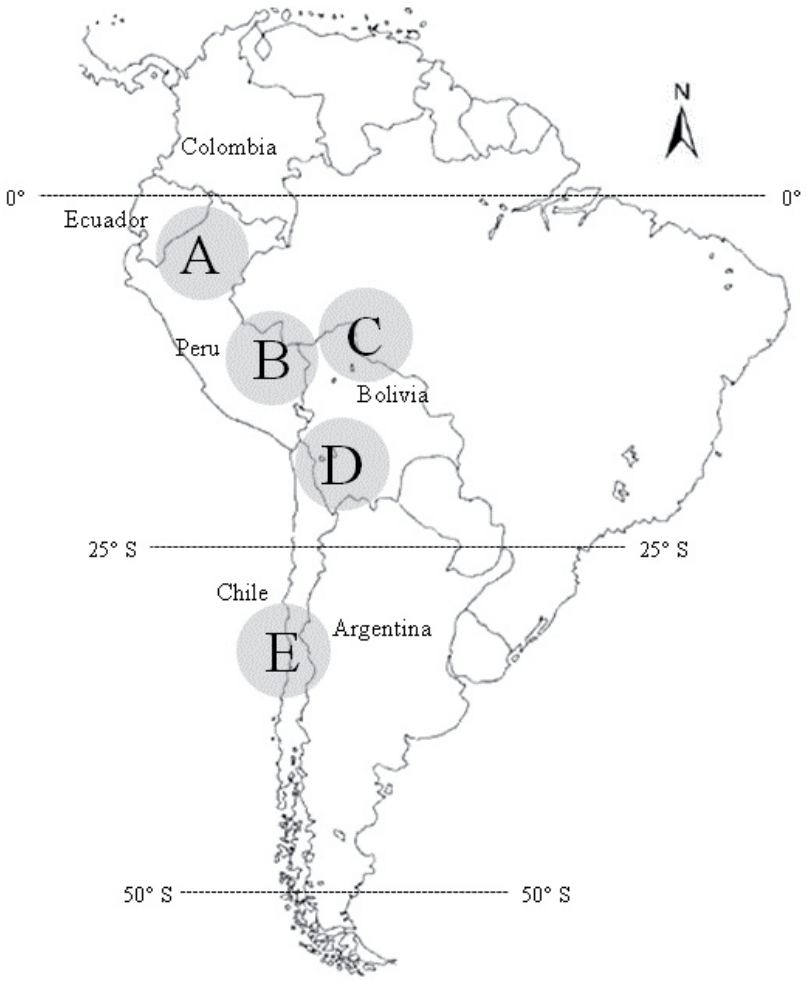


Figura 1: Distribución de los ecotipos de quinua en los sub-centros de diversidad: A. Valles Interandinos, B. Altiplano, C. Yungas, D. Salares, y E. Costa. Fuente: Elaboración de Francisco Fuentes Carmona

El cultivo de la quinua en Chile se basa en el uso de los dos ecotipos de quinua existentes en el país, estos son: ecotipo de *salares* y ecotipo de la *costa* o de *tierras bajas*. El ecotipo de salares, se encuentra distribuido en las regiones de Tarapacá y Antofagasta en el extremo norte del país. Estos genotipos son tradicionalmente cultivados por comunidades indígenas del altiplano chileno, en condiciones de suelos salinos y pluviometría fluctuante entre 100 – 200 mm/año entre los meses de diciembre a febrero (Fuentes *et al*. 2012). Diversas variedades locales de quinua en la zona norte del país se encuentran estrechamente emparentados con variedades del ecotipo de salares de quinua de Bolivia, donde no existe frontera natural entre ambos países. No obstante existen evidencias de la introducción de algunos materiales desde la zona andina de Perú en la región de Antofagasta, cuya barrera natural corresponde al actual desierto de Atacama. Pese a ello la morfología dominante en la mayor parte de los materiales estudiados hasta hoy, corresponde al de quinua de salares (Fuentes *et al*. 2009a).

En la zona centro y sur de Chile (regiones políticas de O'Higgins hasta de Los Lagos) se cultiva la quinua correspondiente al ecotipo de la costa. Su cultivo se caracteriza por desarrollarse a altitudes variables entre 0 a 800 msnm, bajo condiciones de secano (Fuentes *et al*. 2012). Una notable diferencia existente en su cultivo, respecto a la condición de secano de la quinua de salares en el norte de Chile, es que la época de lluvias en la zona centro y sur del país se concentra durante el período invernal, con precipitaciones que fluctúan, de acuerdo a la

zona geográfica comprendida entre la región del Libertador Bernardo O'Higgins y la región de Los Ríos y de Los Lagos, de 500 a 1.900 mm/año.

En relación a estos dos ecotipos cultivados en Chile, existe una reconocida y marcada diferencia en términos de adaptación a la altitud, tolerancia a la sequía, salinidad y sensibilidad a la longitud del día, lo cual podría implicar desde el punto de vista agronómico que ecotipos de la costa puedan adaptarse a altas altitudes y que puedan viajar entre regiones por los agricultores como dentro de cruzamientos naturales o dirigidos por parte de los mejoradores (Fuentes *et al*., 2009b). Asimismo que razas locales puedan adaptarse a otros usos como los forrajeros o consumo como ensaladas (Fuentes y Bhargava, 2011).

Distribución actual del cultivo de la quinua en Chile y climas asociados.

La distribución de la quinua en Chile puede ser analizada y entendida considerando tres macro zonas de producción ancestral, o relictas, asociadas a subgrupos de diversidad genética y de sistemas de producción agrícolas (Fuentes *et al*., 2009b, c; 2012) (Figura 2): la zona norte (regiones políticas XV, I y II), la zona centro (regiones políticas VI, VII) y la zona Sur (centrada en la región IX, pero también con presencia en las regiones VIII, XIV, X, XI).

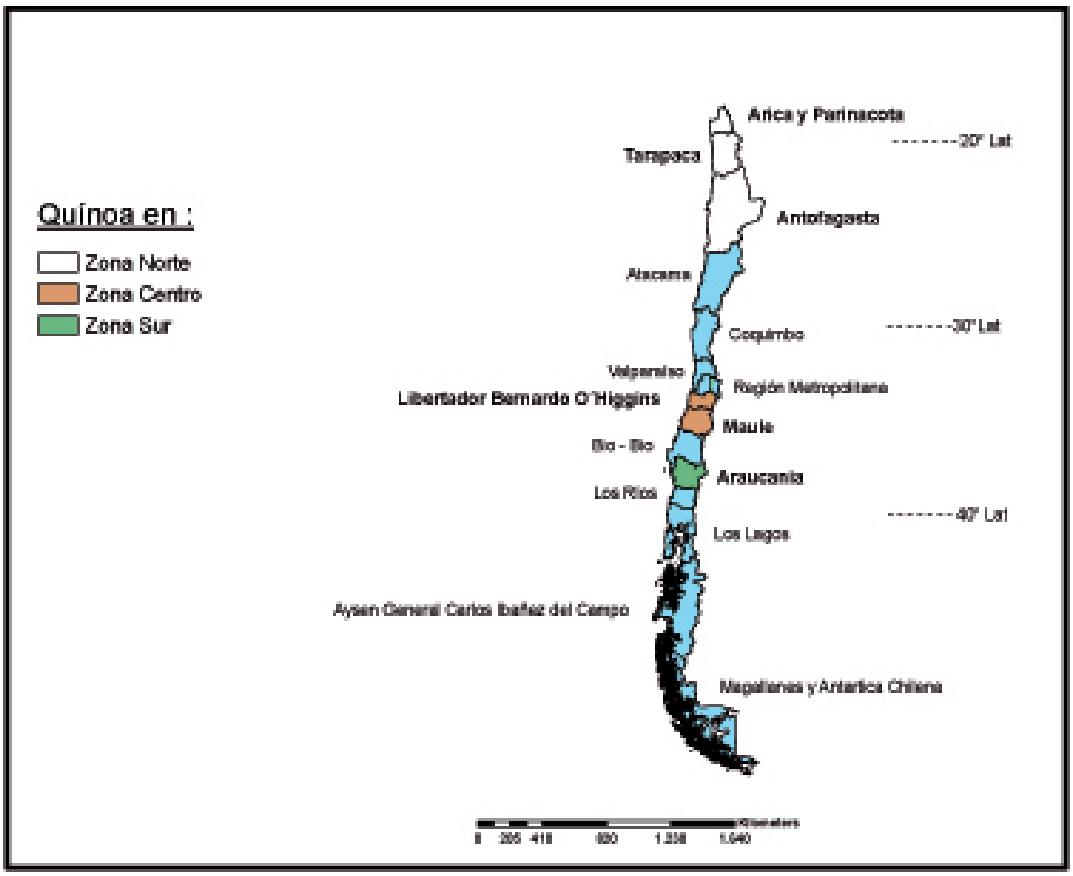


Figura 2: Las tres macro zonas relictas donde se produce la quinua en Chile. Fuente: Proyecto IMAS (ANR), 2009 (http://imas.agropolis.fr/ y http://www.quinua-chile.cl)

La Macro zona Norte.

Al norte de Chile, las zonas con cultivos de quinua tienen influencia tropical limitándose solo a espacios de altura ("*puna*", climáticamente definidos por Di Castri, 1968). Así, la diferenciación bioclimática se encuentra vinculada con precipitaciones estivales características de la zona influenciada por bajas presiones provenientes del oriente de los Andes (Lanino, 1976). Pero, al contrario de otros climas tropicales, la altura limita el nivel de las temperaturas lo que va a dar importancia a micro estructuras del paisaje que regulan las temperaturas. En la zona norte de Chile, la quinua se encuentra de manera exclusiva en el *altiplano*, en zonas ubicadas a alturas variables entre 3.000 a 4.500 m.s.n.m. La elevación de este *Clima de Estepa de Altura* (o *Desértico Marginal de Altura* según la clasificación más antigua, de Köppen, 1931) influye directamente sobre las temperaturas medias, las cuales no sobrepasan los 5º C con una gran amplitud térmica entre el día y la noche (Figura 3a). Existe un promedio de 9-10 meses con temperaturas inferiores a 10°C, y 4 meses muy fríos lo que conduce a un promedio de temperatura anual de sólo 4,5°C, un promedio de las máximas de 11,5 ° C y un promedio de las mínimas inferior a 0°C. La pluviometría anual corresponde a un promedio de 120 mm. Las precipitaciones más importantes ocurren durante el verano, son de origen convectivo, provenientes de nubosidad producida por el ascenso de masas de aire cargadas de humedad por la vertiente oriental de los Andes, provenientes de la cuenca amazónica y del Atlántico. En algunos sectores la pluviometría puede superar los 400 mm al año, sin embargo estas disminuyen progresivamente hacia el sur. La humedad relativa en general es baja. Datos recopilados por la Estación Meteorológica situada en el sector de Vilacollo en la Comuna de Colchane (Región de Tarapacá) indican durante la temporada 2005-06 temperaturas máximas y mínimas de 23,2 y -8ºC respectivamente, vientos con velocidades que superan los 54 $km \cdot h^{-1}$, radiación solar con máximas registradas de 1218 $W \cdot m^{-2}$ y una pluviometría anual de 147 mm (Arenas y Lanino, 2008; Delatorre *et al.*, 2008).

