

SERIE ESTUDIOS PARA LA INNOVACIÓN FIA

POTENCIAL COMPETITIVO DE LA QUINUA CHILENA



Fundación para la
Innovación Agraria
MINISTERIO DE AGRICULTURA





Serie Estudios para la Innovación FIA Potencial competitivo de la quinua chilena

Esta investigación fue encargada por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA). Los comentarios y conclusiones emitidos en este documento no representan necesariamente la opinión de la institución contratante.

Fundación para la Innovación Agraria
Santiago, Chile

Primera edición, noviembre de 2017
Registro de Propiedad Intelectual
N° 280058
ISBN N° 978-956-328-202-3

Autores:
Pontificia Universidad Católica de Chile
Francisco Fabian Fuentes Carmona
Constanza Sofía Figueroa Donoso
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Pablo Andrés Olgún Manzano
DICTUC SA
Luis Alonso Duarte Romero
Innovation Perspective
Martin Enrique Ojeda González
Consultor
Enrique Alfonso Martínez Mosqueira
Fondo Nacional de Salud (FONASA)
Ximena Alejandra Paredes González

Revisión y edición técnica:
Constanza Pérez Cabezas
Fundación para la Innovación Agraria (FIA)

Colaboradores FIA
Francisca Fresno Rivas
Patricia Paredes Olave

Fotografías:
Pablo Andrés Olgún Manzano

Edición de textos:
Andrea Villena Moya

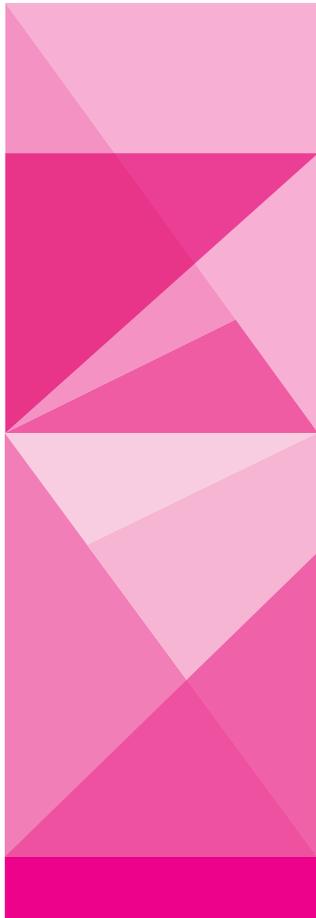
Diseño Gráfico:
Paula Jaramillo

Impresión: Barclau
N° de ejemplares: 300

Permitida su reproducción parcial o total
citando la fuente.



SERIE ESTUDIOS PARA LA INNOVACIÓN FIA
POTENCIAL COMPETITIVO DE LA QUINUA CHILENA



PRESENTACIÓN

La **Fundación para la Innovación Agraria (FIA)**, es la agencia del Ministerio de Agricultura que tiene por misión fomentar una cultura de innovación en el sector agrario, agroalimentario y forestal, promoviendo y articulando iniciativas de innovación que contribuyan a mejorar las condiciones de vida de las agricultoras y agricultores, en todas las regiones del territorio nacional.

Uno de los elementos centrales de FIA es la focalización de su acción a través de los Programas de Innovación en temas, rubros y territorios, que generan o potencian plataformas de colaboración público-privadas, tanto a nivel nacional, regional como local. Los Programas de Innovación cuentan con una agenda clara que da cuenta de las prioridades específicas para fortalecer los procesos de innovación en el sector agrario, agroalimentario y forestal del país.

Como parte del trabajo desarrollado por los Programas de Innovación y en respuesta a los desafíos que enfrenta cada uno de ellos, FIA desarrolla estudios para difundir y transferir conocimiento e información prospectiva y estratégica a los distintos actores del sector,

contribuyendo a dinamizar los procesos de innovación en los ámbitos productivos, de gestión, asociativos y de comercialización, principalmente para que tengan impacto en las unidades económicas de pequeña y mediana escala.

El presente estudio **“Potencial competitivo de la quinua chilena”** se realizó en el marco del Programa de Innovación de la Quinua de FIA. Su objetivo principal fue determinar el potencial competitivo de la quinua producida en Chile, además caracterizar y dimensionar la industria de este cultivo a nivel nacional e internacional. Asimismo se realizó el análisis del potencial competitivo de la cadena de valor de la quinua, considerando los factores determinantes de su competitividad, así como los factores de cambio de esta industria.

Este Estudio, proporciona una propuesta estratégica nacional y tres iniciativas que contribuyen a implementar un camino sólido para aumentar la competitividad en el mercado local y global de la quinua.

M^A JOSÉ ETCHEGARAY ESPINOSA
DIRECTORA EJECUTIVA
FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA (FIA)



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	10		
I. CARACTERIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA QUINUA A NIVEL NACIONAL	12		
A. Cadena de valor de la industria de la quinua en Chile	12		
i. Diversidad genética de la quinua presente en Chile	13		
ii. Conservación de la diversidad genética de la quinua en Chile	14		
iii. Mejoramiento genético de la quinua en Chile	17		
iv. Mercado de la quinua en Chile	21		
v. Producción de la quinua en Chile	26		
Macro zona norte	27		
Macro zona centro	36		
Macro zona sur	43		
vi. Análisis de la cadena de valor de la industria de la quinua a partir de consulta a expertos internacionales	51		
vii. Perspectivas de la cadena de valor de la industria de la quinua a nivel nacional	56		
B. Determinación de los hábitos y formas de consumo de la quinua a nivel nacional	58		
Conclusiones y perspectivas relativas al consumo de la quinua en Chile	60		
C. Composición nutricional de la quinua y desarrollo de productos con valor agregado	61		
i. Composición nutricional y fitoquímica de la quinua	61		
ii. Efecto del procesamiento en el valor nutricional de la quinua	66		
iii. Usos y formas tradicionales de la quinua	67		
iv. Procesamiento de la quinua y desarrollo de productos con valor agregado	67		
Quinua perlada	69		
Quinua cocida	69		
Tostado de la quinua	70		
Extruidos de quinua	70		
Pan de quinua	71		
Pastas de quinua	72		
Bebidas de quinua	73		
Otros Productos	75		
v. Recomendaciones nutricionales sobre usos y diferentes de formas de consumo de la quinua	77		
vi. Perspectivas futuras de los usos de la quinua	78		
D. Estrategia de aprovechamiento y potencialidad de las propiedades nutricionales de la quinua	79		

ÍNDICE

i. Estrategias potenciales de aprovechamiento de las propiedades nutricionales de la quinua.	79	Segmento tendencias y drivers: Ámbito tecnología	102
ii. Evidencia científica respecto a las potencialidades nutricionales de la quinua en la prevención de enfermedades no transmisibles y en el tratamiento de enfermedades crónicas	85	Segmento tendencias y drivers: Ámbito medio ambiente	102
iii. Conclusiones relativas al aprovechamiento y potencialidades de las propiedades nutricionales de la quinua	87	Segmento tendencias y drivers: Ámbito económico	103
		Segmento tendencias y drivers: Ámbito político y legal	104
		Segmento tendencias y drivers: Regional y cultural	104
		Segmento tendencias y drivers: Ámbito otros	105
II. CARACTERIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA QUINUA A NIVEL INTERNACIONAL	89	iii. Conclusiones del análisis de tendencias y driver de la quinua	105
A. Tendencias y perspectivas del comercio internacional de la quinua	89	B. Contexto del potencial de la quinua en Chile	105
i. Principales productores de quinua	89	C. Posicionamiento de la quinua	108
ii. Principales exportadores de quinua	90	D. Oportunidades de la quinua chilena	110
iii. Principales destino de la quinua	90	E. Mercados objetivos	113
iv. Evolución del precio de exportación de la quinua	94	i. La quinua en Chile	113
		ii. Priorización de mercados a abordar	114
III. ANÁLISIS ESTRATÉGICO DE LA QUINUA	96	F. Acciones estratégicas para desarrollar el mercado de la quinua chilena	116
A. Análisis de tendencias y drivers de la quinua en Chile	97	i. En camino a la estrategia	116
i. Desarrollo del análisis	100		
ii. Análisis de tendencias	101		
Segmento tendencias y drivers: Ámbito social	101		

ÍNDICE

ii. Oportunidades para el desarrollo de mercado de la quinua	117	Recursos necesarios	131
Segmento tendencias y drivers: Segmento social	118	C. Programa nacional de extensión y capacitación en quinua	131
Segmento tendencias y drivers: Ámbito tecnología	120	Objetivos y resultados	131
Segmento tendencias y drivers: Ámbito medio ambiente	122	Impactos esperados	132
Segmento tendencias y drivers: Ámbito económico	123	Alcances	132
Segmento tendencias y drivers: Ámbito político y legal	125	Recursos necesarios	132
IV. INICIATIVAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIA DE DESARROLLO	127	CONSIDERACIONES FINALES	133
A. Consorcio de Desarrollo Tecnológico de la Quinua	128	REFERENCIAS	135
Objetivos y resultados	128	ANEXO 1	145
Impactos esperados	130		
Alcances	130		
Recursos necesarios	130		
B. Innovaciones adaptativas en tecnologías apropiadas para la mecanización del cultivo, poscosecha y transformación de la quinua	130		
Objetivos y resultados	130		
Impactos esperados	131		
Alcances	131		

INTRODUCCIÓN

La quinua en el mundo es un producto que se ha popularizado rápidamente en los últimos años, siendo cada vez más las personas que la consumen con regularidad. En Chile esta tendencia ha ocurrido de manera similar, estando su consumo relacionado con una alimentación saludable y en armonía con el medioambiente. Actualmente, Chile es un país importador neto de quinua, lo cual deja de manifiesto que el crecimiento acelerado en su consumo a nivel nacional aún no se complementa con un aumento en la producción. Además, no existe un registro nacional de precios (como en el caso de los cereales u otros granos) ni una visibilidad atractiva de estos a nivel productor. Por otra parte, su producción es variable, hay falta de procesamientos estandarizados y déficits en la cadena de distribución que permitan al producto nacional llegar al consumidor final de manera más directa.

Considerando lo anterior, la presente propuesta de estudio se presenta como una oportunidad para la implementación de acciones que contribuyan al cultivo sostenible de la quinua en Chile, mediante un sistema de producción de vanguardia que maximice la productividad a través de prácticas amigables con el medio ambiente, coordinando también esfuerzos en el desarrollo del mercado interno mediante políticas públicas y fortaleciendo elementos de innovación en la producción. La idea es aprovechar especialmente las tendencias modernas de consumo y las

necesidades de salud de poblaciones vulnerables, diversificando su uso en la industria alimenticia nacional, sin dejar de señalar las brechas para su comercialización internacional. Todo lo anterior, en sintonía con el desarrollo organizacional de pequeños/medianos productores y la promoción de mayor integración y colaboración entre los diferentes agentes involucrados en la cadena de valor de la quinua en todo el territorio nacional.

A través del estudio “**Potencial competitivo de la quinua chilena**”, licitado por la Fundación para la Innovación Agraria – FIA y ejecutado por la Pontificia Universidad Católica de Chile, se presenta el análisis del potencial competitivo de la quinua en Chile a partir de la caracterización y dimensión de la cadena de valor de esta industria a nivel nacional. Producto de este análisis se presenta una propuesta estratégica para sector y tres iniciativas que permitirán su implementación.



I. CARACTERIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA QUINUA A NIVEL NACIONAL

En la presente sección se presenta la recopilación de información a nivel nacional considerando diversas aproximaciones metodológicas, incluyendo fuentes primarias obtenidas de informantes claves (público/privado), y fuentes secundarias provenientes de información documentada de carácter público (documentos de acceso físico y digital). La información primaria se obtuvo a partir de cuatro visitas a terreno realizadas en el territorio nacional, equivalentes a la representación de las tres macro zonas representativas de producción de quinua en el país (norte, centro y sur). Mediante instrumentos metodológicos que incluyeron entrevistas semiestructuradas dirigidas a informantes claves del sector público-productivo-comercial de la quinua en las diferentes macro zonas (representantes clave de equipos técnicos de organizaciones públicas dependientes del Ministerio de Agricultura, tales como INIA, INDAP, ODEPA, Municipios, ONGs, instituciones privadas relacionadas con el fomento productivo y desarrollo de actividades económicas en torno a la quinua, Universidades y Centros de Investigación), así como encuestas a productores y productoras de quinua de acuerdo a muestreo aleatorio estratificado modificado. Así, el diseño muestral correspondió a un número de 92 entrevistas: 31, 26 y 35 en el norte, centro y sur, respectivamente.

El contenido presentado a continuación ha sido complementado con información recolectada mediante revisión de literatura

especializada, a partir de diversas fuentes públicas de información tales como organismos estatales vinculados a estadísticas nacionales y de fomento al agro, así como de revistas y libros especializados.

A. CADENA DE VALOR DE LA INDUSTRIA DE LA QUINUA 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 próspera 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..." (Valdivia, 1861).

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).

i. Diversidad genética de la quinua presente 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 subcentros 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).

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 emparentadas

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 de O'Higgins hasta de Los Lagos) se cultiva la quinua correspondiente al ecotipo de la costa. 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 las regiones de Los Ríos y de Los Lagos, de 500 a 1.900 mm/año.

Figura 1. Distribución de los ecotipos de quinua en los subcentros de diversidad: A. Valles Interandinos, B. Altiplano, C. Yungas, D. Salares, y E. Costa.



Fuente: Elaborado por Francisco Fuentes Carmona (PUC).

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).

ii. Conservación de la diversidad genética de la quinua en Chile

La conservación ex situ de la quinua es hoy una necesidad evidente para evitar la pérdida de su diversidad genética, a causa de la subutilización y reemplazo por cultivos -en teoría- más rentables. Esto, sumado a la necesidad de disponer de germoplasma para su investigación y posible uso en mejoramiento genético, motivó al Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) a conformar una Colección Nacional Base de Quinua, a través del Proyecto Red de Bancos de Germoplasma, con el financiamiento del Ministerio de Agricultura (León-Lobos et al., 2015).

La Colección Base de Quinua está formada actualmente por un total de 203 accesiones¹ (Cuadro 1) y constituida, a su vez, por 6 subcolecciones diferenciadas principalmente por la o las instituciones de origen o procedencia.

Cuadro 1. Resumen de accesiones por subcolección de quinua conservadas en el Banco Base de Semillas, INIA Vicuña. UBA=Universidad de Buenos Aires, Argentina (León-Lobos et al., 2015).

SUBCOLECCIÓN	ORIGEN DE LA ACCESIÓN	AÑO DE INGRESO	Nº DE ACCIONES
INIA / JICA	Norte de Chile	1994	51
CEAZA - INIA	Centro - Sur y Norte de Chile	2004 - 2006	52
UNAP	Norte de Chile	2007	18
KM (CET Sur)	Sur de Chile	---	6
INIA - CRBP	Norte de Chile	2012	40
UBA *	Centro - Sur y Norte de Chile. EE.UU., Inglaterra y Dinamarca	2012	36
TOTAL			203

La primera subcolección ingresada al Banco Base de Semillas fue recolectada en 1994 por INIA, en el marco de la construcción de los bancos de germoplasma, proyecto financiado por la Agencia Nacional de Cooperación de Japón (JICA) y el Gobierno de Chile.

Hoy, esta subcolección está compuesta por 51 accesiones, recolectadas en su mayoría en la comuna de Colchane, en las localidades de Colchane y Enguelga, en el Altiplano de la Región de Tarapacá (Cuadro 1). Posteriormente, entre 2004 y 2006, a partir de colectas realizadas por el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) en conjunto con INIA, se ingresaron al Banco Base 52 accesiones de quinua, recolectadas principalmente en la zona central de Chile, entre las regiones de Valparaíso y del Maule. En 2007, se ingresó un duplicado de la colección de quinua conservada por la Universidad Arturo Prat (Iquique), proveniente del Altiplano de Chile, entre las comunas de Colchane y San Pedro de Atacama (Socaire).

1. Accesoión: se denomina así a la muestra viva de una planta o población mantenida en un banco de geoplasma para su conservación y/o uso.

En 2010 se recibieron 27 accesiones desde el Centro de Estudios y Tecnología para el Desarrollo del Sur (CET-Sur). Sin embargo, la mayoría de estas presentaban baja o nula germinación, por lo que se ingresó a regeneración, lo que permitió rescatar sólo 6 accesiones del total de las recibidas. En 2012, y en el marco del Proyecto Centro de Recursos Biológicos Públicos (CRBP), financiado por el Ministerio de Agricultura, se recolectaron 40 accesiones en el altiplano de las regiones de Arica-Parinacota (Putre, Socoroma y Saxamar), Iquique (Cariquima, Panavinto, Escapiña, Colchane, Isluga, Enguelga, Mauque y Cancosa) y Antofagasta (Calama, Ollagüe, Socaire y Peine), ampliando la representación de las quinuas altiplánicas en la colección nacional. Previamente, la mayoría de las accesiones de quinua del norte de Chile provenía sólo de Colchane.

Finalmente, se repatriaron 36 accesiones chilenas contenidas en la colección de quinua conservada por la Universidad de Buenos Aires, Argentina, algunas de las cuales provenían de bancos de germoplasma de Europa y Estados Unidos.

La mayoría de estas accesiones repatriadas provienen originalmente de la zona centro-sur de Chile, entre las regiones de O'Higgins y el Maule (Pumanque, Cahuil, Nilahue, Paredones, Llico, Iloca, Docamiva, Nirivilo, Pilen y Loanco).

No obstante, cabe destacar la incorporación de una accesión cuya zona de origen es la Isla de Chiloé, donde el cultivo de quinua prácticamente ha desaparecido (León-Lobos et al., 2015).

Otra fuente importante de conservación de la diversidad genética es la realizada por la familia von Baer en la Región de la Araucanía. En 1968, Erik von Baer, de la empresa Semillas Baer (Temuco), comenzó su trabajo de recolección y cultivo de la

quinua. Posteriormente, este trabajo ha sido continuado por Ingrid von Baer, desde el año 1986. El material del banco de semillas provino de materiales recolectados en la zona, de donaciones de las Universidades de Concepción, Austral de Chile y de intercambios de semillas que se han realizado con agricultores, manteniendo a la fecha el banco de germoplasma de quinua, con aproximadamente 120 accesiones diferentes. El material que se mantiene en el banco, presenta una amplia variabilidad, en tamaño, forma y color de semillas, plantas y panojas (Figura 2) (Von Baer et al., 2009).

Figura 2. Diversidad genética mantenida por colección de germoplasma a cargo de Ingrid von Baer en Temuco (AGROGEN).



Hasta el año 2006 el material solo se había colectado y mantenido con sus datos de orígenes, y posteriormente fueron caracterizadas en la temporada 2007/2008. La caracterización incluyó altura, color, crecimiento, ramificación, de la panoja, color, forma, fecha de panojamiento y de floración. Del grano, su tamaño, color y rendimiento. Junto con la conservación específica de germoplasma, se realizan actividades de regeneración, multiplicación, evaluación clasificación y documentación. La información de terreno, de colecta, generada por las actividades del banco se mantiene por un sistema computacional en una base de datos de las accesiones (Von Baer et al., 2009).

Figura 3. Banco activo de germoplasma de quinua y parientes silvestres de la Pontificia Universidad Católica de Chile.



Recientemente, la Pontificia Universidad Católica a través de su Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal (FAIF) inició el año 2015 diversas misiones de colecta de germoplasma de quinua y parientes silvestres del género *Chenopodium* desde la Región de Tarapacá hasta Los Lagos (Isla de Chiloé), con el objetivo de establecer un banco activo de germoplasma para conservar y caracterizar colecciones representativas de quinua y parientes silvestres de Chile y el extranjero (Figura 3). A la fecha el banco de activo posee 123 accesiones de quinua y 22 de parientes silvestres, las cuales han sido obtenidas a partir de agricultores a lo largo del país, estableciendo acuerdos de transferencia de material de propagación con fines de estudio, asimismo a partir de donaciones realizadas por Universidades e Institutos de Investigación tanto nacionales como internacionales.

iii. Mejoramiento genético de la quinua en Chile

Uno de los trabajos pioneros en mejoramiento genético de quinua en Chile fue el trabajo desarrollado por Erik von Baer (Semillas Baer) en la Región de la Araucanía. El material colectado en la zona presenta típicamente tamaño de granos muy pequeños, de 1,0 a 1,5 g por 1.000 granos, de color crema, gris y negro, en comparación a la quinua comercializada y preferida por el mercado, de granos color blanco y de tamaño mucho mayor (de 3,5 a 4,0 g por 1.000 granos).

Gran parte de los ecotipos colectados presentan adicionalmente muchos segregantes, un ciclo fenológico de 210 días y más, para ser cosechados en marzo-abril, época en que en la zona ya comienzan las lluvias; además de plantas de un gran crecimiento herbáceo, con bajo índice de cosecha. Por ello, con el objetivo de generar variedades homogéneas adaptadas a la zona sur de Chile, con características de grano requeridas por el consumidor,

de mayor rendimiento, mejor índice de cosecha y menor altura para poder ser cosechadas en forma mecanizada, se comenzó con el programa de mejoramiento en quinuas para la zona sur de Chile. El mejoramiento comienza con las hibridaciones, las generaciones provenientes de estas se seleccionan por marcadores fenológicos, en selección tanto masal, como por selección por línea, dependiendo de la generación en que se encuentren. Se finaliza con ensayos exactos de rendimiento y evaluación morfológica (Von Baer et al., 2009).

El primer resultado del trabajo de mejoramiento realizado desde 1986, fue la variedad Regalona-B, lo que se realizó estando el material todavía en manos de Semillas Baer. Ella fue el resultado de la hibridación, el año 1991, entre la línea Latineco 0034 (línea entregada a Semillas Baer, por Latinreco Ecuador) y el ecotipo Baer II (Ecotipo colectado por Semillas Baer en Lautaro), progenes que fueron seleccionadas por precocidad, tamaño del grano e índice de cosecha. Esta variedad está siendo utilizada en forma comercial en la zona y además, es la única variedad de quinua registrada a la fecha.

Otro ejemplo de resultados alcanzados a la fecha en el proceso de mejoramiento, es el aumento de tamaño y variación de colores de los granos, en una generación F6, de una hibridación realizada entre Regalona-B (BO150) y un ecotipo colectado (BO15). En el Cuadro 2, se observa la diferencia de color del grano y de mayor peso de 1000 granos entre los parentales BO 150 y BO 15 y las líneas avanzadas seleccionadas de la progenie de esta hibridación.

Cuadro 2. Comparación de pesos de 1000 granos y color de granos entre parentales y líneas, obtenidas por la hibridación de BO 150 y BO15) (Von Baer et al., 2009).

Nº	CÓDIGO	COLOR DEL GRANO	PESO 1000 GRANOS (G)
1	BO150*	Crema	2,93
2	BO15**	Gris	1,86
3	BQ2002-8	Gris	2,66
4	BQ2002-8	Crema	2,5

* BO150, corresponde a Regalona-B

** BO15, Genotipo colectado en Cunco, por Proder de Cunco

BQ 2002-8: Líneas seleccionadas del material resultante de la hibridación de los genotipos BO150 y BO15.

Otro ejemplo claro del incremento del tamaño del grano se observa en la Figura 4, donde a la izquierda de la foto se tienen granos de un ecotipo local, BO 85, colectado en Coñaripe, por Ximena Quiñones y a la derecha granos de una línea avanzada BQ 2002-12, producto de una hibridación y posterior selección de la progenie (líneas resultantes de esta hibridación) (Von Baer et al., 2009).



Después de realizada la hibridación y selección de la progenie, se realizan ensayos exactos, durante tres temporadas, para comparar las líneas avanzadas con testigos, que en el caso de la figura 5, es Regalona-B al centro la izquierda y derecha, se observan parcelas con líneas que aún se encuentran segregando (Von Baer et al., 2009).

Otros avances en mejoramiento genético de la quinua es la experiencia desarrollada por la Universidad Arturo Prat en el altiplano de la Región de Tarapacá, en el marco del proyecto financiado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), cuyo objetivo fue desarrollar una estrategia de innovación tecnológica para la creación de una unidad de negocios en base a la producción mejorada de quinua en la comunidad de Ancovinto. Dentro de los múltiples objetivos del proyecto se desarrolló la selección participativa de genotipos de quinua, la cual sirvió de base para iniciar un proceso de evaluación y selección de líneas promisorias de quinua homogéneas en cuanto a características morfológicas y productivas en condiciones de cultivo, culminando con un proceso de multiplicación de semillas para su uso por parte de agricultores de la comunidad (Fuentes et al., 2009b).

El trabajo se inició durante la temporada agrícola 2004-2005 en campos de cultivo de la comunidad Indígena de Ancovinto durante tres temporadas agrícolas consecutivas (Fuentes et al., 2009b), considerando en cada ciclo la selección de plantas de panoja amarilla y roja. Las técnicas empleadas para efectuar la selección se basaron en la evaluación de trece descriptores morfológicos mediante análisis multivariado, describiendo arquitectura de plantas y características de grano. Adicionalmente, se utilizaron marcadores de ADN, los cuales sirvieron de complemento al estudio morfológico, contribuyendo de esta forma a acelerar los resultados de homogenización de ambas categorías (Figura 5).

Figura 5. Resultado de campo para línea promisoría roja y amarilla en segundo ciclo de selección de germoplasma de quinua en altiplano de la Región de Tarapacá (Fuentes et al., 2009b).



Durante el proceso de selección y mejoramiento realizado durante las tres temporadas en altiplano de la Región de Tarapacá, los resultados demostraron un efectivo avance en la obtención de características morfológicas que significaron una uniformidad en la cantidad y calidad de la producción de grano obtenido en campo. Con respecto a las características de grano, la variable de peso de 100 granos mostró una variación positiva a favor de la producción de granos de mayor peso, lo que significó pasar de 0,48 a 0,51 gramos en la línea amarilla y desde 0,42 a 0,51 gramos en la línea roja. Estos resultados guardaron directa relación con la variable de diámetro de grano, la cual experimentó crecimiento desde el primer ciclo de selección al tercero, un cambio promedio de 2,31 a 2,45 mm en la línea amarilla y de 2,23 a 2,54 mm en la línea roja. El rendimiento de grano promedio individual en plantas presentó también un mejoramiento desde el inicio del proceso de selección, consistiendo en el aumento de 1.000 a 2.200 kg ha⁻¹ de grano en promedio en la línea amarilla, mientras que para la línea roja fue desde 1.500 a 1.800 kg ha⁻¹ de grano (Fuentes et al., 2009b).

Figura 6. Genotipo de quinua en proceso de caracterización por INIA (Alfaro et al., 2015).



ha iniciado el desarrollo de paquetes tecnológicos asociados a su cultivo y explotación comercial en cada zona agroecológica, diversificando e incrementando el uso de la quinua en Chile.

En este mismo escenario la Pontificia Universidad Católica lidera diversas iniciativas de investigación en quinua para el desarrollo de nuevas variedades adaptadas a los diversos agroecosistemas de producción en Chile, con el objetivo de disponer públicamente de material genético élite de alto rendimiento a partir de cruza-mientos y selección participativa con agricultores. A la fecha se han seleccionado diversos genotipos con diferentes atributos productivos, tales como alto rendimiento de semilla y hojas, alto contenido de factores nutricionales, resistencia genotípica al ataque de insectos y hongos (mildiu, *Peronospora variabilis* Gäum, antes conocida como *Peronospora farinosa*) (Figura 7).

Ante el reducido número de experiencias en mejoramiento genético de quinua en Chile, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), ha diseñado y se encuentra implementando el Programa de Mejoramiento Genético de Quinua, en todas las zonas del país donde la especie tiene potencial productivo. En el programa participan investigadores de INIA de áreas como: fitomejoramiento de cereales, recursos fitogenéticos, biotecnología, fitopatología, fisiología y agronomía; con el propósito de desarrollar genotipos de quinua de alto rendimiento potencial, adaptados a las diferentes zonas del país, tolerantes a plagas y enfermedades, y que cumplan con las exigencias de calidad del mercado nacional e internacional (Figura 6). En paralelo, se

Figura 7. Determinación de resistencia genotípica a mildiu (Marlene Rosales - PUC).



iv. Mercado de la quinua en Chile

En relación a la cadena productiva y de comercialización de la quinua, esta es incipiente y compleja por la alta intermediación del producto y el gran nivel de informalidad, lo que hace que llegue al consumidor final a un precio muy elevado (Figura 8), más aún al considerar los costos de producción, los cuales pueden variar entre \$400 a \$1.400 (Martínez et al., 2015, elaboración propia). El mercado es atomizado dado que el cultivo de la quinua es realizado casi en su totalidad por productores campesinos individuales y a pequeña escala, lo que genera una gran dispersión, llevando a quintuplicar los precios que llegan al público consumidor final, situación que se ha producido fundamentalmente en los últimos 5 años. Este factor también afecta el consumo de este alimento, lo que genera un freno para alcanzar economías de escala y optimizar la producción (Pizarro y Martínez 2015).

En las regiones Metropolitana y de Valparaíso se ha observado que el precio promedio de la quinua en supermercados: \$13.419, es tres veces superior al precio promedio en ferias libres y tostaderías: \$4.421 (Figura 8). Asimismo, se ha constatado que la mayoría de la quinua perlada comercializada en supermercados corresponde mayoritariamente a la proveniente de Perú y Bolivia (78%), envasada en formatos de 100 a 400 gramos, mientras que en tostaderías y ferias libres la presencia de quinua perlada peruana lideró principalmente como producto a granel (82%) (Figura 9).

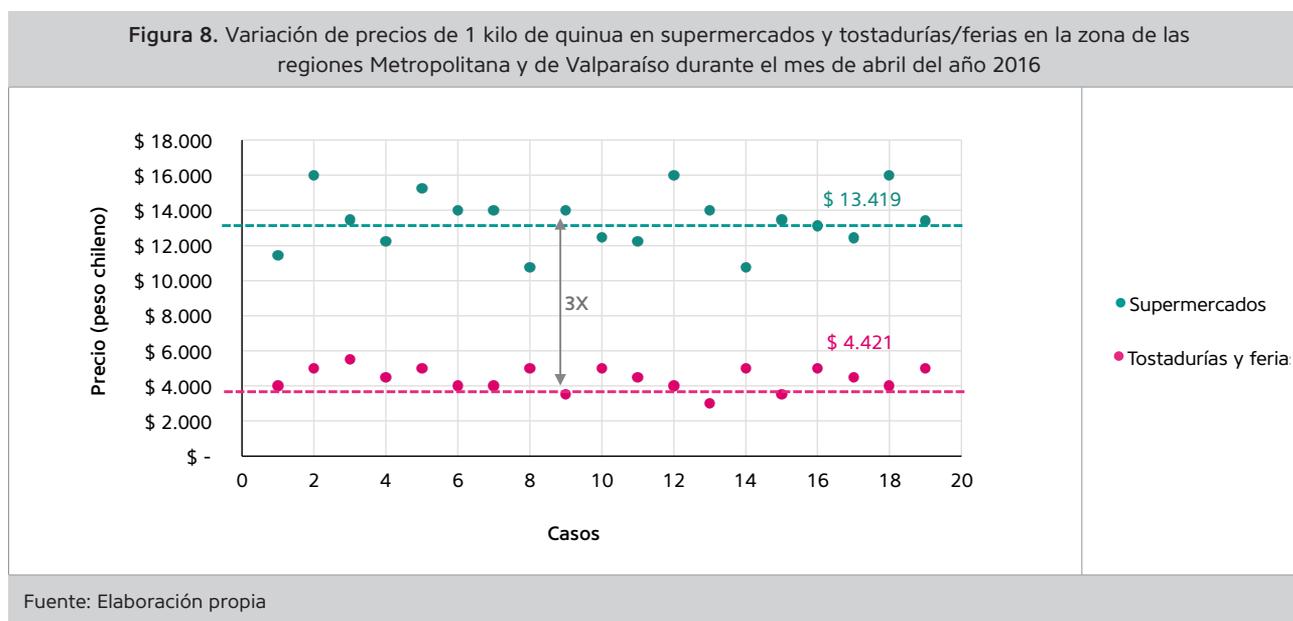


Figura 9. Quinoa perlada y productos en base a quinoa presentes en supermercados, tostaderías y ferias de la Región Metropolitana y Región de Valparaíso: A. Quinoa perlada (Bolivia); B. Quinoa perlada (Chile); C-D-E. Quinoa perlada (Perú); F. Harina tostada de quinoa (Perú); G. Galletas de quinoa (Bolivia); H. Quinoa pop (Perú); I. Pre mix de harinas de quinoa (Bolivia); J. Crackers de quinoa (Autralia); K. Chips de quinoa (Estados Unidos); L. Leche de quinoa (España).



Si bien el consumo de quinua en Chile se caracteriza por ser propio de la identidad campesina de las principales regiones productoras, este alimento tradicional ha sido transferido gradualmente hacia los centros urbanos más importantes del país, generando un impacto positivo en la demanda nacional del producto. Pese a que no existe un registro histórico del consumo per cápita de la quinua en el país, se estima que ha ido en aumento en los últimos 5 años. En base a información recopilada a partir de informantes primarios/secundarios y de información pública, se ha calculado un *consumo aparente*² anual de 0,018 kg por persona (en base a balanza comercial); y un *consumo real*³ anual de 0,022 kg por persona (en base a encuestas de consumo). Estos valores se sitúan lejos de las cifras de consumo exhibido por cereales (sustitutos directos del grano de quinua), así como de la misma quinua en los principales países productores, como Bolivia. De acuerdo a información entregada por el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras y el Instituto Nacional de Estadísticas boliviano, el consumo per cápita durante el período 2000-2006 se situó en 0,33 kg por habitante al año, aumentando exponencialmente hacia el 2014, año en que llegó a 2,37 kg por habitante; seguido por Perú con 1,15 kg por habitante. Fuera del área andina el consumo de quinua para el mismo período alcanzó en Holanda, Francia, Estados Unidos y Alemania, cifras de 0,13; 0,04; 0,03 y 0,02, respectivamente (FAO-ALADI, 2014).

Chile hasta el año 2011 clasificaba el comercio internacional de quinua en el código arancelario 10089000, correspondiente a los demás cereales no clasificados en un código especial. Sólo a partir de 2012 se realizó una nueva clasificación, que permitió

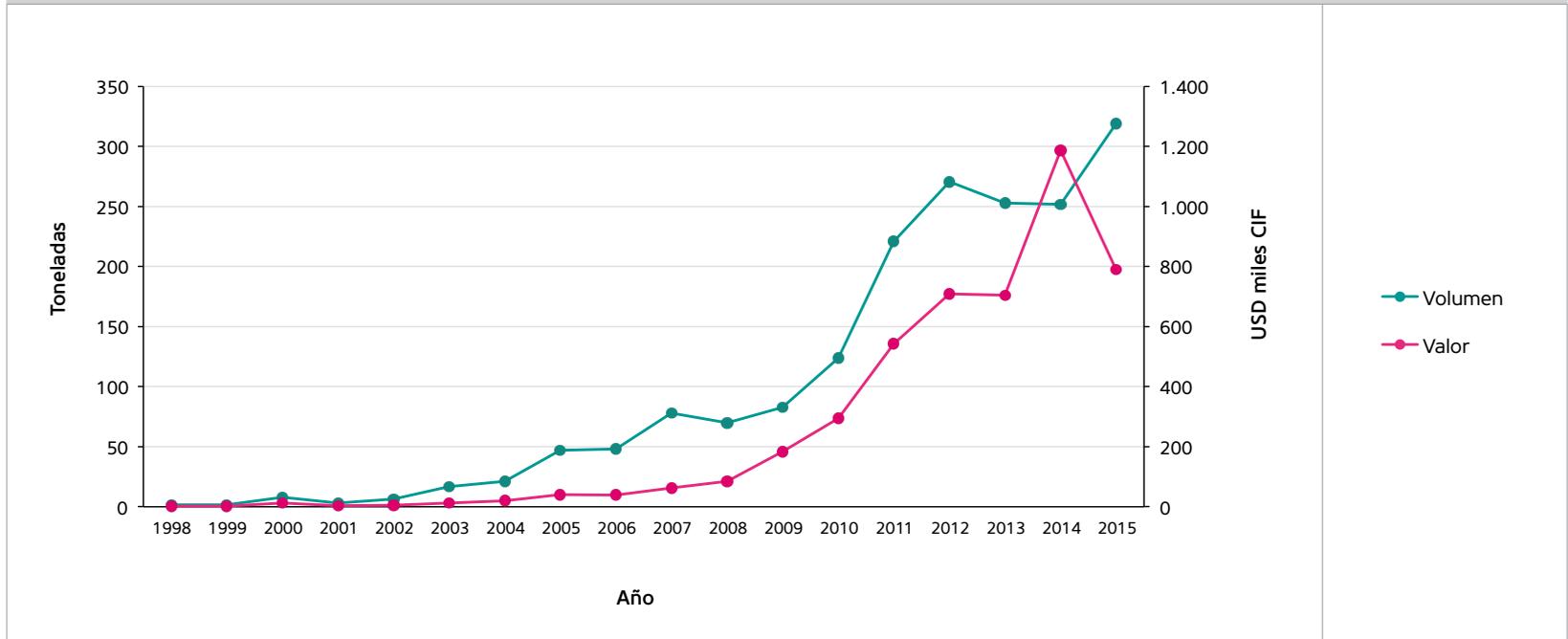
2. Consumo aparente = (Vol. Importado 2015 – Vol. Exportado) / Población nacional - <http://bit.ly/2b96WWJ>

3. Elaboración propia en base a estudio dirigido de consumo en la ciudad de Santiago.

separar la quinua con dos nuevos códigos: 10085010, que corresponde a la quinua orgánica, y 10085090, donde están las demás quinuas (ODEPA, 2013). De esta nueva clasificación se obtiene la cifra de 319 toneladas que publica Trade Map como importadas por Chile en 2015 con un valor de 790 miles USD CIF (Figura 10).



Figura 10. Importaciones de quinua en Chile.

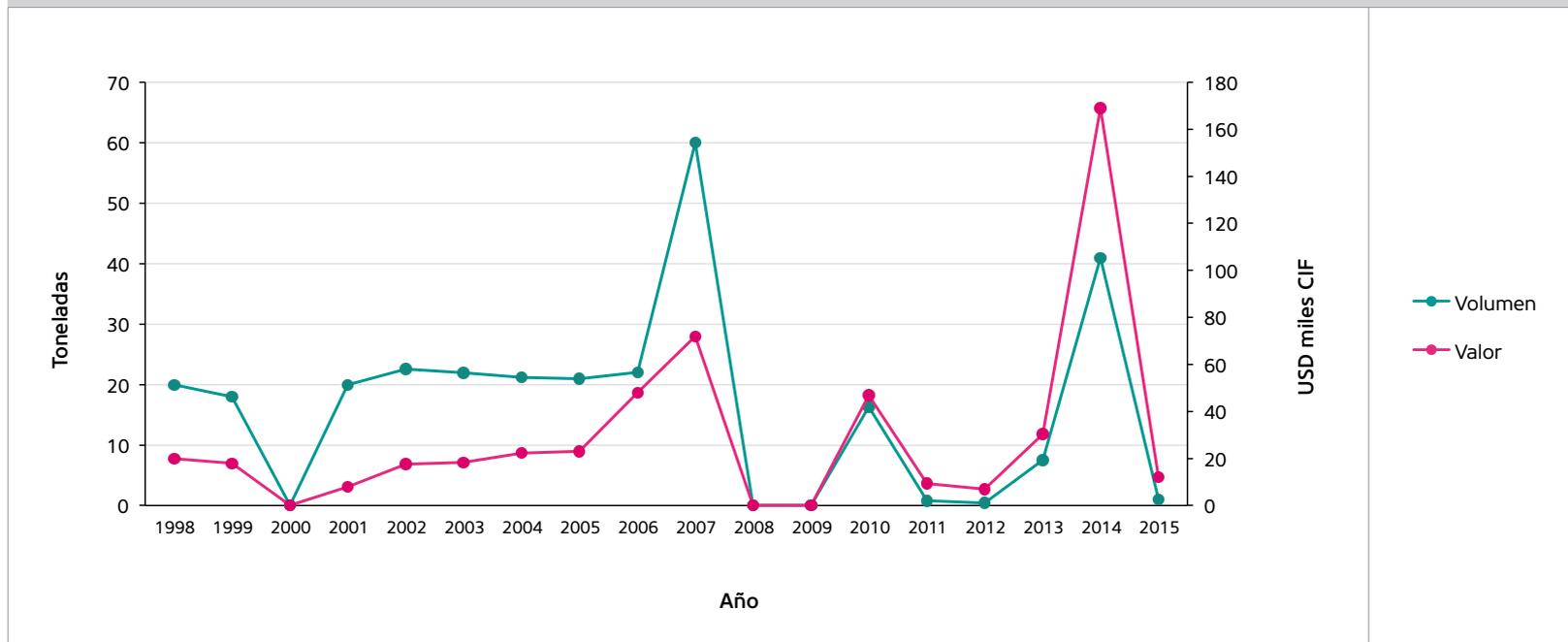


Fuente: Elaboración propia con antecedentes de ODEPA y TRADEMAP, 2016

En la figura 10 también se puede ver el aumento de las importaciones de quinua por parte de Chile, que sube de 1,5 toneladas importadas en el año 1998 a las 271 toneladas importadas en el año 2012, llegando para el año 2015 a 319 toneladas. La quinua importada por nuestro país proviene principalmente de Perú (93% del total importado en 2015). Así, Perú lidera las exportaciones hacia Chile desde el año 2014, superando a Bolivia, quien había sido el principal origen de las exportaciones hacia Chile, con un 64% del total importado en 2012 y 60% hasta noviembre de 2013.

Chile no sólo importa quinua, sino que también la exporta. El principal destino ha sido Canadá y Bélgica, pero también se han realizado ventas a Alemania, Estados Unidos, Argentina y Bolivia. Por el norte del país se produce un flujo natural del producto hacia Bolivia, principalmente por los buenos precios alcanzados por la quinua en ese país hasta el año 2013 (Figura 11).

Figura 11. Exportaciones de quinua en Chile.



Fuente: Elaboración propia con antecedentes de ODEPA y TRADEMAP, 2016

Entre 1998 y 1999 y entre 2002 y 2006 la empresa cooperativa Las Nieves, de la Región de O'Higgins, exportó anualmente alrededor de 20 toneladas de quinua hacia Canadá. En 2007 esta cifra subió a 47,65 toneladas, y la última exportación de la producción de esa empresa se realizó en 2010, con 16 toneladas de quinua, igualmente a Canadá (ODEPA, 2013).

También se han exportado 20 toneladas a Alemania en 2001 y 4,15 toneladas en 2013 hacia Argentina de quinua Real, producto que fue ingresado a Chile desde Bolivia. Hacia este último país en este año aparecen también 3,35 toneladas de quinua orgánica exportada por el norte del país; sin embargo, es probable que esto sólo sea una parte de la quinua chilena producida en la zona norte que se deriva hacia ese mercado.

En términos del mercado potencial de la quinua, este crece año a año, lo que queda de manifiesto en la gran cantidad de empresas que hoy se acercan a conseguir grano procesado a las principales zonas productoras de la zona central, en las comunas de Paredones y Pichilemu, donde actualmente se concentra un número importante de productores y empresas privadas que están desarrollando el cultivo y trabajando para darle mayor valor agregado (Pizarro y Martínez 2015).

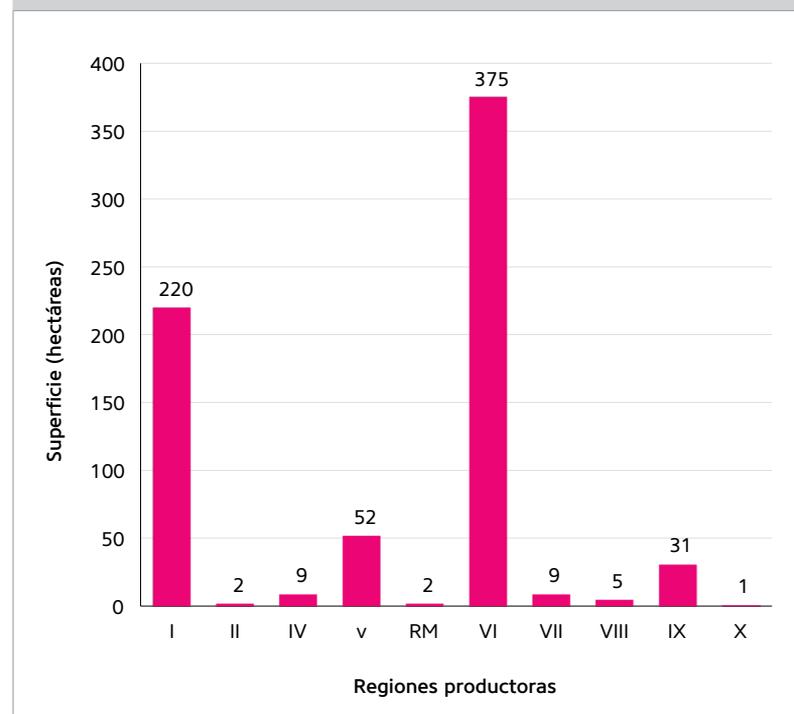
Para mencionar algunas posibilidades del potencial de mercados de la quinua en Chile, se puede señalar, por ejemplo, que hay dos millones de niños y jóvenes que almuerzan cada día, alimentados por el Estado chileno a través de la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB) y donde la quinua podría tener un rol relevante. Lo mismo se puede imaginar en muchas cocinas industriales de hospitales (para funcionarios y pacientes). También es posible que las madres en lactancia puedan verse beneficiadas de las isoflavonas presentes en la quinua para aumentar su calidad y/o cantidad de leche materna. Por otra parte, están los casinos en regimientos, la alimentación de los deportistas de alto rendimiento, los restaurantes de hoteles y de empresas. Por ejemplo, sólo la empresa de casinos institucionales SODEXHO alimenta a más de un millón de personas al día. Los mercados potenciales a conquistar en Chile son muy importantes y necesarios, mucho antes siquiera de pensar en su potencial de exportación (Pizarro y Martínez 2015).

v. Producción de la quinua en Chile

En la actualidad, en el país se estima una producción de 620 toneladas de quinua durante la temporada agrícola 2015-2016, las cuales han sido cultivadas en una superficie aproximada de 706 hectáreas y un rendimiento promedio de 1,0 ton/ha (Figura

12). En este contexto la principal productora es la Región de O'Higgins con el 53% de la superficie nacional. Según cifras del último Censo Agropecuario realizado el año 2007, esta situación presentaba un escenario diametralmente opuesto al existente en la actualidad, así por ejemplo se registró una superficie nacional de 1.470 hectáreas, concentradas mayoritariamente en la Región de Tarapacá (~95%) y un rendimiento promedio de 0,6 ton/ha (INE, 2007. VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal).

Figura 12. Superficie nacional de cultivo de quinua, temporada 2015-2016.



Fuente: Elaboración propia

A continuación se hace referencia a las principales zonas productivas de quinua en el país:

Macro zona norte

En la presente sección se considera como áreas productoras de quinua dentro de la macro zona norte los territorios comprendidos entre las regiones de Tarapacá y Atacama.

La producción de quinua en la zona norte del país se encuentra en su 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 cerca del 90% de ella. Colchane en el altiplano chileno es una de las 8 comunas rurales de la Región de Tarapacá, ubicada a 262 kilómetros de distancia de la ciudad costera y capital regional, Iquique. Un 99% de su población (1.649 personas) es de origen indígena, principalmente aymara; están organizados en comunidades de vecinos (ayllus), lo que explica la presencia ancestral y el mantenimiento de la quinua como cultivo principal y de la papa en segundo lugar.

Una de las prácticas más comunes es la utilización de una gran diversidad de genotipos de quinua según la exposición relativa 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) (Figura 13).

Figura 13. Diversidad de genética de la quinua en la macro zona norte del país.



Es interesante que instituciones como INDAP en la Región de Tarapacá hayan priorizado a través de sus instrumentos de fomento el cultivo de la quinua. Esto ha permitido el apoyo de iniciativas tales como el desarrollo de fichas de costos para implementación de seguro agrícola, diseño e implementación de estructuras de riego para su cultivo, programas de asistencia técnica para el manejo de cultivo, apoyo a la certificación orgánica para organizaciones productoras de quinua y apoyo a giras de captura tecnológica en Bolivia. El municipio de Colchane, es otro agente promotor del cultivo de la quinua, quien brinda apoyo para la entrega de servicios de maquinaria agrícola para el desarrollo de labores como preparación de suelo, aplicación de guano de corral y siembra, así como de coordinar el programa de asistencia técnica de INDAP (Figura 14).

Figura 14. Maquinaria del Municipio de Colchane: A la izquierda se muestran tractores equipados con arado de discos; a la derecha aparece la máquina sembradora.



A partir del trabajo conjunto entre el municipio e INDAP, se ha logrado implementar actividades de campo tales como parcelas demostrativas vinculadas a proyectos de riego desarrollados en las localidades de Huaytane y Ancovinto. También se ha logrado la adquisición de implementos componentes de kit de apoyo al cultivo de la quinua conocido en Bolivia, consistente de bomba inyectora para suministro de riego localizado, sembradora manual, lona para la cosecha de quinua, segadora manual con motor y productos orgánicos para el control de larvas de lepidópteros, por un costo de \$1.200.000 por productor.

Según datos proporcionados por INDAP de la Región de Tarapacá, existen 1.100 usuarios de INDAP, de los cuales 250 son productores de quinua. Estos tienen 59 años de edad en promedio, siendo considerado el rango etario más alto en todo el país.

No obstante, los equipos de profesionales de INDAP, pertenecientes a los programas PDTI y PRODESAL, identifican carencias al interior de las organizaciones de productores de quinua que hay en la zona (ej: JUIRA MARKA y QUINUACOOP), tales como la no existencia de una figura que coordine la gestión comercial de la organización, falta de documentación que permita ejercer la venta formal de quinua o conflictos de representación en la organización. Este tipo de situaciones han significado la pérdida del potencial de venta de quinua, así como de poder de negociación. Producto de esta dinámica organizacional, los asociados deciden el destino final de su producción de quinua principalmente hacia el autoconsumo y la venta a compradores bolivianos como producto a granel

no desaponificado (beneficiado⁴). En la zona no existe venta de quinua y su comercialización en ferias regionales en la ciudad de Iquique es mínima y esporádica.

Ante la carencia de liderazgo organizacional en la zona urge la necesidad de fomentar la formación de líderes jóvenes de los mismos pueblos, existiendo reconocimiento a la positiva labor realizada, por ejemplo, por el dirigente Abimael Gómez Esteban, de la Asociación Cooperativa Agrícola Aymara de Ancovinto, QUINUACOOP.

Respecto a los precios de la quinua en la zona, se debe indicar que la venta en la ciudad de Iquique es de \$6.000-\$7.000 por kilo, mientras que la principal venta dirigida hacia Bolivia, como grano sin beneficiar, es actualmente de \$1.000 por kilo, el cual alcanzó un máximo de \$2.500 por kilo durante el año 2013 (Año Internacional de la Quinua declarado por FAO) (Figura 15).

Figura 15. A la izquierda se presenta el grano limpio de Juirá Marca y a la derecha el grano sin procesar vendido a granel a Bolivia.



4. Los términos Desaponificado y Beneficiado corresponden al proceso en el cual se remueven las saponinas del grano de quinua. Corresponden a un sinónimo de “pelado” y se usan indistintamente dependiendo de la región del país.

Dentro de los factores diferenciadores en el proceso de beneficiado de la quinua en el norte de Chile, es el tostado del grano durante el proceso de escarificación, lo que es considerado una ventaja dentro de la estandarización a nivel nacional de los procesos productivos. Este proceso proporciona al grano un sabor particularmente reconocido al momento de su consumo, el cual no se encuentra en los procesos de beneficiado de quinua de la zona del altiplano de Antofagasta, zona centro y sur del país (Figura 16).

Figura 16. A la izquierda se encuentra recipiente donde se realiza el escarificado de grano con los pies y a la derecha zaranda de tostado de grano.



Respecto a la evolución de la superficie de cultivo de la quinua en la Región de Tarapacá, profesionales de INDAP de esa zona señalan, en base a cifras generadas por el trabajo territorial desarrollado por la institución, que la cifra es fluctuante de acuerdo a la disponibilidad de precipitaciones. Por ejemplo, se cita el caso del año 2012, donde la superficie estimada llegó a las 1.000 hectáreas. Dada la inestabilidad de la distribución de precipitaciones durante los últimos años, la superficie ha presentado una tendencia a la disminución. En los últimos años solo se ha estimado una superficie de aproximadamente 180-200 hectáreas, con rendimientos fluctuantes entre 150 a 800 kilos por hectárea. La superficie regional se concentra principalmente en diversas localidades de la comuna de Colchane (altiplano), seguida de la comuna de Pica, específicamente en la localidad de Cancosa (altiplano), donde la quinua figura como el cultivo más importante debido a la escasez de riego. Por tanto, el uso de la tierra se divide entre cultivos de quinua, tierras en barbecho (descanso luego de quinua) y tierras para pastoreo de ganado camélido (Figura 17).

Figura 17. Cultivo de quinua de la localidad de Pisiga Choque, Colchane.



Se identifica la escasez de lluvia y falta de riego gravitacional como las principales limitantes que no permiten el aumento de la producción de quinua en la región. En este contexto, aparece como una necesidad el conducir estudios que den cuenta de la necesidad de agua por superficie que se requiere para el cultivo de la quinua, usando la experiencia piloto existente de riego por aspersión y gravitacional, apoyados por INDAP.

El proyecto titulado “Sistema de riego portátil por aspersión para grupo de usuarios de agua de la comunidad de agua de Huaytane, Comuna de Colchane”, ejecutado durante el año 2015, por un monto total de \$35.492.793, consideró la implementación de un sistema móvil de riego por aspersión para 4 hectáreas. Durante la temporada 2015-2016 se sembraron 2 hectáreas de quinua blanca. Este proyecto fue complementado con el programa “Sistema de incentivos para la sustentabilidad agroambiental de los suelos agropecuarios” (SIRSD-S), en el cual se ejecutaron prácticas de instalación de cerco perimetral e incorporación de guano de oveja. La siembra se realizó en noviembre, iniciando la cosecha en el mes de abril. Asimismo, el proyecto titulado “Instalación del sistema de riego presurizado (goteo) con energía solar, sector de Ancovinto, Comuna de Colchane”, ejecutado durante el año 2015, por un monto total

de \$47.308.424, consideró la implementación de riego por goteo para tres hectáreas, cuyos predios comunitarios están subdivididos a través de cercos y han considerado la aplicación de guano a través del programa SIRSD. El proyecto contempló adicionalmente una caseta de riego y sistema de fertirrigación impulsado mediante el uso de energía solar. En la temporada 2015-2016 se sembró a final del mes de noviembre, iniciando la cosecha en el mes de abril.

Los dos proyectos anteriormente descritos fueron ejecutados por el Programa de Riego Asociativo (PRA) por la empresa Tecno Riego. Se destaca que la comunidad de Ancovinto tendrá una segunda etapa de proyecto habilitando 3 hectáreas más de cultivo para la siguiente temporada. Actualmente, el equipo técnico de INDAP Tarapacá está gestionando la capacitación técnica en el uso del Modelo Aquacrop validado por FAO para el riego de quinua en el Altiplano Sur de Bolivia, piso ecológico similar al de Colchane (Figura 18). Respecto a los futuros trabajos relacionados a la implementación de sistemas de riego, quedan aún desafíos que requieren de un fuerte componente de investigación para determinar la demanda de agua del cultivo, frecuencia de riego, distanciamiento de plantación bajo condición de riego, rotación de cultivo, evaluación de biofertilizantes, entre otras.

Figura 18. Obras de riego habilitadas en la localidad de Ancovinto.



A través de la convocatoria regional 2016 de proyectos de innovación financiados por el Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC) del Gobierno Regional de Tarapacá y FIA, se ha financiado el proyecto “Gestión de un proceso de autocertificación orgánica para la producción comunitaria de quinua en el Altiplano de la Región de Tarapacá”, el cual es ejecutado por la Pontificia Universidad

Católica de Chile en asociación con la Asociación Cooperativa Agrícola Aymara de Ancovinto, QUINUACOOOP e INDAP Tarapacá. El proyecto de ejecución de 24 meses tiene por objetivo: diseñar e implementar un proceso normativo-comunitario que permita cumplir con los requisitos de producción orgánica establecidos en el reglamento y normas técnicas oficiales de la Ley N° 20.089; generar y validar conocimiento agronómico avanzado para el apoyo y fortalecimiento de la producción orgánica de quinua en condiciones del Altiplano de la Región de Tarapacá; implementar un sistema de gestión de información territorial que integre dimensiones productivas, sociales y espaciales de apoyo a la producción y comercialización de la quinua orgánica.

Un segundo proyecto financiado por el FIC-R de Tarapacá y FIA es “Impacto de riego suplementario localizado sobre la producción de la quinua altiplánica en la localidad de Ancovinto, comuna de Colchane, Región de Tarapacá”, el cual es ejecutado por la Universidad Arturo Prat en asociación con la Asociación Cooperativa Agrícola Aymara de Ancovinto, QUINUACOOOP e INDAP Tarapacá. El proyecto tiene por objetivo: determinar el impacto del riego localizado suplementario sobre la producción de la quinua respecto al cultivo de secano; determinar el impacto del riego suplementario sobre la calidad comercial de la quinua respecto a la obtenida bajo un cultivo de secano; y difusión de los resultados y alcances de la investigación, realizando procesos de extensión, transferencia y capacitación para los agricultores beneficiados del proyecto en función a lograr un manejo eficiente del recurso hídrico destinado al riego del cultivo de quínoa.

A partir del inicio de actividades de la Mesa Macro Zona Norte de la quinua, liderada por INDAP de Tarapacá con apoyo de ODEPA, se percibe una mejora en la comunicación y establecimiento de redes de cooperación entre actores de directo apoyo para el

cultivo en la zona, tales como INDAP regional, ODEPA, FAO, FIA, Universidad Arturo Prat y la Pontificia Universidad Católica de Chile (Figura 19).

Figura 19. Seminario de la quinua y constitución de la mesa la quinua macro zona norte.



El sector de Cancosa no difiere mucho de la comuna Colchane en cuanto a climatología, siendo caracterizado por realizar el cultivo de quinua en condición de secano, siendo la lluvia estival una determinante de los rendimientos a final de temporada. En este escenario, los agricultores presentan una mayor disposición a aumentar la superficie de cultivo, de existir disponibilidad de riego. A diferencia de Colchane, en la zona no se han implementado proyectos de riego.

En la zona se observa la misma problemática de venta de quinua, la cual es comercializada a compradores bolivianos como producto a granel sin beneficiado. La situación productiva en la zona posee mayores limitantes en comparación con lo que sucede en

las localidades de Colchane, dado que no se tiene apoyo municipal para la ejecución de las labores de preparación de suelos y siembra. Estas iniciativas son ejecutadas en forma comunitaria, lo que tiene la limitante de tener una excesiva demanda para ofrecer los servicios de maquinaria, específicamente tractor y arado, por lo que muchas tierras no son atendidas oportunamente para desarrollar el cultivo de la quinua.

En el sector existen aproximadamente 20 hectáreas de cultivo de quinua, las que promedian aproximadamente 10 a 12 quintales por hectárea. Los agricultores en la zona realizan la selección de sus semillas en base al color de grano y al nivel de precocidad. De esta manera se distinguen básicamente semilla blanca y roja. Con respecto a la precocidad, se reconoce que las plantas tardías son más grandes y más productivas (rojas) y aquellas tempranas son las plantas más pequeñas y con menor rendimiento (rosada y blanca).

La gestión comercial en la zona de Cancosa es de responsabilidad individual, no existe organización exclusiva para la producción, procesamiento y venta de quinua. Debido a esta condición el destino de la producción es el autoconsumo y la venta de grano sin procesar hacia Bolivia, no existiendo estrategia alguna de posicionar el producto local en el mercado nacional. No obstante, los agricultores declaran realizar ventas esporádicas en la ciudad de Iquique y Pica, con un precio de mercado cercano a los \$5.000 por kilo.

Actualmente, en esta zona existen 25 usuarios INDAP de los cuales 5 son productores de quinua. En Cancosa INDAP ha iniciado recientemente el apoyo al cultivo de la quinua a través de la asistencia técnica del cultivo y la proyección de instalación de obras de riego. No obstante, una de las necesidades más urgente

requeridas entre los agricultores es el apoyo a la gestión comercial. En este desafío, el municipio de Pica ha estado apoyando en colaboración con INDAP en la formulación y gestión de proyectos.

En la Región de Antofagasta, la quinua se concentra en el territorio de la comuna de San Pedro de Atacama, específicamente en las localidades de Socaire, Río Grande, Camar y Talabre, cuyos agricultores son de origen atacameño (Figura 20). Su cultivo en esta área es menor, donde es sembrado aproximadamente por unos 30 (de 200) agricultores pertenecientes al Consejo de Pueblos Atacameños, Lickanantay, cuya misión es la autogestión del desarrollo local, participación en temas ambientales y productivos.



Figura 20. Cultivo de quinua en las localidades de Río Grande (izquierda) y Talabre (derecha).



En la zona de San Pedro de Atacama la quinua se planta en pequeñas superficies de aproximadamente 300 m² y 2.500 m² en zonas de monte (cerro) y es parte de la rotación agrícola compuesta por cultivos como el maíz, papas, habas, alfalfa, membrillos y hortalizas. Asimismo, la agricultura es parte de otros rubros productivos tales como la ganadería y el agroturismo. A la fecha han existido esfuerzos por cumplir la legalidad exigida para participar en la postulación a proyectos concursables y desarrollar iniciativas de apoyo a la quinua. En este contexto, existe en ejecución el proyecto financiado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), denominado “Valorización de la Quinua Atacameña a través de su caracterización, elaboración de productos funcionales y cadenas de comercialización”, el cual es ejecutado por el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), y tiene por objetivo el establecimiento e implementación de una planta de prototipos de productos en base a quinua. Sumado a ello, se gestionarán los permisos necesarios para su funcionamiento comercial. Esto permitirá a las comunidades aumentar la competitividad de sus productos y las posibilidades de ofertar a otros mercados.

En este sector, la quinua es comercializada típicamente entre pueblos vecinos que no producen, especialmente en el poblado de San Pedro de Atacama, donde se vende entre \$6.000 y \$7.000 el kilo. El beneficiado se hace en base a agua y en esta localidad no se realiza tostado del grano, como sí se efectúa en Colchane.

Dado el rol turístico que posee el poblado de San Pedro de Atacama y al importante flujo de turistas internacionales y nacionales, agricultores bolivianos comercializan quinua en restaurantes locales a precio inferior a lo ofertado por productores locales, lo que representa una amenaza importante en la competencia de precios en la zona.

En la Región de Atacama actualmente se ejecuta el proyecto “Quinua atacameña: determinación y caracterización de genotipos élite para incrementar el uso de quinua en condiciones de restricción hídrica y salina”, financiado por el Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC) del Gobierno Regional de Atacama del año 2015 y ejecutado por INIA. El proyecto tiene por objetivo seleccionar genotipos adaptados de quinua para su establecimiento en ensayos agronómicos y condiciones de restricción hídrica controlada en Atacama, y generar recomendaciones de manejo agronómico; caracterizar los genotipos según adaptabilidad y rendimiento de grano en respuesta a fertilidad y tasas de riego, considerando parámetros productivos y rentabilidad de agua; diferenciar genotipos de acuerdo a sus atributos funcionales y con ello sentar las bases para su potencial uso en la industria alimentaria; y transferir tecnologías que permitan difundir los avances, potencial y resultados obtenidos mediante actividades en terreno con productores e interesados.

Macro zona centro

Se consideran como áreas productoras de quinua dentro de la macro zona centro los territorios comprendidos entre las regiones de Coquimbo y del Maule.

La Región de Coquimbo presenta un clima mediterráneo-desértico y semi-desértico, con una marcada estacionalidad, con precipitaciones que se producen en invierno, presentando 8 a 10 meses secos por año. Se considera que el cultivo de la quinua desapareció muy temprano al momento de la conquista española, siendo su reintroducción en la zona más o menos reciente, a través de diversos esfuerzos desarrollados básicamente desde la comunidad científica. En el año 2003, el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), inició sus actividades en la región realizando diversas validaciones de su cultivo hasta la fecha. Este

esfuerzo de reintroducción de la quinua en la zona ha significado la adopción de su cultivo por parte de agricultores locales, básicamente a través de emprendimientos individuales, los cuales han permitido la especialización en su producción y la adquisición de maquinarias para cosecha y procesamiento de su grano (Figura 21). Las principales zonas de cultivo en la región están en las localidades de la Salamanca, Combarbalá, Huentelauquén, Río Hurtado, Montepatria y Los Vilos; así como cultivos experimentales realizados por INIA INTIHUASI en las localidades de Vicuña, Coquimbo y Pan de Azúcar, con una superficie total estimada de 9 hectáreas y rendimientos promedios entre 1.000 y 2.000 kilos por hectárea. Es importante destacar que esta zona de cultivo es considerada la zona límite de adaptación a la sensibilidad de fotoperíodo de la quinua, donde genotipos del norte de Chile aún son capaces de desarrollarse completamente y producir grano. No obstante, los genotipos predominantes en el área son originarios de la zona del secano costero de la Región de O’Higgins.

Figura 21. Maquinaria estacionaria para la trilla de quinua utilizada en Salamanca.



La Región de Valparaíso es considerada una zona emergente para el cultivo de la quinua. El año 2014 se inicia el NODO de Asociatividad de CORFO “Creación y fortalecimiento de una red de pequeños productores de quinua en la provincia de Petorca”, el cual fue orientado a la producción de quinua como una posibilidad de reconversión y desarrollo de un nuevo rubro agrícola en la provincia. Así nace en el año 2015 la Cooperativa Campesina de Cultivos Andinos Petorquinua, la cual reúne cerca de 130 pequeños agricultores de la provincia, donde más del 90 por ciento de ellos son usuarios de INDAP. Luego de un primer año de experimentación en campo y capacitación de productores con investigadores nacionales, hoy la Cooperativa cuenta con una superficie aproximada de 42 hectáreas de cultivo distribuidas en diferentes localidades, tales como La Ligua, La Higuera, Longotoma y Retamillas (Figura 22). Cuenta además con un importante convenio de colaboración en favor de la industrialización de la quinua con el Centro Regional de Estudios en Alimentos y Salud (CREAS) a través del proyecto “Desarrollo de alimentos funcionales a partir de Quinua y un aporte a la sustentabilidad agrícola de la provincia de Petorca”, financiado por el Fondo de Innovación de Competitividad Regional (FIC-R).

Recientemente, FIA ha adjudicado financiamiento para el desarrollo del proyecto “Desarrollo de un paté vegetal a base de quinua y amaranto: un aporte al comercio justo y a la sustentabilidad agrícola de los Valles de la Región de Valparaíso”, el cual es ejecutado por el CREAS junto a la empresa Manki Ltda. El objetivo de la propuesta es caracterizar la composición proximal y funcional de la materia prima; diseñar pruebas de concepto de elaboración de paté en base a la composición proximal y funcional de las materias primas, y las cualidades organolépticas y sensoriales conferidas por los condimentos y aditivos alimentarios; extrapolar y escalar el mejor resultado a escala piloto, mediante transferencia tecnológica entre CREAS y Manki y desarrollar prototipos de paté a base de quinua y amaranto para prospectar el mercado nacional.

Figura 22. Cultivo de quinua en Salinas de Pullally.



Otras zonas de cultivo de la quinua en la región corresponden a experiencias desarrolladas en la zona de Casablanca y Llole con una superficie de cerca de 10 hectáreas (Figura 23).

En las nuevas experiencias desarrolladas en la Región de Valparaíso, el material genético introducido corresponde al de la zona del secano costero de la Región de O'Higgins, con rendimientos entre 1.000 a 1.300 kilos por hectárea.

La Región Metropolitana representa una nueva zona de cultivo de la quinua. El desarrollo de la quinua en la zona es muy incipiente con una superficie aproximada de 2 hectáreas y rendimiento promedio de 1.000 kilos por hectáreas en el sector de Colina y como cultivo experimental realizado por la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC) en la localidad de Pirque (Figura 24). Los genotipos utilizados en la zona son provenientes del área del secano costero de la Región de O'Higgins y en ensayos experimentales, genotipos representativos de la Región de O'Higgins hasta la Región de Los Lagos.

Figura 23. Cosecha mecanizada en el Valle de Casablanca.



Fuente: Yolanda Cano

Figura 24. Cultivo experimental de quinua en la localidad de Pirque - PUC.



En la región, a través de financiamiento FIA, se ejecuta el proyecto “Molino Cosecha Justa: elaboración y comercialización de harinas libres de gluten producidas con granos de pequeños agricultores nacionales” ejecutado por la empresa de comercio justo “Cosecha Justa”.

La quinua en el área del secano costero de la Región O’Higgins es una de las más tradicionales en la macro zona centro. 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), en estos últimos 5 años ha habido un crecimiento importante de su superficie. La quinua en esta zona ha sido mantenida en cultivo como parte de una larga tradición agrícola compartida con el cultivo de trigo, papa y leguminosas. La superficie destinada a la quinua puede ir desde únicamente algunas hileras hasta parcelas de hasta aproximadamente 4 hectáreas. Los agricultores que siembran superficies grandes (10 a 20 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). Las principales áreas del cultivo en la región son las comunas de Pichilemu, Pumanque, Paredones, San Fernando y Lolol con alrededor de 375 hectáreas y rendimientos variables entre 1.000 y 1.800 kilos por hectárea.

En la zona los agricultores identifican solo un tipo de quinua, la “blanca”. No obstante, también se señalan distintos sinónimos para el mismo tipo, tales como la “dorada” y “amarilla”. Así, la percepción que tienen agricultores sobre el cultivo de quinua es la de ser una única semilla, pero con nombres distintos dependiendo de la localidad. El resultado de diversos estudios ha identificado una gran diversidad genética en los genotipos usados en campo, correspondiendo incluso a más de un color típicamente

utilizado en la zona, así como a la presencia de diversos grados de precocidad (Figura 25).

Figura 25. Diversidad de colores de la quinua en la zona de secano de la Región de O’Higgins.



En esta región se han desarrollado múltiples iniciativas vía proyectos concursables. Ellas han vinculado de diferentes maneras al sector productivo de quinua de la región y encadenamientos que han significado agregar valor al producto a través de su transformación. Por ejemplo, se destacan los aportes de CORFO para la organización del NODO “La Quinua, alimento funcional de alto valor nutritivo”, ejecutado por la Sociedad Gestión Agrícola Limitada. El objetivo principal del NODO fue transferir conocimientos y tecnologías de rápida implementación a nivel productivo primario, procesos para agregar valor y mejorar la comercialización de los productores de quinua del secano costero de la

región, derivando posteriormente en el año 2013, hacia la organización de Promauka, una empresa que vende harinas de quinua (cruda y cocida), quinua en grano, cereales y snacks de quinua. Asimismo, esta organización ha conducido otras iniciativas financiadas por FIA, tales como la gira de captura tecnológica a Ibarra, Ecuador: “Nuevas tecnologías para el desarrollo del cultivo de quinua en Chile”. Actualmente, conduce el proyecto “Elaboración de una línea de snacks saludables en base a granos y harina de quinua extruidos, con alto contenido proteico, rico en fibra y libres de gluten” en conjunto con la Universidad de Santiago de Chile.