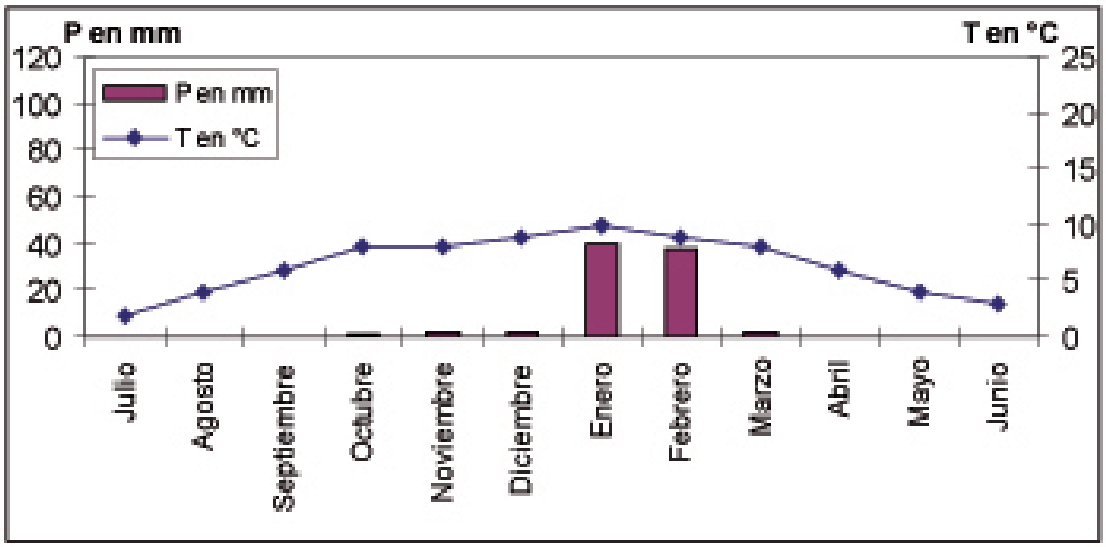


Figura 3a: Diagrama Ombrotermico General de la Macro zona Norte a partir del ejemplo de Ollagüe, *Clima de Estepa de Altura*

La Macro zona Centro.

Al centro de Chile, se considera la zona de clima tipo mediterráneo del país con un gradiente progresivo de humedad de norte al sur de esta zona (Di Castri, *op. cit*.). La producción de quinua se concentra en la región de tipo mediterráneo llamada sub-húmeda. La orientación del relieve influye también en la distribución de las precipitaciones, observándose su aumento en las laderas occidentales de la cordillera de los Andes y de la Costa en relación a sus áreas contiguas. En las regiones VI y VII se encuentran dos tipos de *Clima Templado Cálido con Estación Seca Prolongada* con o sin una gran nubosidad (Körppen (1931) propone también *Templado cálido con lluvias invernales y gran nubosidad* y *Templado cálido con lluvias invernales*).

Este clima con nubosidad se encuentra en el sector costero de la zona norte de esta macro zona, abarcando las planicies litorales y la vertiente occidental de la cordillera de la Costa. El clima está determinado por la influencia del mar, que modera las temperaturas y produce una gran humedad que se manifiesta en una gran cantidad de días nublados. Las precipitaciones son de origen frontal y se concentran en invierno aun así la estación seca puede durar de 7 a 8 meses como consecuencia de la influencia del anticiclón del pacífico. Las precipitaciones anuales varían entre 500 mm (región VI) en la parte norte (Figura 3b) hasta casi 800 mm en el sector sur (región VII). Entre los meses de mayo y agosto cae aproximadamente el 80% de las precipitaciones anuales. Los meses de octubre a abril presentan menos de 40 mm de agua caída, definiendo así una estación seca que dura 7 meses. La mayoría de los cultivos de quinua de la macro zona centro se ubican cerca de la costa entre las localidades de Pichilemu e Iloca, con una extensión de 25 kilómetros al interior, bajo la influencia del mismo clima (Olguín, 2011).

Contrariamente, las zonas de cultivo más lejanas de la costa, después de la ciudad de Santa Cruz en dirección hacia la Cordillera, poseen este mismo clima pero sin nubosidad. Así, la zona ubicada en la depresión intermedia o en el valle longitudinal de esta región presenta las condiciones de este tipo de clima, mostrando claramente características mediterráneas con veranos cálidos y secos e inviernos lluviosos, frescos y húmedos. Las precipitaciones son algo menores que en el litoral pero las amplitudes térmicas tanto diarias como anuales son mayores. La diferencia de temperatura entre el mes más cálido y el más frío es del orden de 13º C en Rancagua y sólo llega a 8º C en la costa. También hay 7 meses con precipitación inferior a 40 mm, que van desde octubre a abril. La cordillera de la Costa limita el alcance de la influencia marítima, lo que se manifiesta en una menor cantidad de días nublados que en el litoral (Olguín, 2011).

Los datos climáticos generales de la macro zona centro son los siguientes: promedio de temperatura anual de 14,5°C, un promedio de las máximas de 21,5 ° C y un promedio de las mínimas de 7,5°C; humedad relativa de 73% y pluviosidad 700 mm.

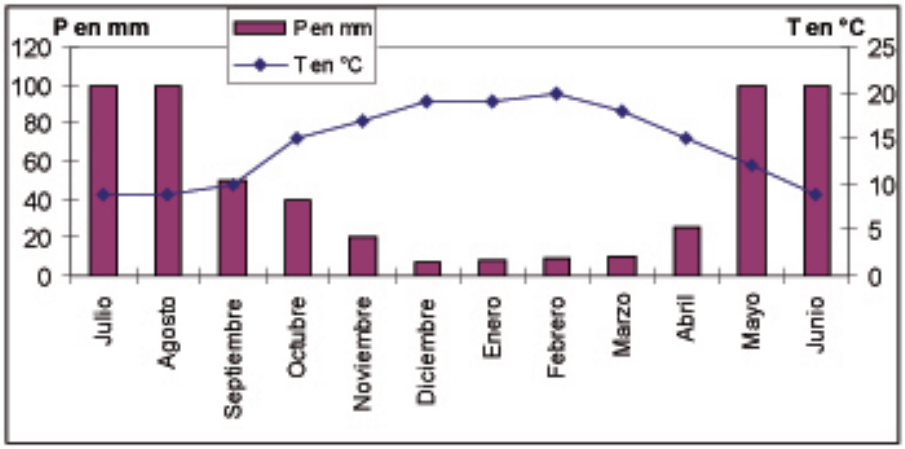


Figura 3b: Diagrama Ombrotérmico General de la Macro zona Centro a partir del ejemplo de Paredones, *Clima mediterránea sub-húmedo Clima Templado Cálido con Estación Seca Prolongada.*

La Macro zona Sur.

La macro zona sur de producción de quinua presenta características climáticas de dos tipos, la primera con un *Clima Templado Cálido Lluvioso con Influencia Mediterránea*, éste se presenta a partir de los 38º S principalmente en la zona intermedia hasta las cercanías de Castro, en la Isla Grande de Chiloé (Región X, de Los Lagos) aproximadamente a los 42º S. Este clima registra un régimen pluviométrico que alcanza valores promedios anuales de hasta 2.000 mm, con una distribución mensual, que registra sus valores máximos en los meses de invierno y una disminución en los meses estivales (Di Castri, *op. cit*.). Las amplitudes térmicas son de características moderadas en aquellas zonas ubicadas en la costa, aumentando hacia zonas ubicadas en el sector cordillerano. El segundo tipo de clima, *Clima Templado Cálido Lluvioso sin Estación Seca*, se localiza en la zona más austral. Las características pluviométricas de este clima presentan registros de precipitaciones casi continuos durante todo el año, las cuales alcanzan valores promedios anuales superiores a los 2.000 mm y en donde se presenta una distribución mensual significativa entre los meses comprendidos entre marzo y noviembre. Las temperaturas bajo este clima presentan amplitudes moderadas entre el día y la noche alcanzando valores de hasta los 5ºC y registros medios anuales de casi 12ºC.

El clima templado lluvioso con influencia mediterránea se presenta en la región con características que se hacen sentir a través de la influencia oceánica, con registros moderados de la amplitud térmica en las zonas ubicadas en el sector costero (Figura 3c), en tanto en los valles longitudinales y las zonas precordilleranas las amplitudes térmicas anuales registran valores significativos debido a su lejanía de la costa y su mayor característica de continentalidad. Así, los promedios de temperaturas son de 11,5°C al centro (12,5°C en la costa y 8,5°C en la precordillera), el promedio de las máximas de 17°C (16,5°C y 16,5°C) y el promedio de las mínimas de 6°C (9,2°C y 1,0°C). La humedad relativa presenta una variación entre un 75% desde la costa hasta un 85% en la precordillera. Las precipitaciones registran una distribución a través de todo el año, observándose una leve disminución en sus registros mensuales en época de verano y alcanzando registros superiores a 1.000 mm anuales.

El clima templado cálido con estación seca corta, de menos de 4 meses se presenta en la zona intermedia de la región, ubicada en la parte norte hasta las proximidades de los 39º. A medida que se avanza hacia el sur las temperaturas disminuyen progresivamente. El régimen de lluvias presenta valores altos y homogéneos a lo largo de todo el año, con una ligera disminución en primavera. Los valores absolutos de precipitación alcanzan los 2.050 mm donde no existen registros inferiores a los 140 mm. La temperatura media anual es de 8,5ºC y una oscilación térmica de 5 ºC. El mes más frío presenta una media de 6ºC (Julio) y el más cálido 12ºC.

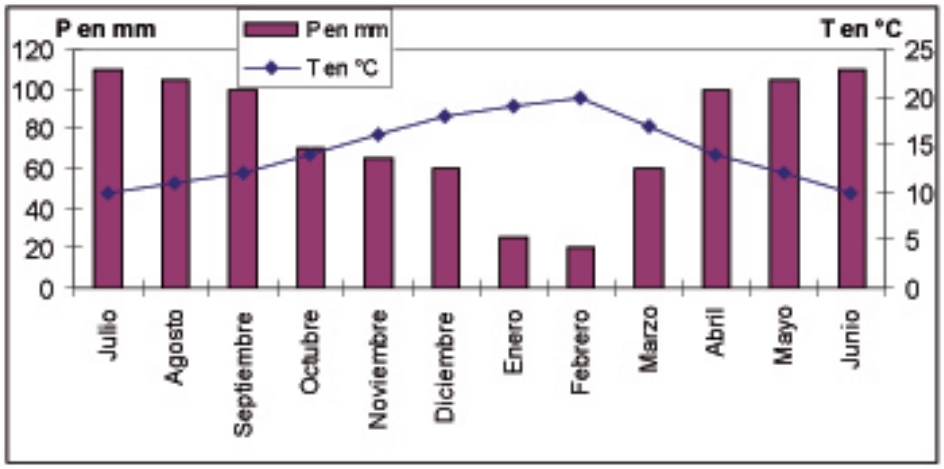


Figura 3c: Diagrama Ombrotermico General de la Macro zona Sur a partir del ejemplo de Lebu (Costa), *Clima Templado Lluvioso con Influencia Mediterránea.*

Estado de la producción de quinua en Chile a partir de análisis censal.

Evolución en el periodo 1997 – 2007.

El cultivo de la quinua en las tres macrozonas de Chile ha tenido un crecimiento importante en los últimos quince años. Según los datos oficiales de los censos agropecuarios de 1997 y 2007, la superficie nacional creció en 736%, pasando de 175 hectáreas en 1997 a 1.470 has en 2007 (INE, 1997, 2007). Este incremento se focaliza principalmente en la Región de Tarapacá, donde se concentra más del 92% de la superficie cultivada. Más específicamente, las comunas de Colchane y Pica son las que más aportan a este crecimiento, con superficies de 749 has en 2007 (versus 163 en 1997) y 600 has en el año 2007 (sin registro de siembras en 1997), respectivamente. En menor medida, es posible observar un aumento en la VI Región con una superficie que aumentó de 11 a 60 has durante el mismo periodo. Adicionalmente, si bien con superficies muy discretas, se destaca la aparición censal en regiones como Atacama, Coquimbo (zona centro norte) y Araucanía (zona sur) (Cuadro 1 y Figura 4).