Otra iniciativa importante en la zona ha sido la ejecutada por la empresa “Desarrollo Quinua”, en conjunto con la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas de la Universidad de Chile, quienes a través de financiamiento de FIA han desarrollado la propuesta denominada “Desarrollo y comercialización de un suplemento alimenticio en polvo instantáneo, en base a quinua orgánica, para adultos mayores alérgicos a la lactosa y gluten”. A través de este iniciativa, se ha logrado el desarrollo reciente de un nuevo suplemento alimenticio hecho en base a quinua orgánica, que se encuentra disponible en el mercado nacional, especialmente dirigido para personas que presentan alguna alergia alimentaria, intolerancia al gluten y también para ser consumidos por los adultos mayores y deportistas (Figura 26).

Figura 26. Suplemento alimenticio hecho en base a quinua orgánica



Fuente: FIA

La Cooperativa de Productores de Quinua del Secano de O’Higgins (COOPROQUINUA) es otra instancia de organización campesina impulsada por financiamiento público, mediante la ejecución del proyecto FIC-R “Tecnologías de Innovación para la Quinua del Secano”, financiada por el Gobierno Regional de O’Higgins y ejecutada conjuntamente con la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Actualmente, la cooperativa está conformada por un grupo de 53 pequeños y medianos productores de este alimento, emplazados en las comunas de Pichilemu, Paredones, Pumanque y Marchigüe y tiene por objetivo fortalecer la producción de quinua del secano en base al trabajo asociativo, mejorando principalmente los métodos y estándares de producción, aplicando nuevas técnicas de procesamiento para obtener un grano de calidad comercializable en cualquier tipo de mercado demandante de quinua (exportaciones, mercado local y/o consumo familiar). COOPROQUINUA cuenta hoy con importantes avances a partir de

la ejecución del proyecto FIC, tales como la dotación de una planta procesadora de quinua, la cual tendrá por objetivo homogeneizar los estándares de producción a través del uso de una seleccionadora de grano, una desaponificadora, y una acumuladora de saponina, entre otras maquinarias necesarias para completar de forma óptima la línea de proceso.

Recientemente, la cooperativa ha dado comienzo a sus actividades del proyecto “Innovaciones para la producción sustentable de quinua en el secano de la Región de O’Higgins: Modelo integrado de tecnologías y asociatividad”, ejecutado conjuntamente con la Pontificia Universidad Católica de Chile, financiado por FIA. La propuesta tiene por objetivo generar conocimiento agronómico de vanguardia para el fortalecimiento de la producción sustentable a través de mejoramiento genético participativo; el desarrollo y validación de nuevas alternativas de preparación y elaboración de productos alimenticios en base a quinua; y la promoción de la asociatividad campesina en torno a la producción sustentable (Figura 27).

Figura 27. Selección de genotipos de alto rendimiento en Pichilemu, COOPROQUINUA.



La quinua producida en la Región de O’Higgins tiene como principal destino comercial la ciudad de Santiago, siguiendo la distribución hacia otros centros urbanos importantes en las regiones de Coquimbo, Valparaíso, O’Higgins y Biobío. Su sistema de precios varía entre los \$2.500 a \$5.000 por kilo entre quienes compran quinua en bruto a productores o generan grandes volúmenes, utilizando maquinaria para el procesamiento del grano (Figura 28), y los que producen a menor escala y lo procesan en forma manual, respectivamente.



Figura 28. Planta de procesamiento de quinua, COOPROQUINUA.

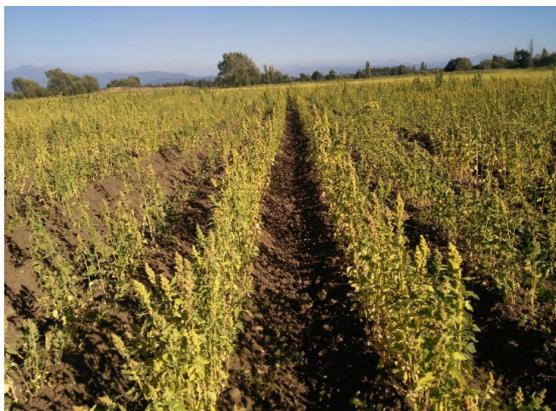


El Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) ha estado desarrollando actividades de investigación en torno a la quinua en la zona a través de diferentes iniciativas, tales como el proyecto “Adaptación de la quinua para alimentos infantiles y galletas”, que se llevó a cabo con financiamiento CORFO, en el marco del Centro de Excelencia en Alimentos Wageningen UR-Chile, y en colaboración con Nestlé-Chile. El objetivo de esta propuesta fue desarrollar el cultivo de variedades de este grano sin saponinas en la zona centro y sur de Chile, para uso industrial en formulaciones que incorporen quinua, tanto en productos elaborados preexistentes, como en nuevos, principalmente para la alimentación infantil; así como también el establecimiento de la cadena productiva, desde el agricultor hasta la industria.

Recientemente, INIA Rayentué a través del Fondo de Innovación para la Competitividad, FIC del Gobierno Regional de O’Higgins, desarrolla la iniciativa “Quinua de calidad: Tecnologías para su producción”, la que considera el desarrollo de tecnologías de manejo agronómico que sustenten la producción de quinua en condiciones de riego y secano, a través de la formulación de protocolos de manejo agronómico (fertilidad, manejo de suelos, riego, plagas y enfermedades) orientados a mejorar la calidad y producción de la quinua. Asimismo, identificar genotipos de quinua de alto valor agronómico diferenciados por calidad; validar procedimiento de registro y protección de germoplasma de quinua.

El cultivo de la quinua en la Región del Maule ha emergido recientemente como una alternativa a la producción tradicional de cereales. A partir de iniciativas desarrolladas por particulares se han realizado pruebas de genotipos para la producción de quinua orgánica y algunas pruebas piloto de presentación de este alimento al mercado de China y Canadá. Los genotipos utilizados provienen de la zona del secano costero de las regiones de O'Higgins y de la Araucanía (Figura 29). Por otra parte, existen ensayos regionales de genotipos de quinua conducidos por INIA en la Estación Cauquenes. Se estima una superficie aproximada de 9 hectáreas con un rendimiento promedio de 1.000 a 1.500 kilos por hectárea.

Figura 29. Producción de quinua en la Región del Maule.



Fuente: Alejandro Mori

Macro zona sur

En la presente sección se consideran como áreas productoras de quinua dentro de la macro zona sur los territorios comprendidos entre las regiones del Biobío a Los Lagos.

La macro zona sur de producción de quinua tiene un clima templado cálido lluvioso con influencia mediterránea, el cual se presenta a partir de los 38°S, principalmente en la zona intermedia hasta las cercanías de Castro, en la Isla Grande de Chiloé (Región de Los

Lagos) aproximadamente a 42°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. Las amplitudes térmicas son de características moderadas en aquellas zonas ubicadas en la costa, aumentando hacia zonas ubicadas en el sector cordillerano.

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 norte, principalmente relacionadas a su adaptación medioambiental como cultivo en condiciones de secano, tipo de grano (color, tamaño), productividad superior y fotoperíodo (Figura 30). 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. Adicionalmente, 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. 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). De manera muy particular, la quinua cultivada en la macro zona sur, ha llegado a registrar rendimientos potenciales de 6.500 kilos por hectárea 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 y centro.

Figura 30. Cultivo de quinua en la Región de la Araucanía.



Actualmente, la superficie de la quinua en la macro zona sur del país es reducida y su producción es realizada principalmente por mujeres indígenas (mapuche y huilliches) que la cultivan en pequeños huertos próximos a sus casas, junto con hortalizas, en áreas de menos de 100 m², pudiendo llegar hasta media hectárea. Estas superficies no son típicamente registradas en el Censo Agropecuario Nacional de Chile, lo que explicaría el desconocimiento de su cultivo en el sur.

El cultivo de la quinua en la Región del Biobío se caracteriza por ser muy reducido en superficie. Se estima en aproximadamente 5 hectáreas de cultivo distribuidas principalmente en las zonas de las comunas de Bulnes, San Carlos y Chillán. En esta última localidad se encuentran adicionalmente ensayos de validación experimental conducidos por INIA Quilmapu.

Un reconocimiento especial en la Región del Biobío es al genotipo “Faro”, el cual fue obtenido en el Fundo El Faro, comuna El Carmen, por investigadores de la Universidad de Concepción. El cultivo del genotipo Faro ha sido ampliamente reportado en diversos estudios, destacando su capacidad productora de granos, amplia adaptación agroclimática, e interesantes atributos nutricionales, tanto de semillas como de hojas. Este genotipo incluso es comercializado por empresas orgánicas productoras de semillas en Estados Unidos.

La Región de la Araucanía (37-39°S) representa la zona más importante de cultivo de la quinua con una superficie estimada de 31 hectáreas, del cual cerca de un 19% corresponde al desarrollado por comunidades mapuche, mientras que la superficie restante es cultivada por empresas agrícolas de larga tradición en la producción de quinua (Empresa de Semillas Baer y Agroforestal La Esperanza Ltda). Asimismo, se ubica el único fabricante de maquinarias adaptadas para quinua, disponiendo de una variedad de estas (Maquinaria LV, ver ANEXO 1).

En la comuna de Padre de las Casas la producción de quinua solo está presente en reducidas superficies (Figura 31). El programa PDTI de INDAP trabaja con cerca de 3.000 usuarios en forma directa, de los cuales no más de 10 producen quinua. El cultivo de este alimento en la zona se destina principalmente al autoconsumo familiar, preferentemente para la preparación de “muday” (tipo de bebida alcohólica hecha mediante la fermentación de granos), así como para guardar semilla, una tradición familiar mantenida a través de muchas generaciones.

Figura 31. Producción de quinua orgánica mapuche en Padre de las Casas. Región de la Araucanía



Fuente: Andrés Cuyul

Se identifica como principal necesidad en la zona el apoyo al área comercial, donde los instrumentos de asistencia técnica conducidos por el Municipio e INDAP no consideran esta temática. Es interesante que profesionales del área de desarrollo productivo local reconocen que el trabajo en quinua es promovido principalmente desde los agricultores. En este contexto, se han generado iniciativas tales como la adquisición de maquinaria (trilladora estacionaria y para procesamiento del grano de quinua) a través de fondos regionales. No obstante, la iniciativa fracasó debido a conflictos internos en la asociación de agricultores. Estas limitantes han frenado en gran medida la posibilidad de aumento de la superficie de cultivo, debido a la alta demanda de trabajo para las labores de cosecha y procesamiento del grano de quinua.

Pese a lo limitado de la obtención de recursos exclusivos para el apoyo de la quinua, a partir del municipio se desarrollan programas de apoyo a la producción agrícola familiar para autoconsumo, así como para realizar muestras gastronómicas, que surgen como alternativas para mantener el cultivo de la quinua en el contexto de la producción familiar (Figura 32).

El año 2002, a través de financiamiento INDAP, se realizó un trabajo conjunto entre los municipios de Padre de las Casas, Vilcún, Melipeuco y Cunco y la empresa de Semillas Baer para el rescate del cultivo de la quinua en la región mediante el rescate de germoplasma local, desarrollo de paquete tecnológico asociado al manejo de cultivo y talleres de cocina con dueñas de casa a través de recetas tradicionales.

Figura 32. Cultivo de quinua, variedad Regalona, comuna de Cunco. Región de la Araucanía.



En la Región de la Araucanía, la empresa de Semillas Baer ha conducido desde la década de los setenta, los primeros trabajos en mejoramiento genético y producción de semillas de quinua a gran escala, lo que a la fecha ha significado la generación de la única variedad comercial de quinua registrada en Chile: “Regalona”. La generación de esta única variedad marca una gran diferencia en la producción de quinua a gran escala, dado el nivel de adaptabilidad que posee en la zona, el alto potencial de rendimiento y calidad de grano, así como la uniformidad de su cultivo. Todas estas características facilitan la mecanización de las labores de cultivo desde la siembra hasta la cosecha (Figura 33).

En la actualidad, este proceso de mejoramiento genético continúa en la zona, ahora en manos de la empresa Agroforestal La Esperanza Ltda., la cual dirige sus esfuerzos hacia mejoras en el rendimiento, calidad de grano y precocidad.



Figura 33. Cosecha de quinua, variedad Regalona. Empresa Agroforestal La Esperanza Ltda.



Recientemente, se ha dado inicio un importante desarrollo tecnológico a través de INIA Carillanca en conjunto con la Universidad de La Frontera, Agroforestal La Esperanza Ltda., Comunidad Indígena Domingo Canio N°2, Comunidad Indígena Antonio Paine de Curileo, Ilustre Municipalidad de Vilcún, INDAP y SAG en las regiones de Biobío y La Araucanía; mediante financiamiento FIA. El proyecto “Tecnologías para potenciar el cultivo de Quinua, como opción productiva para la AFC en la zona centro-sur de Chile”, tiene por objetivo identificar germoplasma de este alimento con características agronómicas y/o funcionales sobresalientes en términos de rendimiento y calidad; definir tecnologías de manejo agronómico integrado que permitan el desarrollo del cultivo en el centro-sur de Chile y desarrollar prototipos industriales en base a quinua que puedan ser escalados por actores AFC en el mediano plazo, como también transferir y difundir los resultados obtenidos a productores, asesores y empresas del centro-sur del país (Figura 34).

Figura 34. Trabajo de selección de germoplasma de quinua en INIA Carillanca.



sumar un total de 192 accesiones de quinua de la Región de la Araucanía (Villarrica, Lumaco y Melipeuco).

Comunidades mapuche de la comuna de Villarrica desarrollan en la actualidad importantes actividades en torno a este grano, con el objetivo de preservar la tradición cultural de su cultivo y uso (Figura 35). En este contexto se dictan cursos de cocina con preparaciones tradicionales de platos en base a quinua y se desarrollan preparaciones de comida mediterránea con productos locales, los cuales están siendo introducidos en los servicios de alimentación del rubro hotelero en la zona. Otra interesante iniciativa desarrollada por la Corporación Kom Kelluhayin es la implementación de un “sello ético”, el cual es auto gestionado dentro de los mismos comuneros de la Corporación y tiene por objetivo dar valor agregado a los productos locales.

Otra institución que ha realizado una importante contribución al desarrollo de la quinua en la región es el Centro de Educación y Tecnología para el Desarrollo del Sur (CETSUR). A través de la iniciativa “Consolidación territorial de un modelo de producción de calidad basada en protocolos campesinos para la comercialización de la Kinwa Mapuche como alimento baluarte del Sur de Chile”, ejecutada en el año 2009 por la Asociación Indígena Ñankuchew (Lumaco), la Corporación Kom Kelluhayin (Villarrica) y el Centro de Educación y Tecnología para el Desarrollo del Sur (CET Sur) con financiamiento FIA, tuvo como objetivo generar una certificación campesina que conserve el valor de la diversidad de semillas de quinua, promocionar el mercado local y valorizar la diversidad de semillas en los restaurantes. CET Sur realizó también una importante contribución a la generación de una colección de germoplasma de quinua cultivado en la zona sur del país, cuya conformación se inicia en el año 2000 y que logró

Figura 35. Cultivo de quinua de agricultor mapuche perteneciente a la Corporación Kom Kelluhayin.



Se reconoce en la zona como una necesidad importante, la implementación de procesos productivos mecanizados para la quinua, especialmente accesible a sus condiciones de terrenos, tales como lejanía de campos, cultivos en bordes de cerro, cruce de zanjas, entre otros. Urge la necesidad de maquinaria para el proceso de limpieza de la quinua, dado que el desaponificado en la actualidad se realiza manualmente por mujeres que trabajan en la organización.

En relación a los precios de la quinua mapuche, esta se encuentra entre \$3.500-\$4.500 por kilo. No obstante, existe preocupación por identificar en detalle los costos de producción del cultivo de la quinua desde el campo hasta el producto final. Por otra parte, se observa como un gran problema la carencia de un programa de difusión efectivo de la quinua mapuche, dado que se percibe el desconocimiento y falta de reconocimiento al rol de los agricultores que han mantenido este cultivo por cientos de años.

En la Región de Los Lagos se ha llevado a cabo el proyecto NUA, producto en base a quinua orgánica y berries en polvo, en formato «Grab and go», ejecutado por Daniela Winkler Ojeda, en el contexto del Programa de Formación en Jóvenes Innovadores de FIA. El proyecto tuvo por objetivo la fabricación, comercialización en territorio nacional y exportación de producto en polvo a base de quinua orgánica y berries como murta y maqui⁵.

En la región, específicamente en la Isla de Chiloé, está la Asociación Gremial Chiloé Orgánico que agrupa a 36 productores agroecológicos de diferentes localidades y comunas de la isla, cubriendo una superficie aproximada de 1.200 hectáreas. Mayoritariamente formada por unidades familiares campesinas

tradicionales y también neo rurales, unidas por el objetivo común de producir alimentos sanos para la comunidad local, al mismo tiempo cuidando y conservando los recursos naturales y la biodiversidad, con el convencimiento de que las propuestas agroecológicas son una alternativa posible y estratégicamente sustentable para el desarrollo del mundo rural del país.

Destacan entre los productos y actividades de la Asociación la ganadería ovina, crianza y producción de leche de vacuno, apicultura, fruticultura donde se distinguen las variedades criollas de manzana, cultivos anuales tales como la papa nativa y criollas, el ajo chilote y la quinua. Prácticamente las unidades productivas consideran una amplia variedad de hortalizas para el autoconsumo y venta de excedentes, tanto al aire libre como en invernaderos. Dentro de los principales logros se encuentra la consolidación de la Feria Anual de Agroecología de Chiloé, la cual se ha constituido en un hito de interés nacional en el ámbito del desarrollo de la agroecología (Figura 36).



5. Ver www.ki-nua.com

Figura 36. Feria Agroecología de Chiloé 2016. Ancud. Región de Los Lagos.



La condición insular de Chiloé provee características culturales y ecológicas únicas que son necesarias de resguardar. Ello ha sido reconocido por la declaración de Chiloé como un sitio agrícola de interés mundial, incorporándolo en los Sistemas Ingeniosos del Patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM), para la promoción de líneas de acción dirigidas a mantener y acrecentar la singular condición social, agrícola y de biodiversidad de la isla, al mismo tiempo de propiciar el desarrollo socioeconómico.

La quinua huilliche se encuentra hoy en día en una situación de desconocimiento no solo a nivel nacional, sino que también en la misma isla. Su escenario actual es la de un cultivo desarrollado solo por unos pocos productores, en su mayoría mujeres, que están conservando un recurso genético único con gran potencial alimentario, de alto valor biológico, social y cultural, siendo considerada así como la quinua más austral del planeta (Figura 37).

Figura 37. Quinua Huilliche agroecológica en la Isla de Chiloé, Región de Los Lagos.



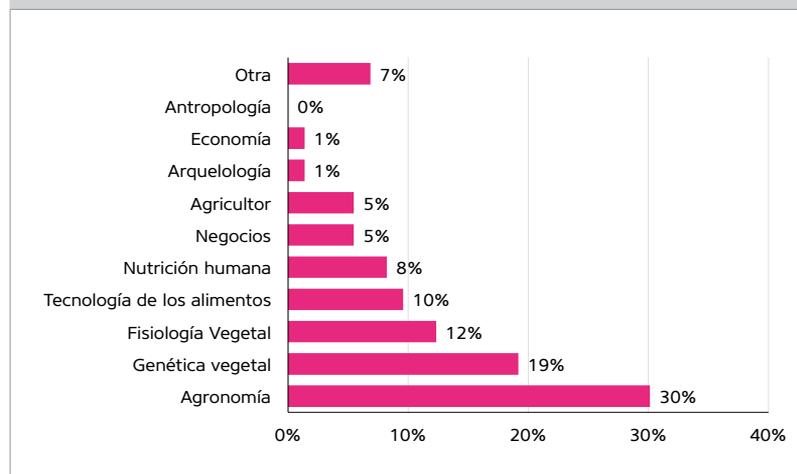
Durante el año 2017, la Asociación Gremial Chiloé Orgánico trabaja en conjunto con la Pontificia Universidad Católica de Chile en el estudio “Línea de base para la producción agroecológica de la quinua Huilliche en la Isla Grande de Chiloé: Un patrimonio natural al sur del mundo, EST-2016-0080”, financiado por FIA. Su objetivo es desarrollar un perfil público inteligente de información espacial, social y productivo que sirva de línea de base para el apoyo a la producción agroecológica de quinua huilliche en la isla de Chiloé. En este contexto, el estudio se presenta como una oportunidad de generar, sistematizar y disponer de información inexistente en la actualidad, relacionada con el contexto y potencial productivo de la quinua huilliche de Chiloé para contribuir a la conservación de prácticas importantes para el patrimonio agrícola local y global junto con sus paisajes, biodiversidad agrícola y sistemas de conocimientos asociados.

vi. Análisis de la cadena de valor de la industria de la quinua a partir de consulta a expertos internacionales

A partir de una encuesta semiestructurada se consultó a un panel de expertos internacionales compuesto por 36 profesionales de diversas disciplinas (Figura 38) de 24 países (Argentina, Bolivia, Perú, Brasil, Ecuador, Estados Unidos, Canadá, Grecia, Italia, Dinamarca, España, Ucrania, Polonia, Inglaterra, Rumania, Alemania, Marruecos, Turquía, Pakistán, China, India, Japón, y Australia).

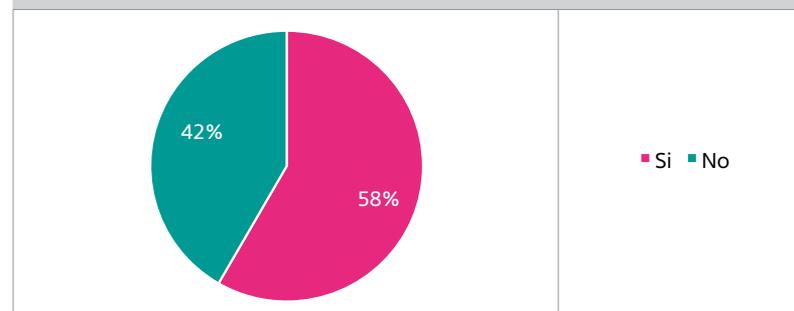
Entre los encuestados destacó la participación de profesionales de la agronomía (30%), genética vegetal (19%), fisiología vegetal (12%), tecnología de los alimentos (10%) y nutrición humana (8%) (Figura 38).

Figura 38. Distribución disciplinar de expertos internacionales.



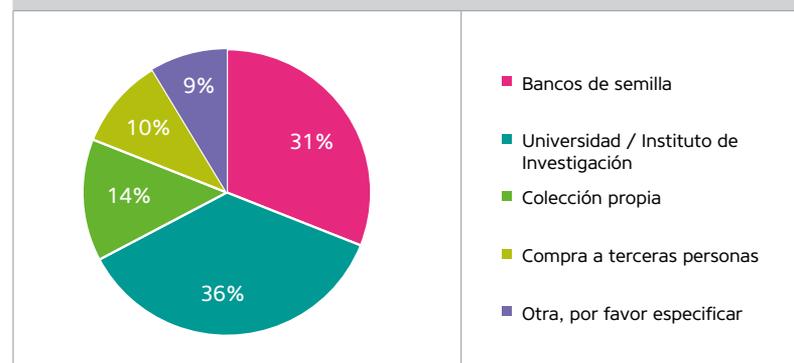
La consolidación de avances en proyectos regionales de quinua ha sido posible solo a través de la colaboración internacional entre profesionales de diversas disciplinas. Al respecto, más de la mitad de los encuestados declaró tener relaciones de colaboración internacional en sus trabajos de quinua (Figura 39). Estas acciones colaborativas han favorecido, por ejemplo, la implementación de bancos de germoplasma de quinua fuera de la región andina, a través de la transferencia e intercambio de semillas, programas de asistencia técnica y colaboración científica entre diversos actores.

Figura 39. Distribución de respuestas ante la pregunta: ¿Tiene usted alguna colaboración internacional en su trabajo en quinua?



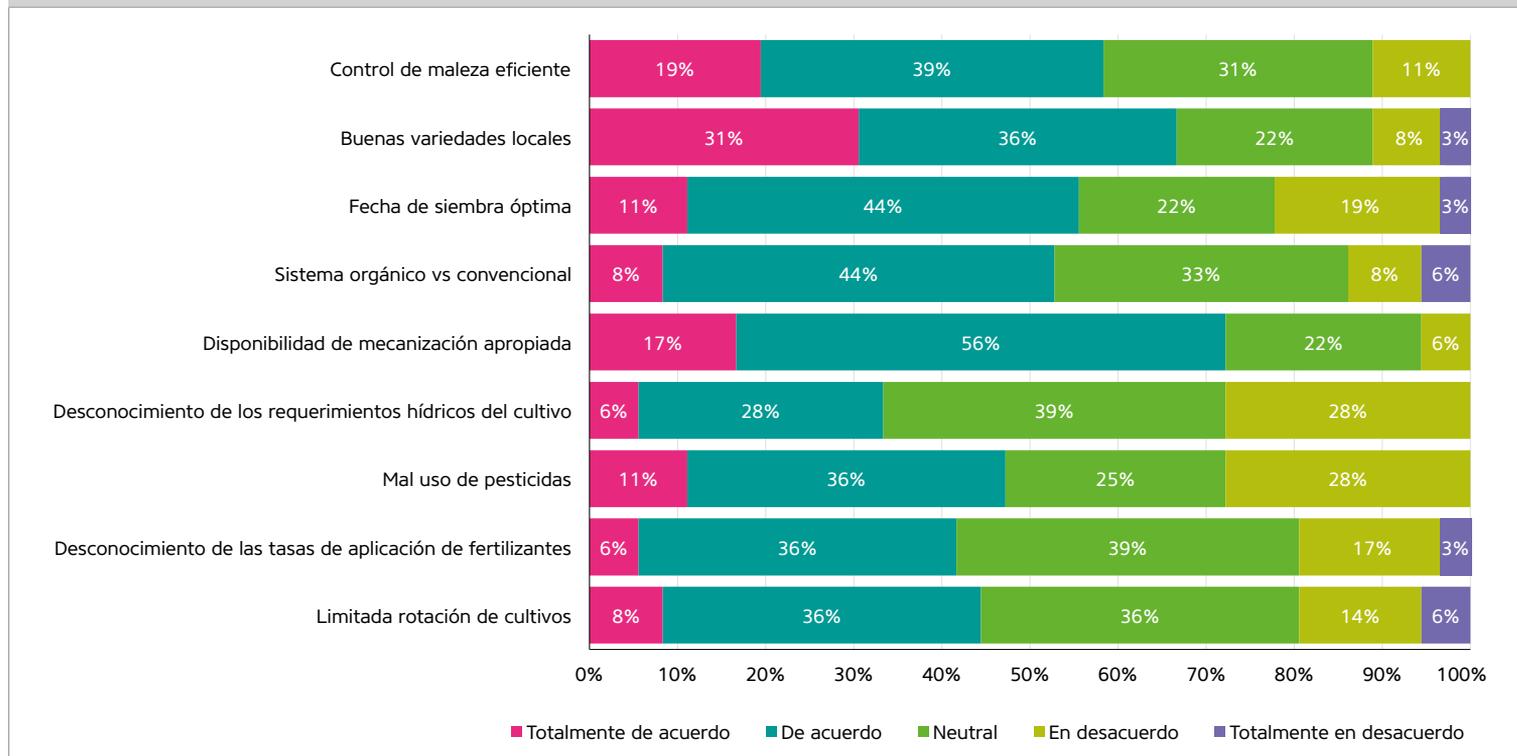
Respecto al uso de germoplasma fuera del área andina, los encuestados declaran el acceso a recursos genéticos de quinua, principalmente a través de profesionales de Universidades y/o Institutos de Investigación (36%) y Bancos de semillas (31%). Secundariamente, se declaran las opciones de establecimiento de colecciones propias (14%) y la compra a terceras personas (10%) (Figura 40).

Figura 40. Distribución de respuestas ante la pregunta: ¿Cómo accede usted a germoplasma de quinua en su trabajo?



Respecto a la determinación de los principales problemas del cultivo de la quinua, la opinión de los encuestados reveló que la mayoría está “totalmente de acuerdo” en que la existencia de buenas variedades locales (31%) es el problema más importante para el cultivo de la quinua (Figura 41), destacando la relevancia del germoplasma de la costa del sur de Chile, dada la buena respuesta en diversas pruebas de campo ante factores de estrés abiótico y adaptación ambiental a latitudes extremas en ambos hemisferios.

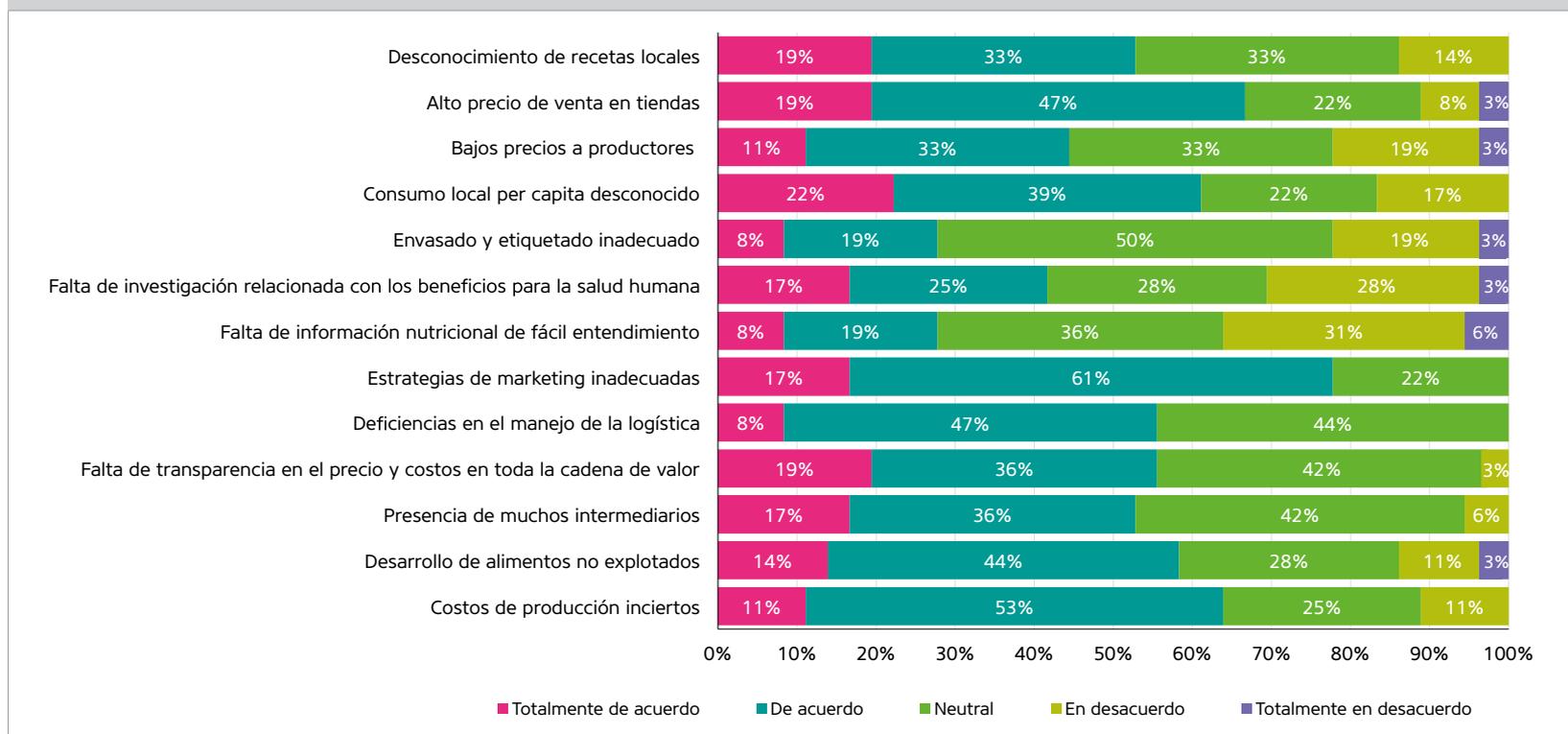
Figura 41. Grado de «acuerdo» o «desacuerdo» para opciones de los principales problemas del cultivo de la quinua.



En un ranking de opciones, le siguen más atrás la necesidad de un control de maleza eficiente (19%) y la disponibilidad de mecanización apropiada (17%) para las labores de cultivo y, en especial, para los procesos de poscosecha. No obstante, la respuesta combinada de “totalmente de acuerdo” y “de acuerdo” para la opción de disponibilidad de mecanización apropiada, representó el 73% de las respuestas por los expertos, seguida por existencia de buenas variedades locales, con un 67% de las respuestas.

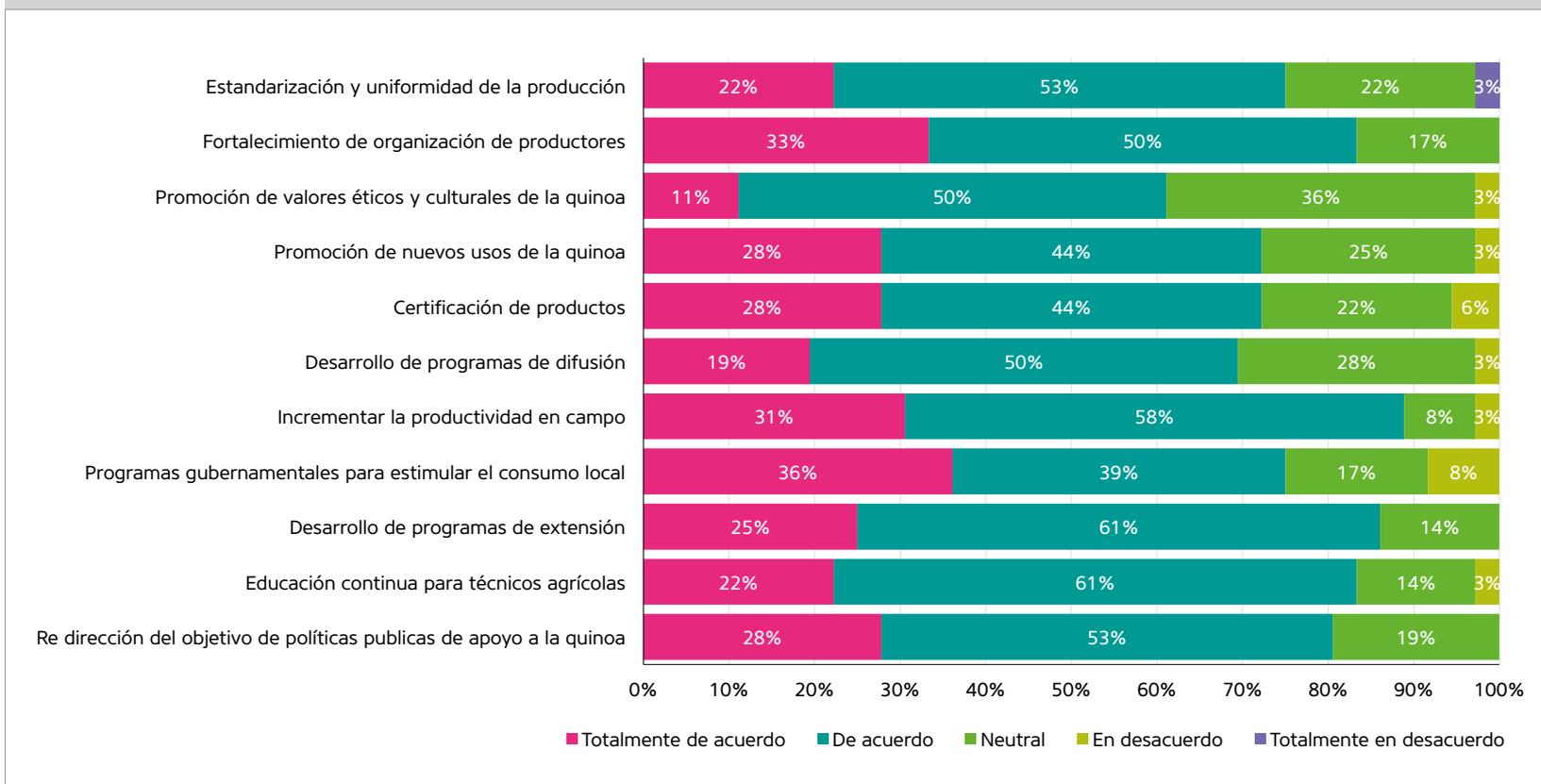
Ante el grado de “acuerdo” o “desacuerdo” para opciones de los principales problemas de la comercialización de la quinua, la opinión de los encuestados reveló que la mayoría está “totalmente de acuerdo” en que existe un desconocimiento del consumo local per capita (22%), haciendo difícil la estimación de la demanda real de quinua (Figura 42). Le siguen las opciones de falta de transparencia en el precio y costos de toda la cadena de producción de la quinua (19%), el alto precio de venta en tiendas (19%), desconocimiento de recetas locales (19%), falta de investigación relacionado con los beneficios para la salud (17%), estrategias de marketing inadecuadas (17%) y presencia de muchos intermediarios (17%) en la cadena de comercialización. No obstante, ante la respuesta combinada de “totalmente de acuerdo” y “de acuerdo”, la opción de estrategias de marketing inadecuadas representó el 78% de las respuestas, seguida por la opción de alto precio de venta en tiendas (66%), costos de producción inciertos (64%) y consumo local per capita desconocido (61%).

Figura 42. Grado de «acuerdo» o «desacuerdo» para opciones de los principales problemas de la comercialización de la quinua.



Con respecto al grado de «acuerdo» o «desacuerdo» con lo que es necesario para mejorar la cadena de valor de la quinua, las respuestas del panel de expertos indican primero como relevante la necesidad de programas gubernamentales para estimular el consumo (36%), seguido por el fortalecimiento de organizaciones de productores (33%), e incrementar la productividad en campo (31%) (Figura 43). En menor importancia aparecen la promoción de nuevos usos de la quinua (28%), certificación de productos (28%) y redirección del objetivo de políticas públicas de apoyo a la quinua (28%). No obstante, ante la consulta combinada de “totalmente de acuerdo” y “de acuerdo”, la opción de incrementar la productividad en campo representó el 89% de las respuestas, seguida por el fortalecimiento de organizaciones productivas (88%) y desarrollo de programas de extensión (86%).

Figura 43. Grado de «acuerdo» o «desacuerdo» para opciones de lo que es necesario para mejorar la cadena de valor de la quinua.



Finalmente, ante la pregunta abierta relacionada con ¿Cuál es su percepción de la quinua chilena?, las respuestas se centraron en calidad de semillas, variedades y adaptación medioambiental. A continuación, se muestra una adaptación de las respuestas más comunes:

Calidad de semilla

- “Pequeño tamaño de semillas, lo cual crea algunas confusiones en los consumidores”.
- “Más trabajo de marketing es necesario para mostrar que la quinua no es únicamente un producto de Bolivia”.
- “Su grano es pequeño y de color más oscuro que otras variedades, siendo considerada como de menor calidad en comparación a la quinua boliviana, no obstante, no es cierto desde el punto de vista nutricional”.
- “Desconocida internacionalmente a nivel de consumidores, solo conocida por mejoradores”.

Variedades

- “Excelentes variedades tradicionales locales, las cuales debieran diferenciarse en relación a la quinua real boliviana”.
- “Muy buena, no obstante más trabajos a niveles genéticos debieran realizarse para el desarrollo de mejores variedades”.
- “Requieren disponer de variedades de grano más grande, bajo en saponina. El grano pequeño no lo hace atractivo al consumidor frente a variedades foráneas de mejor tamaño de grano”.
- “No es accesible fácilmente. No llega noticia de características de las variedades obtenidas”.

Adaptación medioambiental

- “La quinua del sur de Chile tolera fácilmente el calor de fin de temporada en zonas áridas y presenta una eficiencia de uso del nitrógeno superior a otro tipo de germoplasma”.
- “Variedades con mucho potencial, con gran contraste genético y gran adaptación climática”.
- “Tolerante a la sequía”.

vii. Perspectivas de la cadena de valor de la industria de la quinua a nivel nacional

A partir de los antecedentes recopilados y discusión con los principales actores de la quinua a nivel nacional, se señalan a continuación las principales conclusiones de la caracterización del sistema productivo y cadena de valor de la industria de la quinua en Chile.

En una primera instancia, se puede observar que no existe una visión clara de los objetivos productivos (factores claves de la producción y su calidad). Por ejemplo, se advierte la entrada de productores al rubro de la quinua, con una gran incertidumbre del encadenamiento comercial posterior. Debido a ello, no hay estandarización de la calidad de grano para este mercado, ya que alternativamente puede servir para harinas u otro producto. En otro caso, muchos agricultores se declaran orgánicos, no obstante, se carece de certificaciones que acrediten dicho manejo para entrar en la dimensión comercial de este tipo de alimentos. Un caso a destacar de claridad de objetivos productivos, es la producción agroecológica en la Isla de Chiloé que promueve la preservación del entorno de la isla y las tradiciones asociadas a la producción multi rubro de la producción agropecuaria. Esta situación no se

aprecia en otros lugares del país, donde la quinua no posee una visión clara hacia dónde dirigir los esfuerzos productivos.

La condición de cultivo de secano aumenta dramáticamente el riesgo inducido por la variabilidad climática en las diversas zonas de cultivo de la quinua. Siendo un emprendimiento riesgoso para quienes entran al sistema productivo basado en la capacidad de este grano para tolerar la sequía o el estrés abiótico en general.

Se observa una carencia importante de variedades de quinua adaptadas a las diversas condiciones agroecológicas en Chile, limitando así la capacidad de conducir el manejo de cultivo en forma mecanizada para el aumento de la eficiencia de trabajo en campo y la superficie de cultivo. La única variedad existente en el país, la Regalona, presenta una eficiencia productiva comprobada para las condiciones de cultivo de la Región de la Araucanía. No obstante, es una variedad subutilizada.

Existe una deficiencia de infraestructura y tecnología de riego que limita las posibilidades de productividad a nivel nacional, así como la expansión masiva como rubro agrícola en áreas marginales. Ejemplo a destacar son las obras de riego en el altiplano de la comuna de Colchane, la cual involucra tecnología de última generación.

Hay un total desconocimiento de la estructura de costos de la cadena de valor de la quinua a nivel de productor, lo que disminuye la capacidad de negociación ante potenciales compradores. La problemática de fijar un precio justo tanto para productores y consumidores seguirá siendo un cuello de botella en la gestión comercial de este alimento. De esta manera, existe una alta expectativa inicial por parte de los productores con respecto al

precio de venta de quinua, la cual cae drásticamente al momento de poner en venta la cosecha.

En general, se observa una carencia de habilidades empresariales en los productores. Esta condicionante los hace perder capacidad para asumir compromisos comerciales, tales como metas de abastecimiento y distribución.

En forma reiterada se detecta el bajo interés en los procesos de asociatividad de las diversas formas de organización en torno al cultivo y venta de quinua. Esto es motivado básicamente por perseguir intereses individuales por sobre el desarrollo organizacional. Así se puede observar que el éxito de corto plazo de iniciativas basadas en quinua son más de índole personal familiar, más que colectivas.

Se observa, en general, que la producción de quinua se concentra en manos de agricultores de avanzada edad, lo cual representa un rango etario con poca disposición a desarrollar innovación.

La quinua como rubro posee una alta dependencia a subsidios estatales y un fuerte apego al asistencialismo, provocando poca motivación al emprendimiento y generación de recursos.

A nivel nacional no existe una industria consolidada para la fabricación de equipos y maquinarias para el cultivo y procesamiento del grano de quinua.

Existe carencia de asesoría especializada y de formación de capital humano avanzado.

B. DETERMINACIÓN DE LOS HÁBITOS Y FORMAS DE CONSUMO DE LA QUINUA A NIVEL NACIONAL

A partir de estudios realizados por FAO⁶, se han descrito recientemente las tendencias nacionales de hábitos y formas de consumo de quinua. El estudio consistió en una caracterización nacional en base a la aplicación de una encuesta diseñada para consumidores de quinua vía on-line.

Al analizar la información del estudio, se describe a la Región Metropolitana como la que concentró la mayor cantidad de encuestas contestadas: el 69% de su total. Le sigue la Región de Arica y Parinacota con el 7% de encuestas y luego las regiones de Valparaíso, del Libertador Bernardo O'Higgins y de la Araucanía con un 4%. La Región de Aysén fue la única que no registró encuestas.

La distribución etaria de los encuestados se distribuyó mayoritariamente dentro del rango de 20-30 años en un 47% de las encuestas, seguido por el rango etario de 31-40 años con un 27% de ellas. A partir de la distribución de la información de las encuestas fue posible observar una tendencia a la disminución en el porcentaje de participación en la medida que aumenta la edad, lo cual podría estar influido por un factor de alfabetización digital. No obstante, el grupo participante de más de 41 años representó el 21% de los consultados. Los resultados de distribución de género en el estudio revelaron la participación mayoritaria de mujeres, representando un 69% del total, mientras que el 31% restante fueron hombres.

6. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO, “Estudio de Consumo y Nutrición en Quínoa” TCP/RLA/3514 fase II TCP/RLA/3407

El estudio en modalidad on-line reveló que el consumo de quinua no estaría asociado a un factor cultural ligado a la etnicidad, ya que el 98% de los encuestados declaró no pertenecer a algún grupo originario (ej. aymara, atacameño o mapuche). Los resultados indicaron que un bajo porcentaje de los consumidores de quinua sí pertenecen a alguna etnia, siendo los mapuche el grupo de mayor de participación (1,3%) en relación a aymaras (0,5%) y atacameños (0,2%).

Dado, que el consumo de quinua en Chile está tradicionalmente presente en comunidades indígenas, el acceso a tecnologías de información y comunicación en áreas rurales sería una limitación importante para la cuantificación general de la participación étnica en el consumo de este alimento en el país.

Respecto a la relación entre consumo de quinua e ingreso mensual por hogar, las encuestas demostraron que el 41% de los participantes declaró un ingreso mensual por hogar entre 1,3 y 2,0 millones de pesos, seguido de un 30% con un rango de ingreso mensual de entre 0,6 y 1,2 millones de pesos. No obstante, un grupo representado por un 9% de los encuestados declaró un ingreso entre 200 y 500 mil pesos mensuales, y un 20% ingresos mensuales por sobre los 2 millones de pesos. A partir del análisis de la información, se pudo observar además que el 91% de los encuestados posee un ingreso mensual por hogar por sobre los 600 mil pesos, lo cual se correlaciona con los estratos medio y alto de la segmentación socioeconómica en Chile⁷.

Ante la pregunta ¿Por qué consume quinua?, los resultados demostraron que la mayoría de los encuestados reconocen que es nutritiva (44%), seguido por los atributos de su buen sabor (25%) y facilidad de preparación (20%).

7. AIM, 2015. <http://bit.ly/11FLZvz>

Respuestas relacionadas a esta pregunta, tales como “por razones de salud” y “está de moda” representaron el 5 y 2%, respectivamente. El 4% de los encuestados declaró la categoría de “otro”, la cual se sub dividió en respuestas relacionadas a su condición de alimento “sano”, “alternativa de reemplazo de la carne”, “es saludable”, “posee un alto poder de saciedad”, “es un producto ancestral”, “posee una alta versatilidad para diferentes preparaciones culinarias”, dentro de las más recurrentes.

En respuesta a la consulta ¿Cuándo comenzó a consumir quinua?, la mayoría de los encuestados (77%) comenzó a hacerlo durante los últimos 5 años, y solo un 32% declaró que lo hicieron durante el último año. También se reveló que el 22% de los participantes inició su consumo hace más de 5 años, indicando así una tendencia al aumento de las personas que incluyen este alimento en su dieta en el país.

La distribución de respuestas relacionadas al origen de la compra de quinua en el país reveló que la mayoría de los encuestados (34%) declaró que el principal lugar es en las cadenas de supermercados, seguido de un 18% en ferias, 18% en tostaderías, 11% en tiendas orgánicas y 11% a vendedores particulares. Solo una fracción mínima señaló que la adquieren on-line (2%). El 6% de los encuestados declaró como respuesta la categoría “otro”, que tuvo como respuestas recurrentes la “compra directa a productores (agricultores)”, “compra en la Vega Central” y “compra a cooperativas agrícolas”.

Ante la pregunta ¿Qué tipo de quinua consume?, el análisis demostró que la mayoría usa quinua blanca (48%), seguido de quinua amarilla (17%). El consumo de quinua roja y negra registró una baja proporción en las respuestas, representando un 2 y 3% de las encuestas, respectivamente. La opción de respuesta “no sabe de qué tipo es” estuvo representada por el 31% de

los encuestados. Es interesante destacar la alta proporción de esta respuesta, que en la práctica indica una baja capacidad de reconocimiento de las categorías de color de la quinua, lo cual podría representar en parte una confusión al momento de separar entre las variedades blanca y amarilla, que fueron las principales respuestas registradas.

En relación a cuál sería un precio conveniente para la compra de un kilo de quinua, los resultados señalaron que el 51% de los encuestados estiman adecuado pagar por un kilo entre 3 mil y 4 mil pesos, con una disminución en la proporción de encuestados que consideran conveniente pagar sobre los 4 mil pesos. Para la opción “otro” en la encuesta, el 9% de los participantes declaró mayoritariamente conveniente un precio de entre 2 mil a 3 mil pesos por kilo de quinua.

Respecto a la frecuencia de consumo de este alimento, la mayoría de los participantes (64%) dijo no consumirla todas las semanas. Asimismo, se pudo observar una disminución en el número de encuestados en la medida que aumenta la frecuencia de consumo de quinua durante la semana.

En lo que se refiere al tipo de preparaciones en el cual se consume quinua en Chile, los resultados de las encuestas mostraron que la más frecuente fue “acompañamiento de plato de fondo” (44%) y como “ensaladas” (32%), seguidas por como “cereal” al desayuno (12%), “colación” tipo snack (6%) y “postres” (4%). En la opción “otro”, representada por el 2% de las respuestas, se declara frecuentemente preparaciones tales como “guisos”, “pan” y “sopas”.

En relación a los horarios de consumo, se observó que declararon mayoritariamente hacerlo en horario de “almuerzo” (48%), seguido de “cena” (28%) y “desayuno” (11%). Una baja proporción de

los encuestados señaló comerla entre horario de comidas principales (desayuno/almuerzo/cena), no obstante, representó un 10% de las preferencias en forma conjunta. En la opción “otro”, destacó el consumo de quinua fuera del horario de comidas principales para situaciones de alimentación al aire libre (picnic) con el 1% de las respuestas.

Respecto a la percepción de los encuestados en relación a lo que se requiere para mejorar el consumo de quinua en Chile, el análisis en orden de importancia reveló que las variables más importantes fueron en una primera categoría: “información nutricional” (95%) y “precio justo” (94%). En una segunda categoría aparecieron las variables de: “difusión” (88%) y “recetas” (87%); y por último las de: “nuevos productos” (69%), “diferenciar producción orgánica v/s convencional” (65%) y “diferenciar producto chileno v/s extranjero” (57%).

Conclusiones y perspectivas relativas al consumo de la quinua en Chile

A partir de los resultados se plantean las siguientes conclusiones relativas al consumo de quinua en Chile:

- Se observa una relación entre la distribución de la superficie de cultivo de este alimento en Chile y la distribución porcentual de su consumo representado por el origen geográfico de los encuestados, lo cual da cuenta de un factor promotor de la producción local de quinua en el consumo.
- En base a la información de las encuestas, se observa un reducido consumo a través de productos elaborados, lo cual plantea el desafío de generar instancias de diferenciación de la producción primaria de quinua en el país.
- Existe la necesidad urgente por parte de los consumidores

habituales de quinua de acceder a un menor precio en el mercado nacional.

- Considerando el valor de mercado en los principales centros de compra de este producto (supermercados, tostaderías y ferias) y los costos de producción de quinua limpia a nivel nacional, se sugiere la necesidad de desarrollar un mercado efectivo basado en una estrategia de comercio justo.
- A partir de la información de los lugares en donde los consumidores compran quinua en el país, se recomienda el fortalecimiento de la comercialización basada en circuitos de proximidad o circuitos cortos, de manera de favorecer la venta directa de este alimento o a través de un solo intermediario.
- El mercado en tostaderías y ferias representa un equivalente al poder de compra en supermercados en el país, siendo un referente importante para la oferta de quinua nacional si se considera que la oferta en redes de supermercados se basa en producto extranjero.
- Se requiere del desarrollo de una estrategia de valorización y diferenciación de los distintos tipos de quinua presentes en Chile para lograr la diferenciación comercial de la producción nacional.
- A partir de los resultados del estudio se recomienda considerar en futuras estrategias de promoción de consumo de este alimento, factores de distribución étnica, género, difusión de información nutricional, tipos de quinua presente en Chile, desarrollo de sus normas de calidad, apoyo a la determinación de estructura de costos de la producción, desarrollo de circuitos cortos de comercialización, información de puntos de venta y precio para consumidores y finalmente el desarrollo y difusión de nuevas preparaciones y productos elaborados.



C. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA QUINUA Y DESARROLLO DE PRODUCTOS CON VALOR AGREGADO

i. Composición nutricional y fitoquímica de la quinua

Diversos estudios han reportado la composición nutricional de la quinua, destacando en particular el valor biológico de sus granos debido a su alta concentración de proteínas ($\leq 23\%$) (Bhargava et al., 2007; Miranda et al., 2012; 2013), contenido de almidón y fibra dietaria alrededor de 60% y 13%, respectivamente (Ruales y Nair, 1994; Tapia et al., 1979; Repo-Carrasco-Valencia y Serna et al., 2011), contenido de aceites entre 4,5-8,7% (Ruales y Nair, 1993a; Repo-Carrasco et al., 2003), siendo la proporción de estos: 24% oleico, 54% linoleico y 4% α -linoleico (Wood et al., 1993; Fleming y Galwey, 1995).

Igualmente, la quinua es considerada una buena fuente de riboflavina, tiamina, ácido fólico, α - y γ -tocoferol, así como también cuenta con un mayor contenido de calcio, fósforo, magnesio, hierro, zinc, potasio y cobre en comparación con otros granos (Torrez et al., 2002; Jancurová et al., 2009; USDA, 2013a; Cuadro 3). Por otra parte, cantidades significativas de componentes bioactivos, tales como fitoesteroles, betainas, esqualeno, ecdisteroles, fagopiritoles, carotenoides, vitamina C y polifenoles (e.g. kaempferol y quercetina; Cuadros 2 y 3) han sido identificados en sus granos (De Simone et al., 1990; Berghofer y Schoenlechner, 2002; Taylor y Parker, 2002; Dini et al., 2004; 2005; Wijngaard y Arendt, 2006; Alvarez-Jubete et al., 2010), los cuales han sido ampliamente reportados tener efectos benéficos para la salud (Dini et al., 2010).

Cuadro 3. Contenido de nutrientes de Ch. quinua (USDA, 2013a).

NUTRIENTES	UNIDAD	VALOR POR 100G
PROXIMAL		
Agua	g	13,3
Energía	Kcal	368,0
Energía	KJ	1.539,0
Proteína	g	14,1
Lípidos totales (grasas)	g	6,1
Cenizas	g	2,4
Carbohidratos, por diferencia	g	64,2
Fibra, total dietaria	g	7,0
Almidón	g	52,2
MINERALES		
Calcio, Ca	mg	47,0
Fierro, Fe	mg	4,6
Magnesio, Mg	mg	197,0
Fósforo, P	mg	457,0
Potasio, K	mg	563,0
Sodio, Na	mg	5,0
Zinc, Zn	mg	3,1
Cobre, Cu	mg	0,6
Manganeso, Mn	mg	2.033,0
Selenio, Se	µg	8,5

NUTRIENTES	UNIDAD	VALOR POR 100G
VITAMINAS		
Tiamina	mg	0,4
Riboflavina	mg	0,3
Niacina	mg	1.520,0
Ácido pantoténico	mg	0,8
Vitamina B-6	mg	0,5
Vitamina C, ácido ascórbico total*	mg	22,4
Folato, total	mg	184,0
Betaína	mg	630,4
Luteína + zeaxantina	mg	163,0
Vitamina E (alfa-tocoferol)	mg	2,4
Tocoferol, beta	mg	0,1
Tocoferol, gamma	mg	4,6
Tocoferol, delta	mg	0,4
LÍPIDOS		
Ácido grasos, total saturados	g	0,7
Ácido grasos, total mono-insaturado	g	1.613,0
Ácido grasos, total poli-insaturado	g	3.292,0

Por su parte, las hojas de quinua también contienen una considerable cantidad de cenizas (3,3%), fibra (1,9%), nitratos (0,4%), vitamina E (2,9 mg α TE/100 g), sodio (289 mg/100 g), vitamina C

(1,2-2,3 g/kg) y 27-30 g/kg de proteínas (Bhargava et al., 2006); y al igual que sus granos, las hojas de quinua poseen una importante cantidad de compuestos bioactivos, tales como ácido ferúlico, sinapínico y gálico; kaempferol, isorhamnetina y rutina (Gawlik-Dziki et al., 2013). A pesar de la naturaleza de su composición, una serie de factores llamados antinutricionales en sus granos, también han sido descritos, incluyendo taninos, inhibidores de proteasas, ácido fítico y saponinas (Chauhan et al., 1992; Ruales y Nair 1993b). Así, la principal desventaja de la quinua ha sido el sabor amargo de sus granos debido a saponinas presentes en las capas externas de su semilla, el cual ha sido ampliamente descrito como antinutriente debido a su fuerte actividad de unión a minerales (Brady et al., 2007). Pese a esto, un creciente número de evidencias han demostrado que las saponinas podrían tener efectos benéficos para la salud (e.g. efecto anticarcinogénico y disminución del colesterol) (Alvarez-Jubete et al., 2010; Kuljanabhagavad et al., 2008).

Los polifenoles son metabolitos secundarios bioactivos de las plantas que están ampliamente presentes en alimentos de origen vegetal. Los tres principales tipos de polifenoles son los flavonoides, ácidos fenólicos y taninos, los cuales actúan como potentes antioxidantes (Repo-Carrasco-Valencia et al., 2010). Los polifenoles además pueden contribuir a la amargura, astringencia, color, sabor y estabilidad oxidativa de los alimentos (Han et al., 2007; Scalbert et al., 2005; Shahidi & Naczki, 1995).

El efecto de los compuestos fenólicos en la dieta ha sido de gran interés en la actualidad debido a sus múltiples propiedades, tales como su capacidad antioxidante, protección cardiovascular, antialérgica, antiinflamatoria, antiviral y actividad anticarcinogénica (Nishibe et al., 1996; Dini et al., 2004, Aalinkel et al., 2008; Pasko et al., 2008; Khan et al., 2010). La actividad antioxidante y presencia de compuestos fenólicos en el grano de quinua ha

sido descrita en los últimos años usando diferentes metodologías (Zhu et al., 2001; Nsimba et al., 2008; Pasko et al. 2008, Repo-Carrasco-Valencia et al., 2010; Miranda et al., 2013). Así, el contenido de fenoles totales y capacidad atrapadora de radicales libres (DPPH) en sus granos, han mostrado valores promedio de 1,11 y 42,3 mg de equivalente de ácido gálico/g, respectivamente. Estos valores son ampliamente superiores a los obtenidos en semillas de cereales tradicionales como cebada, trigo, arroz y mijo (rango entre 0,16 a 0,36 y 2,5 a 17,7 mg de equivalente de ácido gálico/g, respectivamente), revelando así el gran potencial como sustitutos de cereales (Asao y Watanabe, 2010; Djordjevic et al., 2010).

Recientemente se ha reportado el contenido de ácidos fenólicos en quinua (Cuadro 4), compuesto principalmente por los ácidos cafeico, ferúlico, p-cumárico, p-OH-benzoico, vanilínico, gálico y cinámico (Repo-Carrasco-Valencia et al., 2010; Pasko et al., 2008). Asimismo, el contenido de flavonoides está compuesto predominantemente por quercetina y kempferol, mientras que algunas variedades presentan abundantemente orientina, vitexina y rutina (Pasko et al., 2008; Alvarez-Jubete et al., 2010; Hirose et al., 2010; Repo-Carrasco-Valencia et al., 2010)(Cuadro 5).

Debido a que la presencia de flavonoides en plantas comestibles mejora el valor nutracéutico en términos de efectos en la promoción de la salud, su contenido en varias especies vegetales ha sido recientemente publicado en línea a partir de diferentes estudios (USDA, 2013b). Pese a esta valiosa herramienta, el contenido de flavonoides de quinua aún no es considerado, a pesar de ser un alimento funcional más efectivo, en términos de fuente de flavonoides bioactivos, entre granos convencionales cereales y pseudo cereales, superando incluso el contenido de flavonoides presente en bayas como arándano rojo y agrio (*Vaccinium vitis-idaea* y *Vaccinium macrocarpon*).

Cuadro 4. Contenido total (mg/100 g) de ácidos fenólicos solubles en semillas¹ y hojas² de Ch. quinua.

Compuesto	Unidad	PASKO ET AL. (2008) ^{*, 1}	REPO-CARRASCO-VALENCIA ET AL., (2010) ^{†, 1}	GAWLIK-DZIKI ET AL., (2013) ^{‡, 2}
		Valor por 100 g	Valor por 100 g	Valor por 100 g
Ácido cafeico	mg	4,0	0,7 ± 0,4	s.d.
Ácido ferúlico	mg	s.d.	15,0 ± 3,0	76,2 ± 4,2
Ácido o-cumárico	mg	s.d.	s.d.	0,23 ± 0,02
Ácido p-cumárico	mg	s.d.	8,0 ± 7,0	3,3 ± 0,3
Ácido p-OH-benzoico	mg	7,7	2,9 ± 0,6	1,0 ± 0,1
Ácido vanílico	mg	4,3	11,0 ± 2,0	2,3 ± 0,2
Ácido gálico	mg	32,0	s.d.	16,3 ± 1,2
Ácido cinámico	mg	1,0	s.d.	s.d.
Ácido clorogénico	mg	s.d.	s.d.	3,7 ± 0,2
Ácido siríngico	mg	s.d.	s.d.	1,9 ± 0,01
Ácido sinapínico	mg	s.d.	s.d.	19,3 ± 1,13
Ácido benzoico	mg	s.d.	s.d.	0,15 ± 0,02
TOTAL	mg	49,0	37,0 ± 9,0	124,4 ± 7,4

[†] Contenido promedio de diez genotipos distintos de quinua.

^{*} Contenido de solo un genotipo de quinua proveniente de Bolivia.

[‡] Contenido de solo un genotipo (cv. Faro, Chile), cultivado en Polonia obtenido a partir de tres experimentos independientes.

Recientemente, se ha reportado por primera vez en semillas de quinua el contenido de los glicósidos daidzina (4',7-dihidroxiisoflavona) y genistina (4',5,7-trihidroxiisoflavona) y sus respectivas agliconas, daidzeina y genisteina, (Lutz et al., 2013). Estas isoflavonas son consideradas como fitoestrógenos debido a su habilidad de unirse a receptores de estradiol (RE) (Ye et al., 2009). Diversos análisis de estas isoflavonas en los alimentos han determinado una gran variedad en su contenido, siendo principalmente encontrados en

los granos de leguminosas como glicósidos de daidzeina, genisteina y gliciteina. No obstante, en harinas de cereales (avena, trigo y maíz), la presencia de estos compuestos ha sido reportada a nivel de trazas o sin niveles cuantificables (Adlercreutz y Mazur, 1997; Horn-Ross et al., 2000; Liggins et al., 2002; USDA, 2008). Así, el contenido de daidzeina y genisteina en semillas de quinua a partir de ecotipos locales de Chile ha sido reportado entre 0,7-1,15 y 0,05-0,25 mg/100 g, respectivamente; mientras que en semillas comerciales de quinua el contenido de daidzeina y genisteina varió entre 0,78-2,05 y 0,04-0,41 mg/100 g, respectivamente. La concentración de estas isoflavonas en plantas, en general, depende de factores tales como diversidad genética, influencia medio ambiental, condiciones de cosecha y procesamiento (Tsukamoto et al., 1995). Es interesante que aquellas semillas de quinua de color oscuro provenientes de zonas altas en los Andes (altiplano) presentaron mayor contenido de isoflavonas, demostrando el potencial como una fuente de compuestos bioactivos promotores de la salud (Lutz et al., 2013).

Cuadro 5. Contenido de flavonoides en semillas¹ y hojas² de Ch. quinua (mg/100 g).

Compuesto	Unidad	PASKO ET AL. (2008) ^{†, 1}	REPO-CARRASCO-VALENCIA ET AL., (2010) ^{†, 1}	GAWLIK-DZIKI ET AL., (2013) ^{‡, 2}
		Valor por 100 g	Valor por 100 g	Valor por 100 g
Mirecetina	mg	s.d.	0,5 ± 0,5	s.d.
Quercetina	mg	s.d.	36,0 ± 13,0	0,68 ± 0,06
Kaempferol	mg	s.d.	20,0 ± 20,0	4,6 ± 0,5
Isorhamnetina	mg	s.d.	0,4 ± 0,7	0,31 ± 0,02
Rutina	mg	36,0	s.d.	6,2 ± 0,6
Orientina	mg	107,6	s.d.	s.d.
Vitexina	mg	70,9	s.d.	s.d.
Morina	mg	8,9	s.d.	s.d.
Hesperidina	mg	0,2	s.d.	s.d.
Neohesperidina	mg	0,2	s.d.	s.d.
TOTAL	mg	223,8	58,0 ± 13,0	11,8 ± 1,2

[†] Contenido promedio de diez genotipos distintos de quinua.

^{*} Contenido de solo un genotipo de quinua proveniente de Bolivia.

[‡] Contenido de solo un genotipo (cv. Faro, Chile), cultivado en Polonia obtenido a partir de tres experimentos independientes.

ii. Efecto del procesamiento en el valor nutricional de la quinua

La quinua tiene sustancias amargas y saponinas que deben ser eliminadas antes de su consumo. Tradicionalmente, el grano se lava en agua corriente, pero este método provoca la contaminación de ríos y lagos. Otros métodos consisten en: retirar físicamente el pericarpio y, aunque no provoca la contaminación de los ríos, algunos de sus nutrientes se pierden. Otro es descascarar la quinua mediante la abrasión con el uso de máquinas, siendo posible reducir el contenido de saponinas, sin pérdida importante de nutrientes. Ridout et al. (1991) compararon la eliminación de saponinas por lavado y la abrasión y encontraron que niveles similares de reducción de saponina pueden ser alcanzados por ambos métodos.

Una combinación de los dos métodos para la eliminación de saponinas parece ser lo más adecuado: usando un corto período de pulido abrasivo como primer paso y luego el lavado como segundo paso, es posible reducir el contenido de saponinas a un nivel aceptable sin la pérdida de nutrientes. En el futuro, puede ser posible aplicar un método enzimático utilizando enzimas de *Eurysacca quinuae* Povolny. Sin embargo, este método todavía no se ha comercializado (Jacobsen et al. 2003).

Existen diferentes estudios que analizan los efectos del procesamiento de la quinua sobre su valor nutricional, entre ellos podemos referir los siguientes:

- Ruales y Nair (1993) determinaron el contenido de la fibra dietética en muestras crudas y procesadas de la quinua, encontrando un 13.4% de fibra dietética total para la quinua cruda, el que fue disminuido solamente en quinua cocida, mientras que en muestras de auto clavados y centrifugados seguía igual. Algo de la fibra soluble fue perdida durante la cocción y en muestras esterilizadas la disminución fue

probablemente debido a la despolimerización de los componentes de la fibra. Asimismo, investigaron el efecto de la cocción por extrusión de la quinua, encontraron que aumentó la digestibilidad in vitro del almidón, y que no hubo ningún efecto adverso sobre la digestibilidad in vitro de la proteína, indicando que el daño a los aminoácidos sensibles, tales como lisina, fue mínimo.

- Miranda et al. (2010) encontraron que el secado de quinua con aire tiene efecto importante en los compuestos fenólicos, reduciendo su cantidad, especialmente en temperaturas altas (60, 70 and 80 °C). Sin embargo, estos autores observaron una capacidad antioxidante más alta en la quinua deshidratada que en la fresca. Se sabe que los métodos de procesamiento tienen efectos variables en el contenido de compuestos fenólicos totales y en la actividad antioxidante de los alimentos, en general. Estos efectos incluyen pocos o nulos cambios, pérdidas importantes o mejoras en las propiedades antioxidantes. El procesamiento de los alimentos puede mejorar las propiedades de los antioxidantes naturales o puede causar la formación de nuevos compuestos con propiedades de antioxidante, resultando en una mejora en esta capacidad.
- Repo-Carrasco-Valencia et al. (2010) estudiaron el efecto del procesamiento en contenido de minerales (calcio, hierro y zinc) y en su biodisponibilidad en granos andinos. Ellos encontraron que la cocción causó reducción en el contenido de hierro en quinua, kañiwa y kiwicha. El tostado ocasionó disminución del contenido de hierro en kiwicha, pero no en la quinua y la kañiwa. En el caso de zinc, el proceso de cocción tuvo un efecto negativo en el contenido de este mineral en quinua y kañiwa, pero no en la kiwicha. El tostado redujo el contenido de calcio en quinua, pero no tuvo efecto en la kañiwa y kiwicha. Si se realiza una comparación en el contenido de hierro, calcio y zinc en los granos andinos con el contenido

de estos minerales en la harina de trigo sin enriquecimiento, podemos decir que los granos andinos son mejores fuentes de zinc, calcio y hierro que la harina de trigo.

- Repo-Carrasco-Valencia y Astuahuaman (2011) también investigaron el efecto de la cocción con extrusión en la composición química y fibra dietética en variedades de quinua. El contenido de la humedad, de la proteína, de la ceniza y de la fibra cruda y fibra dietética total e insoluble fue reducido durante el proceso de la extrusión en todas las variedades. Sin embargo, la disminución de la fibra dietética era significativa solamente en el caso de la variedad de Sajama. Al mismo tiempo, el contenido de la fibra dietética soluble aumentó durante el proceso de la extrusión. El aumento en el contenido de la fibra dietética soluble fue significativo en el caso del Blanca de Juli, de Kcancolla y del La Molina 89. Gualberto et al. (1997) también encontró una disminución del contenido de la fibra dietética insoluble y un aumento en el contenido de la fibra soluble durante el proceso cocción-extrusión, debido probablemente a la alta cizalla causada por velocidad del tornillo tan bien como a temperatura alta. La exposición al alto cizallamiento y temperatura causa desintegración de los componentes de la fibra creando partículas más pequeñas que sean solubles. Hay una transformación de algunos componentes insolubles de la fibra en fibra soluble durante la extrusión.

iii. Usos y formas tradicionales de la quinua

La quinua se consume tradicionalmente como grano cocido utilizándose en sopas, quispíño, tactte y pesqhe o como un reemplazo del arroz. El quispíño es un pan cocido hecho con harina de quinua cruda y grasa animal, que se utiliza para viajes largos y puede mantenerse conservado durante al menos seis meses sin

refrigeración, manteniendo su consistencia. El tactte es una torta pequeña hecha con harina de quinua, frita en grasa animal, de consistencia crujiente y mantiene su sabor durante un largo tiempo. El pesqhe es una papilla hecha con granos desaponificados de quinua (Mujica, 1994).

La quinua también se utiliza en la medicina tradicional por sus propiedades antiinflamatorias y desinfectantes y también como repelente de insectos. En Bolivia, la planta de quinua se utiliza para contusiones y luxaciones (Macia et al., 2005). Los mapuche, en Chile, usan la quinua como un diurético, para tratar infecciones catarrales, y externamente para el tratamiento de heridas y cortes (Houghton, Manby, 1985) y como muday, un tipo de bebida alcohólica hecha mediante la fermentación de granos, el cual ha tenido típicamente un uso ceremonial y en celebraciones.