Es posible observar además un incremento del número de productores de quinua, el cual se duplica durante este período, pasando de 119 productores en 1997 a 246 productores en 2007 (cuadro 1). Este aumento, proporcionalmente menor en relación a la superficie, se explica por una mayor superficie promedio por explotación, eso representa, una variación promedio de 1,5 has por explotación en 1997 a 6,0 has en el 2007, con un máximo de 46,2 has promedio por explotación en la comuna de Pica (zona norte).

Las estadísticas nacionales agropecuarias de Chile mencionan, según su metodología, solo las superficies y los agricultores por los cuales el cultivo de quinua es importante (en general los agricultores declaran solo las superficies que sobrepasan 1 ha). Peso a esto, es importante mencionar que las zonas centrales y sur de Chile, en particular a la Araucanía, como zonas tradicionales de cultivo de la quinua en manos de pequeños agricultores (centro) o por pequeños agricultores Mapuches (sur). Dada esta condición de pequeña agricultura, la representación de estas superficies no es registrada en las estadísticas nacionales. A pesar de esto, la pequeña agricultura en estas zonas hace parte integrante del mundo rural y moviliza a numerosos agricultores en la mantención de aspectos culturales e intercambio de semillas (Fuentes *et al*. 2012).

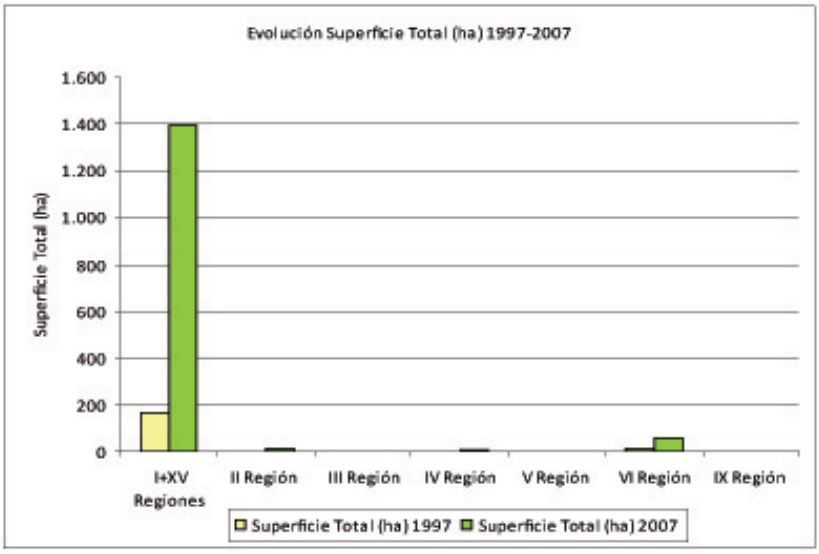


Figura 4: Evolución de la superficie total (has) de quinua, Periodo 1997 – 2007. Fuente: Qualitas AgroConsultores, a partir de INE 1997 y 2007.

Caracterización de los actuales productores de quinua en Chile.

A nivel nacional, se registra una producción total de 868.5 toneladas de quinua, de los cuales un 91% corresponde a las comunas de Pica (59%) y Colchane (32%). El rendimiento promedio a nivel nacional es de 0.6 toneladas por hectárea. Si bien los mayores rendimientos se registran en las regiones de la Araucanía (IX) y del Libertador B. O'Higgins (VI), estos valores promedios son poco representativos dado que involucran superficies [conocidas por el censo] muy reducidas (menos de una hectárea en cada región). Así, en la región del Libertador B. O'Higgins se registran los rendimientos más altos con un promedio de 1.2 toneladas por hectárea en la comuna de Pichilemu, mientras que la comuna de Colchane se registran rendimientos promedios de 0.370 toneladas por ha (0.6 a nivel regiónal), el cual representa los rendimientos más bajos en el país (Cuadro 1) (INE, 1997, 2007).

Al analizar el tamaño económico de las explotaciones con cultivo de quinua, se constata que son pequeñas[1] lo que significa que la producción de quinua corresponde principalmente en Chile a una agricultura familiar con superficies reducidas a nivel de cada uno de los productores.

Cuadro 1: Evolución del universo de productores, de la superficie, de la producción y de los rendimientos de quinua según comuna y región en el periodo 1997 – 2007

Región	Comuna	Nº Productores		Superficie Total (ha)		Producción y Rendimientos por regiones en 2007	
		1997	2007	1997	2007	PROD (t)	REND ($t \cdot ha^{-1}$)
XV de Arica y Parinacota y I de Tarapacá	Camiña	2,0	3,0	0,5	7,5		
	Colchane	101,0	153,0	162,7	749,0		
	Pica	-	13,0	-	600,0		
	Pozo Almonte	1,0	1,0	-	13,0		
	Huara	-	1,0	-	18,0		
	Putre	1,0	8,0	0,2	4,0		
	Total regiónal	105,0	179,0	163,4	1.391,5	800.8	0.6
II de Antofagasta	Calama	1,0	2,0	0,1	1,0		
	Ollagüe	1,0	5,0	0,3	1,0		
	San Pedro de Atacama	3,0	13,0	0,7	7,0		
	María Elena	-	1,0	-	1,0		
	Total regiónal	5,0	21,0	1,1	10,0	6.9	0.9

[1] Qualitas AC ha desarrollado un modelo de estimación del valor bruto de la producción de cada una de las explotaciones censadas, a partir del cual ha realizado una categorización y clasificación de las explotaciones según este variable. Más detalles, ver INDAP, Qualitas AC, 2009, Estudio de Caracterización de la pequeña agricultura a partir del VII Censo Nacional Agropecuarios y Forestal.

III de Atacama	Alto del Carmen	-	1,0	-	1,0		
	Total regiónal	-	1,0	-	1,0		
IV de Coquimbo	La Serena	-	1,0	-	0,5		
	Paiguano	-	1,0	-	0,5		
	Ovalle	-	1,0	-	0,5		
	Monte Patría	-	1,0	-	1,0		
	Río Hurtado	-	1,0	-	0,5		
	Coquimbo	-	3,0	-	1,0		
	Total regiónal	-	8,0	-	4,0	12	1.2
V de Valparaíso	Quilpue	-	1,0	-	0,1		
	Total regiónal	-	1,0	-	0,1		
VI de O'Higgins	Pichilemu	8,0	15,0	10,6	34,0		
	San Vicente	-	1,0	-	0,5		
	Navidad	-	1,0	-	0,1		
	Chépica	-	1,0	-	2,0		
	San Fernando	1,0		0,5	-		
	Paredones	-	11,0	-	24,0		
	Total regiónal	9,0	29,0	11,1	60,6	58	1
IX de Araucanía	Lautaro	-	2,0	-	1,0		
	Teodoro Schmidt	-	1,0	-	0,5		
	Curacautín	-	1,0	-	0,5		
	Vilcún	-	3,0	-	1,0		
	Total regiónal	-	7,0	-	3,0	1.6	1.6
Total Nacional		119,0	246,0	175,6	1.470,2	868.5	0.61

Fuente: Qualitas AgroConsultores, a partir de INE, 1997 y 2007.

En conclusión, a la diferencia de la situación existente en otros países de la zona andina donde la quinua es conocida como uno de los pocos cultivos que crece bajo las extremas condiciones ambientales del área, caracterizada por la alta altitud (3.500-4.000 m.s.n.m.), condición de aridez (100-300 mm por año) y de suelos salinos y frecuentes heladas, esta situación tiene similitudes en Chile únicamente con la macro zona norte del altiplano chileno. Allá, la producción está en manos de agricultores de avanzada edad, debido a que los jóvenes abandonan la agricultura en búsqueda de nuevas expectativas educativas y laborales (Fuentes *et al*. 2012). En la macro zona centro (sectores costeros e intermedios entre San Fernando, Curicó y Linares), la quinua no es desconocida, y para algunos productores es uno de los cultivos que puede ofrecer una nueva perspectiva económica. En la macro zona sur (Región de Temuco), la quinua está presente por un 85% en las pequeñas huertas hortaliceras de las mujeres.

La quinua como parte de los sistemas agrícolas.

La metodología general del censo agropecuario del INE no revela la real diversidad en los sistemas de producción donde se encuentra la quinua a lo largo de Chile. Estas situaciones, geográficamente diversas, generan prácticas agrícolas distintas y

permiten la emergencia de variedades campesinas (esto es poblaciones heterogéneas del punto de vista genético pero estables del punto de visto agronómico respecto a la baja variabilidad de los rendimientos anuales), a partir de antiguos procesos de selección por los campesinos. Estudios de terreno durante 4 años (2008-2011[2]) fueron necesarios para aproximarse a conocer esta realidad de los campesinos y su manejo del cultivo, los cuales se describen a continuación.

En cada una de las macro zonas se han efectuado entrevistas semi dirigidas a los agricultores con el fin de comprender la importancia del cultivo de quinua en sus explotaciones y la gestión de sus variedades campesinas (equivalente a *land races* en inglés). La muestra de las explotaciones agrícolas analizadas representa la importancia del cultivo para las tres macro zonas: 31 agricultores en la macrozona norte (regiones I y II), 26 en la macrozona centro (región VI) y 34 en la macrozona sur (región IX). Un tratamiento estadístico de los datos (cuantitativos y cualitativos) nos ha permitido construir una tipología de los productores de quinua y árboles de decisiones por cada macro zona para explicitar los puntos más relevantes para las dinámicas de las variedades campesinas de quinua.

La quinua de la macro zona norte: *el manejo de la diversidad por los "tatas" (hombres mayores de 60 años).*

Los productores de quinua del norte chileno se encuentran en mayoría en las localidades de la comuna de Colchane, en el pueblo de Cancosa en la comuna de Pica y una minoría en la localidad de Socaire de la comuna de San Pedro de Atacama. La comuna de Colchane tiene la superficie más importante de la macro zona norte al representar un 3/4 de los agricultores en nuestros estudios. Colchane está ubicada a 3.800 msnm en el altiplano chileno y es una de las 8 comunas rurales de la primera región de Tarapacá, ubicada a 262 kilómetros de distancia de la ciudad costera de Iquique, Capital regional de Tarapacá. Un 99% de su población (1.649 personas) son de origen indígena, Aymara/Quechua y están organizados en comunidades de vecinos (*ayllus*), lo que explica la presencia ancestral y el mantenimiento de la quinua como cultivo principal y la papa en segundo lugar (INE, 2002). Así, el sistema agropecuario de la zona está basado en estos dos productos y la ganadería de camélidos (llamas y alpacas) desde tiempos ancestrales (Arar, 2009). Las tareas agrícolas son realizadas mediante el trabajo comunitario o "*ayne*". El intercambio de productos con comunidades de otros pisos agroecológicos, como hortalizas en la precordillera, completa su estrategia alimentaria tradicional (Vidal, 2012).

Esta quinua todavía sigue siendo un cultivo con un manejo agronómico ancestral caracterizado por la ausencia de fertilización química (pero no es absoluto y emergen productores que están en proceso de intensificación de la producción), o de control de plagas y enfermedades, bajo nivel de mecanización en todo el proceso productivo, no existiendo tampoco selección de cultivares. La quinua es la actividad agrícola principal de la zona, no obstante, su promedio mayor de superficie es sólo de 3,6 hectáreas por agricultor en Colchane, 1 hectárea en Cancosa y menos de 0,25 hectáreas en Socaire. Las labores culturales para el cultivo de la quinua comienzan con la preparación del suelo (noviembre, diciembre y enero durante la rotación de parcelas, la cual se extiende hasta los meses de agosto/septiembre); la siembra se realiza en los meses de agosto/septiembre, con una concentración de esta actividad en el mes de septiembre, dependiendo de la acumulación de humedad en el suelo. La cosecha es temprana en Socaire (enero-marzo), comparativamente con zonas como Colchane (mayor concentración en abril-mayo). El sembrado, tradicionalmente se realiza manualmente y en profundidad (a veces hasta 30 cm) para aprovechar la humedad de la tierra hasta que las nuevas lluvias durante la temporada estén disponibles para sostener el desarrollo del cultivo (Lanino, 1976).