El grano de quinua se puede moler para hacer harina, luego del lavado y perlado sin separar el pericarpio del germen por el tamaño muy pequeño del grano. Asimismo, otros métodos de procesamiento son mediante la expansión que se origina al calentar el grano en un recipiente de alta presión (cañón) generando la “quinua pop”; y mediante la cocción por extrusión generando “extruidos de quinua”.

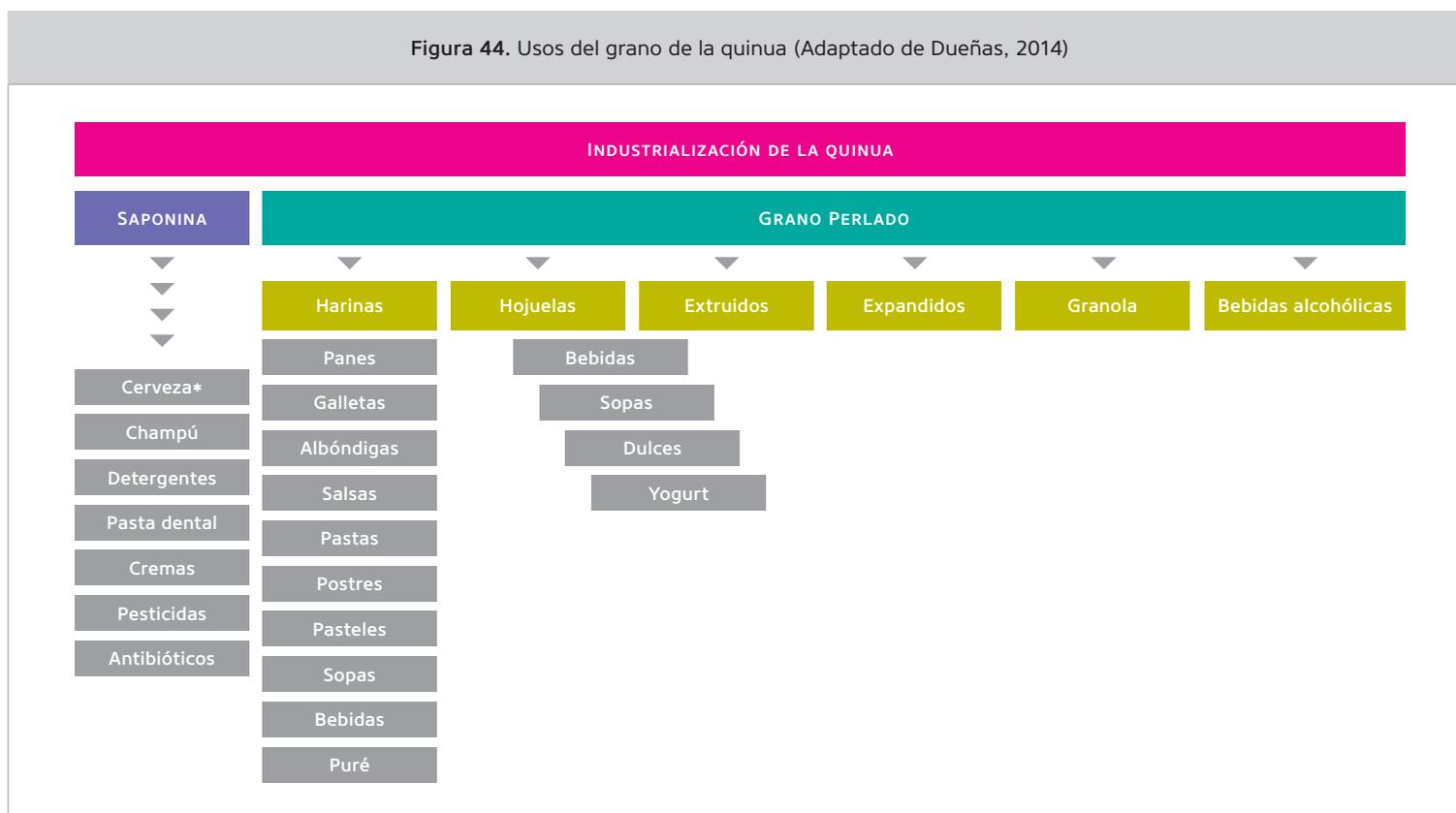
iv. Procesamiento de la quinua y desarrollo de productos con valor agregado

La quinua se consume en su totalidad (hojas, tallos, raíces y granos) en nutrición humana y animal, de sus hojas se puede obtener harina, colorante, ensaladas crudas y cocidas; del tallo de la planta se pueden obtener cenizas, concentrado para animales y celulosa; y de los granos, saponina y el grano “perlado”, de este último, es posible obtener harina, hojuelas, extruidos, expandidos y granola, entre otros (Figura 44).

El almidón de quinua tiene una excelente estabilidad frente al congelamiento y la retrogradación. Estos podrían ofrecer una alternativa interesante para sustituir almidones modificados químicamente. Este tiene posibilidades especiales de uso en la industria debido al pequeño tamaño del gránulo de almidón, por ejemplo, en la producción de aerosoles, pastas, producción de papel autocopiante, postres alimenticios, excipientes en la industria plástica, talcos y polvos antioffset.

Las saponinas que se extraen de la quinua amarga se pueden utilizar en la industria farmacéutica, cuyo interés se basa en su efecto de inducir cambios en la permeabilidad intestinal, lo que puede colaborar en la absorción de medicinas particulares y en los efectos **hypo**colesterolémicos. Adicionalmente, se mencionan las propiedades de la saponina como antibiótico y para el control de hongos entre otros atributos farmacológicos.

Figura 44. Usos del grano de la quinua (Adaptado de Dueñas, 2014)



Por la toxicidad diferencial de la saponina en varios organismos, se ha investigado sobre su utilización como potente insecticida natural, que no genera efectos adversos en el hombre o en animales grandes, destacando su potencial para el uso en programas integrados de control de plagas. El uso de la saponina de la quinua como bioinsecticida ha sido probado con éxito en Bolivia.

En alimentación humana se han estudiado diferentes procesos tecnológicos con el propósito de comprender mejor el comportamiento de distintas variedades de quinua en la preparación de productos alimenticios, tales como: quinua perlada, hojuelas, expandidos, germinados, harina, pastas, almidón, extruidos, refrescos, malteado, colorantes y aislados proteicos. Los siguientes productos enriquecidos con quinua: pastas, pizzas, galletas, cremas y sopas, hojuelas, turrone, granola, bebida instantánea, extruidos y chocolate con harina de granos de quinua han sido desarrollados y descrito por diferentes instituciones en sus países productores de Sudamérica, así como también en países fuera del área andina. Estas elaboraciones, además, describen el porcentaje de participación de harina de quinua en preparaciones como panes con 10%, pastas con 20%, fideos de 15% a 25%, en galletas 30%, en cremas y sopas 20%, en productos con chocolate 20%, en refrescos 15%, en granola y turrone 30% (Montoya-Restrepo et al., 2005; Mujica et al., 2006).

Quinua perlada

Se entiende como quinua perlada al grano seleccionado y desaponificado por medios fisicoquímicos y mecánicos, siendo apta para el consumo, estando libre de impurezas y factores antinutricionales. El contenido de saponina en el afrecho o cubierta de semillas de quinua representa \approx el 86 % del total de saponina en el grano integral (Ando et al., 2002).

Entre variedades y ecotipos de quinua y tipos de clasificación, se distinguen las quinuas dulces (con bajo contenido de saponina) y las amargas. El proceso de desamargado por escarificación consiste básicamente en el desprendimiento del episperma mediante la fricción mecánica de los granos secos sobre una superficie abrasiva (escarificación) y la separación del polvillo resultante, mediante ventilación, a lo que se puede añadir un lavado corto y secado (Tapia y Fries, 2007). En el proceso de obtención de harina y hojuelas de quinua y la quinua perlada, se incluye el proceso de perlado que es el descascarado de la quinua en seco (en descascarador) o por lavado en agua, o la combinación de estos (Repo-Carrasco-V. et al., 2007).

Quinua cocida

Entre los distintos métodos de cocción de las semillas, unos generan mayores pérdidas de proteína que otros (Cervilla et al., 2014). Brady et al. (2007) en la evaluación de los efectos de varios procesos térmicos sobre harina de quinua, apreciaron que el **precondicionamiento** con vapor ejerció efectos mínimos sobre el perfil químico de la harina de quinua.

En lo que se refiere a la cocción del grano, existe una disminución en los contenidos de hierro y zinc con respecto a la quinua cruda; en relación a la dializabilidad, la del hierro y el calcio fue menor en la quinua cocida y la del zinc mejoró significativamente, no obstante, el calcio presentó mayor dializabilidad. Los autores describieron que durante el tratamiento térmico los granos pierden su integridad y esto podría conducir a una menor interacción entre estos minerales y los inhibidores presentes en los granos, tales como componentes de la fibra dietética, fitatos y polifenoles, que forman quelatos que interfieren con la absorción mineral.

La textura de la quinua cocida difiere entre variedades, unas presentaron una textura más dura y otras más suave, asimismo, algunas fueron más adhesivas y otras no tanto. Ruales y Nair (1994a) investigaron las propiedades del almidón y la fibra dietética en semillas de quinua cruda y procesada; respecto a la digestibilidad in vitro del almidón de la quinua cruda fue 22 %, mientras que la cocida y de secado en tambor fueron 32, 45 y 73 %, respectivamente, y las saponinas no afectaron la digestibilidad del almidón aunque tendían a aumentar la viscosidad en el amilógrafo.

Respecto a la fibra dietética insoluble en las muestras no se vio afectada por el tratamiento térmico, y en la comparación con la muestra cruda, la fracción de fibra dietética soluble se redujo significativamente por la cocción (0,9 %) y el tratamiento en autoclave (1,0 %).

Con respecto a la proteína, los mismos autores en otro trabajo mencionaron que los tratamientos térmicos aumentaron la digestibilidad de la proteína en relación a muestras de quinua cruda y que solo la muestra cocida tratada durante 60 minutos presentó ligeramente menor digestibilidad que la obtenida para otras muestras tratadas con calor (Ruales y Nair, 1994b).

Tostado de la quinua

La pérdida de proteínas en el proceso de tostado también fue evaluada por estos autores. El tostado afectó negativamente el contenido de calcio, pero no al del hierro y el zinc; no hubo diferencia significativa entre la dializabilidad del hierro y el zinc entre los granos crudos y tostados, para el calcio sí hubo al disminuir por el tostado; la contribución potencial del zinc y el calcio fue menor significativamente en los granos tostados y respecto al hierro no hubo diferencia entre tostados y crudos.

Extruidos de quinua

La extrusión de alimentos es un sistema de cocción de alta temperatura, elevada compresión e intenso esfuerzo cortante (cizallamiento) en períodos cortos; se utiliza como medio de reestructurar material alimenticio con contenido de almidón y proteínas, y de esta forma elaborar diferentes tipos de alimentos texturizados (Quiroga et al., 2014). A criterio de Doğan y Karwe (2003), la calidad del producto extruido depende de los diversos cambios fisicoquímicos que ocurren durante la extrusión, tales como, la gelatinización, fusión del almidón e interacciones entre componentes. En tal sentido, analizaron el efecto de la temperatura (T, 130-170 °C), velocidad del tornillo (V, 250-500 rpm) y contenido de humedad (H, 16-24 % base húmeda) de la materia prima (harina de semillas de quinua) en las propiedades fisicoquímicas de productos extruidos de quinua.

En este grano la humedad excesiva actúa como lubricante secundario que impide la cocción adecuada de la masa por interrupción inducida del cizallamiento y, por otra parte, la harina de quinua necesita un entorno de alta cizalladura para un proceso de extrusión efectivo.

Brady et al. (2007) expresaron que la harina de quinua sometida a proceso de extrusión da como resultado un impacto significativo en el perfil químico en comparación con harina de quinua sin procesar. En resultados obtenidos por Repo-Carrasco-Valencia y Serna (2011), luego de un proceso de extrusión de semillas de quinua de cuatro variedades, ella afectó los componentes de humedad, proteína, grasa, fibra y cenizas disminuyendo los valores, mientras que para carbohidratos aumentaron los valores, en todas las variedades. La autora argumentó que es conocido que los métodos de procesamiento ejercen efectos variables sobre los compuestos fenólicos totales y la actividad antioxidante de

muestras de alimentos, entre los cuales se incluyen: poco efecto o ningún cambio, pérdidas significativas o mejora en las propiedades antioxidantes, por lo que el procesamiento puede mejorar las propiedades de los antioxidantes que se encuentran de forma natural o inducir la formación de nuevos compuestos con capacidad antioxidante, lo cual se traduce en que la actividad antioxidante, en general, aumenta o se mantiene sin cambios (Şensoy et al. 2006).

Sundarrajan (2014) caracterizó químicamente quinua, amaranto, cañihua y lupino antes y después del proceso de extrusión para conocer los efectos; ensayaron 2 temperaturas (140 y 160 °C) y harina con diferentes contenidos (20 y 50 %) en mezcla con una harina comercial denominada “polenta” (Risenta AB, Sollentuna, Suecia). Para quinua, el extruido 20 % presentó mayor contenido de los ácidos grasos oleico, linoleico y linolénico a 140 °C y por el contrario en el extruido 50 % los contenidos fueron mayores a 160 °C, este último representó el mayor contenido entre los tratamientos con quinua para los ácidos grasos citados. Quinua para ambas temperaturas y porcentaje de mezcla 50 % mostró mayor contenido de vitamina E en los extruidos que para ambas temperaturas en la mezcla 20 % y aparentemente no hubo un efecto por causa de la temperatura. Quinua para ambas temperaturas y porcentaje de mezcla 50 % mostró mayor contenido fenólico total en los extruidos que para ambas temperaturas en la mezcla 20 % y el efecto de la temperatura no fue significativo. Villacrés et al. (2013) señalaron que el procesamiento afecta en diversos grados la concentración de ácidos grasos, en algunos casos positivamente y en otros negativamente. En la presentación de resultados para 4 variedades de quinua, la relación ácidos grasos poliinsaturados/ácidos grasos saturados disminuyó debido a la extrusión en 3 variedades significativamente, mientras que en una variedad fue no significativa; adicionalmente, el contenido de vitamina E también disminuyó de manera importante en las 4

variedades, en unas más que en otras. Es posible producir extruidos a partir de granos de quinua mezclados solo con agua, sin ningún ingrediente, y a partir de amaranto también (Gearhart y Rosentrater, 2014).

Pan de quinua

El pan forma parte de la dieta común en todo el mundo (Natri et al., 2006) y en todas las clases sociales (Osuna et al., 2006) y es fundamentalmente elaborado con trigo, el cual es bajo en lisina. En harinas compuestas de trigo y quinua, con miras a formulaciones para panificación, a mayor incremento en la sustitución parcial de quinua en relaciones porcentuales, mayores cambios desfavorables en las propiedades reológicas y texturales; las variables más significativas son la dureza, tasa de gelatinización y retrogradación del almidón, y la variedad de quinua empleada influye en las propiedades (Díaz-S. y Hernández-G, 2012; Díaz-Salcedo, 2013). Por otra parte, favorables en términos nutricionales, la quinua confiere incrementos en los contenidos de proteína, fibra dietética y cenizas (Hofmanová et al., 2014b).

En ensayos sobre la quinua como ingrediente en la elaboración de pan, Stikic et al. (2012) observaron que la adición de 20 % de semillas resultó en un efecto positivo en las características reológicas de la masa, el contenido de proteína en el pan se incrementó alrededor de 2 % y los atributos sensoriales de los panes fueron excelentes. Demin et al. (2013), investigaron la posibilidad de inclusión de semillas de quinua y trigo sarraceno en varios niveles porcentuales a la harina de trigo (20 % quinua + 10 % sarraceno; 10 % quinua + 20 % sarraceno; 20 % quinua + 20 % sarraceno). Como tratamientos previos las semillas fueron hervidas en agua (1:1,5; p/v) y enfriadas hasta 30-40 °C; con respecto a la reología de las masas, la adición de los pseudocereales influyó características reológicas, las diferencias en absorción de agua encontradas fueron pequeñas aunque las masas

suplementadas absorbieron más agua (61,25- 63,80 %) que la masa de trigo (50 %). El ablandamiento típico de la masa de trigo después de 15 minutos de amasado se registró para el trigo, pero no para las masas suplementadas con las semillas, por el contrario, debido a la subsiguiente absorción de agua de la masa durante el amasado, se produjo endurecimiento de la masa; indicando que las diferencias en tamaño y características estructurales y mecánicas de las semillas de quinua y trigo sarraceno influyeron significativamente en la cantidad de agua absorbida durante la preparación de las semillas y más aún durante el amasado. El resultado de las interacciones fue que el grado de endurecimiento de la masa suplementada con 30 % de las semillas (10 % quinua + 20 % sarraceno) fue 227,5 BU (unidades Brabender), mientras que en la masa suplementada con 40 % de semillas (20 % quinua + 20 % sarraceno) donde había la misma cantidad de trigo sarraceno, 20 % de quinua tuvo un efecto predominante sobre el grado de endurecimiento (147,5 BU). El volumen específico de los panes con adición parcial de pseudocereales al compararse con el del control (trigo) fue el mismo para 20 % quinua + 20 % sarraceno (4,6 mL/g) y ligeramente mayor en las otras 2 formulaciones (4,78 y 5,35 mL/g). Los panes con sustitución parcial de trigo presentaron, con respecto al control, incrementos en los contenidos de proteína (\approx 2,0-2,4 %), grasa (\approx 1,1-1,9 %), fibra (\approx 0,4-0,6 %) y disminución en cenizas y almidón; adicionalmente, cabe destacar que hubo en los panes un incremento de los minerales Ca y P.

En pan elaborado con 100 % harina de quinua proveniente de semillas rojas y también amarillas, Brend et al. (2012) evaluaron el efecto del horneado sobre los compuestos fenólicos, flavonoides y la actividad antioxidante (ensayo FRAP). De manera similar a lo ocurrido durante la cocción de las semillas (como ya se comentó), en el pan elaborado con semillas rojas se registraron mayores

valores en todas las determinaciones, con respecto al elaborado con semillas amarillas, y el horneado no causó cambios significativos en los compuestos fenólicos totales. Los flavonoides totales sí se vieron afectados con significativa reducción en ambos panes, y hubo incremento en la actividad antioxidante del pan de semillas rojas mientras que en el de semillas amarillas no se registraron cambios; los autores consideraron que este incremento en la actividad pudo deberse a productos de la reacción de Maillard durante el proceso térmico.

Pastas de quinua

Las pastas alimenticias (fideos, tallarines y afines) son productos no fermentados, resultantes del amasado y moldeado de mezclas no fermentadas, generalmente, elaboradas a partir de harina blanca o sémola obtenida del trigo duro sin levadura y con agua (Mujica et al., 2006).

Además de la convencional, puede ser enriquecida, suplementada, fortificada (Fuad y Prabhasankar, 2010). Hoy en día, se pueden obtener pastas a partir de una mezcla porcentual con otras harinas, por lo que el uso de la harina de quinua en la elaboración de pastas, es una alternativa promisorias en la industria alimentaria (Mujica et al., 2006).

En estándar del Codex Alimentarius, los términos “fortificación” y “enriquecimiento” se asumen como sinónimos y se definen como: “la adición de uno o más nutrientes esenciales a un alimento, tanto si está, como si no está contenido normalmente en el alimento, con el fin de prevenir o corregir una deficiencia demostrada de uno o más nutrientes en la población o en grupos específicos de la población” (FAO/OMS, 1991).

Astaíza et al. (2010) elaboraron pastas sustituyendo sémola de trigo durum por harina integral de quinua en cantidades porcentuales de 30, 40 y 50 % en la fase sólida, a las que también se les adicionó huevo en la fase líquida. Para variables culinarias comparando con una pasta control (100 % sémola de trigo), encontraron que hubo incremento en el tiempo de cocción por efecto de la sustitución parcial para todas las pastas (10 minutos adicionales) y las pérdidas por cocción fueron mayores; y entre las pastas con sustitución parcial, la pérdida fue mayor, y el valor porcentual de agua absorbida y de incremento en peso disminuyeron al incrementarse el porcentaje de sustitución. En base a los resultados y los de prueba de aceptación sensorial por consumidores, seleccionaron la pasta con 30 % de sustitución por quinua.

Slinkard (2014) formularon pastas que incluían combinaciones de harinas de garbanzo (*Cicer arietinum*) y quinua (respectivamente, 5:25, 10:20, 15:15, 20:10, 25:5) en sustituciones parciales de sémola y 1 control; la masa de fórmula 5:25 fue seca y dura para trabajarla y luego de elaborada la pasta presentó mayor dureza. Las de mayor relación de garbanzo (20:10, 25:5) fueron de masa más manejables y una vez elaboradas las pasta estas presentaron menor dureza; aunque hubo pérdidas por cocción, no existió diferencias entre las formulaciones, pero sí en comparación con el control. En el perfil de textura emulando la mordedura humana entre todas las pastas no hubo diferencias significativas para la adhesividad y la elasticidad. En cohesividad solo la pasta con fórmula 25:5 fue la menos cohesiva y se distinguió significativamente del resto de las formulaciones que conformaron un grupo homogéneo que siguió un orden de cohesividad luego del control (que fue el que tuvo mayor cohesividad). En masticabilidad todas las pastas a excepción de la fórmula 20:10 fueron significativamente más masticables que la pasta control, y a mayor cantidad de quinua en la pasta, mayor masticabilidad, lo que demostró el

efecto de la harina de quinua sobre las propiedades texturales de pasta de sémola. En este tipo de pastas la mayor incorporación de garbanzo (25:5) tuvo un efecto positivo en el incremento de la proteína, grasa, fibra y cenizas mientras que para la mayor adición de quinua (5:25) fue negativo, aunque al comparar la pasta con mayor adición de quinua versus el control, la quinua presentó mayores contenidos de grasa, fibra y cenizas, pero no de proteína. Después del control, la pasta con mayor adición de quinua (5:25) fue la más favorecida en la prueba de aceptación de consumidores, aún cuando en la medición del color esta pasta resultó ser la más oscura de todas.

Bebidas de quinua

El uso de la harina de quinua para procesar bebidas incluye las fermentadas y no fermentadas, estas bebidas, poseen propiedades nutricionales y tonificantes satisfactorias para complementar la alimentación humana. Las bebidas fermentadas se elaboran de quinua molida, agua y saborizantes naturales (clavos de olor, canela). El uso de granos germinados o malteados y molidos aumenta la calidad de bebida; generalmente, las bebidas no fermentadas (refrescos y néctares) se procesan de la mezcla de quinua molida o extruida, frutas y agua (Mujica et al., 2006).

Luego de pruebas preliminares y ensayos previos en formulación, Cerezal-Mezquita et al. (2012) obtuvieron dos bebidas a partir de la mezcla de extractos líquidos de lupino, quinua y algarrobo en proporciones respectivas de bebida A 40:21:15 y B 40:25:15, saborizadas con pulpa de frambuesa (A 20% y B 15%) y con adición de azúcar (A 4% y B 5%). En la evaluación sensorial la mayor aceptación fue por la bebida A, atribuida al mayor contenido de frambuesa; esta en relación a la realizada en base a soya utilizada como referencia superó en 2,2 veces el contenido de proteína, en cenizas duplicó, y en lípidos y fibra fue inferior en



3,3 y 8,7 veces, respectivamente. Los autores concluyeron que la bebida A es capaz de suplementar entre un 6 y 7 % del total de las proteínas que requieren preescolares de 2 a 5 años en su dieta diaria y el perfil de aminoácidos de la formulación corroboró que la cantidad de aminoácidos esenciales aportada suplementa el 3 % del requerimiento diario establecido por el patrón de la FAO, excepto el triptófano.

El-Deeb et al. (2014) usaron un extracto acuoso de semillas de quinua para la elaboración de una bebida fermentada y saborizada basada en la sustitución parcial o el reemplazo total de leche descremada de búfala: los tratamientos fueron: 100 % leche (control), sustitución de leche por extracto de quinua en un 25 (T1), 50 (T2) y 75 % (T3), y 100 % extracto de quinua (T4). Se adicionó aceite de coco (2 %), sacarosa (4 %), CMC (0,4 %) vainilla (0,1 %) y se utilizaron 2 especies de microorganismos como cultivos iniciadores. El experimento se repitió 3 veces y las bebidas se almacenaron a $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 10 días y se evaluaron química, microbiológica y sensorialmente a diferentes tiempos de almacenamiento (0, 3, 7 y 10 días). La acidez titulable en todas las bebidas se incrementó durante el tiempo de almacenamiento y la tendencia fue a ser menor a mayor contenido del extracto (principalmente en T3 y T4), mientras que respecto al pH la tendencia fue opuesta a la de la acidez. Los contenidos de sólidos totales y carbohidratos disminuyeron en función de una mayor cantidad del extracto de quinua y durante todo el almacenamiento. Entre los contenidos de proteína, grasa y cenizas del control y de todos los tratamientos, en líneas generales, no fueron significativas, asimismo fue observado que el contenido de grasa no se vio afectado durante el período de almacenamiento. El contenido de minerales disminuyó en función de un mayor contenido del extracto de quinua, no obstante, con el hierro ocurrió lo contrario. Los aminoácidos disminuyeron en función de un mayor

contenido del extracto de quinua, excepto fenilalanina, metionina, histidina y leucina; los autores atribuyen la reducción de aminoácidos a la operación de lavado de las semillas de quinua y al proceso de elaboración; microbiológicamente, el conteo bacteriano total fue alto en todas las bebidas después de 3 días, disminuyó a los 7 y continuó decreciendo hasta el final del período. Los mohos y levaduras, inicialmente no presentes, se detectaron en todas las bebidas a los 7 días; en la evaluación sensorial de los atributos 'flavor', cuerpo y textura, color y apariencia, realizada por 10 panelistas, T1 y T2 obtuvieron el mayor puntaje en tiempo 0 días para todos los atributos (asumido como puntaje total) seguido del control, a los 3 días T1 y el control seguido de T2, a los 7 días no hubo diferencias entre las bebidas, y a los 10 días T4, seguido de T3 y luego un grupo homogéneo conformado por las demás bebidas.

Otros Productos

Formulación de barras de cereales: Este proceso involucra a los ingredientes secos y a los ingredientes del jarabe de aglutinación. Farinazzi-Machado et al. (2012) en la elaboración de barras de arroz con quinua, utilizaron de manera porcentual como ingredientes secos: hojuelas de quinua (39 %) y hojuelas de arroz (6); como ingredientes del jarabe de aglutinación: azúcar (14 %), jarabe de glucosa (26 %), maltodextrina (6 %), grasa vegetal (4,5 %), lecitina de soya (2,5 %) y agua (2,5 %).

Hojuelas de quinua: El grano es previamente desaponificado siguiendo el proceso de la quinua perlada, luego se seca hasta humedad aproximada de 15 a 16 %; las hojuelas de quinua se obtienen sometiendo el grano a presión entre rodillos de giro convergente, proceso similar al laminado de la avena. El tamaño de las hojuelas depende de la variedad o genotipo y del uso final que se destine, por ejemplo, un espesor entre 0,1 y 0,5 mm

(aceptado por el consumidor) o diámetro entre 3,5 y 4,5 mm. La integridad de las hojuelas depende de la variedad o genotipo, de la plasticidad del almidón (perispermo) del grano y la adherencia del embrión al perispermo, la adherencia del embrión está directamente relacionada con el porcentaje de harinilla considerada como pérdida. Las variedades dulces han conservado mejor la integridad de las hojuelas, en cambio, las amargas tienden a desintegrarse y formar mayor proporción de la parte fina o sémo-la que está formada por partículas finas del embrión (proteína) (Mujica et al., 2006; Quiroga et al., 2014).

Aislados proteicos (AP): Abugoch et al. (2008) a partir de semillas de quinua por solubilización alcalina a pH 9 (AP9) y 11 (AP11), seguida de precipitación isoeléctrica y secado spray; ambos presentaron similar composición en aminoácidos esenciales y la mayoría de ellos cumplieron con el requerimiento de la FAO/OMS para lactantes o niños. Los autores destacaron que el AP9 mostró buena solubilidad proteica en comparación con el AP11, y por el contrario, el AP11 presentó mayor capacidad de absorción de agua, y ambos aislados mostraron valores similares de capacidad de retención de agua. De esta manera, se puede decir que el pH tiene una influencia sobre la relación estructura-función encontrada para los aislados de quinua. Con la extracción a pH 9 se favoreció la estructura y solubilidad, mientras que el AP11 fue más desnaturalizado que el AP9 presentando menor solubilidad, con favorable capacidad de absorción de agua. Los autores sugirieron que el AP9 se puede utilizar como ingrediente en bebidas nutritivas, y el AP11 como ingrediente en salsas, salchichas y sopas.

Chocolate oscuro: Schumacher et al. (2010) ensayaron la adición de 12, 16 y 20 % de quinua en el desarrollo de chocolates oscuros. La concentración de proteína de los productos aumentó con

el crecimiento porcentual de quinua; el producto con 20 % de quinua mostró 9 % de incremento en vitamina E y la cantidad de polifenoles disminuyó de 23,5 a 18 μmol de pirocatequina/g; la cantidad de aminoácidos esenciales mejoró en las muestras con quinua; para cisteína, tirosina y metionina se registró un aumento de 104, 72 y 70 %, respectivamente en el chocolate con 20 % de quinua. El patrón de aminoácidos fue según los estándares de la Organización Mundial de Salud adecuado para la nutrición humana; el chocolate con quinua fue aceptado por el 92 % del panel sensorial y todas las muestras presentaron un índice de aceptación por encima del 70 %, por lo que los autores señalaron que la quinua podría ser usada en los niveles evaluados en el trabajo, agregando un potencial beneficio para la salud al chocolate oscuro.

Cereales instantáneos y barra energéticas: En la industria alimentaria, el expandido se usa para elaborar productos alimenticios como cereales instantáneos de desayuno y barras energéticas. Se define como expandido de quinua, a la quinua perlada que ha pasado por un proceso de expansión, es decir, cambios bruscos de temperatura y presión que hacen se produzca este fenómeno. La humedad de los granos de quinua antes de someterse a expandido varía por recomendaciones entre 10 y 15 %, por lo que es requerido estandarizar el porcentaje de humedad óptimo previo al proceso, lo que involucra a la cantidad de agua, el tiempo de remojo y el secado (Mujica et al., 2006; Quiroga et al., 2014). En comparaciones de procesos realizadas por Villacrés et al. (2013) en semillas de 3 variedades de quinua, el expandido provocó disminución significativa del contenido de vitamina E.

Harina de quinua: Se obtiene de la quinua perlada por un proceso de molienda, adquiriendo la forma de una harina integral y un tamizado con el objeto de obtener harina de características

granulométricas similares a las industriales; o bien, es el resultado del proceso donde la quinua desaponificada es molida a presión y fricción y luego sometida a ventilado para obtener mejor pulverización y obtener material de calidad panificable. Este se puede utilizar en casi todos los productos de la industria harinera y la factibilidad es la adición de 10, 15, 20 y hasta 40 % de harina de quinua en el pan, 40 % en las pastas, 60 % en bizcochos y hasta 70 % en galletas (Mujica et al., 2006; Quiroga et al., 2014).

Sopas crema: Bonamino et al. (2009) utilizaron harina elaborada a partir de semillas de quinua sin cocción en razón de haber brindado resultados esperados respecto a la capacidad de gelificación del almidón, y en la elaboración de sopa instantánea observaron que, la harina elaborada a partir de semillas de quinua cocidas por calor seco no fue apta, dado que al contacto inmediato con el agua (a 80 °C) se formaron grumos, mientras que la harina elaborada a partir de semillas quinua cocidas por calor húmedo durante 20 minutos, al contacto con agua a (80 °C) no formó grumos, pero sedimentó rápidamente, por lo que adicionaron goma (*Ceratonia siliqua*) para mantener la estabilidad de la suspensión.

Galletas: Villarroel et al. (2009), utilizando la metodología Taguchi, desarrollaron una galleta (diámetro 6,6 cm; espesor 0,7 cm) a base de harina desgrasada de avellana (*Gevuina avellana* Mol.) y harina de quinua. La formulación incluyó: almidón de papa, azúcar, bicarbonato de amonio, bicarbonato de sodio, canela molida, chocolate granulada, esencia de limón, huevos, leche semidescremada, margarina, ralladura de limón y sorbato de potasio. La galleta elaborada en comparación con una galleta comercial se caracterizó por presentar mayores contenidos de proteína, fibra, cenizas, y los autores comentaron que la aceptación entre personas de 10 a 39 años fue mayor que entre personas de 40 a 70 años.

Biopelículas de almidón de quinua: Con nanopartículas de oro fueron desarrolladas por Pagno et al. (2015). Las nanopartículas mejoraron las propiedades mecánicas, ópticas y morfológicas, manteniendo las propiedades de barrera y térmicas sin cambios cuando se comparó con una biopelícula estándar; asimismo, exhibieron fuerte actividad antibacterial contra patógenos alimentarios con inhibición del 99 % frente a *Escherichia coli* y 98 % frente a *Staphylococcus aureus*.

Yogurt: Se ha encontrado que la adición de quinua molida no afecta el crecimiento microbiano y el producto final presentó mayores contenidos de proteína y grasa (Arenas-Suescún et al., 2012).

v. Recomendaciones nutricionales sobre usos y diferentes de formas de consumo de la quinua

La quinua puede ser utilizada en múltiples formas y también ser recomendada para diferentes grupos específicos. La quinua extruida o en forma de harina es un excelente producto para infantes, por la calidad de su proteína y su grasa, satisface los estándares del Codex Alimentarius, pero al igual que todo alimento a base de granos para infantes, es necesario que se fortifique con vitamina A, hierro y zinc para que se considere un alimento completo.

La quinua podría ser incluida en dietas para ayuda alimentaria, donde aportaría una buena calidad de proteína y grasas, contiene fibra necesaria para una buena función gastrointestinal, pero si es destinada a niños, no debe estar en forma de grano entero que es más difícil de digerir y debe estar fortificada con algunos micronutrientes.

Asimismo, se recomienda incorporar preparaciones a base de quinua en la dieta de las familias de pacientes celíacos, diabéticos o vegetarianos ya que contribuiría a que tengan una alimentación con una buena calidad de proteína y grasa, e incrementen el consumo de micronutrientes importantes como tiamina, folatos y vitamina E.

Por su alto contenido de proteínas y aminoácidos esenciales, la quinua podría ser usada en alimentos para niños, mujeres embarazadas, deportistas y demás personas que necesiten alimentación con proteínas de alta calidad nutricional. En quinua destaca especialmente el alto contenido de lisina, un aminoácido esencial para niños en crecimiento, para quienes se podrían desarrollar productos, como por ejemplo papillas, bebidas (leche de quinua), snacks, galletas y barras; y para deportistas bebidas proteicas y barras energéticas y proteicas en base de quinua.

Las variedades que tienen bajo contenido de amilosa, podrían utilizarse en panadería y pastelería porque tendrían un efecto de mantener los panes suaves durante mayores tiempos.

Variedades con alto contenido de fibra dietaria podrían ser usadas en alimentos en los que se quiere aumentar su contenido, por ejemplo, barras nutritivas y cereales de desayuno.

En general, el contenido de calcio, hierro, magnesio y zinc en quinua es mayor que el de estos minerales en cereales comunes como el trigo, arroz y maíz. La quinua podría aportar estos minerales nutricionalmente importantes en la dieta de niños, mujeres embarazadas y ancianos.

Todas las variedades de quinua son relativamente buenas fuentes de aceite y de los ácidos grasos insaturados, beneficiosos

para la salud y podrían ser usadas con ese propósito en la cocina y en los aderezos para las ensaladas.

vi. Perspectivas futuras de los usos de la quinua

El aumento en el interés de las propiedades nutricionales y medicinales de la quinua, así como en la generación de productos con valor agregado en base a su uso ha resultado en un aumento sostenido de publicaciones durante los últimos 25 años, incluyendo estudios científicos, patentes y solicitudes de patentes (Bhargava et al. 2006; Graf et al., 2015).

En la actualidad se encuentran disponibles varios subproductos elaborados o semielaborados, aunque generalmente a precios más elevados, por lo que en muchos casos se vuelven inalcanzables para la mayor parte de la población.

Entre los productos elaborados o semielaborados están los llamados «cereales» que están listos para consumir y que generalmente se toman como desayuno; entre ellos están los cereales inflados, extrusados, en copos, rallados y cereales calientes, a los que se les agrega un líquido caliente para consumirlos, y las papillas reconstituidas.

De los granos enteros y de harina de quinua se preparan casi todos los productos de la industria harinera. Diferentes pruebas en la región andina, y fuera de ella, han mostrado la factibilidad de adicionar 10, 15, 20 y hasta 40% de harina de quinua en pan, hasta 40% en pasta, hasta 60% en bizcochos y hasta 70% en galletas. Su principal ventaja como suplemento en la industria harinera, está en la satisfacción de una demanda creciente en el ámbito internacional de productos libres de gluten.

Actualmente, hay una necesidad de obtención de alimentos concentrados proteicos de alta calidad. La proteína está concentrada especialmente en el embrión de la semilla de quinua que contiene hasta un 45% de ella. El embrión puede separarse del resto de la semilla y el embrión concentrado luego puede utilizarse directamente sobre el alimento para niños, por ejemplo, para obtener una recuperación rápida del nivel nutritivo de los niños que sufren de malnutrición y adultos, como las mujeres embarazadas en una diversidad de platos.

D. ESTRATEGIA DE APROVECHAMIENTO Y POTENCIALIDAD DE LAS PROPIEDADES NUTRICIONALES DE LA QUINUA

A partir de la recopilación de información primaria y secundaria, así como de información bibliográfica especializada, se realizó un análisis de posibles estrategias de aprovechamiento y descripción actualizada de las potencialidades de las propiedades nutricionales de la quinua. Para esto se consideró información de sus diferentes ventajas y desventajas en el contexto de su consumo y propiedades nutricionales, analizando si estas corresponden a características propias de la especie y su industria, así como de características de sustitutos y/o grados de “sustituibilidad”. Considerando el análisis de esta información se sugerirá o recomendará un conjunto de acciones con el fin de obtener los mejores resultados para su aprovechamiento.

i. Estrategias potenciales de aprovechamiento de las propiedades nutricionales de la quinua

Las características y propiedades nutricionales de este cereal, permiten que sea apto para el consumo de las personas de todas las edades, inclusive en el ámbito clínico puede ser recomendada

en pacientes con diversas patologías. El consumo de quinua en Chile se ha incrementado a través del tiempo, lo que se ve reflejado principalmente por el aumento de su importación (FAO-ALADI, 2014; Muñoz 2013). Es posible inferir que el uso de este alimento podría ser mayor en estratos socioeconómicos más altos y menor en los más bajos, debido a su costo elevado, además del desconocimiento de cómo prepararlo e incluso de su existencia, tal como es evidenciado en el estudio de consumo realizado por FAO. Es por esto que es necesario dar a conocerla, destacando tanto sus propiedades como beneficios, y de esta manera aumentar su consumo y producción nacional.

La quinua es un grano caracterizado por un elevado contenido de proteínas y buena calidad de la misma respecto a cereales (alto en lisina, aminoácido limitante en los cereales) (Nowak et al., 2016; Padron et al., 2014; Vega-Gálvez et al., 2010). Diversos estudios han reportado su potencial biológico y funcional en la prevención y tratamiento de diversas enfermedades (e.g. cardiovasculares, inflamatorias, intolerancia al gluten e inclusive cáncer). Esto se debe a la presencia de compuestos bioactivos, así como su alto nivel nutricional. Adicionalmente, es rica en almidón, fibra dietaria, aceites esenciales y compuestos bioactivos tales como riboflavina, calcio, tiamina, ácido fólico, fósforo, magnesio, fierro, zinc, potasio, vitamina C y polifenoles como quercetina y kaempferol, entre muchos otros. Así, se ha observado que estos compuestos poseen efectos benéficos para la salud previniendo el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles y atenuando los efectos de enfermedades crónicas ya instaladas (Fuentes & Paredes-González, 2014).

Algunos estudios han investigado las propiedades de la quinua en distintas enfermedades. Simnadis y colaboradores, realizaron una revisión respecto a sus efectos fisiológicos en ratones,

observando que ella podría influir en el peso corporal e ingesta alimentaria mediante la regulación de hormonas que controlan el apetito, disminución de grelina y aumento de colecistoquinina postprandial, y aumentando la sensación de saciedad; además, asociaron el consumo de quinua con una menor adiposidad corporal (menores niveles de leptina) y reducción de la expresión de adipoquinas (Simnadis et al., 2015).

Otro estudio realizado en Italia, evaluó la seguridad de 11 variedades de quinua para pacientes celíacos provenientes de Perú, Bolivia, Chile, Dinamarca, Holanda, Italia y Estados Unidos; concluyendo que este alimento puede ser consumido por personas con enfermedad celíaca debido a la ausencia de proteínas de gliadina y baja afinidad de unión con la IgA sérica de pacientes celíacos. Sin embargo, existieron diferencias de inmunorreactividad contra los anticuerpos antigliadinas, sugiriendo que sólo variedades de quinua confiables deben ser seleccionadas para su inclusión en productos libres de gluten (Peñas et al., 2014). Zevallos y colaboradores el año 2014, demostraron el consumo diario de 50 g de quinua durante 6 semanas por 19 sujetos con enfermedad celíaca, generó una tendencia positiva hacia la mejora de parámetros histológicos y serológicos, junto con un leve efecto hipocolesteromiantes (disminución de 4,6 a 4,3 mmol/L de colesterol total, de 2,46 a 2,45 mmol/L de colesterol LDL, de 1,8 a 1,68 mmol/L de colesterol HDL y 0,80 a 0,79 mmol/L de triglicéridos) (Zevallos et al., 2014). En otro estudio, 27 pacientes con enfermedades cardíacas en Brasil, tratados por 120 a 200 días con ingesta de granos procesados de quinua, demostraron su efecto positivo en el perfil lipídico, disminuyendo significativamente los niveles de colesterol total de $203,4 \pm 51,7$ a $155,7 \pm 49,1$ mg/dL, triglicéridos de $216,9 \pm 124,8$ a $160,2 \pm 83,5$ mg/dL y colesterol LDL de $118,2 \pm 50,4$ a $102 \pm 22,0$ mg/dL de los pacientes (Oliveira, 2015).

A pesar de lo anteriormente expuesto, aún se requieren de estudios científicos en humanos que evalúen los efectos de este grano en la dietoterapia de diversas patologías, como por ejemplo diabetes y obesidad y bajo índice glicémico de la quinua, estrés oxidativo y las propiedades antioxidantes atribuidas al consumo de este pseudocereal, entre otros. Además, de incluir la quinua en los listados de alimentos permitidos y prohibidos de enfermedades, por ejemplo, podría ser un alimento prohibido para pacientes con hiperkalemia debido a su alto contenido de potasio y recomendado en cuadros de constipación por su elevado contenido de fibra (Nowak et al., 2016; Padron et al., 2014; Vega-Gálvez et al., 2010).

En el ámbito de instituciones hospitalarias, el elevado costo comercial de la quinua podría ser poco atrayente para su compra por parte de empresas concesionarias de alimentación en distintos establecimientos, además de no ser un alimento lo suficientemente versátil para su utilización en todo tipo de regímenes básicos (sin residuos, liviano, común), a diferencia del arroz, trigo y papas (Tabla 6), por lo que su consumo debe recomendarse en pacientes de atención ambulatoria que no tengan problemas gastrointestinales y que puedan adquirirla sin problemas.



Tabla 6. Comparación de precios, aplicabilidad en regímenes básicos y recomendación en patologías de arroz, fideos, papas y quinua

COMPARACIÓN	ARROZ	FIDEOS DE TRIGO**	PAPAS	QUINUA***
Precio por Kg producto (pesos chilenos)*	1.102	1.460	730	13.119
Aplicabilidad en regímenes básicos	Sin residuos Liviano Común	Sin residuos Liviano Común	Liviano Común	Común
Recomendación en Enfermedades Crónicas no transmisibles	Sí	Sí	Sí	Sí

Elaboración propia.

* Fuente ODEPA (2016), excepto precio por Kg de quinua.

** Precio estimado a partir de 400g de producto

*** Precio promedio estimado por 1Kg de producto en supermercados.

En Chile existen diversas iniciativas destinadas a la población para contribuir a mejorar su salud y estado nutricional, específicamente el Programa de Alimentación Complementaria, en el cual se entregan alimentos (leches, bebidas lácteas y sopas crema) a niños hasta los 6 años, mujeres embarazadas y nodrizas, y adultos mayores en consultorios públicos que cumplan con sus controles de salud al día. Dentro de la composición de algunos de los productos administrados en este programa, se incluyen harinas hidrolizadas de cereales y legumbres (Tabla 7); si bien algunos no especifican la cantidad a utilizar, establecen un aporte nutricional determinado (Tabla 8). Si la quinua fuera considerada en estos productos, mejoraría sus propiedades nutricionales aumentando la calidad proteica, aporte de fibra y micronutrientes, y disminuyendo la necesidad de fortificación con micronutrientes (CENABAST, 2012^{a, b, c, d y e})⁸.

8. Revisar en Referencias.

Tabla 7. Cereales y leguminosas utilizados en productos de alimentación complementaria.

PRODUCTO	INGREDIENTE
Leche Purita Cereal (LPC)	Harina de trigo
Leche Purita Mamá (LPM)	Harina de trigo
Bebida Láctea Años Dorados (BLAD)	Harina de trigo
Crema Años Dorados (CAD)	Harina de trigo, arroz , arvejas o lentejas
Mi Sopita (MS)	Harina de arroz y garbanzos * Mínimo de 20% de harinas hidrolizadas de cereales y 10% mínimo de harina de leguminosas

En jardines infantiles y colegios municipales y subvencionados por el Estado, la quinua podría ser incorporada en la alimentación de lactantes, preescolares y escolares, otorgando variedad en las preparaciones y permitiendo la inclusión de niños con enfermedad celíaca, a los que actualmente no se les permite traer alimentos desde su hogar durante las horas de almuerzo, siempre y cuando se resguarden todas aquellas medidas necesarias para evitar la contaminación cruzada en la manipulación de alimentos (MINEDUC, 2015).

Tabla 8. Aporte energético y nutricional de los productos LPC, LPM, BLAD, CAD, MS por 100g de producto.

PRODUCTO	LPC	LPM	BLAD	CAD	MS*
Energía (Kcal)	448	392	404	396	411
Proteínas (g)**	17	18	18	13	12
Lípidos (g)	18	10	10	11	15
Carbohidratos (g)	54,5	57,5	60	61,2	57
Fibra (g)	2	s/i	s/i	3	4
Sodio (mg)	400	500	540	280	230
Calcio (mg)	900	1300	1000	400	400
Fósforo (mg)	600	1166	800	400	320
Magnesio (mg)	90	250	300	150	72
Hierro (mg)	6,2	s/i	5,6	4,2	5
Zinc (mg)	6	7,5	12	3	4
* Calidad proteica exigida: 80% mínimo en relación al patrón aminoacídico del preescolar (producto MS) y adultos (productos BLAD y CAD) según FAO/OMS/UNU 1985, mientras que para LPM, un 90% del patrón aminoacídico del adulto. s/i: Sin información					



Actualmente, la quinua en Chile no sólo se vende en su forma natural (perlada) o como harina, también se expende en forma de cereales para el desayuno: hojuelas de quinua, quinua inflada, avena con quinua, entre otros; mezclas para preparaciones dulces, leche, barras de cereal y galletas (la gran mayoría importados), las cuales son comercializadas en supermercados, ferias y tiendas locales, a un mayor precio que un producto equivalente sin quinua. Uno esperaría que al comparar un producto que contiene quinua respecto al mismo tipo que no la tiene, el primero posea un mayor contenido de proteínas y fibra respecto al segundo, sin embargo, no siempre es así y podría deberse a que el contenido de quinua agregado es muy bajo, como es declarado en algunos cereales de avena y quinua y galletas, equivalentes a un 7% de quinua en el total del producto. En el resto, la quinua aparece en primer lugar o al final del listado de ingredientes, como debe ser declarado de acuerdo al reglamento chileno de etiquetado nutricional, donde se establece que el orden en los cuales se indican los ingredientes determina los que se encuentran en mayor y menor proporción. Barras de cereal, mezclas de preparaciones dulces y leche declaran la quinua dentro de los primeros lugares.

Una forma de incorporar la quinua a la alimentación cotidiana es a través de la elaboración de alimentos que mezclen distintos ingredientes con tal de disminuir su costo y mejorar su calidad proteica, mediante la incorporación de este grano en una proporción determinada que mejore la calidad y aporte del producto.

El año 2010, Astaíza y colaboradores demostraron que al reemplazar un 30% de sémola por harina integral de quinua, más la adición de zanahoria en la elaboración de pastas, mejoraba su valor nutricional aumentando la cantidad de fibra y cómputo aminoacídico (de un 55,2% a un 72,4% siendo el aminoácido limitante la lisina), y disminución de carbohidratos (Astaíza

et al., 2010). El mismo año Cerezal y colaboradores, elaboraron dos formulaciones a base de una mezcla de harinas de cereales (maíz, quinua y arroz) y lupino, diseñado para lactantes entre 6 a 24 meses con enfermedad celíaca. Resultando dos productos que cubrían el 15% de los requerimientos de proteínas de un lactante con una dieta mixta, de bajo contenido de prolaminas (menor a 20 ppm) y sensorialmente aceptable por un panel de expertos y niños entre 6 a 24 meses de jardines infantiles de Antofagasta (Cerezal et al., 2011).

Otro estudio realizado por los mismos autores el año 2012, formularon dos modelos de bebidas de alto contenido proteico a partir de algarrobo, lupino y quinua para niños entre 2 a 5 años, en una proporción de lupino, quinua y algarrobo de 40:21:15 (fórmula A) y 40:21:10 (fórmula B); además de la adición de pulpa de fresas y azúcar de 20% y 4%, respectivamente para la fórmula A y 15% de pulpa y 5% de azúcar para la fórmula B; obteniendo una bebida con un contenido proteico de 1,36%, suplementando entre el 6-7% de los requerimientos de proteínas para preescolares entre 2 a 5 años, y un perfil aminoacídico capaz de suplementar el 3% de lo establecido para el patrón de la FAO, a excepción del triptófano (Cerezal et al., 2012).

Estrategias utilizadas por otros países para incentivar el consumo de frutas y verduras podrían ser usadas para fomentar la inclusión de la quinua en la dieta chilena, tales como talleres educativos a escolares y apoderados respecto a las propiedades nutricionales y beneficios de su consumo por sobre otros cereales, además de talleres de sus preparaciones (ensaladas, platos de fondo, postres, panadería y pastelería); incentivo y subsidio para su cultivo; eventos con el sector de la agricultura y pequeños productores; utilizar personas famosas para fomentar la inclusión de la quinua en la alimentación a través de medios de

comunicación (personajes de la televisión, modelos, cantantes, etc.); elaboración de recetarios y material educativo. Incluso de acuerdo a la nueva ley aplicada el 27 de junio del año 2016 en Chile, respecto a la prohibición de la venta de productos altos en calorías, hidratos de carbono, grasas saturadas y sodio en establecimientos educacionales, podría fomentarse la elaboración de productos a base de quinua para colaciones y almuerzos, y de esta manera contribuir al fomento de una alimentación saludable y combatir la obesidad en el país.

Prada y colaboradores, el año 2009, evaluaron el impacto de dos estrategias para aumentar el consumo de frutas y verduras en Lebrija, Colombia. Una de ellas consistió en un curso de alimentación saludable por un restaurante comunitario, con once talleres semanales dirigido a las y los encargados de la alimentación familiar, que incluían discusiones sobre el tema del taller, relación entre alimentación, salud y enfermedad, características nutricionales de recetas preparadas, manipulación de alimentos, planificación de minutas y manejo eficiente de la compra de alimentos; además de visitas domiciliarias. La otra intervención estaba dirigida a los alumnos, mediante contactos semanales en las aulas de clase con sesiones educativas respecto a las propiedades nutricionales de los alimentos e importancia de una alimentación saludable, junto con preparaciones y degustaciones sanas, y contacto indirecto con el grupo familiar, mediante comunicaciones escritas semanales, llamadas telefónicas y encuentros presenciales en reuniones mensuales. Ambas estrategias lograron aumentar el consumo de frutas y verduras respecto a familias control. La primera estrategia aumentó el consumo de 1,43 y 0,39 porciones al día de frutas y verduras, a 1,91 y 1 porción al día, respectivamente. Por otro lado, la otra estrategia aumentó el consumo de frutas y verduras de 1,56 y 0,85 porciones al día, a 1,81 y 0,86 porciones al día, respectivamente; mientras que el

grupo control tuvo un consumo basal de frutas y verduras de 1,49 y 0,49 porciones al día, y otro posterior de 1,34 y 0,8 porciones al día, respectivamente (Prada y Herrán, 2009).

Otro estudio del año 2013, elaborado por Fretes y colaboradores realizó intervenciones educativas durante 3 meses en familias de niños preescolares y escolares respecto al consumo de frutas, verduras y pescado. Consistieron en seis talleres de cocina para los encargados de la preparación de alimentos en el hogar, utilizando fotos y videos. Como resultado, los adultos aumentaron en 135,8 g el consumo de frutas, 19,5 g el de verduras y 10,2 g de pescado, mientras que, los niños aumentaron su consumo en 92,1 g, 65,9 g y 5,2 g de frutas, verduras y pescado al día, respectivamente. Esta experiencia permite concluir que el núcleo familiar es fundamental en la formación de hábitos alimentarios de los niños y que es necesaria su incorporación en procesos educativos (Fretes et al., 2013).

ii. Evidencia científica respecto a las potencialidades nutricionales de la quinua en la prevención de enfermedades no transmisibles y en el tratamiento de enfermedades crónicas

A continuación, se presenta una revisión acerca del estado del arte respecto a la evidencia publicada del impacto del consumo de quinua en la prevención y tratamiento de enfermedades crónicas no transmisibles:

– *Resultados de búsqueda en base de datos de evidencia científica Epistemonikos (www.epistemonikos.org):* Esta macrobase de datos permite búsquedas en 30 bases de datos a nivel mundial, para identificar revisiones sistemáticas y sus estudios primarios incluidos. Las palabras clave de búsqueda utilizadas fueron “quinoa” o “quinua”. Aquí solo dos estudios

genéricos fueron identificados que únicamente mencionan las propiedades de la quinua como parte de otros granos utilizados en el área de los Andes, sin hacer referencia concreta a ensayos clínicos randomizados específicos con respecto a las propiedades de la quinua en la salud humana.

– *Resultados de búsqueda en base de datos de evidencia científica Trip (www.tripdatabase.com)*: Este es un motor de búsqueda que permite identificar la mejor evidencia disponible a nivel mundial con la que responder a preguntas clínicas desde la perspectiva de la medicina basada en evidencia. En esta base, se identificaron 39 estudios, de los cuales 6 corresponden a guías de práctica clínica (GPC) que incluyen entre sus recomendaciones el consumo de quinua con fines nutricionales. Por ejemplo, se recomienda el estudio de quinua en la GPC de terapia Nutricional de los expertos de la Asociación Canadiense Diabetes. Del resto de los estudios identificados, 27 corresponden a estudios primarios, 5 a revisiones sistemáticas en curso y solo uno a un ensayo clínico controlado.

Debido a que no se encontraron revisiones sistemáticas con respecto al impacto del consumo de quinua en el ámbito de prevención y uso en enfermedades crónicas no transmisibles se procedió a realizar una búsqueda en bases de datos genéricas.

– *Resultado de búsqueda en las bases de datos Medline y Lilacs*: La base de datos Medline contiene referencias bibliográficas de los artículos publicados en unas 5.500 revistas médicas desde 1966. Las palabras clave de búsqueda utilizadas fueron “quinoa” o “quinua”. Aquí se obtuvo un registro de 516 artículos, sin embargo, solo 60 de ellos hacen referencia

del uso de quinua en seres humanos siendo el resto estudios en animales, en cultivos celulares de origen animal, de caracterización fisicoquímica, estabilidad de preparados nutricionales que contienen quinua, entre otros. De los 60 estudios identificados en seres humanos, solo 26 han sido publicados en los últimos 5 años y solo uno corresponde a resultados publicados de un ensayo clínico controlado (Metabolic parameters of postmenopausal women after quinoa or corn flakes intake—a prospective and double-blind study⁹). En este estudio, 35 mujeres con exceso de peso consumieron 25 gramos de quinua en hojuelas o maíz en hojuelas, observándose una reducción del colesterol total (de 191 ± 35 a 181 ± 28 mg/dl), colesterol LDL (de 129 ± 35 a 121 ± 26 mg/dl) y un incremento en los niveles de GSH (de $1,78 \pm 0,4$ a $1,91 \pm 0,4$ μ mol/l). Además, se identificó un reporte de casos de 50 pacientes celíacos que consumieron 50 g de quinua por un período de seis semanas como parte de su dieta libre de gluten. Al término del estudio se observó una mejora en los parámetros serológicos y e histológicos de los pacientes sin exacerbación de su condición basal. El resto corresponde a estudios misceláneos que comprenden desde revisiones a estudios de formulaciones nutricionales para consumo humano. También es interesante señalar que se ha reportado una reacción de anafilaxia a quinua, debido a una reactividad cruzada con otros cereales como trigo (Hong, J. et al, 2013).

– La base de datos *Lilacs* comprende la literatura científica técnica en salud, producida por autores latinoamericanos y del Caribe y publicada en los países de la América Latina y Caribe, a partir de 1982. En esta se encontraron 31 estudios

9. Carvalho, F.G. et al (2014)

publicados, de los cuales 9 fueron realizados en humanos. No obstante, solo uno de ellos se refiere al uso de este grano en suplementación alimentaria preescolar en niños entre 4 y 5 años de edad de una porción alimentaria con base en harina de quinua (200 g/día). Los resultados de este estudio no fueron posibles de obtener desde la base de datos debido a la antigüedad de la publicación: 1994.

Debido a la escasa cantidad de estudios con respecto al uso de quinua en estudios clínicos se procedió a identificar potenciales estudios en curso.

–*Resultados de búsqueda en plataforma de registros internacionales de ensayos clínicos (ICTRP) de la OMS:* Esta red proporciona registros de ensayos clínicos prospectivos con el objetivo de intercambiar información y trabajar de manera conjunta, a fin de establecer la mejor práctica para el registro de un ensayo clínico. En esta base se identificaron 3 ensayos clínicos en seres humanos, utilizando las palabras claves “quinoa” o “quinua” a nivel mundial. Estos ensayos tienen como objetivos investigar los efectos del consumo de quinua en lípidos sanguíneos y adiponectina circulante en pacientes con sobrepeso y obesos en pacientes entre 18-65 años (Australia); el aporte de vitamina B12 de una dieta suplementada con quinua en personas con dieta vegetariana y/o vegana, por al menos 1 año, que presentan malnutrición asociada a vitamina B12 entre 18-60 años (Alemania); y el efecto del consumo de suplemento dietario de quinua de diferentes variedades en índice glicémico y saciedad en un grupo de sujetos sanos con sobrepeso entre 18-65 años (España).

–*Resultados de búsqueda en la base de datos de ensayos clínicos (clinicaltrials.gov):* Es una base de datos que contiene información sobre los estudios clínicos con apoyo público y privado que se llevan a cabo en los 50 estados de Estados Unidos y en 192 países en una amplia gama de enfermedades y condiciones. El sitio web es mantenido por la Biblioteca Nacional de Medicina (NLM) de los Institutos Nacionales de Salud (NIH). En esta base fueron identificados 2 estudios utilizando las palabras clave “quinua” o “quinoa”. De ellos, uno corresponde a los efectos en el índice glicémico y saciedad (previamente identificado en la base de datos de la OMS) y el otro estudio consideró la utilización de panes que contienen quinua en la sintomatología de personas con síndrome de intestino irritable.

iii. Conclusiones relativas al aprovechamiento y potencialidades de las propiedades nutricionales de la quinua

Es necesario implementar acciones permanentes de caracterización de los factores que determinan el consumo de quinua en el país. Estas acciones permitirán mantener una actualización de estadística básica asociada a la producción y consumo nacional, así como de servir de apoyo para el diseño e implementación de estrategias de promoción de su consumo.

Se sugiere el uso de medios de comunicación masivos para la difusión de las propiedades nutricionales de este alimento y la promoción de su consumo, asimismo la implementación de programas educativos dirigidos a la población respecto al conocimiento de sus orígenes, variedades, propiedades nutricionales y técnicas culinarias para su preparación, entre otras.



Se recomienda incluir a la quinua en los diversos programas de alimentación saludable del gobierno, como una manera de promover la variación dentro de la dieta habitual.

La evidencia científica respecto al efecto de la inclusión de este alimento en la dieta de personas con enfermedades crónicas y en la prevención de enfermedades es escasa, por lo que es necesario incentivar la investigación básica y aplicada para conocer el potencial de la quinua en la prevención y como ayuda en el tratamiento de enfermedades crónicas no transmisibles.

Asimismo, es necesario investigar en áreas de elaboración de alimentos y preparación de productos en base a este grano, como una manera de aumentar la cadena de valor de materias primas. Finalmente, es preciso buscar estrategias que disminuyan su precio para facilitar su adquisición y elaboración de productos saludables de consumo habitual, que mejoren la calidad de la alimentación y contribuyan a tener un mejor aporte nutricional.

II. CARACTERIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA QUINUA A NIVEL INTERNACIONAL

A. TENDENCIAS Y PERSPECTIVAS DEL COMERCIO INTERNACIONAL DE LA QUINUA

i. Principales productores de quinua

En el contexto internacional, ha sido posible notar un aumento progresivo de la producción y demanda por el grano de quinua. Se estima que el 80% de la producción mundial está concentrada en Bolivia, Perú y Ecuador, donde este grano ha sido parte de la base productiva y alimentaria de pueblos precolombinos que han habitado los diversos pisos agroecológicos de los Andes de Sudamérica.

El interés de la comunidad mundial por las propiedades nutricional de este alimento y de los derivados que se pueden generar a partir del grano, ha llevado a un notable aumento en la superficie destinada a este cultivo (Figura 45). La dinámica de este aumento de superficie no solo se observa en los principales países productores, sino también en varios otros del cono sur, tales como: Chile, Argentina, Brasil y Colombia. Incluso fuera de las fronteras del continente americano se han generado diversas investigaciones y ensayos productivos de diversa escala, para introducir el cultivo de la quinua para convertirse en una alternativa viable para la agricultura, limitada hoy en día por los fenómenos de cambio climático y degradación de suelos.

Figura 45. Producción de quinua en Perú, Bolivia y Ecuador (2015).



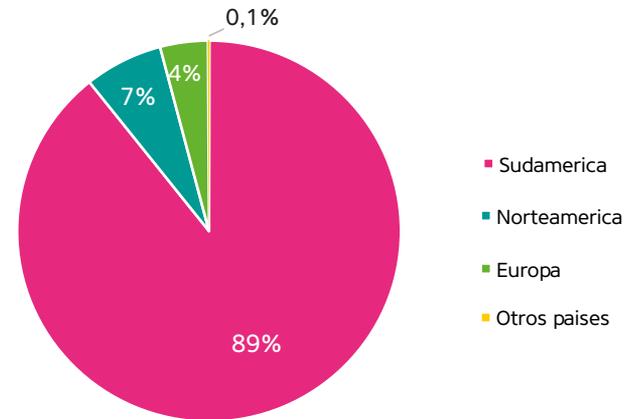
Fuente: FAOSTAT, MINAGRI PERÚ, MINISTERIO DE AGRICULTURA ECUADOR, IBCE.

ii. Principales exportadores de quinua

El comercio mundial de la quinua ha experimentado un crecimiento significativo en el pasado reciente y es a partir del año 2006 cuando se aceleran las exportaciones desde la región (FAO-ALADI 2014). Debido a este fenómeno la Organización Mundial de Aduanas ha introducido la Enmienda 2012 del Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías una apertura especial para este producto (subpartida 10.08.50). Este importante paso ha permitido identificar con mayor claridad los distintos movimientos de este grano a nivel mundial.

Durante el año 2015 el comercio mundial de quinua ascendió a 322 millones de dólares, caracterizado por la concentración de la producción, así como el destino de la misma. Así, el 89,3% de las exportaciones mundiales se originan en los países productores de Sudamérica y en menor medida participa de las exportaciones países de Norteamérica con un 6,6% y la Unión Europea con un 4,0%, respectivamente, aunque en estos dos últimos casos gran parte de las ventas corresponden a reexportaciones. En la Figura 46, se observa la supremacía de los países de Sudamérica. No obstante, países como Bolivia, Perú y Ecuador son los que se hacen cargo sobre el 50% de las exportaciones.

Figura 46. Principales exportadores de quinua a nivel mundial (2015).



Fuente: Elaboración propia en base a información de estadísticas de UN COMTRADE.

iii. Principales destinos de la quinua

En cuanto a los principales destinos de quinua, un porcentaje importante se concentra en Estados Unidos (39%) (Figura 47). Y bastante alejado se ubica Canadá con un 11,4% de las compras mundiales. Finalmente, le siguen Francia, Alemania, Países Bajos, Reino Unido, Italia, Australia, España, Bélgica y Brasil.

Las exportaciones regionales de este producto, considerando como tales las ventas externas conjuntas de Bolivia, Ecuador y Perú, han experimentado un fuerte y sostenido crecimiento en las últimas dos décadas. En valores corrientes pasaron de 700 mil dólares en el año 1992 a 111 millones de dólares en 2012, lo que

representa un incremento acumulativo anual de 28,8%, llegando al año 2015 a 257 millones de dólares. Además, es importante destacar que el ritmo de crecimiento de las exportaciones regionales de quinua no ha sido estable: este se ha acelerado a lo largo del período 1992-2012, lo que fue caracterizado por una multiplicación de ventas de 4 veces durante los primeros diez años, mientras que entre 2002 y 2012 fue de 39 veces. Posterior al Año Internacional de la Quinua declarado por FAO, ha existido una importante contracción (período 2014-2015) en el valor de las exportaciones mundiales desde 464 millones de dólares en 2014 a 322 millones en 2015, lo que representa una caída de 31% del valor.

Según FAO - ALADI 2014, las exportaciones regionales de quinua también han experimentado un fuerte incremento. En efecto, ellas pasaron de 600 toneladas en 1992 a 37 mil toneladas en 2012, lo que representa un crecimiento acumulativo anual del 22,8%. Este ritmo de expansión fue bastante inferior al registrado por los valores exportados debido a la mejora que evidenció el precio de la quinua durante este período. Pese a la variación negativa del valor exportado durante los dos últimos años, el volumen exportado se ha caracterizado por un aumento decreciente debido a la disminución de estas en Bolivia de 35 mil toneladas en el 2013 a 25 mil toneladas durante el 2015.

Respecto al destino de las exportaciones regionales de quinua, Estados Unidos ha representado históricamente el mercado más importante, así en el período 1992-1996 abarcó el 34% de las importaciones, concentrando a más de la mitad (56%) en el período 2008-2012 (FAO-ALADI, 2014) (Figura 48). La aparición reciente de nuevos mercados de relevancia, tales como Canadá, Francia, Alemania, Países Bajos, Reino Unido, Italia, Australia, España, Bélgica y Brasil, han producido que durante el año 2015 Estados Unidos represente solo el 39% de las importaciones. Según información de Nielsen Research Group la tendencia del consumo de quinua en países del hemisferio norte ha aumentado considerablemente. En un período de 52 semanas (agosto 2012 – agosto 2013), las ventas de productos que contienen quinua aumentaron 127% en Canadá, 33% en Israel, 196% en Holanda y 64% en Estados Unidos.