Por otro lado, los suelos recuperan su fertilidad gracias a la rotación de parcelas y a la complementariedad con la cría de llamas. Éstas, que se alimentan también de los residuos vegetales de la planta, aportan abono orgánico durante los años de barbecho (Arar, 2009).Una de las prácticas más comunes es la utilización de una gran diversidad de arquetipos de quinua según la exposición relativa

[2] Proyecto IMAS, ANR-Francia.
http://imas.agropolis.fr/ y http://www.quinua-chile.cl

de las parcelas al frío y a las heladas (de preferencia de tipo roja o rosada). Estos tipo de quinuas se diferencian por sus colores de granos en primer lugar, adicionalmente existe también una segunda clasificación por tamaños de las plantas y de las panojas. Así las más comunes son los tipos: rojo (*lirio* en la lengua aymara), rosado (*canche*), blanco (*janku*), amarillo (*churi*), café (*chullpe*), rojo oscuro (*pandela*) y naranja (*pera*).

En nuestro estudio, todas las personas encuestadas declaran consumir quinua de manera regular, en sus diferentes preparaciones. La quinua tiene un papel importante en la tradición gastronómica de la zona altiplánica chilena, como lo demuestra la existencia de un gran número de usos culinarios. Cada tipo de quinua tiene particularidades que la hacen propicia para un plato específico: hay algunas variedades más aptas para la preparación de cazuelas o sopas, otras para graneado, pan o harina tostada (*pito*), o también para postres.

Durante el año 2008, existía un promedio de 2,4 variedades por agricultor a partir de un número de 9 caracterizadas a nivel de la comuna; lo que significa que la mayoría de los campesinos pueden asociar las características de sus variedades según su objetivo de producción, de consumo o de venta. Un 70% de los agricultores encuestados poseen más de un tipo de quinua, lo que marca la importancia de esta práctica de asociación para limitar el riesgo del medio ambiente. Casi todos los agricultores que tienen solamente un tipo de quinua siembran la *Blanca* debido a su color y características gastronómicas. En el caso de los agricultores que poseen dos o más tipos siempre tienen el tipo blanco en asociación con los demás.

Para investigar más en profundidad lo que es la biodiversidad agrícola de la quinua en el altiplano chileno (Cuadro 3), los resultados de las encuestas permitieron además identificar agricultores que siembran más de 3 variedades, dentro de los cuales un 17 % poseen 4 o más. De esta manera, estos agricultores son considerados “personas recursos” tanto por el conocimientos que poseen sobre las variedades locales que manejan y por la difusión de semillas que realizan en el territorio a través de sus redes socio-profesionales.

En conclusión, aunque los agricultores poseen un amplio conocimiento de los tipos de quinua, ninguno de los agricultores posee todos los tipos ni conoce toda la diversidad. Esto hace necesario promover la creación de dispositivos o espacios para compartir los saberes tradicionales y evitar así el riesgo consecuente de provocar erosión genética y perdida del germoplasma de quinua conservado *in situ*. Adicionalmente, la práctica del cultivo de la quinua puede verse aún más comprometida, debido a la avanzada edad de los agricultores que están permanentemente presentes en la zona: los *tatas*, los cuales disponen de mano de obra familiar eventual (cosecha y siembra). Así, el sistema agrícola de la quinua está expuesto a un continuo cambio dinámico en su manejo, considerando además que aproximadamente un 25% de los jóvenes se queda en las zonas rurales del altiplano, con un aumento en la movilidad hacia las ciudades cercanas de Iquique y Arica. En consecuencia, lo anterior pone en peligro la disponibilidad de mano de obra para el manejo de la quinua; y por otra parte, el éxodo de las comunidades rurales influencia la evolución de las costumbres locales y la tradicional estructura de comunidad indígena que mantienen el actual conjunto de prácticas y variedades campesinas.

Cuadro 3: Criterios de manejo de la diversidad de quinua según las macro zonas de producción

	Norte	Centro	Sur
Número de variedades locales por explotación	3-5	1	1-3
Características generales de los arquetipos	ausencia o menor sensibilidad al fotoperiodo en el llenado de granos	sensibilidad al fotoperíodo	sensibilidad al fotoperíodo
Orígenes de las semillas	herencia familiar durante generaciones dentro de las comunidades, y ferias Aymaras con Bolivia o Perú	herencia familiar durante generaciones, trueque con vecinos y difusión con la Cooperativa de Paredones	herencia familiar durante generaciones, *Trafkintu* (Intercambio de semillas; Trueque) y programas de modernización agrícola
Mejoramiento	Selección de poblaciones rojas y amarillas con una base genética amplia (UNAP)	Búsqueda de variedades mejoradas por la Cooperativa las Nieves	Única variedad mejorada registrada de Chile : la *Regalona* de la empresa privada *Semillas Von Baer*
Vinculación entre los agricultores	Comunidades fuertes pero en competencia en torno al poder, conflictos de territorio.	Aislados	Comunidades fuertes con vínculos entre sectores de las regiones, lucha en torno a varios asuntos (forestal, agua)
Instituciones Públicas de extensión Rural (Prodesal/INDAP)	Subsidios destinados a la ganadería	Apoyo técnico de base y subsidios para los fertilizantes	Difusión de variedades incluso la *Regalona*
Organizaciones de productores	Dos cooperativas que pueden orientar la venta basada en un enfoque sobre semillas específicas: orientación según la demanda del mercado. Limitaciones de las organizaciones nuevas para ofrecer un buen precio a los productores (ahora menos que en Bolivia).	Una cooperativa que tiene conflictos de interés con algunos productores porque pocos son socios y el precio varía entre los miembros y los que no lo son. Orientada únicamente a la exportación (disminución biodiversidad) con aumento del valor si hay certificación orgánica	Proyecto DAWE (con el CET-Sur) para una certificación campesina que conserve el valor de gran diversidad de semillas. Promoción del mercado local y valorización de la diversidad de semillas en los restaurantes

FUENTE: PROYECTO IMAS (ANR). 2010.

La quinua de la macro zona centro: un producto de antiguos campesinos aislados.

La quinua en esta zona sigue cultivándose en algunas áreas del secano costero de la región VI de B. O'Higgins y la región VII del Maule. A pesar de haber sufrido una reducción importante en superficie en las últimas décadas debido al aumento de la superficie destinada a las plantaciones forestales (coníferas), algunos agricultores han mantenido el cultivo de la quinua como tradición familiar en una zona donde los cultivos principales son el trigo, la papa y las leguminosas. La superficie destinada a la quinua puede ir desde únicamente algunas hileras hasta parcelas alrededor de 1-4 hectáreas (Alfonso, 2008). Los agricultores que siembran superficies grandes (alrededor de 10 hectáreas) son dueños de su tierra, el resto arriendan la mayoría de sus terrenos de explotación, si no, tienen convenios en los que pagan un porcentaje de su producción (mediería agrícola). Éstos pueden trabajar también fuera de sus explotaciones (empresas, industrias agrícolas, etc.) para completar su salario. Aquí se trata también, en su mayoría, de agricultores de edad avanzada (promedio 65 años) que cultivan un único tipo de quinua: la blanca. Ésta es adquirida aproximadamente en un 38% de los casos a través de la familia y, en un 46 % por medio de agricultores vecinos.

El secano costero de las sexta y séptima regiones de Chile poseen los índices de pobreza más altos del país. Las condiciones naturales de esta zona limitan el desarrollo agropecuario de este territorio, la cual registra precipitaciones que bordean los 650 mm anuales distribuidas en 5 meses, y condiciones de salinidad de suelos en áreas específicas contiguas a esteros; situación que conlleva la selección natural por parte de los agricultores de variedades campesinas que se adapten a estas difíciles condiciones. Es así como en las comunas de Paredones, Pumanque y Pichilemu de la región VI, un grupo de agricultores han podido tener ingresos importantes con la comercialización de la quinua gracias a una organización colectiva a partir de la Cooperativa Agrícola Las Nieves.

Cuando se indican los diversos cultivos en la explotación agrícola en esta zona, es necesario tomar en cuenta la siembra de cultivos como el trigo, maíz, cebada y avena, ya que estos son de importancia para los agricultores, debido a la significancia que tienen estos en la superficie sembrada dentro de los predios. Así, en la comuna de Paredones se manifiesta el porcentaje más bajo de quinua con respecto a las demás comunas, esta solo posee un 34% de la superficie promedio sembrada con quinua, no así Pichilemu que alcanza un 61% y Pumanque con un 49% de representación en la superficie predial. Estos datos obtenidos en la comuna de Paredones, podría significar que los agricultores dan mayor importancia a productos que por costumbre han sembrado para ventas mayores, y la quinua se deja por lo general para el autoconsumo familiar y ventas menores a particulares. La comuna de Pichilemu por lo tanto, es donde los agricultores dan mayor importancia al cultivo de quinua, a pesar de tener el menor promedio de superficie por agricultor (3,03 hectáreas).

Considerando las distintas labores que realizan los productores de quinua en estas localidades, la preparación de la tierra se realiza en los meses de agosto hasta el mes de noviembre. La siembra se distribuye en los meses de octubre y noviembre y la cosecha concentradamente entre los meses de Febrero y Abril.

Los agricultores con mayor superficie destinada al cultivo de la quinua (28% de los productores), poseen una superficie promedio de 6,3 hectáreas por agricultor, privilegiando su producción por sobre otros productos llegando casi al 60% de su superficie cultivada. Este grupo posee mayor vínculo con la Cooperativa Agrícola Las Nieves, desarrollando la empresa Agrícola Las Nieves Limitada paralelamente a la misma cooperativa principalmente para fortalecer la venta destinada a la exportación, ya que esta entidad además puede adquirir volúmenes complementarios de quinua de pequeños agricultores de la zona. Un segundo grupo representa casi el 21% de los productores encuestados, los cuales dan una importancia fuerte al cultivo de quinua con la mitad de su superficie cultivada lo que significa rotaciones bianuales con cereales (trigo o avena) o papa. Sin embargo, en cuanto a la relación con la Cooperativa Agrícola Las Nieves, solo un 11% manifiesta tener lazos con esta entidad, explicándose en cierta medida por la opción de los agricultores de preferir vender en forma particular la producción a un mayor precio.

El 51% de los agricultores poseen una superficie

promedio no superior a 1 hectárea de quinua en sus predios. Los productores generalmente son dueños y heredan las tierras de sus padres. La producción es dirigida principalmente al autoconsumo familiar y en ocasiones, ventas al por menor a turistas o vecinos, por lo mismo tal producción no genera relaciones con la Cooperativa Agrícola Las Nieves.