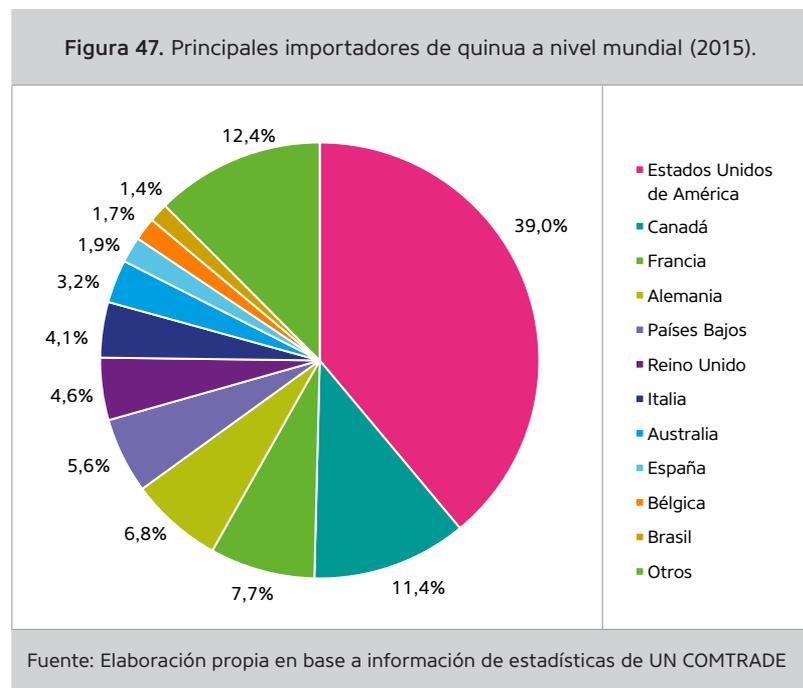
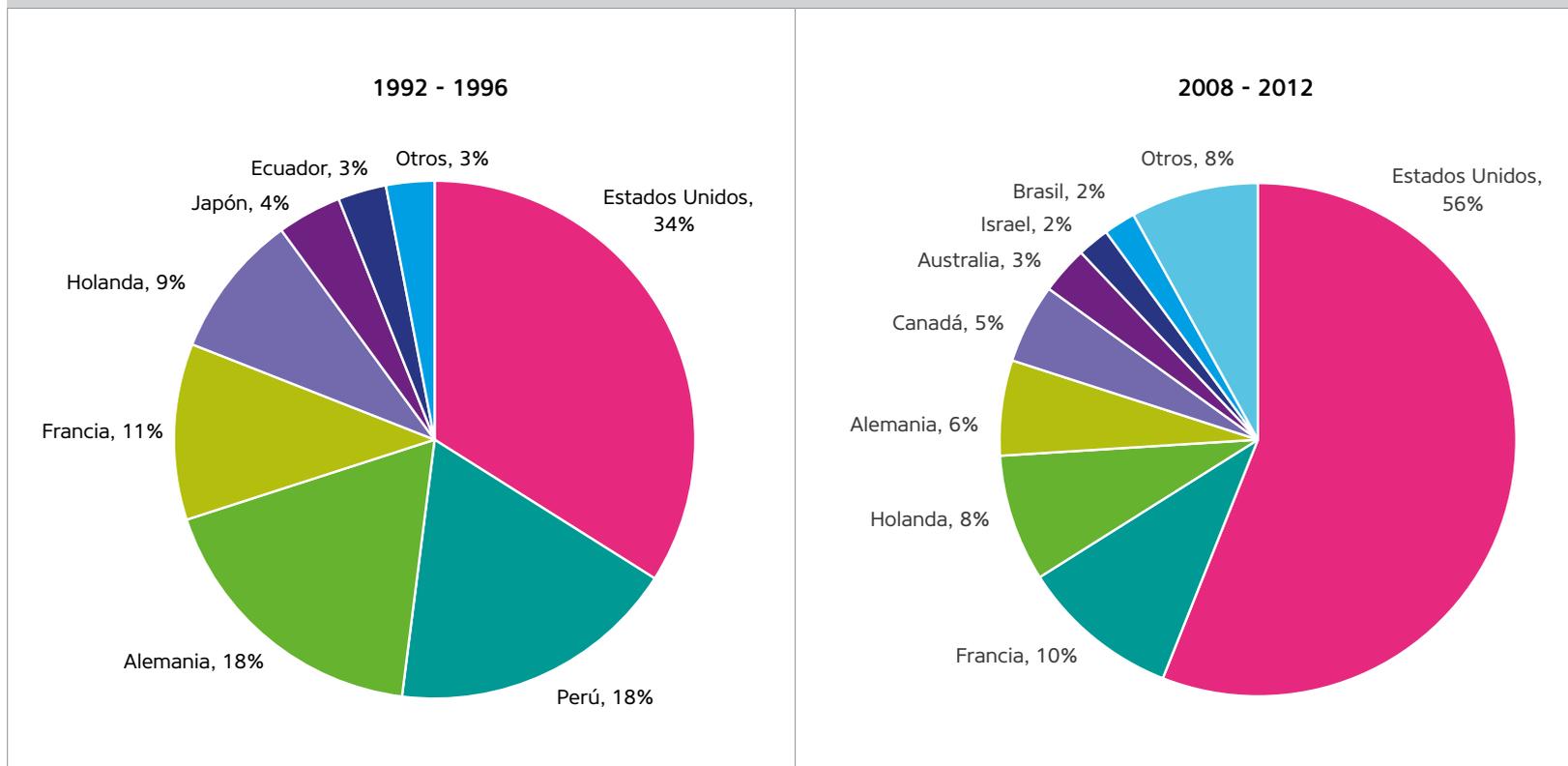


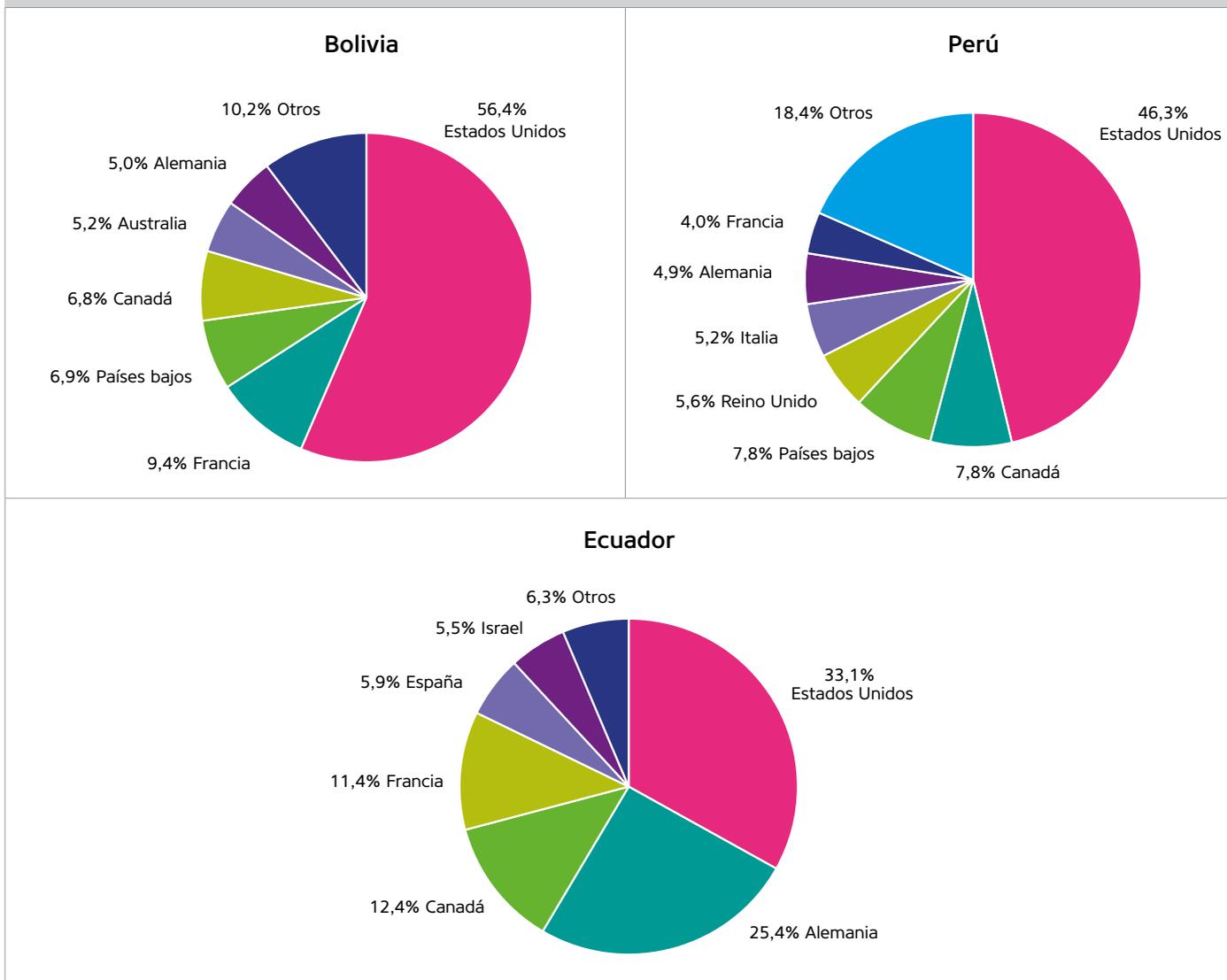
Figura 48. Destino de las exportaciones regionales de quinua.



Fuente: Elaboración propia en base a información de FAO - ALADI, Santiago 2014.

La concentración de las exportaciones de quinua en el mercado de los Estados Unidos es un rasgo común a las ventas externas de los tres proveedores más importantes de la región andina, teniendo una distribución del valor de las exportaciones durante el año 2015 de 56,4% para Bolivia; 46,3% para el caso de Perú y 33,1% para Ecuador (Figura 49).

Figura 49. Destino del valor de las exportaciones de quinua de los principales países productores.



Fuente: Elaboración propia en base a información de estadísticas de UN COMTRADE.

En lo que respecta a la distribución por destino del resto de las exportaciones se presentan algunas diferencias durante el año 2015. Bolivia tiene otros compradores importantes como Francia (9,4%), los Países Bajos (6,9%) y Canadá (6,8%) (Figura 49). Por su parte, Ecuador registra una gran concentración del resto de sus ventas en el mercado alemán (25,4%), al tiempo que Perú presenta una estructura más diversificada entre Canadá, los Países Bajos, Reino Unido, Italia, Alemania y Francia, todos ellos con participaciones inferiores al 10%.

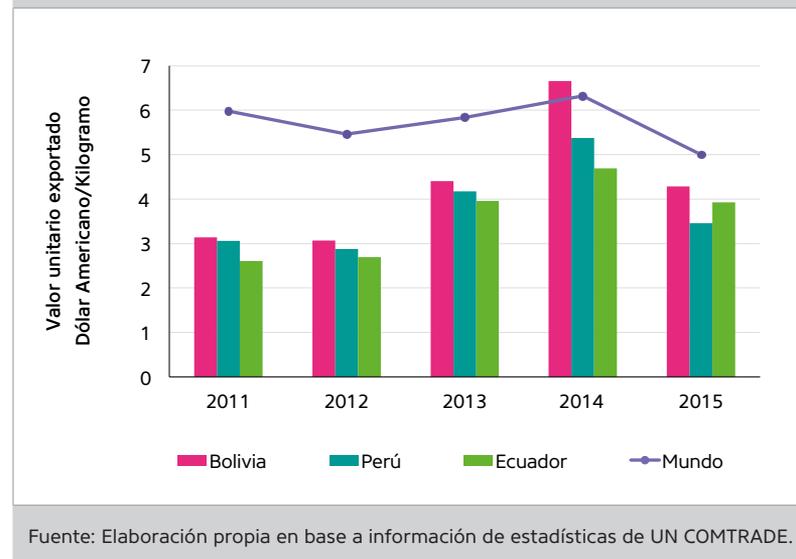
Finalmente, cabe destacar que Perú es el país que accede actualmente a mayor cantidad de mercados con sus ventas de quinua. En el año 2015 registró exportaciones a 70 países. Por su parte, Bolivia y Ecuador accedieron a 43 y 11 mercados, respectivamente.

iv. Evolución del precio de exportación de la quinua

Considerando las cifras manifestadas por la FAO, el precio de las exportaciones regionales de quinua se mantuvo relativamente estable entre 1992 y 2007, ubicándose en el rango de 1,1 a 1,3 dólares por kilogramo. En los dos años siguientes experimentó un fuerte crecimiento que lo llevó a ubicarse en 2,9 dólares el kilogramo en 2009. Posteriormente, se volvió a estabilizar y finalizó el período analizado en torno a los 3 dólares por kilogramo (FAO-ALADI). Durante los años 2013 y 2014 el precio internacional de la quinua experimentó una fuerte alza, alcanzando un valor cercano a los 6 dólares por kilogramo y un precio promedio interno en los 3 principales países exportadores de 4,2 (2013) y 5,6 (2014) dólares por kilogramo (Figura 50). No obstante, durante el año 2015 el precio internacional y regional experimentó una fuerte disminución en el precio, alcanzando los 5 dólares el kilogramo a nivel mundial y los 4,3; 3,4 y 3,9 dólares en Bolivia, Perú

y Ecuador, respectivamente. Durante el año 2016 la disminución fue aún más marcada, llegando, por ejemplo, durante el mes de marzo en Bolivia un precio de 2,75 dólares el kilogramo.

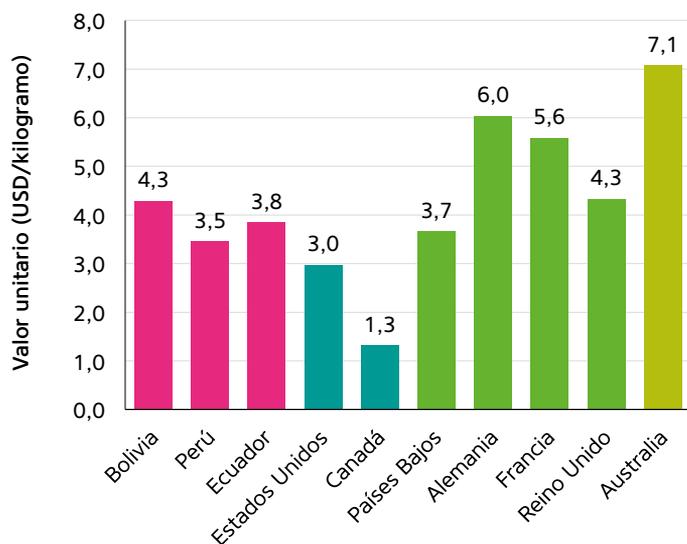
Figura 50. Evolución del precio de exportación de quinua (2011 – 2015).



La comparación de los diferentes precios de exportación, según mercado de destino, muestra que existen diferencias apreciables entre algunos de los mismos. En un extremo se destacan las colocaciones en Australia las que, según cifras del año 2015, obtienen valores unitarios (7,1 dólares por kilogramo) significativamente superiores al promedio (4,2 dólares por kilogramo). Por el contrario, el valor de las exportaciones a países como Estados Unidos y Canadá registraron los menores precios (3 y 1,3 dólares por kilogramo, respectivamente) (Figura 51).

A su vez, los restantes mercados principales de destino de la Unión Europea, exhiben valores unitarios con una alta variación: Países Bajos (3,7 dólares por kilogramo); Alemania (6 dólares por kilogramo); Francia (5,6 dólares por kilogramo) y Reino Unido (4,3 dólares por kilogramo). Finalmente, cabe destacar que las diferencias de precios mencionadas, donde se destaca el alto valor en el mercado australiano y el bajo precio en países como Estados Unidos y Canadá representan una variación importante a la estabilidad observada desde la subida del precio internacional hasta antes del Año Internacional de la Quinua del 2013.

Figura 51. Precio de exportación de la quinua según mercado de destino (2015).



Fuente: Elaboración propia en base a información de estadísticas de UN COMTRADE.



III. ANÁLISIS ESTRATÉGICO DE LA QUINUA



La presente sección se desprende del análisis de la caracterización de la cadena de valor de la industria de la quinua a nivel nacional e internacional, además, se basa en la información generada y analizada en talleres de trabajo desarrollados para el estudio. La información recogida y resumida se funda en una mirada global de desafíos y oportunidades para este alimento como producto en el contexto nacional.

A. ANÁLISIS DE TENDENCIAS Y DRIVERS DE LA QUINUA EN CHILE

Para iniciar el desarrollo de este punto, debemos indicar que las herramientas metodológicas utilizadas para acercarnos al análisis de tendencias y drivers para la quinua son: Matriz de McKinsey y Matriz de Ansoff.

La Matriz de McKinsey se utiliza ampliamente y desde la década de los 70 con el propósito de analizar las oportunidades de crecimiento y expansión de un producto de un cierto mercado. En el caso de la quinua chilena, el propósito de utilizar esta matriz radica principalmente en la importancia de establecer un primer escenario claro donde quede de manifiesto, por una parte, lo atractivo del mercado (variable exógena donde no se tiene injerencia) y, por otra parte, el posicionamiento competitivo o fortaleza competitiva del producto (variable endógena, sobre la cual se pueden realizar acciones).

De acuerdo al análisis realizado en el presente estudio, se posiciona a la quinua chilena en relación con sus competidores más fuertes actualmente, en un contexto de mercado que debido a sus características ofrece una oportunidad que no está exenta de riesgos. De esta manera, se establece el posicionamiento actual

del producto chileno como “bajo”, en comparación al camino ya recorrido por sus actuales competidores (Perú y Bolivia) y que debido a su desarrollo interno (inversión actual, cadena de valor, desarrollo de marca, etc) no presenta mayor fortaleza competitiva ya que no cuenta (comparativamente) con una posición dominante en el mercado, no transa grandes volúmenes, no tiene mercados cautivos, no tiene relaciones de largo plazo con sus clientes, entre otros.

Por otra parte, se establece el grado de “interés” o “atracción” que suscita el mercado en el cual se desenvuelve la dinámica de la quinua. En este estudio se declara con un nivel de interés o atracción mediano, considerando los niveles de rentabilidad, el nivel de sofisticación de un producto o servicio en particular, el potencial de desarrollo (o diferenciación) del producto o servicio que permite alejarse de una condición de “*commodity*” que podría resultar poco atractiva en un escenario de volúmenes acotados. En este sentido el mercado es medianamente atractivo, porque si bien el producto es más bien cercano a un *commodity* y con limitado potencial de sofisticación (en comparación con un producto tecnológico, por ejemplo). Por otra parte, los volúmenes han crecido sostenidamente durante los últimos años agrandando la torta que está por repartirse entre aquellos actores que sean capaces de poner sus productos en las manos de sus clientes. Todo esto posiciona al mercado en una condición media.

La Matriz de Ansoff, por su parte, es ampliamente utilizada en empresas para proyectar la estrategia de crecimiento dependiendo de dos factores fundamentales: el mercado es conocido o desconocido y el producto es conocido o desconocido. Dependiendo de la combinación de estos dos factores se elige la estrategia y, por ende, las acciones a realizar en pos de avanzar con éxito en la estrategia de crecimiento.

De acuerdo con lo señalado en el estudio de la quinua chilena, se establece como punto de partida el desarrollo del producto en el mercado local, para poder ir creciendo y de forma gradual avanzar, abarcando más clientes en nuevos mercados, lo que implica ampliar los frentes de desarrollo de nuevos mercados en nuevas localidades.

Al combinar las dos matrices anteriormente expuestas, se logra enriquecer el análisis estratégico para cada escenario elegido en el caso de un eventual crecimiento y desarrollo de la quinua chilena, tanto en el mercado local como en la conquista de nuevos mercados.

En un principio se combina el débil posicionamiento estratégico de la quinua chilena (comparativamente) con el mercado conocido que corresponde al mercado local donde se pretende fundamentalmente difundir y sentar las bases de una industria que requerirá de una base de consumo fuerte y cercana para sostener posteriormente una posición de mayor competencia en mercados más alejados.

En la medida que se va avanzando en el fortalecimiento del desarrollo del mercado local se da inicio al desarrollo de los mercados más alejados, donde se comienza con alianzas con socios regionales con el objeto de llegar con una propuesta más robusta y válida en cuanto a marca y despliegue de producto.

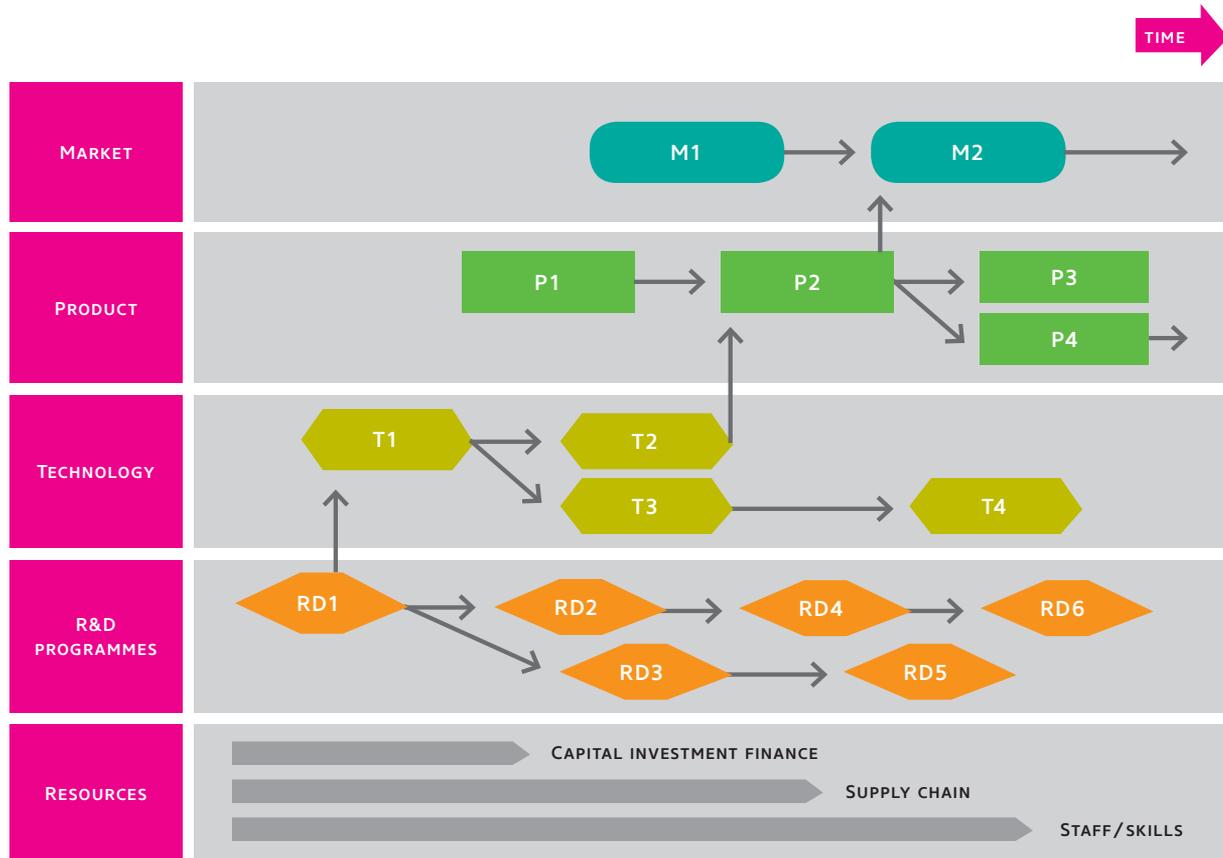
Ambas herramientas de análisis entregan, en conjunto, un escenario enriquecido en cuanto a recomendaciones de forma independiente o por separado, ya que estas dos herramientas se complementan y permiten combinar distintos elementos en un solo análisis.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, hemos considerado que la metodología para el desarrollo del este análisis y posterior documento se basa en “Technology RoadMapping” elaborado metodológicamente por Cambridge University, el cual establece como primera condicionante para el desarrollo del proceso de RoadMapping, la identificación de las grandes tendencias y directrices de corto, mediano y largo plazo que enfrentará la materia en cuestión.

La técnica de Roadmapping Tecnológico es utilizada por diversas industrias para apoyar el proceso de planificación estratégica. Esta técnica ha sido adaptada y aplicada en una gran variedad de contextos industriales como, por ejemplo, la industria de semiconductores y automotriz en el Reino Unido, como también para los sectores productivos estratégicos de Canadá.

Un Roadmapping Tecnológico puede tomar diversas formas, pero un genérico RT se tangibiliza en un gráfico de tiempo que comprende una serie de capas que se suelen incluir perspectivas comerciales y tecnológicas. El Roadmapping Tecnológico permite prever la evolución de los mercados, productos, tecnología y sus articulaciones en un mismo enfoque, tal como muestra la Figura 52:

Figura 52. Esquema de un Radmapping Tecnológico genérico, que muestra cómo la tecnología puede ser alineada con el desarrollo de productos y servicios, estrategias de negocios y oportunidades de mercado.



Fuente: Centro de Administración Tecnológica Universidad de Cambridge UK.

i. Desarrollo del análisis

El desarrollo del análisis de las tendencias y directrices que se presentan para la quinua en Chile, se expresa en diferentes ámbitos:

- a) **Ámbito social:** Considera elementos relativos al efecto en las comunidades y personas que las componen, su interrelación y la manera en cómo el colectivo de personas se beneficia o afecta producto de las diferentes condicionantes que se puedan presentar.
- b) **Ámbito tecnología:** Se relaciona al efecto de las tecnologías (blandas o duras) que se vean involucradas en los diferentes procesos, necesidades de esta, su desarrollo, implementación, acceso, entre otras.
- c) **Ámbito medio ambiente:** Corresponde a los elementos que en su conjunto de componentes físicos, químicos, biológicos y sociales capaces de causar efectos directos o indirectos, en un plazo corto o largo, sobre los seres vivos y las actividades humanas¹⁰.
- d) **Ámbito económico:** Considera los elementos de interacción propios de un sistema económico (recursos y necesidades) y, en particular, cómo la quinua ofrece un espacio de desarrollo económico para comunidades y personas.
- e) **Ámbito político-legal:** Se relaciona a los mecanismos a través de los cuales las personas y comunidades interactúan con los niveles centrales del Estado. Así también, lo legal está asociado a las regulaciones pasadas, actuales y futuras que permitirán dar cumplimiento a los marcos regulatorios vigentes.

10. Definición ONU, Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente de Estocolmo en año 1972.

- f) **Ámbito regional y cultural:** Corresponde a los elementos que están asociados a los límites geográficos que establece una “región”¹¹, y adicionalmente a los elementos que en esta región son propios de una unidad cultural, su interacción, propagación, difusión y modificación.
- g) **Otros ámbitos:** Otros ámbitos no considerados en las descripciones anteriores.



11. Territorio que constituye una unidad homogénea en un determinado aspecto por circunstancias históricas, políticas, geográficas, climáticas, culturales, lingüísticas o de otro tipo.

ii. Análisis de tendencias

Segmento tendencias y drivers: Ámbito social

CORTO PLAZO 2017 - 2019	MEDIANO PLAZO 2019 - 2026	LARGO PLAZO 2026 - 2036
<ul style="list-style-type: none"> • La quinua depende de subsidios estatales. 	<ul style="list-style-type: none"> • La quinua se transforma en un commodity atractivo para distintas zonas del país, incorporándose más y nuevos agricultores. 	<ul style="list-style-type: none"> • La quinua chilena entra a competir con su par de Bolivia, Perú y Ecuador aumentando cada año su volumen exportado y la cantidad de países a los que exporta.
<ul style="list-style-type: none"> • Escaso incentivo al productor por el bajo precio de la quinua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de incentivos por mayor estabilidad del precio de la quinua en torno a USD 3,00. 	<ul style="list-style-type: none"> • La mayor producción en volumen de la quinua chilena hace que los costos en maquinarias y otros insumos específicos para su siembra, cosecha y tratamiento posterior se hagan más rentables y disminuya, por ende, su costo de capital.
<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de programas de capacitación y asistencia técnica en quinua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aparición de programas sociales y locales con énfasis en la producción de quinua chilena. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor preparación en capital humano, capacitación e I+D a lo largo de toda la cadena de valor de la quinua.
<ul style="list-style-type: none"> • Carencia de organizaciones campesinas adecuadamente organizadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Existencia de cooperativas organizadas en torno a la quinua en las zonas de mayor producción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aparición de las primeras firmas de privados con apoyo de capital en el mercado de la quinua para consumo nacional, pero principalmente exportación.
<ul style="list-style-type: none"> • Bajo interés de productores en procesos de asociatividad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de un Consorcio Nacional de la quinua que agrupe territorialmente a productores del norte y de la zona centro-sur del país. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Agricultores que hoy se dedican a la producción de quinua son mayores de 50 años. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de iniciativas de fomento concursables para ser desarrolladas por jóvenes. 	

Segmento tendencias y drivers: Ámbito tecnología

CORTO PLAZO 2017 - 2019	MEDIANO PLAZO 2019 - 2026	LARGO PLAZO 2026 - 2036
<ul style="list-style-type: none"> Irregularidad en la producción de quinua. 	<ul style="list-style-type: none"> Introducción de pocas variedades de quinua. 	<ul style="list-style-type: none"> Nuevas variedades de quinua y desarrollo de la industria alimentaria en base a productos de la quinua.
<ul style="list-style-type: none"> Sin sofisticación en el desarrollo de productos. 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo de subproductos a partir de la quinua. Quinua con capacidad de mejorar calidad alimentaria de otros alimentos (materia prima). 	<ul style="list-style-type: none"> Diversificación de los productos y subproductos en torno a la quinua.
<ul style="list-style-type: none"> Carencia de investigación y desarrollo en maquinaria para las fases de campo y poscosecha de la quinua. Falta de maquinaria especializada para la fase de cosecha de la quinua (grano limpio). 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollos incipientes en cuanto a maquinaria especializada, incentivada por mayores volúmenes y mayor regularidad de producción. 	<ul style="list-style-type: none"> Industria emergente en torno a la quinua impulsada, en parte, por el I+D y las inversiones en capital.
	<ul style="list-style-type: none"> Escasa infraestructura de riego para la producción de quinua. 	<ul style="list-style-type: none"> Sofisticación de sistemas de riego

Segmento tendencias y drivers: Ámbito medio ambiente

CORTO PLAZO 2017 - 2019	MEDIANO PLAZO 2019 - 2026	LARGO PLAZO - 2036
	<ul style="list-style-type: none"> Adaptabilidad de quinua a terrenos degradados, con diferenciación hacia sistemas productivos orgánicos y/o convencionales. 	<ul style="list-style-type: none"> Enfoque hacia dos grandes mercados: el orgánico para consumo humano directo y el industrial para elaboración preferente de subproductos.

Segmento tendencias y drivers: Ámbito económico

CORTO PLAZO 2017 - 2019	MEDIANO PLAZO 2019 - 2026	LARGO PLAZO 2026 - 2036
<ul style="list-style-type: none"> Baja superficie y productividad del cultivo de la quinua. 	<ul style="list-style-type: none"> Aumento en el consumo nacional de quinua. 	<ul style="list-style-type: none"> Productos de alto valor agregado para atender necesidades producto de alergias alimentarias y desarrollo de productos para la industria cosmética y farmacéutica (segmentación de mercados).
<ul style="list-style-type: none"> Escasa agregación de valor en materia prima y posibles subproductos de la quinua. 	<ul style="list-style-type: none"> Certificación por origen/procesos /preparación como elemento diferenciador para el consumidor final y desarrollo de prototipos para la industria cosmética y farmacéutica. 	<ul style="list-style-type: none"> Potencial de uso en población de alimentación vulnerable (adultos, niños, embarazadas, alérgicos) y escalamiento en industria cosmética y farmacéutica.
<ul style="list-style-type: none"> Ausencia de metodologías de costeo en la producción de materias primas y generación de productos procesados. 	<ul style="list-style-type: none"> Oportunidad de aumento efectivo de la producción nacional para industrializar su producción por zonas geográficas. 	<ul style="list-style-type: none"> Utilización de la quinua en diversos nichos comerciales, tales como alimento para enfermos de diabetes y otras patologías no transmisibles, así como también para personas y niños que presentan alergias alimentarias.
<ul style="list-style-type: none"> Variabilidad de precio final basada en asimetrías de información al consumidor (se indican certificaciones que no se acreditan u orígenes del producto que no son tales). 	<ul style="list-style-type: none"> Disminución de intermediarios, basado en mayor presencia de productos certificados y marcas de valor en el mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> Consolidación de disponibilidad de maquinarias especializadas para el desarrollo de materias primas y de productos derivados de alta calidad y que posean certificaciones y sellos.
<ul style="list-style-type: none"> Captura de valor la hace el intermediario y no el productor. 		<ul style="list-style-type: none"> Aumento de marcas con participación de capital en la producción y comercialización de quinua.

Segmento tendencias y drivers: Ámbito político y legal

CORTO PLAZO 2017 - 2019	MEDIANO PLAZO 2019 - 2026	LARGO PLAZO 2026 - 2036
<ul style="list-style-type: none"> Ausencia de una certificación de calidad/origen de producto que esté validada. 	<ul style="list-style-type: none"> Mayor conciencia del valor estratégico de la quinua en el mundo y las posibilidades de Chile de transformarse en un actor clave en su producción y comercialización dadas sus condiciones naturales y credibilidad comercial en el mundo. 	<ul style="list-style-type: none"> Quinua como cultivo estratégico para favorecer y fortalecer su consumo en todos los segmentos sociales, en base a calidad nutricional y condiciones únicas de producción.
<ul style="list-style-type: none"> Ausencia de políticas públicas de apoyo y fomento al cultivo de quinua. 	<ul style="list-style-type: none"> Consolidación de la Mesa de la Quinua como instancia de apoyo a las políticas públicas del sector, así como el comienzo de la construcción y desarrollo de marca de Quinua Chilena a nivel nacional e internacional. 	<ul style="list-style-type: none"> Se intensifica la producción y consumo nacional. Se diversifica su uso en distintos segmentos, desde gourmet hasta alimento básico masivo, llegando a aplicaciones médicas y nutricionales (productos de valor agregado).
<ul style="list-style-type: none"> Inexistencia de liderazgo estatal para posicionar la Quinua Chilena. 	<ul style="list-style-type: none"> Políticas de fomento al desarrollo de quinua en Chile. 	<ul style="list-style-type: none"> Quinua Chilena posicionada como producto estratégico.
<ul style="list-style-type: none"> Falta de valorización y posicionamiento del grano de quinua mediante sellos de calidad /valor nutricional/origen, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo de marcas en base a sellos de origen, estudios de determinación de calidades nutricionales y aptitud para transformación industrial de materias primas y subproductos (saponinas). 	

Segmento tendencias y drivers: Regional y cultural

Corto Plazo 2017 - 2019	Mediano Plazo 2019 - 2026	Largo Plazo 2026 - 2036
<ul style="list-style-type: none"> Carencia de habilidades empresariales en productores de quinua. 		<ul style="list-style-type: none"> Mayor interés de productores con capital debido al mercado atractivo detrás de la quinua en el contexto internacional.
<ul style="list-style-type: none"> Identificar ámbitos de uso de quinua en base a las características de plantación por zonas (estudio y caracterización). 	<ul style="list-style-type: none"> Identificación de la quinua con lo altiplánico, propio y originario. 	<ul style="list-style-type: none"> Incentivos para el arraigo de la población asociada a la producción de quinua para presentarla como una oportunidad de desarrollo para jóvenes.

Segmento tendencias y drivers: Ámbito otros

CORTO PLAZO 2017 - 2019	MEDIANO PLAZO 2019 - 2026	LARGO PLAZO 2026 - 2036
<ul style="list-style-type: none"> Baja disponibilidad a crecer en superficie de producción de quinua por parte de comunidades autóctonas (comunidades mapuche) del sur del país. 	<ul style="list-style-type: none"> Expansión de la superficie de producción de quinua desde la región de Arica y Parinacota hasta Los Lagos. 	<ul style="list-style-type: none"> El cultivo y producción de quinua se complementa con otras actividades territoriales a lo largo de todo el país (turismo étnico, turismo cultural, turismo gastronómico, entre otras actividades de desarrollo).

iii. Conclusiones del análisis de tendencias y driver de la quinua

Cada uno de los siete ámbitos presentados, ofrece una serie de desafíos/oportunidades para ser abordados en escalas de tiempo de corto, mediano y largo plazo, lo cual implica reconocer oportunidades de implementación de acciones que permitan lograr mejorar el desempeño de diferentes variables (asociadas a los ámbitos descritos) con el fin de recorrer un camino que permita desarrollar de manera sostenible, creciente y constante el mercado de la quinua en Chile.

B. CONTEXTO DEL POTENCIAL DE LA QUINUA EN CHILE

En primer lugar, el potencial competitivo se define según Graham Kenny¹² como el grado en que las declaraciones de la estrategia tienen la capacidad de entregar una ventaja competitiva, esto es posicionarse en un nivel superior comparado con los competidores en ciertos factores estratégicos.

Si individualizamos los factores sobre los cuales Chile tiene un potencial estratégico se debe hacer referencia al factor climático, el cual es un elemento de gran importancia estratégica en las dos principales zonas productoras del país - altiplano y zona centro sur-, debido a que posee, para el caso del altiplano, un clima frío y seco, característico de las zonas productoras en los países andinos como Perú y Bolivia que son a la vez los principales productores de la quinua y los mayores competidores de Chile en esta industria. Por su parte, la zona centro y sur poseen un clima templado mediterráneo a lluvioso, respectivamente, en donde se desarrolla la quinua de la costa o tierras bajas, recurso genético nativo de esta zona del país, que ha servido para el desarrollo de la industria en países de latitud similar, tales como Canadá, Estados Unidos, Inglaterra, Holanda, Dinamarca y Alemania, entre otros.

12. Ver en <http://www.strategicfactors.com/resources/Strategy%20-%20Competitive%20Potential%20-%20Graham%20Kenny.pdf>

En segundo lugar, se debe mencionar como factor estratégico el mayor índice de desarrollo industrial que posee Chile, que al igual que Perú superan ampliamente a Bolivia, uno de los principales exportadores de quinua, pero que va cediendo terreno en la industria a su principal contendor hoy que es Perú. En este punto ya se denota la primera diferencia que se marca con Bolivia, ya que este país debe realizar una gran inversión en recursos para igualar el índice de desarrollo industrial tanto de Chile como de Perú.

Tal como se ha indicado previamente, tanto Perú como Bolivia no cuentan con una transformación de materias primas altamente sofisticada, coordinada ni organizada, por lo que le dejan una brecha de desarrollo libre a Chile, que de ser aprovechada podría significar una ventaja importante estableciendo una barrera difícil de igualar a la competencia de estos dos países y, en cambio, constituyéndose en una ventaja competitiva clara que tanto los sectores público como privado podrían aprovechar de explotar.

Por otra parte, el crecimiento explosivo que ha tenido la exportación de quinua en los últimos 20 años constituye un incentivo importante, pues da cuenta de una porción cada vez más atractiva de mercado para quien tenga la capacidad de proveer volúmenes de producción cada vez mayores de un producto que no tiene gran sofisticación y sobre el cual se están comenzando a realizar descubrimientos de nuevas aplicaciones que podrían abrir nuevos y más rentables mercados en torno a su producción como negocio central.

Estos son solo algunos aspectos relevantes a la hora de determinar el potencial competitivo que tiene que desarrollar la industria de la quinua en Chile, así como invertir en desarrollar una industria que tiene un importante espacio para crecer por delante.

De acuerdo a los documentos y estudios realizados, el potencial negocio de la quinua para Chile es atractivo. Si bien Bolivia y Perú lideran y concentran la producción y exportación de este alimento, existen espacios a través de los cuales Chile puede desarrollar ventajas competitivas que le permitan hacerse de una marca y un prestigio que le favorezcan capturar participación de mercado a tasas crecientes año a año.