A partir de la información recopilada, se pudo también determinar cómo los agricultores identifican su semillas, advirtiendo por parte de ellos que solamente existe solo un tipo, la quinua "blanca", en todas las zonas de estudio, pero a la vez señalan distintos sinónimos (blanca, dorada, amarilla) para, según ellos, un mismo tipo de quinua. Así, la percepción que tienen agricultores sobre el cultivo de quinua es la de ser una única semilla en el área de estudio, pero con nombres distintos dependiendo de la localidad. El resultado de esta información entregada por los agricultores, llevó a realizar un análisis de las prácticas agrícolas desde el periodo de siembra hasta la cosecha, validando de esta forma la hipótesis de la existencia de varios caminos de selección por parte de grupos aislados de agricultores de la zona. Para lo cual se identificaron las fechas de las diferentes labores agrícolas del cultivo de quinua de cada agricultor de acuerdo a las tres comunas del área de estudio. A partir de los resultados, se pudo identificar que la cosecha se concentra principalmente entre los meses de febrero y abril. En Pichilemu, un 80% de los agricultores siembra en agosto para cosechar en el mes de enero, lo que permite plantear la hipótesis que todos los agricultores tienen el mismo tipo de quinua debido a la homogeneidad del comportamiento productivo del cultivo. En la comuna de Paredones, la siembra se realiza en su mayoría solamente en el mes de noviembre, sin embargo con dos tiempos de cosecha importantes. Aproximadamente un 33% en el mes de febrero y un 50% en abril, información que permite plantear la hipótesis de la existencia de al menos dos tipos de quinua, una precoz y otra tardía. Contrariamente, la siembra en Pumanque dura comúnmente cuatro meses (julio-octubre), con una distribución homogénea entre los agricultores (25% por cada mes), sin embargo la cosecha se concentra típicamente en el mes de abril (80%). Esta observación permite adicionalmente plantear la hipótesis de un solo tipo de quinua con un alto coeficiente de fotoperiodismo. Adicionalmente al análisis de estas prácticas de manejo de cultivo, algunos agricultores seleccionan tipos de quinua con una mayor tolerancia al estrés salino, sembrando en tierras naturalmente invadida por aguas costeras salobres cerca de desembocaduras de ríos (Ruiz-Carrasco *et al*. 2011). Por lo tanto, la diversidad de manejo del sistema de producción de los agricultores de la zona central ha generado un alto nivel de biodiversidad de tipos de quinua basada en la dinámica de sus manejos de cultivo, el cual adicionalmente ha sido recientemente revelado por análisis genético moleculares (Fuentes *et al*. 2012). Pese a esto, la importancia reciente de la venta de sus semillas en la zona, podría repercutir negativamente en la potencial pérdida de diversidad genética, homogenizando la semilla en toda la zona para responder a potenciales necesidades de mercado.

La quinua de la macro zona sur: una tradición en los huertos por mujeres Mapuches.

Actualmente la superficie de la quinua en el sur del país es reducida y su producción es realizada principalmente por las mujeres Mapuches, que la cultivan en pequeños huertos próximos a sus casas, junto con hortalizas, como ha sido costumbre en la zona, normalmente menos de 100 m^2, pudiendo llegar a 0,5 ha (Aleman, 2009). Estas superficies no son comúnmente registradas en el Censo Agropecuario Nacional de Chile (Cuadro N°1), lo que explicaría el desconocimiento de su cultivo en el Sur. La quinua mapuche siempre se siembra en corrales o con abundante guano de corral. Esta característica no es común en otras regiones, donde la quinua está considerada como un cultivo que requiere de poco o casi ningún insumo para su desarrollo (fertilizantes, pesticidas, etc.). En los huertos, la quinua es asociada comúnmente con el cultivo del maíz, poroto y papas, protegiendo a estas últimas del fuerte sol en verano (Alfonso, 2008). La diferencia más relevante entre la quinua altiplánica y la *kinwa* o *dawe* en lengua mapuche, es que esta última se produce en zonas con mayores precipitaciones y menores alturas sobre el nivel del mar. Esto genera varias diferencias con respecto a la quinua de la macro zona centro, principalmente relacionadas a su adaptación medioambiental como cultivo en condiciones de secano, tipo de grano (color, tamaño), productividad superior y

fotoperíodo. (Anabalón y Thomet, 2009). Estas diferencias también se vinculan con un manejo diferencial respecto al manejo de la densidad del cultivo y a la profundidad de siembra por la escasa fertilidad y humedad. Así, en el Sur la quinua se siembra al voleo de forma superficial con alta densidad (Thomet *et al*. 2003).

Los diversos tipo de quinua que se encuentran en la zona provienen de una herencia familiar por generaciones, escapando de los diversos programas de modernización agrícola (Thomet y Bazile, 2013). Así, el sistema tradicional campesinos/indígenas en esta zona, es caracterizado por su gran diversidad de cultivos y de variedades campesinas, con distintos usos a nivel familiar o de la comunidad por ejemplo en el caso de la quinua: consumo en la alimentación, remedio para las aves, preparación de *mudaï*, bebida tradicional para celebraciones Mapuches, recomendada para mujeres embarazadas, así también como medicina (Alemán, 2009).

Adicionalmente a los usos tradicionales, se han desarrollado descriptores de interés para la caracterización de las variedades campesinas de quinua, entre estos destacan: color de la panoja, color del grano, días entre siembra-cosecha, tamaño de grano y número de semillas por gramo, densidad de panoja, valor nutritivo y aptitud de uso, entre otros (Sepúlveda *et al*., 2003). Según la fenología del cultivo de la quinua en la macro zona sur, es posible clasificar los tipos de quinua del sur como precoces, en relación al tipo de quinua de la macro zona norte, fluctuando entre 68 y 80 días entre la siembra y la floración (130-150 hasta la cosecha) (Figura 5).

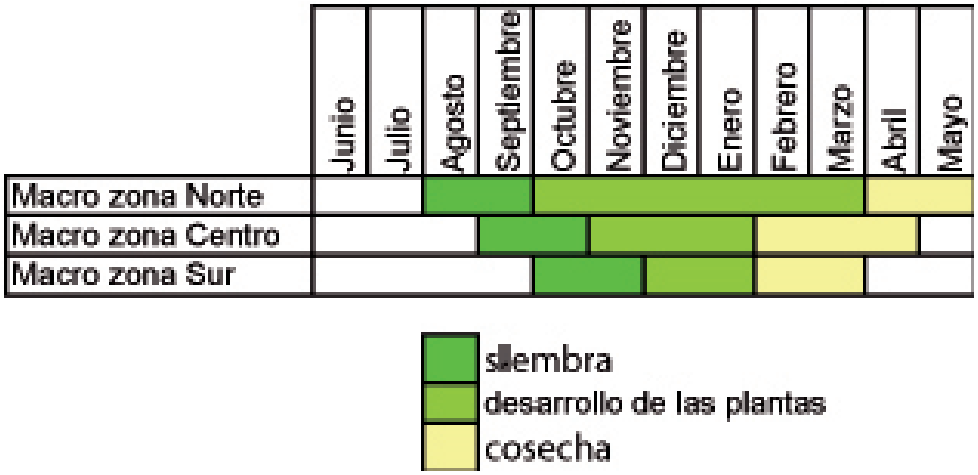


Figura 5: Características generales de los ciclos vegetativos de la quinua en las distintas macro zonas de producción en Chile. Fuente: *elaboración propia Bazile et al.*

Las fechas de siembras están asociadas a características del lugar como a las técnicas agrícolas empleadas (siembra mecanizada o siembra manual). La fecha de esta labor también tiene relación con la profundidad de siembra, la cual está asociada a las condiciones de humedad (1-3 cm). En suelos húmedos la siembra se establece más superficial y tardíamente, no obstante los rendimientos disminuyen de manera significativa a medida que se atrasa la siembra, por cuanto esta modalidad podría ser necesaria para evitar heladas tardías.

De manera interesante, la quinua cultivada en la macro zona sur, ha llegado a registrar rendimientos potenciales de 6.500 kg·ha^{-1} en condiciones de huertos y con aporte de fertilización orgánica, lo cual contrasta con las condiciones de cultivo de la quinua en la macro zona norte, la cual posee rendimientos que fluctúan en promedio entre 180 a 640 kg·ha^{-1}.

La diversidad genética de la quinua chilena: *un tesoro en las manos de los agricultores.*

La variada morfología que presenta esta especie en las principales macrozonas de producción de

cultivo, ha significado que los agricultores andinos (Aymaras), del secano costero de la zona centro y Mapuches en el sur, hayan aprovechado sus diversas formas para hacer uso de ella como alimento y otros. Por ejemplo se puede observar en los campos de cultivo de quinua, una amplia variedad de colores en plantas y semillas, o diferencias en los tipos de ramificación y/o arquitectura general de plantas, al mismo tiempo se puede observar una variada productividad de grano, y grandes diferencias en su fenología (Fuentes y Bhargava, 2011; Fuentes *et al*. 2012). Así, la importancia de la quinua como recurso genético implica además el desafío de comprender cómo estas variables pueden ser asociadas con caracteres de interés, tales como la producción de grano, contenido de saponina en los granos, elementos nutricionales, tolerancia al frío y/o resistencia a enfermedades para ampliar la base de sus potenciales nuevos usos.

De esta manera, el resultado combinado de investigaciones ha demostrado evidencias del movimiento ancestral de la quinua desde el sur de Bolivia hacia el altiplano norte de Chile y desde aquí a la zona sur. El análisis usando diferentes poblaciones de quinua provenientes de los Andes y zonas de baja altitud del sur de Chile, avalan la existencia de los dos tipos de quinuas existentes en el país, *ecotipo de salares* (altiplano) y *ecotipo de la costa* (centro-sur) (Figura 1) (Fuentes *et al*. 2009b, Miranda *et al*. 2012, Fuentes *et al*. 2012). Al mismo tiempo se ha podido constatar en el ecotipo de la costa un sistema mixto de autopolinización/ polinización cruzada, como también la existencia de un activo complejo maleza-cultivo a partir de la caracterización de parientes silvestres (Fuentes y Zurita, 2013).

Hasta ahora, las recientes investigaciones usando aproximaciones genético moleculares respaldan algunas hipótesis respecto a las relaciones genéticas de la quinua en los Andes de Sudamérica (Christensen *et al*., 2007; Fuentes *et al*., 2009b; 2012), tal es el caso de aquella planteada por Wilson (1988), quien señala la colonización ancestral de la quinua en la zona sur de Chile, seguida de largos períodos de deriva genética, y por otra parte aquella que indica que poblaciones chilenas de quinua tienen su origen en el área sur del altiplano boliviano. Ambas hipótesis coinciden con la información reportada en estos estudios, los cuales muestran que quinuas de la macro zona norte de Chile se encuentran estrechamente emparentados con variedades de quinua de Bolivia (*ecotipo de salares*) (Christensen *et al*., 2007; Fuentes *et al*. 2009b). No obstante, existen también evidencias de la introducción de algunos materiales desde la zona andina de Perú en el altiplano de la región de Antofagasta (norte). Pese a ello, la morfología dominante en la mayor parte de los materiales estudiados en el extremo norte de Chile, corresponde a quinua de salares (Fuentes *et al*. 2009b, Fuentes y Bhargava, 2011).

Por otra parte, las relaciones genéticas antes descritas, coinciden con el sentido lógico de intercambio de germoplasma que debió existir entre los pueblos prehispánicos desde altiplano por el norte a tierras bajas por el centro y sur, que es el Chile de hoy, es decir Aymaras, Quechuas (altiplano entre 18°-24°S), Diaguitas (30°S), Picunches (32°-34°S), Pehuenches (35°-39°S), Mapuches y Huilliches (40°S); coincidiendo con un modelo de relaciones genéticas de norte a sur (Fuentes *et al.* 2012).

Por su parte, el germoplasma de quinua de la macro zona sur, ha sido descrito usando aproximaciones genético moleculares como mucho más diversos de lo creído y reportado hasta la fecha (Fuentes *et al.* 2009b). La mayor diversidad genética observada en quinuas del sur de Chile en relación a quinuas de la macro zona norte podría ser explicada por un sistema de polinización cruzada en quinuas de la costa en conjunto con poblaciones de malezas de *C. hircinum*. Esta última hipótesis explicaría en cierto sentido la dificultad experimentada por los mejoradores de quinua en la obtención de nuevos cultivares puros en la zona centro sur de Chile (I. von Baer, comunicación personal).

Adicionalmente el análisis de quinua del norte y sur de Chile han revelado la existencia de alelos de marcadores microsatélites compartidos, teniendo relación esto último con lo propuesto por Wilson (1988) y Christensen *et al*. (2007), quienes reportaron una mayor similitud genética entre quinuas del altiplano sur de Los Andes y quinuas del sur de Chile. Curiosamente, usando la misma aproximación molecular, ha sido posible observar que quinuas del norte de Chile (altiplano) presentan menor cantidad de alelos únicos a diferencia de quinuas del sur (costa) (Fuentes *et al*. 2009b). Esta última información a análisis de las

relaciones genéticas existentes entre *C. quinua* de la macro zona sur y parientes silvestres del género *Chenopodium* provenientes del sur y norte de Chile, demuestran similitudes a nivel de ADN nuclear y de cloroplasto entre *C. quinua* y *C. hircinum*, correlacionando con la hipótesis de que quinuas bajo condiciones de cultivo en el sur de Chile presentan un sistema de constante intercambio de información genética intra y/o ínter específica, comprobando por primera vez indicios naturales de un activo complejo maleza-cultivo en la zona sur de Chile (Fuentes y Zurita-Silva, 2013).

Recientes trabajos de análisis sobre diversidad genética a nivel intra-predial en parcelas agrícolas en las diferentes macro zonas de quinua, comparando adicionalmente el efecto de la selección de semillas por parte de agricultores –(por ejemplo: masal, caso de la compañía de semillas AGROGEN), se pudo observar usando 3 loci microsatélites (QAAT78, QAAT74, QCA57; descritos por Christensen *et al*., 2007), un promedio de alelos por locus, ponderado por número de individuos muestreados, de 0,56 en la macro zona norte, 0,7 en el centro; 1,13 en el sur y de sólo 0,2 en la representación de selección masal en la macro zona sur. A partir de este estudio, se confirma el concepto de diversidad genética en quinuas de Chile basado en aproximación genético molecular, cuya diversidad genética aumenta de norte a sur en el país, y que adicionalmente, procesos de selección de semillas, como es esperado, revelan una disminución de la diversidad genética poblacional (Martínez et al., unpublished).

Importancia de definir una estrategia colectiva de conservación *ex situ*: *Conformación de la colección nacional chilena de quinua.*

A partir de la recolección de datos de biodiversidad de la quinua en Chile, se desprende la importancia de definir una estrategia colectiva para conservar el potencial de esta especie buscando una mejor complementariedad entre la conservación *in situ* y *ex situ* para disminuir el riesgo de pérdida de este germoplasma de interés nacional y mundial. No obstante, se plantea la pregunta de los derechos de los agricultores en cuanto a su acceso a largo plazo a su patrimonio ancestral en los bancos de semillas y también la prevención de las debilidades de una reproducción anual de sus semillas fuera de su ecosistema de origen sin manejo de la diversidad que incluya las prácticas campesinas.

La conservación *ex situ* se realiza mayoritariamente como semilla en los bancos de germoplasma del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). La colección de quinua que mantiene el Banco Nacional de Germoplasma del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA, del Ministerio de Agricultura), que en total comprende 377 accesiones, está conformada por materiales colectados por la misma institución en 1994 y otros materiales de distinta procedencia colectados por diversos centros y organizaciones nacionales e internacionales (Cuadro 4) (Salazar et al. 2006; 2009).

Por otra parte, la compañía de Semillas Baer comenzó en 1968 a colectar y conservar muestras representativas de variedades campesinas locales y poblaciones de quinua cultivadas en el sur de Chile, dentro del marco del programa de mejoramiento genético que la empresa llevaba a cabo durante esos años (von Baer *et al*. 2009). En el año 2001, con la ejecución de un convenio de colaboración entre el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, la Asociación de Municipalidades y la empresa de Semillas Baer, se logró el duplicado de 85 accesiones, que son traspasados en custodia a INIA para su conservación a largo plazo. Esta misma empresa en el año 2008 realizó un nuevo traspaso a INIA de 77 accesiones más, también procedentes de la zona sur del país. La colección de la ONG CET-Sur, cuya conformación se inicia en el año 2000, complementó la colección de materiales de quinua que se cultivan al sur de Chile y que en total suman 192 accesiones, una parte de las cuales también son actualmente custodiadas por el Banco Nacional de Germoplasma de INIA (Madrid, 2011).

Colectas realizadas entre los años 2003 y el 2006 por instituciones como el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) y la Universidad Arturo PRAT (UNAP) han contribuido a la conservación de muestras representativas de variedades locales cultivadas en la zona norte del país (de tipo altiplánico), que en conjunto con los materiales conservados por INIA, suman en total 121 accesiones (Madrid *et al*. 2001).

Asimismo, accesiones de quinua cultivadas en las zonas costeras de Chile central están representadas por muestras obtenidas en dos expediciones de colecta: una realizada entre los años 2005 y 2006 por el CEAZA y otra colecta reciente en el año 2010

realizada por el mismo organismo en conjunto con el CIRAD (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, Francia) a través del proyecto internacional de cooperación científica con un total de 64 accesiones de quinua representativas de las macro zonas norte, centro y sur de Chile.

Cuadro 4: Conformación de la colección nacional de *Chenopodium quinua* conservada en la Red de Bancos de Germoplasma del INIA

Número Accesiones	Región de procedencia (Comunas)	Instituto recolector	Colector	Año recolección	Año ingreso al sistema INIA	Duplicado	Datos de Pasaporte
73	Región de Tarapacá, Iquique	INIA	A. Cubillos	1994	1994	No	Sí
51	Zona Central, Chile	CEAZA	E. Martínez, E. Veas y P. Jara	2005-2006	2005-2006	No	Sí
25	Región de Coquimbo	CEAZA	E. Veas		2006	No	Sí
85	Región de la Araucanía (Melipeuco, Padre las Casas, Vilcún, Cunco)	AGROGEN-Semillas Baer [1/]	I. von Baer	2001	2001	No?	Sí
77	Región de la Araucanía (Villarrica)	AGROGEN-Semillas Baer	I. von Baer	2008		Sí	Sí
93 accesiones de quinua y 9 de parientes silvestres	regiones de Tarapacá y Antofagasta	UNAP	F. Fuentes	2003	2009	Sí (pero no todo)	Sí
13	Zona Central, Chile	CIRAD-CEAZA	D. Bazile	2010	2010	No	Sí
24	Región de la Araucanía (Villarrica, Lumaco, Melipeuco)	CET Sur	M. Thomet	1999, 2005-2009	2010	?	?

1/ Actualmente AGROGEN

Fuente: Elaboración propia Bazile *et al*.

La mayoría de las colectas de quinua han sido desarrolladas en el marco de proyectos de estudio y re-valoración de este cultivo en Chile. Por ejemplo, la colección de la empresa de Semillas Baer se hizo en el marco del proyecto "*Recuperación, Revalorización y Difusión del Cultivo y Uso de la quinua en cuatro Comunas de la Precordillera de la IX Región: Cunco, Melipeuco, Padre Las Casas y Vilcún*" financiado por fondos locales de los Municipios de los Programas PRODESAL y PRODER de INDAP y la empresa Semillas BAER. Las colectas realizadas por la Universidad Arturo Prat se han ejecutado en programas de estudios genéticos moleculares (Fuentes *et al.* 2009b), de selección y uso diversificado de su cultivo en el altiplano y Pampa del Tamarugal (Fuentes *et al*., 2009c, Fuentes y Bhargava, 2011), financiados por instituciones nacionales como el Centro de Investigaciones del Hombre en el Desierto (CIHDE) y Fundación para la Innovación Agraria (FIA), y extranjeras como la Universidad Brigham Young (Estados Unidos). Asimismo, las colectas realizadas por el CEAZA en la zona central, específicamente en las regiones de O'Higgins y del Maule, han sido desarrolladas en el marco del proyecto "*Cultivo doble propósito de Chenopodium quinua (quinua) para la Región de Coquimbo: Modelo de grano para consumo humano y follaje para ganado caprino*", financiado por Innova CORFO (2006-2008).

Todas las accesiones, hoy en día, están conservadas en el Banco Nacional del INIA de Vicuña. Así, el 100% de estos materiales está conservado en cámaras que permiten su conservación en el largo plazo. El 92% de estos cuenta con información de origen (datos de pasaporte) y sólo los materiales procedentes de donaciones de AGROGEN y la UNAP poseen duplicados.

Chile no cuenta con una normativa nacional que regule el acceso a los recursos genéticos conservados *ex situ*. El INIA desde 1995 y, a través de un mandato ministerial, actúa como Curador Nacional de los recursos fitogenéticos del país, con facultad para autorizar el acceso a dichos recursos. Sin embargo, dado que el proceso de acceso no es obligatorio son pocas las instituciones que reconocen las facultades de INIA en esta materia. En la mayoría de los casos la decisión de distribuir o no materiales es tomada por el investigador a cargo de los mismos. La ausencia de una política común y de coordinación en el acceso a los materiales conservados *ex situ*, no sólo existe entre las distintas instituciones que conservan germoplasma vegetal, sino entre los distintos centros dentro de una misma institución que realizan esta práctica (Manzur 2003, Salazar *et al.* 2006). En el caso de INIA, la distribución está bastante condicionada respecto del tipo de material solicitado y del tipo de solicitante siendo, actualmente, bastante complejo el intercambio. El INIA formaliza la distribución de germoplasma a través de un acuerdo de transferencia de materiales donde se establecen las condiciones de acceso. En términos generales, se ha observado que la falta de un marco regulatorio en materia de acceso a los recursos genéticos limita la posibilidad de vinculación en trabajos de investigación entre las instituciones poseedoras del germoplasma y las que no poseen.

En general, los centros de conservación sin fines de lucro como los bancos de germoplasma son dependientes de aportes estatales, fondos institucionales y de la cooperación nacional e internacional, obtenida generalmente a través de proyectos de corto plazo, lo cual no garantiza su permanencia en el tiempo. La red de bancos de germoplasma administrada por el INIA fue construida e implementada en 1990 gracias al aporte del Gobierno de Chile y de la Agencia Internacional de Cooperación del Japón (JICA). El resto de las instituciones confecciona y mantiene sus colecciones con fondos obtenidos a través de proyectos presentados a los fondos concursables. Si bien existen varios tipos de fondos concursables, estos sistemas exigen, mayoritariamente, como resultado el desarrollo de productos de alto impacto económico. En términos generales el estudio y la conservación *ex situ* de los recursos fitogenéticos no es un tema priorizado por los fondos concursables nacionales (a pesar de los acuerdos internacionales firmados de conservación de la biodiversidad), por lo tanto el desarrollo de actividades como la prospección, la caracterización y la evaluación de los recursos fitogenéticos son obtenidos indirectamente a través de proyectos que incluyen dentro de sus objetivos secundarios a alguna de estas actividades. Es importante destacar que en el caso de la quinua, varios de los proyectos de investigación están relacionados

con la conservación *in situ* y su uso sustentable de los recursos genéticos, por lo tanto, hay una participación directa de las comunidades agrícolas en el desarrollo de estas propuestas. Sin embargo, y debido a una decisión gubernamental de apoyo al desarrollo de programas de mejoramiento de especies vegetales (*Chile potencial agroalimentario y forestal*), así como al rescate y valoración de especies y variedades tradicionales, actividades como la colecta y la caracterización son más factibles de realizar hoy en día.

Conclusión.

En conclusión, queremos resaltar la importancia del cultivo de quinua en Chile para el desarrollo territorial, a pesar de ser considerado como un cultivo menor. Sin embargo hemos relevado que la quinua posee una amplia diversidad ecológica y de producción ocupando varios ecosistemas. Así, el cultivo de quinua abre nuevas perspectivas para el desarrollo territorial en Chile. Puede ser un complemento de ingreso importante para los productores familiares tanto del norte como del sur o centro del país. El cultivo de la quinua puede también ayudar en la rotación de parcelas para mejorar la estructura de los suelos. Sin embargo en el contexto del desarrollo sustentable, la gestión del cultivo de la quinua debería ser diseñada, de una parte, en función de las dinámicas de su amplia biodiversidad y de otra parte, teniendo en cuenta las relaciones verticales (necesidades y coherencia nacional) y horizontales (entre los actores locales). Podemos hablar así de una doble gestión vertical que debiera tener en cuenta la necesidad de dar coherencia a las situaciones del extenso territorio que va desde la región Aymara a la región Mapuche y horizontal o local donde la coherencia territorial debe traducir las necesidades de un desarrollo territorial durable con la participación del conjunto de los actores: agricultores y no-agricultores así como privados y públicos (Bazile *et al.* 2012).

La alta diversidad de ecosistemas en Chile, incluyendo el fotoperíodo, suelos y climas, han generado una alta diversidad genética de la quinua, por adaptación a la salinidad u otros tipos de stress. De este modo a nivel país, las variedades campesinas y la diversidad de prácticas por los agricultores de hoy son el resultado de un proceso que comenzó con las comunidades ancestrales que habitaron el sur de los Andes miles de años antes de la llegada de los colonos europeos. La situación actual de la diversidad de la quinua es el resultado de dinámicas estrechamente vinculadas entre ecosistemas y culturas de estas zonas. Esto otorga una gran importancia a la quinua chilena, donde la amplia distribución geográfica y ecológica permite augurar su potencial de cultivo casi en todos los climas y condiciones del planeta.

De este modo tanto la agricultura familiar como los actores interesados en el mejoramiento tienen grandes oportunidades de continuar el proceso de creación de variedades locales, mejorando diversos aspectos agronómicos y nutricionales (Lutz *et al*., 2013; Miranda *et al*., 2013, Schlick y Bubenheim 1996) facilitada por sus rasgos de gran rusticidad.

La exposición de antecedentes relacionados al modelo de la diversidad genética de la quinua revela grandes desafíos para científicos, para mejoradores de este cultivo y para los propios campesinos, relacionándose por una parte al fomento de iniciativas que tengan por objetivo ampliar y mantener colecciones de germoplasma *in situ* y *ex situ*, tanto de quinua, como de sus parientes silvestres, al mismo tiempo de aumentar la caracterización de estos recursos a fin de contribuir a nuevos programas de mejoramiento genético (clásicos y participativos) y a revelar el poder real de las actuales colecciones de germoplasma.

Por otro lado, la demanda internacional de quinua es para una quinua orgánica y ahora representa un desafío particularmente grande para Chile si los agricultores quieren realmente entrar al mercado internacional de la quinua bajo estos criterios con certificaciones adecuadas para ser visibles por los compradores.

Agradecimientos: *Los autores desean expresar su reconocimiento a los agricultores que han cuidado sus semillas y que nos confían sus historias, y a los proyectos que han permitido financiar las actividades de investigación presentadas BRG08, ICGEB-TWAS (CRP.PB/CHI06-01), IMAS (ANR07 BDIV 016-01), FONDECYT (1060281y 1100638), IRSES (PIRSES-GA-2008-230862), Innova Chile de CORFO (04CR9PAD04, BioTecZA 06FC01IBC-71 y BioaCu2+8CM01-12).*

Bibliografía

Achkar M. (2005). Indicadores de sostenibilidad. En: Achkar, M., Canton, V., Cayssials, R., Domínguez, A., Fernández, G. y F. Pesce. Ordenamiento Ambiental del Territorio Comisión Sectorial de Educación Permanente. DIRAC, Facultad de Ciencias. Montevideo.

Aleman, J. (2009) *Caractérisation de la diversité des variétés et des modes de culture du quinua dans les communautés Mapuche du Sud du Chili*. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Univ. Montpellier Sup'Agro, Francia.

Aleman, J., Thomet, M., Bazile, D., Pham, J.-L. (2009) *Dinámica de los flujos de semillas en la conservación de las variedades locales de quinua (Chenopodium quinua Willd.) en comunidades Mapuche de la región de la Araucanía (Chile)*. En: INIA, Proceedings VII Simposio de Recursos Genéticos para América latina y El Caribe, SIRGEALC. Pucón, Chile. Tomo 1, 2009, p. 459-460.

Aleman, J., Thomet, M., Bazile, D., Pham, J.-L. (2009) *Impacto de proyectos de fomento del cultivo de quinua (Chenopodium quinua Willd.) sobre la conservación de las variedades locales en comunidades Mapuche de la Región de la Araucanía (Chile)*. En: INIA, Proceedings VII Simposio de Recursos Genéticos para América latina y El Caribe, SIRGEALC. Pucón, Chile. Tomo 1, 2009, p. 449-450.

Alfonso D. (2008) *La gestion de la biodiversité par les paysans: Le quinua au Chili*». Tesis de Master 2, Spécialité Recherche: Innovations et Développement des Territoires Ruraux. SupAgro-IAMM-UMIII-CIRAD, Montpellier-Francia.

Anabalón R. L. Y Thomet I. M. (2009) Comparative analysis of genetic and morphologic diversity among quinua accessions (*Chenopodium quinua* Willd.) of the South of Chile and highland accessions. Journal of Plant Breeding and Crop Science, Vol. 1(5), p. 210-216.

Arar M. (2009) *Análisis de estrategias de cooperativas Aymara y gestión de la biodiversidad de Quinua*, ISARA-CIRAD, Lyon-Francia.

Arenas J.; Lanino M. (2008) Antecedentes agros meteorológicos y evapotranspiración del sector Vilacollo, Comuna de Colchane. Revista de Agricultura del Desierto, 2008, N°4, p. 10-22.

Aubertin, C.; Vivien, F.-D. (1998) *Les Enjeux de la Biodiversité*. Collection Poche Environnement. Economica, Paris.

Ayala G., L. Ortega; C. Moron. (2001). Valor nutritivo y usos de la quinua. En: FAO. quinua (*Chenopodium quinua* Willd.), Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. Roma (Italia): Ediciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

Bañuelos GS, Ajwa HA, Caceres L; Dyer D. (1999) Germination responses and boron accumulation in germplasm from Chile and the United States grown with boron-enriched water. Ecotoxicology and environmental safety, 1999, Vol. 43(1), p. 62-67.

Bastías E., Alcazaz-López C., Bonilla I., Martinez-Ballesta M., Bolaños L.; M. Carvajal. (2010) Interactions between salinity and boron toxicity in tomato plants involve apoplastic calcium. Journal of Plant Physiology, 2010, Vol. 167(1), p. 54-60.

Bazile D.; Fuentes F.; Mujica A. (2013) Historical Perspectives and Domestication. *In*: quinua: Botany, Production & Uses. A. Bhargava, S. Srivastava (ed). CABI Publisher, Wallingford, UK. 2013, pp. 16-35. ISBN: 9781780642260.

Bazile D. et Weltzien E. (ed) (2008). Agrobiodiversités. Cahiers Agricultures, Vol. 17 (2), p. 73-256.

Bazile D.; J. Negrete (Coord.). (2009) quinua y biodiversidad: ¿cuáles son los desafíos regiónales? Revista Geográfica de Valparaíso, N° 42, p. 1-141.

Bazile D., Chia E., y Hocde H. (2012). Le détournement d'instruments de politiques publiques de développement rural au Chili au bénéfice de la production du quinua. Reflets et perspectives de la vie économique (TomeLI) : 35-56. http://dx.doi.org/10.3917/rpve.512.0035

Bhargava A., S. Shukla; D. Ohri. (2005) *Chenopodium quinua*, an Indian perspective. Industrial Crops and Products, N°23, P. 73- 87.

Bosque H., R. Lemeur, P. Van Damme; E. Jacobsen. (2003) Ecophysiological analisys of drought and salinity stress of quinua (*Chenopodium quinua*, Willd.). Food Reviews Internacional, Vol. 19, p. 111-119.

Brundtland, G. H. (1987) *Notre avenir à nous tous*. Commission mondiale pour l'Environnement et le

Développement.

Camacho-Cristóbal J., Rexach J. A. González-Fontes. (2008) Boron in Plants: Deficiency and Toxicity. Journal of Integrative Plant Biology, 2008, Vol. 50(10), p.1247-1255.

Castri di Francesco. (1968) Esquisse écologique du Chili. En: Delamare Debouteville C.. y RAPOPORT E. Biologie de l'Amérique Australe. Volume IV. Etudes sur la faune du sol. Documents biogéographiques. Extrait. Paris (Francia): Ediciones del Centre National de la Recherche Scientifique, p. 7-52.

Chevassus-Au-Louis, B.; Bazile, D. (2008) Cultiver la diversité**.** Cahiers Agricultures, Vol.17, N°2, p. 77-78.

Christensen S.A., Pratt D.B., Pratt C., Nelson P.T., Stevens M.R., Jellen E.N., Coleman C. E., Fairbanks D.J., Bonifacio A., Maughan P.J. (2007) Assessment of genetic diversity in the USDA and CIP-FAO international nursery collections of quinua (*Chenopodium quinua* Willd.) using microsatellite markers. Plant Genetic Resources, N° 5, p. 82-95.

Delatorre J., Arenas J.; I. Lanino. (1995) Comparación Morfológica de nueve ecotipos de quinua. Revista de Horticultura Internacional, Vol. 11, p.17-18.

Delatorre J., Salinas A.; Sánchez M. (Ed) (2008). Cultivo de la Quinua, Revista Agricultura del Desierto, N° 4, p. 1-119.

Fuentes F.; Bhargava A. (2011) Morphological Analysis of quinua Germplasm Grown Under Lowland Desert Conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 197: 124–134.

Fuentes F. F, Espinoza P. A., Von Baer I., Jellen E. N., Maughan P. J. (2009a) Determinación de relaciones genéticas entre *Chenopodium quinua* Willd del sur de Chile y parientes silvestres del género *Chenopodium*. En Anales del XVII Congreso Nacional de Biología del Perú: 45. Tacna, Perú.

Fuentes F.F., Martínez E.A., Hinrichsen P.V., Jellen E.N., Maughan P.J. (2009b) Assessment of genetic diversity patterns in Chilean quinua (*Chenopodium quinua* Willd.) germplasm using multiplex fluorescent microsatellite markers. Conservation Genetics, Vol. 10 (2), p. 369-377.

Fuentes, F., P.J. Maughan; E. R. Jellen. (2009c) Diversidad genética y recursos genéticos para el mejoramiento de la quinua, (*Chenopodium quinua* Willd.). Revista Geográfica de Valparaíso, N° 42, p.20-33.

Fuentes, F. F., D. Bazile, A. Bhargava e E. A. Martínez. Implications of farmers' seed exchanges for on-farm conservation of quinua, as revealed by its genetic diversity in Chile. Journal of Agricultural Science, 2012, N° 150: 702-716

Fuentes F. y Zurita-Silva A. Molecular studies. In: quinua: Botany, Production & Uses. A. Bhargava, S. Srivastava (ed). CABI Publisher, Wallingford, UK. 2013. ISBN: 9781780642260.

Gandarillas, H. (1979) Mejoramiento genético. En: M.E. Tapia *et al*., Quinua y Kanihua, Cultivos Andinos. (Ed.). IICA, Bogotá, Colombia, 1979, p. 65-82.

Gonzales A. (1997) *Fisiología de la resistencia a la sequía en quinua. Ecofisiología y morfología del estrés debido a factores adversos*. Primer Curso Internacional sobre Fisiología de la Resistencia a la Sequía en Quinua, Proyecto Quinua CIP-DANIDA y la Escuela de Post-grado de la Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ciencias Agrícolas de la UNA-Puno**.**

Harvey, D. (2005) *A Brief History of Neoliberlism*. OxforD'S University Press, Oxford and NewYork(USA).

Harvey, D. (2001) Globalizacion and resistance in post-cold war Mexico: difference, citizenship and biodiversity conflicts in Chiapas. Third World Quaterly, Vol 22, N°6, p. 1045-61.

Hocdé, H., Sogoba, B., Bazile, D. y Lançon J. (2008) Tables rondes paysans chercheurs : simples échanges ou vrais débats ? Cahiers Agricultures, Vol.17, N°2, p. 222-230.

INDAP y Qualitas AC. (2009) *Estudio de Caracterización de la pequeña agricultura a partir del VII Censo Nacional Agropecuarios y Forestal*. Ediciones Qualitas AC, Santiago.

INE (2002) Estadísticas Nacionales de Población.

INE (1997). VI Censo Nacional Agropecuario.

INE (2007). VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal.

Jacobsen E.; A. Mujica. (1999) Quinua: Cultivo con

resistencia a la sequía y otros factores adversos. En: Primer Taller Internacional en Quinua: Recursos Genéticos y Sistemas de Producción. Proyecto Quinua CIP-DANIDA, Universidad Agraria, La Molina (UNALM), Centro Internacional de la Papa (CIP) y Universidad Nacional del Altiplano (UNAP). La Molina, Lima, Perú, Mayo.

Jacobsen, S. E. y Mujica A.. (2002) Genetic resources and breeding of the Andean grain crop quinua (Chenopodium quinua Willd.). Plant genetic resources Newsletter, Nº 130, p.54-61.

Jarvis, D. E. (2006) *Simple sequence repeat development, polymorphism and genetic mapping in quinua (Chenopodium quinua Willd.).* Thesis for Master of Science, Department of Plant and Animal Sciences. Brigham Young University. Utah. EEUU.

Jellen E. N., B. A. Kolano, M. C. Sederberg, A. Bonifacio; P. J. Maughan. (2009) *Wild and Weedy Genetic Resources for Improving the quinuas (Genus Chenopodium L.). Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources*. Ed. C. Kole. Springer- Verlag. Vol 4.

Junge I. (1978) *La quinua y Lupinus en Chile*. Universidad de Concepción, Chile.

Kaine, G. W.; Tozer, (2005) P. R. Stability, Resilience and Sustainability in pasture based grazing systems. Agricultural Systems, N°83, p. 27-48.

Köppen W. (1931) *Grundiss der klimakunde*. Ediciones De Gruiter, Berlin.

Lanino, I. (1976) *La quinua: Cultivo del altiplano chileno, zona de Isluga*. Universidad del Norte, Sede Iquique, Chile.

Leff, E. (2005) La Geopolítica de la Biodiversidad y el Desarrollo Sustentable: economización del mundo, racionalidad ambiental y reapropiación social de la naturaleza. En: Seminário Internacional REG GEN: Alternativas Globalização (8 al 13 de Octubre de 2005, Rio de Janeiro, Brasil). UNESCO, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Rio de Janeiro, Brasil.

Leidi E.; Pardo J. (2002) *Tolerancia de los Cultivos al estrés salino: ¿Qué hay de nuevo?* [en línea] <www.fcagr.unr.edu.ar/Investigacion/revista/rev2/5.htlm> [consulta: 20 Abril 2007].

Looser, G. (1943) *Chenopodium quinua*, un cultivo que desaparece de Chile. Revista Argentina de Agronomía, Tomo 10, p. 111-113.

Lutz, M., E. A. Martínez; A. Martínez. (2013) Daidzein and genistein contents in seeds of quinua (*Chenopodium quinua* Willd) from local ecotypes grown in arid Chile. Industrial Crops and Products, N° 49:117-121.

Madrid D**,** (2011). Aportes de la geografía a la conservación ex situ de los recursos genéticos de importancia agrícola: el caso de la quinua en Chile. Mémoire présenté pour obtenir le titre de Géographe de l'Institut de Géographie de la PUCV, Valparaiso, Chili, 178 p.

Madrid D., Bazile D., Martinez E.A., Negrete Sepulveda J. (2011). Herramientas de la geografía para mejorar la conservación de la biodiversidad agrícola. *Anales de la Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas*: 304-310.

Manzur, M.I. (2003) *Experiencia en Chile de Acceso a Recursos Genéticos, Protección del Conocimiento Tradicional y Derechos de Propiedad Intelectual*. Santiago: Ediciones Fundación Sociedades Sustentables.

Meadows *et al*. (1992) *Beyond the limits*. White River Junction, Chelsa Green Publ. Company.

Miranda, M., Vega-Gálvez, A. Martinez, E.A., López, J., Rodríguez, M-J., Henríquez, K., Fuentes, F. (2012) Genetic diversity and comparison of physicochemical and nutritional characteristics of six quinua (Chenopodium quinua Willd.) genotypes cultivated in Chile. Ciência e Tecnologia de Alimentos (ahora: Food science and Technology). N° 32,Vol. 4: 835-843.

Miranda, M., Vega-Gálvez, A. Martínez, E.A., Lopez, J., Marin, R., Aranda, M., Fuentes, F. (2013) Influence of contrasting environments on seed composition of two quinua genotypes: nutritional and functional properties. Chilean Journal of Agronomical Research,. 73(2): 108-116. DOI: 10.4067/S0718-58392013000200004

Molina, J.I (1810). *Ensayo sobre la historia Natural de Chile*. Libro III Vegetales de Chile.

Munss R. (2002) Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell and Environment, Vol. 25, p. 239-256.

Nable R, G. Buñuelos; J. Paull. (1997) Boron toxicity. Plant Soil, Vol. 193, p.181–198.

Naredo, J-M. (1996) Sostenibilidad, diversidad y movilidad horizontal en los modelos de uso del territorio. En MOPTMA (ed.): Ciudades para un futuro más sostenible. Primer catálogo español de buenas prácticas. Comité Español Habitat-II. Madrid.

Olcer H; Kocacaliskan I. (2007) Excess boron reduces polyphenol oxidase activities in embryo and endosperm of maize seed during germination. Journal of Biosciences, Vol. 61(1-2), p.111-5.

Olguín P. (2011). Dinámicas espaciales de los sistemas de producción de quinua de la región del Libertador B. O'Higgins de Chile, con relación a los factores económicos y del medio ambiente. Tesis para el grado de Geógrafo, Instituto de Geografía de la PUCV, Valparaiso, Chile, 178 p.

Parra F. (2007) La cultura del territorio: la naturaleza contra el campo. Ciudad y Territorio, Estudios Territoriales, Vol. XXXIX, N°151, p. 27-51.

Rescia, A., Schimtz M. F., de Pablo C. T. L; Pineda F. D. (2002) Organización, dinámica y diversidad del territorio. En: Pineda, F.D., De Miguel, J. M., Casado, M.A. y Montalvo, J. (Eds.) La diversidad biológica de España. Prentice Hall, Madrid, Vol IV. Capitulo 9, p. 111-123.

Sachs, I.(1997) *L'écodéveloppement*. Ed. La Découverte & Syros (Alternatives économiques), Paris.

Salazar, E., Bazile, D., Martínez, E.A., y P. Léon-Lobos. (2009) *Conservacion ex situ de los recursos geneticos de Maiz (Zea mays), quinua (Chenopodium quinua) Y Algarrobo (Prosopis chilensis) en Chile*. En: INIA, Proceedings VII Simposio de Recursos Genéticos para América latina y El Caribe, SIRGEALC. Pucón, Chile. Tomo 1, p. 433-434.

Salazar, E., León, P, Muñoz, C; Rosas, M. (2006) Estado de la conservación ex situ de los recursos fitogenéticos cultivados y silvestres en Chile. Boletín INIA, N° 156, p. 1-180.

Sánchez M., P. Espinoza, A. Zurita-Silva; J. Delatorre-Herrera. (2009) Las "variedades" Aymaras del Altiplano Chileno y el uso de la selección genética para generar nuevas variedades. Revista Geográfica de Valparaíso, Vol. 42, p.45–60.

Schlick G; Bubenheim D.L. (1996) quinua: Candidate crop for NASA's Controlled Ecological Life Support Systems. En: Janick, J., Eds. Progress in New Crops, ASHS Press: Arlington, VA, USA, p. 632−640.

Sepúlveda A.J, Thomet I. M, Palazuelos F. P; M.A. Mujica. (2003) *La Kinwa Mapuche, recuperación de un cultivo para la alimentación*. CET-Sur, Fundación para la Innovación Agraria (Ministerio de Agricultura), Chile.

Serrano, E. C. (2005) La transformación de valores éticos en la interfaz del Estado y de Sociedad Civil y su importancia en el manejo de la biodiversidad, tierra y territorio – El caso del Parque Nacional Tunari en los Andes de Bolivia. En: Freddy Delgado, Juan Carlos Mariscal C. (editores). Gobernabilidad social de las áreas protegidas y biodiversidad en Bolivia y Latinoamerica. AGRUCO, PLURAL, Bolivia.

Tagle M.B, Planella M.T (2002) *La quinua en la zona central de Chile: supervivencia de una tradición prehispana*. Santiago: Ediciones Iku.

Thomet M., Bazile D. (2013). The role of "curadoras" in the conservation of quinua varieties in the Mapuche communities in southern Chile. In: Coudel Emilie (ed.), Devautour Hubert (ed.), Soulard Christophe (ed.), Faure Guy (ed.), Hubert Bernard (ed.). *Renewing innovation systems in agriculture and food : How to go towards more sustainability?*. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, p. 174-175.

Thomet M., Sepúlveda J., Palazuelos P. (2003) Manejo Agroecológico de la kinwa. En: Sepúlveda J., Thomet M., Palazuelos P., Mujica M. La kinwa Mapuche, recuperación de un cultivo para la alimentación. Temuco: CET-Sur & Fundación para la Innovación Agraria (Ministerio de Agricultura), Chile, p. 44-94.

Valdivia don Pedro de al emperador Carlos V. (1861) (Cartas de) *Colección historiadores de Chile.* Tomo I. Imprenta del Ferrocarril. Santiago de Chile.

Vidal A, (2012). La valorización del patrimonio agrícola e identitario de las comunas Aymaras de Colchane a través del cultivo de la quinua (*Chenopodium quinua* wild). Tesis de Geografía, Instituto de Geografía de la PUCV, Valparaíso, Chile, 278 p.

Von Baer, I., Bazile, D.; Martinez, E. (2009) Cuarenta años de mejoramiento de la quinua *(Chenopodium quinua* Willd*.)* en la Araucanía: Origen de "La Regalona-B". Revista Geográfica de Valparaíso, Nº 42, p. 34-44.

Wilson H.D. (1988) quinua biosystematics II: free living populations. Econ. Bot., Vol. 42, p.478–494.

Zalabata L. (2003) Control sobre el territorio, la biodiversidad y las investigaciones en territorios indígenas de la Sierra Nevada de Santa Marta. Revista Semillas, N° 19, p.4.

Zhu J. (2002) Salt and Drought Stress Signal Transduction in Plants. Annual Review Plant Biology, Vol. 53, p.247-73.



Oficina Regional de la FAO
para América Latina y el
Caribe
Av. Dag Hammarskjold 3241,
Vitacura, Santiago de Chile
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

Andean Naturals, Inc.
393 Catamaran St, Foster City,
CA 94404, Estados Unidos
www.andeannaturals.com

I4042S / 1 / 09.14