Lo anterior depende de varios factores. En primer lugar, es importante entender las condiciones en las cuales se cultiva la quinua y que Chile cuenta con las condiciones naturales para desarrollar ampliamente su cultivo y producción en el territorio nacional subdividido en dos áreas importantes de desarrollo: en el altiplano norte del país y en la zona centro-sur. Actualmente, el centro productivo de la quinua está en los alrededores del Lago Titicaca en Bolivia y en Perú a 3.800 msnm en un clima frío y seco. Chile, a su vez, tiene una extensión considerable del macizo de los Andes, por lo que cuenta con un importante factor a su favor en la zona altiplánica norte y en áreas de pampa en el Valle Central, así como un amplio territorio que comprende zonas de secano costero/precordillera y Valle Central de la zona centro-sur, en todas las cuales posee condiciones climatológicas favorables.

Durante el año 2014, Perú le arrebató a Bolivia el primer lugar como exportador de quinua a Europa y creció durante el año 2015 a una tasa mucho mayor que la boliviana. Este desempeño puede estar soportado por una mayor industrialización de Perú y un menor acceso al capital y la tecnologización por parte de Bolivia, que ve amenazado su cetro como principal productor y exportador de este grano. Chile, al igual que Perú, tiene un mayor índice de desarrollo industrial comparado con Bolivia, así como mayor acceso a capital y tecnologías lo que lo hace un competidor directo de Perú. En el mediano y largo plazo Perú y Chile

podrían disputarse la participación de mercado que actualmente domina Bolivia, el cual de no encontrar alguna forma de diferenciarse, pronto podría verse sobrepasada por mayores disponibilidades, mayores volúmenes y distintas variedades que permitan competir de mejor manera.

Otro elemento que hace a Perú un competidor importante es su diversificación de mercados, debido a que ha sido capaz de abrir mercados en más de 50 países, lo cual le brinda una enorme oportunidad de aumentar las cantidades en cada uno de esos países. Bolivia, por su parte, solo vende a 36 países. Sin perjuicio de lo anterior, el principal importador de quinua es EE.UU. con un 56% del total de toneladas (FAO, 2013).

A partir de los antecedentes estadísticos mundiales es posible deducir que en los últimos 20 años la exportación de quinua ha sufrido un crecimiento explosivo, debido principalmente a la utilización de sus granos para consumo humano, sin despreciar el uso medicinal y farmacéutico, cosmético, entre otros. Claramente los estudios que respaldan los altos beneficios nutritivos de este producto y sus potenciales usos medicinales, junto con la tendencia mundial de consumo de productos naturales y saludables han permitido que la quinua ingrese a mercados nuevos con una tasa de crecimiento creciente.

En este contexto, es importante desarrollar ventajas competitivas no solo a nivel de cadena de producción, con costos más bajos, o disponibilidades aseguradas, sino que también a partir de mejores y mayores variedades que permitan diversificar la transformación de materias primas, que a la vez posean certificación orgánica, denominación de origen y con trazabilidad respecto de la huella de carbono y huella hídrica de lotes producidos. Esto, fundamentalmente porque los segmentos de consumidores son más cercanos a los productos naturales y amigables con el medio

ambiente por lo que están dispuestos a pagar por conocer estas condiciones y saber que el alimento que consumen se cultivó de forma amigable con el medio ambiente.

Tanto Perú como Bolivia cuentan con una producción de quinua medianamente coordinada y organizada, aún dependen de pequeños agricultores con escasa preparación técnica, con predios de tres hectáreas en promedio, donde la producción no es homogénea en cuanto a calidad. Todos estos elementos constituyen una debilidad que Chile puede aprovechar y abordar el mercado con un producto homogéneo, de alta calidad, con diversas variedades, con volúmenes interesantes y con márgenes más altos, derivado de inversiones en capital que permitan aumentar las rentabilidades por hectárea, mejorar los tiempos de cultivo, disminuir insumos y posicionar una marca país asociada a un producto de alta calidad.

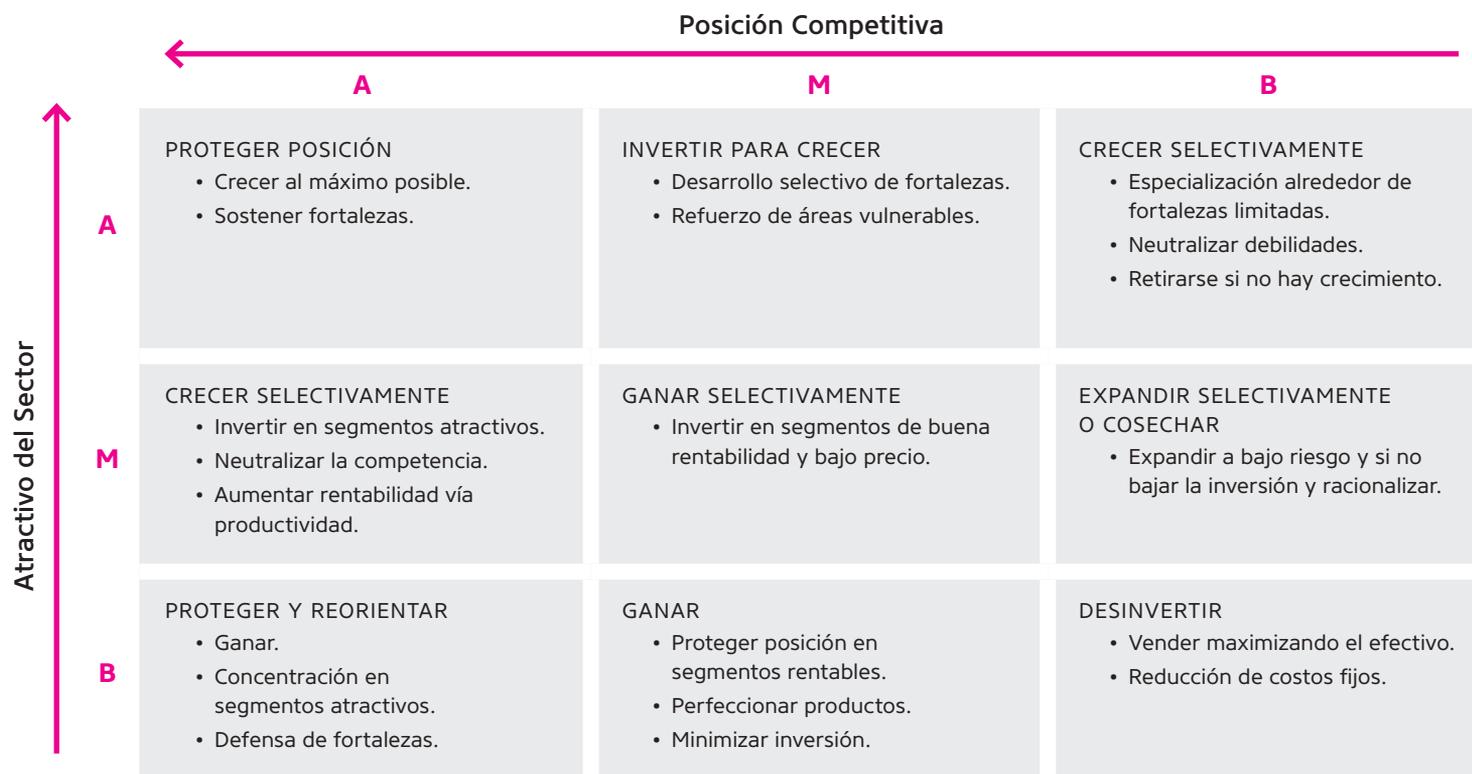
De acuerdo a las directrices que se identifican en el análisis de las tendencias (herramienta base de Roadmap Tecnológico de la industria) la quinua debe sofisticarse al nivel de poder suplir sin problemas distintos segmentos de clientes, desde el consumo masivo de un alimento fundamental, con características altamente nutritivas para niños o adultos mayores, hasta suplir las necesidades de las industrias médicas, farmacológicas y/o cosméticas que si bien podrían no demandar grandes volúmenes en un principio, sí requieren de una alta calidad en sus insumos, y un suministro disponible continuo y garantizado. Para lograr este nivel de sofisticación es necesario industrializar el proceso, invertir en I+D, adquirir conocimiento específico no solo de las características de la quinua como cultivo, sino del tratamiento poscosecha con el objeto de conocer el producto y poder entregarlo en todas sus versiones a cualquiera de los segmentos de clientes en tiempo y forma.



Por otra parte, es necesario comenzar a desarrollar estrategias de marketing para crear una marca país en torno a la quinua, con el objeto de inculcar y dar a conocer las bondades del producto y de sus beneficios nutricionales y como alimento suplementario para personas que padecen alergias alimentarias, diabetes, etc. De esta forma se crea un consumo interno que, aunque incipiente, sienta las bases de un consumo fijo a futuro, lo cual permite manejar los excedentes de producción que no han podido ser comercializados tanto interna como externamente, o que la calidad o calibre no cumpla con los contratos internacionales y destinarlos a consumo interno a un costo de transporte y logístico comparativamente más bajo.

C. POSICIONAMIENTO DE LA QUINUA

Para poder definir si la quinua producida en Chile puede responder a la lógica de un producto diferenciado o a la de un commodity, nos apoyaremos en la matriz McKinsey (General Electric), la cual está formada por dos ejes (Posición Competitiva / Atractivo del Sector), lo que se presenta a continuación:



Fuente: Elaboración propia

En el eje de la X encontramos la “Posición Competitiva” mientras que en el eje “Y” está ubicado el “Atractivo del Sector” (mercado). En el eje de “Posición Competitiva” debemos valorar la capacidad de nuestro producto para competir contra otras opciones existentes en el mercado y clasificarlo en uno de sus tres cuadrantes: baja (B), media (M) o alta (A).

Por otra parte, en el eje “Y” de “Atractivo del Sector” como bien indica su nombre, consideraremos el atractivo del sector o mercado en el que queremos que opere nuestro producto, para posteriormente también clasificar el resultado en uno de sus tres cuadrantes: (B) bajo, (M) medio o (A) alto.

A partir de lo mencionado en el párrafo anterior, podemos definir a priori que la quinua producida en Chile se podría ubicar en el eje Y “Atractivo del Sector” en la categoría “M” (media). Por otra parte, si buscamos en el eje X “Posición Competitiva”, podemos establecer que la quinua chilena se puede ubicar en la categoría “B” (baja).

En consecuencia, la intersección de ambos ejes nos daría como resultado que estaríamos en el punto en donde deberíamos “**Expandir selectivamente o cosechar resultados**”, lo que implica de acuerdo a la matriz de McKinsey, deberíamos estar en un punto donde se incrementa la operación, pero con bajo riesgo de inversión o eventualmente deberíamos tener como opción reducir la inversión y racionalizar los recursos.

Todo lo anterior refiere a la situación actual, considerando la competencia que tiene el producto quinua en Chile por parte de los productores peruanos y bolivianos.

Si tomamos lo anterior como una situación base conservadora, nos tenemos que preguntar ¿Cómo somos capaces de movernos en el eje Y “Atractivo del Sector”, desde la categoría M (Media) a la categoría A (Alta) y asimismo en el Eje X “Posición Competitiva”, partiendo en la categoría B (Baja), para movernos luego a la categoría M (Media)? Lo anterior nos ofrecería dos escenarios:

- Primer Escenario: Movernos evolutivamente en el eje “Y”, hacia arriba, donde pasaríamos a tomar una condición (categoría) que nos indicaría que debemos invertir en segmentos de buena rentabilidad con precios bajos, lo cual es una tarea que sin duda permitiría mejorar el detalle y transparencia de los costos del producto y además sincerar los márgenes que aplican los distribuidores versus el precio de compra a productores locales.

- Segundo Escenario: Movernos en el eje “X”, hacia la izquierda, nos dejaría en una posición competitiva “Alta”, en donde la indicación de la matriz nos llevaría a crecer al máximo posible para abarcar la mayor porción del mercado que permita nuestra capacidad y por otro lado nos obligaría a invertir en sostener las fortalezas ya sean competitivas o comparativas que hayamos logrado desarrollar.

Estos dos escenarios por separado, nos permiten intersectar los ejes de “Posición Competitiva” (eje X) con el eje “Atractivo del Sector” (eje Y), la matriz nos entregaría como recomendación que debiésemos desarrollar un proceso de Crecimiento Selectivo (“Crecer Selectivamente”), en donde deberíamos invertir en segmentos atractivos (que reporten mejor valor /rentabilidad); enfocándonos en neutralizar a la competencia (atenuar) y mejorar la productividad en el proceso fabril del producto para mejorar la rentabilidad o margen.

Finalmente, un tercer escenario posible (considerando un escenario muy favorable para la quinua chilena), puede ocurrir si nos desplazamos más hacia arriba en el eje Y “Atractivo del Sector” y a su vez mantenemos la posición en la escala del eje X “Posición Competitiva” en la categoría A (Alta), nos dejaría con la recomendación de “Proteger la Posición” alcanzada, expandiendo al máximo posible la capacidad de crecimiento y con la recomendación de mantener o sostener las fortalezas construidas (lo cual implica planificar inversiones ad-hoc para sostener este escenario).

D. OPORTUNIDADES DE LA QUINUA CHILENA

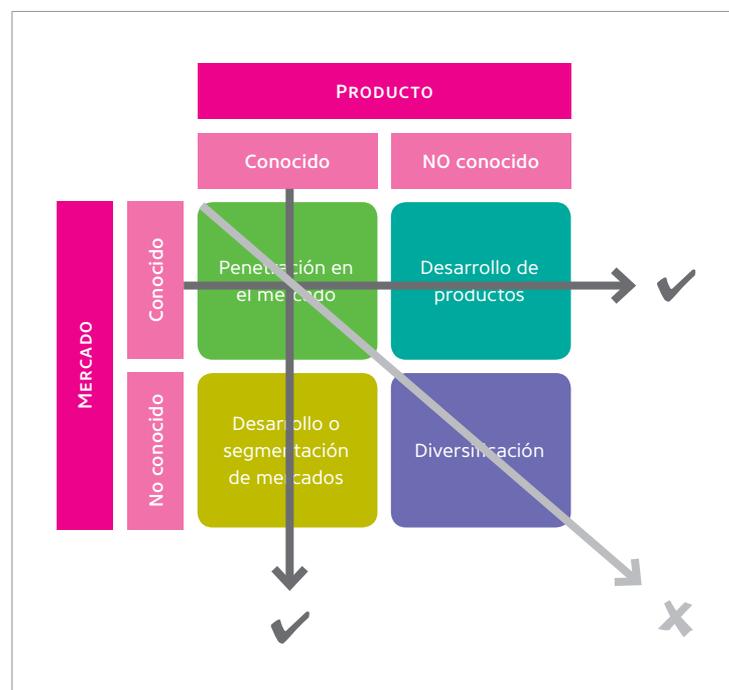
De acuerdo a las condiciones de entorno (mercado) y tomando solo una definición, por ejemplo quinua como producto que queremos hacer crecer en el mercado, podemos considerar una estrategia

de diversificación del producto, para lo cual “Igor Ansoff”, publicó en 1957, su artículo “Estrategias para la diversificación” en HBR (Harvard Business Review). Desde entonces y durante muchos años se ha presentado a las empresas la “**Matriz de Ansoff**”¹³, que posiciona la cartera de oportunidades o de proyectos de innovación de una organización en un gráfico cartesiano donde los ejes representan la lejanía o cercanía del producto y del mercado que se pretenden abordar.



13. La **Matriz de Ansoff**, también conocida como *Matriz Producto/Mercado* o *Vector de Crecimiento*, creada por Igor Ansoff en 1957 sirve para identificar oportunidades de crecimiento en las unidades de negocio de una organización. En otras palabras, expresa las posibles combinaciones producto/mercado (o unidades de negocio) en que la empresa puede basar su desarrollo futuro. Esta matriz describe las distintas opciones estratégicas, posicionando las mismas según el análisis de los componentes principales del problema estratégico o factores que lo definen.

En general, y dado que estamos basándonos en incrementar las oportunidades de negocios de la quinua chilena en el mercado local, consideramos entonces que la diversificación del negocio basado en producto, la Matriz de Ansoff nos propone recorrer un camino más o menos horizontal o más o menos vertical (elegir entre diversificar en mercado o hacerlo en base a producto/servicio), pero nunca avanzar hacia variaciones drásticas en diagonal, es decir, asumiendo al mismo tiempo incertidumbres en el mercado y en el producto/servicio. Lo anterior se muestra a continuación:



Si combinamos el análisis basado en la matriz de “McKinsey” (General Electric) y la “Matriz de Ansoff”, podemos aventurar

algunas conclusiones que pueden ser elementos interesantes a sostener para la determinación del plan de desarrollo para la quinua chilena:

Primera Fase: Difusión del producto y prospección de clientes		
McKinsey	Ansof	Expandir la información del producto a través de canales de ventas propios o de terceros (asociaciones estratégicas) para posicionar marca de producto/servicio.
<p><u>Posición Competitiva Baja</u></p> <p>Crecer selectivamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Especialización alrededor de fortalezas limitadas. • Neutralizar debilidades. 	<p><u>Mercado Conocido – Producto/ Servicio No Conocido</u></p> <p>Desarrollar producto/servicio</p>	
Segunda Fase: Primeras ventas y prospección de clientes		
McKinsey	Ansof	<ul style="list-style-type: none"> • Optimizar costos de producto/servicio en base a estrategias de diferenciación por precio y modelo de negocios basado en captura de valor en corto plazo para el cliente. • Expandir marketing del producto y aumentar visibilidad de la marca. • Construir casos de éxito en base a marketing del cliente.
<p><u>Ganar Selectivamente</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Invertir en segmentos de buena rentabilidad y bajo precio. 	<p><u>Mercado Conocido – Producto/ Servicio Conocido</u></p> <p>Penetración en el mercado</p>	
Tercera Fase: Ventas recurrentes y expansión local.		
McKinsey	Ansof	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento en marketing relacional local (expansión). • Reclutar nuevos talentos para incrementar la capacidad cobertura del negocio. • Implementación atención y posventa a clientes (Customer Relationship Management).
<p><u>Invertir para crecer</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo selectivo de fortalezas. • Refuerzo de áreas vulnerables (Capital humano especializado). 	<p><u>Mercado Conocido – Producto/ Servicio Conocido</u></p> <p>Penetración en el mercado</p>	

Cuarta Fase: Incremento ventas recurrentes y expansión regional.

McKinsey	Ansof	
<p><u>Crecer Selectivamente</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Invertir en segmentos atractivos. • Neutralizar a la competencia. • Aumentar la rentabilidad vía productividad. 	<p><u>Mercado Conocido – Producto/Servicio No Conocido</u></p> <p>Desarrollo o segmentación de mercado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Posicionamiento de marca y campaña de marketing expansivo a la región. • Búsqueda e identificación de potenciales socios regionales. • Prospección de nuevos clientes. • <i>Upgrade</i> de tecnologías para la producción. • Participación en eventos regionales reconocidos por la industria o el mercado.

E. MERCADOS OBJETIVOS

i. La quinua en Chile

El mercado objetivo inicial a nivel de “Bussines to Bussines” (B2B) o “empresa a empresa” sobre el que se podría considerar desembarcar, pensando en un producto con denominación de origen chileno así como con los subproductos asociados puede ser:

- **Grandes compañías productoras de insumos para la industria de alimentos:** Productores de aditivos, complementos y materias primas semi elaboradas o elaboradas requeridas por la industria de alimentos.
- **Compañías fabricantes de alimentos saludables asiáticas, europeas y norteamericanas:** Empresas fabricantes de productos de alto valor agregado con foco en nutrición saludable o requerimientos de alimentos especiales (libres de gluten, alimentos para celíacos, diabéticos, entre otros).
- **Compañías fabricantes de alimentos preparados:** Empresas dedicadas a la fabricación de alimentos preparados y de consumo inmediato orientadas a público masivo que deban cumplir con regulaciones de aportes nutricionales, azúcares y grasas y que, por ende, necesiten sustituir elementos por otros que no alteren de manera significativa las propiedades organolépticas y de palatabilidad del producto final.
- **Compañías fabricantes de alimentos preparados para bebés y niños:** Empresas dedicadas a fabricar alimentos para consumo inmediato de este segmento que deben cumplir regulaciones estrictas en términos de aportes nutricionales.

Abordar un mercado “Bussines to Consumer” (B2C) o “Empresas a Consumidores”, en esencia implica que el más atomizado (se distribuye de manera unitaria y extendida a lo largo de un territorio), donde el desafío está en encontrar un mecanismo de distribución que

permita llegar al consumidor final sin alterar de manera significativa el precio final del producto. Las alternativas que aparecen como opciones a analizar son:

Centro de Distribución Regional: Esto implicaría disponer de un espacio acondicionado para recibir despachos de los productores desde los puntos de producción ubicados en diferentes zonas del país, de manera de poder consolidar volúmenes de quinua, en formatos de transporte de entre 20 Kg. a 50 Kg. (sacos). Este punto es fundamental para poder contar con un lugar donde los comercializadores (business) puedan abastecer del producto a un precio adecuado a clientes finales (consumers), manteniendo la trazabilidad de origen de la quinua desde el productor.

Este centro permite romper las asimetrías que introducen los intermediarios que compran la quinua directo al productor (en la zona o localidad donde ella se produce), a un precio que no permite distribuir el valor de manera compartida (genera asimetrías en la captura de valor, donde el productor “gana menos” y el intermediario “gana más”). Esta alternativa puede ser funcional para ciudades que son capitales regionales y, por lo tanto, ofrecen concentraciones de habitantes por sobre los 300 mil.

Centro de Distribución por Ciudad: Estos deberían ser lugares de menor tamaño que los centros regionales, dado que se asocian a la capacidad de comercializar la quinua en formatos de menor tamaño (por definir) comparativamente a la de distribución regional.

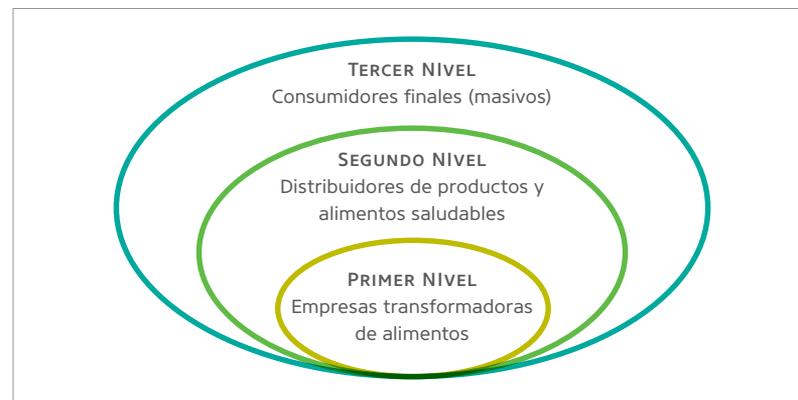
El sentido de estos centros -inicialmente en ciudades de más de 100 mil habitantes- es llegar a un precio base que permita a los distribuidores locales abastecerse del producto sin sacrificar costos de stock o almacenamiento. De esta manera no se obliga a los distribuidores por ciudad a mantener un stock significativo

de quinua (lo que flexibiliza la necesidad del pequeño distribuidor para que pueda disminuir o incrementar su stock de quinua en función de la demanda que él construya).

En ambos tipos de Centros no se debe vender al consumidor final, dado que esto pone en riesgo la viabilidad de los pequeños distribuidores y, por ende, la disponibilidad del producto de manera distribuida. Si desaparecieran los distribuidores locales, los consumidores finales se verían obligados a subir un nivel y comprar directo al Centro de Distribución, obligándolos a desplazamientos y a aumentar el formato y tamaño de su compra.

ii. Priorización de mercados a abordar

Dado que los mercados a abordar por parte del producto quinua en sus diferentes niveles presentan reglas de negocios distintos entre sí, se considera que priorizar el esfuerzo, ya sea de prospección, penetración o comercialización en el mercado es fundamental para optimizar el uso de los recursos que permitan generar valor en la cadena. Por lo anterior se propone ordenar de manera ascendente los mercados a abordar:



MERCADO	DESCRIPCIÓN
Primer Nivel: Empresas transformadoras de alimentos	<p>Corresponde a empresas con operaciones en Chile que mantienen en su <i>pool</i> de productos la quinua como materia prima que permite la fabricación de nuevos productos de mayor valor agregado y que, además, les permiten abrir nuevos espacios en el mercado para competir con productos sustitutos importados.</p> <p>En este punto es importante indicar que estas empresas deben tener un tamaño mediano, ya que esto facilita la apertura de conversaciones que hagan crecer el valor de la cadena de abastecimiento y la calidad del producto.</p> <p>Se estima que estas empresas productoras de alimentos son receptivas al desarrollo de productos que les permita mejorar su <i>pool</i> de productos y, en particular, aprovechar el canal de distribución que tienen, de manera que la inserción de uno nuevo no resulta compleja.</p>
Segundo Nivel: Distribuidoras de productos saludables	<p>Estas empresas tienen como foco la distribución de productos. En general, tienen una capacidad de cobertura regional y en algunos casos nacionales. Su negocio se basa en tener un <i>pool</i> de productos amplios para satisfacer la demanda de sus clientes. En este sentido, es fundamental que las empresas distribuidoras tengan interés en integrar productos saludables.</p> <p>Las reglas de negocios en este segmento obligan a que el precio al que se ofrece el producto a las empresas distribuidoras considere que hay un porcentaje que estas capturan, y por otra parte, se debe clarificar cuál será el precio de venta a sus clientes. Habitualmente son negociaciones que se basan en volumen, por lo cual volúmenes bajos de oferta de productos basados en quinua podrían jugar en contra del interés del distribuidor de contar con los productos basados en este grano.</p>
Tercer Nivel: Consumidores finales	<p>El consumidor final masivo es la cúspide de una pirámide de esfuerzo comercial. Para llegar a este nivel se puede optar a través de sistemas de distribución tipo <i>retail</i>, el cual garantiza una amplia disponibilidad del producto para el consumidor final, pero requiere de una inversión importante en <i>stock</i> y en capital que permita pagar la logística de abastecimiento de cada uno de estos lugares y, además, cubrir los gastos asociados a las reglas de negocios enfocadas en venta en <i>retail</i>.</p> <p>Por otra parte, si las reglas de negocios de los mecanismos de retail son elevadas para poder acceder al mercado, se puede optar por un modelo más atomizado que permita llegar con el producto quinua a locales comerciales pequeños que actúan como almacenes. Para esto es clave la logística de distribución o en su defecto la capacidad de llegar con el producto a través de distribuidores.</p> <p>Como se puede ver, este nivel puede perfectamente reunir el esfuerzo de niveles anteriores, por lo cual el esfuerzo de ventas a consumidor final, sin duda, no es un tema trivial y requiere consolidar fases previas.</p>

F. ACCIONES ESTRATÉGICAS PARA DESARROLLAR EL MERCADO DE LA QUINUA CHILENA

i. En camino a la estrategia

Dado el análisis de los puntos anteriores en donde se ha considerado la revisión de las oportunidades para la quinua chilena, así como de los potenciales mercados objetivos y luego su priorización, se puede avanzar a definir una declaración estratégica que permita establecer cómo se puede desarrollar el mercado de la quinua en Chile.

La declaración estratégica que se puede presentar para el desarrollo del mercado de la quinua en Chile corresponde a: *“Ofrecer al mercado productos y subproductos derivados de la quinua con gran sofisticación y elaboración, resultado de procesos altamente tecnologizados y diversificados, siendo capaces de entregar grandes volúmenes de un producto de alta calidad y diferenciación”*.

De esta manera, la propuesta de desarrollo de la quinua chilena se aleja intencionalmente del producto *“commoditizado”* de sus competidores Perú y especialmente Bolivia donde los niveles de tecnologización no son altos, y los bajos precios redundan en bajos pagos a la mano de obra poco especializada. Chile debe establecer la diferencia y la principal barrera de entrada de lograr los mismos niveles de precios bajos en un producto estándar y, por otra parte, debe ser capaz de ofrecer productos especializados y orientados a distintos nichos de mercado, dependiendo de las necesidades y calidades de cada cultivo.

En este sentido, la visión de Chile para el desarrollo de la quinua debería ser: *“Nutrir al mercado nacional e internacional con la quinua y sus derivados de la más alta calidad, estableciendo un Sello de Origen país reconocido en todo el mundo”*.

La misión de Chile, por ende, debería ser: *“Poner a disposición del mercado nacional e internacional la quinua y sus derivados de la mayor calidad con el propósito de satisfacer la demanda creciente de todos los nichos de mercado existentes”*.

Por lo tanto, para la priorización de las acciones sugeridas a nivel operativo y con el propósito claro de lograr los resultados esperados, se debe realizar lo siguiente:

Ámbito social:

1. Establecer un programa de subsidios enfocados en desarrollar tecnologías de producción.
2. Generar alternativas de uso y diversificación de la quinua con el propósito de desarrollar una gama de productos diversos y de mayor valor agregado, aumentando las posibilidades de captura de valor para pequeños y medianos productores.
3. Fomentar y potenciar el desarrollo de cooperativas campesinas y entregar beneficios al cultivo y protección de la quinua.
4. Invitar a los centros de conocimiento (Centros de investigación, universidades y centros de formación técnica) a desarrollar y transferir conocimiento sobre la producción de la quinua a los productores.

Ámbito tecnología:

1. Elaborar programas de desarrollo e innovación en producto y proceso de toda la cadena de valor asociada a la quinua con el propósito tanto de diversificar, como de sofisticar su propuesta de valor.
2. Fortalecer y fomentar la producción de quinua chilena con el propósito de establecer una base de producción robusta, regular y confiable.

3. Abrir canales de programas de CONICYT para la investigación y desarrollo por parte de universidades.
4. Generar planes de asistencia técnica para el desarrollo de equipos mecánicos de apoyo a la cosecha, poscosecha y limpieza de la quinua.

Ámbito medio ambiente:

1. Desarrollar un catastro de potenciales terrenos productivos disponibles para el cultivo de la quinua, de manera de determinar el potencial real de su expansión en el país.

Ámbito económico:

1. Generar un programa de asistencia técnica a agricultores de la quinua.
2. Generar estrategias de comercio justo.
3. Generar información para el mercado, indicando la cadena de producción y comercialización de la quinua.
4. Acordar con escuelas de Agronomía y Economía el desarrollo de tesis de pregrado y posgrado para desarrollar metodologías de costeo y precio.

Ámbito político y legal:

1. Invitación a escuelas de Ciencias Políticas y desarrollo de políticas públicas a explorar el desarrollo de políticas de fomento y apoyo a la producción de la quinua.
2. Convocar a PROCHILE para una mesa de trabajo para posicionar a la quinua chilena en el mundo.
3. Generar un programa de certificación de origen.

4. Conformación de organizaciones de productores de quinua con apoyo de ONGs y organismos internacionales (Ejemplo: FAO) para fortalecer la economía circular y el comercio justo.

ii. Oportunidades para el desarrollo de mercado de la quinua

Ya entendidas las opciones para el desarrollo del mercado de la quinua chilena para el mercado local, nos basaremos en el análisis de tendencias y drivers generados, lo cual nos permitirá establecer un conjunto de posibles acciones que permitan incrementar las oportunidades en el mercado para la quinua chilena en función de las escalas de tiempo de corto, mediano y largo plazo.



Segmento tendencias y drivers: Segmento social

CORTO PLAZO 2017 - 2019	ACCIÓN / CONDICIÓN	RESULTADO ESPERADO	ESFUERZO / RIESGO
<ul style="list-style-type: none"> La quinua depende de subsidios estatales. 	Establecer un programa de subsidios enfocados en desarrollar tecnologías de producción.	Tecnologización en la producción.	Medio
<ul style="list-style-type: none"> Escaso incentivo al productor por el bajo precio de la quinua. 	Generar alternativas de uso y diversificación de la quinua con el propósito de desarrollar una gama de productos diversificados y de mayor valor agregado.	Mejora en el precio de compra, debido a la agregación de valor en el producto intermedio y final.	Alto
<ul style="list-style-type: none"> Ausencia de programas de capacitación y asistencia técnica en quinua. 	Invitar a los centros de conocimiento (centros de investigación, universidades y centros de formación técnica) a desarrollar y transferir conocimiento sobre la producción de la quinua a los productores.	Transferencia de conocimiento y generación de nuevos espacios de capacitación.	Medio
<ul style="list-style-type: none"> Inexistencia de organizaciones campesinas fuertes. 	Fomentar y potenciar el desarrollo de cooperativas campesinas.	Creación de cooperativas de productores por zonas geográficas.	Alto

MEDIANO PLAZO 2019 - 2026	ACCIÓN / CONDICIÓN	RESULTADO ESPERADO	ESFUERZO / RIESGO
<ul style="list-style-type: none"> La quinua se transforma en un <i>commodity</i> atractivo para distintas zonas del país, incorporándose más y nuevos agricultores. 	Promover denominación de origen como mecanismo de diferenciación.	Sello de Origen	Medio
<ul style="list-style-type: none"> Aumento de incentivos por mayor estabilidad del precio de la quinua en torno a USD 3,00. 	Optimizar el proceso de producción para reducir costos e integrar tecnología.	Mejorar rentabilidad para productores y en toda la cadena de valor.	Medio

MEDIANO PLAZO 2019 - 2026	ACCIÓN / CONDICIÓN	RESULTADO ESPERADO	ESFUERZO / RIESGO
<ul style="list-style-type: none"> Aparición de programas sociales y locales con énfasis en la producción de quinua chilena. 	Generar imagen de marca basada en estrategias de denominación de origen.	Reconocimiento por parte del cliente final.	Bajo
<ul style="list-style-type: none"> Existencia de cooperativas organizadas en torno a la quinua en las zonas de mayor producción. 	Generar asociación de cooperativas, de manera de consolidar el mercado como alternativa al producto importado.	Consorcio de la quinua.	Medio

LARGO PLAZO 2026 - 2036	ACCIÓN / CONDICIÓN	RESULTADO ESPERADO	ESFUERZO / RIESGO
<ul style="list-style-type: none"> La quinua chilena entra a competir con su par de Bolivia, Perú y Ecuador aumentando cada año su volumen exportado y la cantidad de países a los que exporta. 	Aumento de la superficie cultivada y tecnologización de las operaciones de cosecha y limpieza.	Aumento del volumen de producción nacional de quinua.	Alto
<ul style="list-style-type: none"> La mayor producción en volumen de la quinua chilena hace que los costos en maquinarias y otros insumos específicos para su siembra, cosecha y tratamiento posterior se hagan más rentables y disminuya, por ende, su costo de capital. 	Equipos y máquinas de sembrado, cosecha y limpieza se vuelven equipos de lista en inventario de comercializadoras de equipos.	Oferta de equipos y máquinas para mercado de la quinua ampliado.	Alto
<ul style="list-style-type: none"> Mayor preparación en capital humano, capacitación e I+D a lo largo de toda la cadena de valor de la quinua. 	Universidades y CFT generan programas de nuevos uso de quinua.	Nuevas aplicaciones de quinua en la industria alimentaria y cosmética.	Medio
<ul style="list-style-type: none"> Aparición de las primeras firmas de privados con apoyo de capital en el mercado de la quinua para consumo nacional, pero principalmente destinado a exportación. 	Programa de exportación de quinua elaborada y de sus subproductos dirigida a mercados objetivos con alta capacidad de pago.	Oferta exportadora específica de la quinua chilena.	Alto

Segmento tendencias y drivers: Ámbito tecnología

CORTO PLAZO 2017 - 2019	ACCIÓN / CONDICIÓN	RESULTADO ESPERADO	ESFUERZO / RIESGO
<ul style="list-style-type: none"> Irregularidad en la producción de quinua. 	Fortalecer y fomentar la producción de quinua chilena con el propósito de establecer una base de producción robusta, regular y confiable que asegure una cierta calidad y nivel de volumen de producción.	Capacidad anual de producción con costos y precios conocidos apoyados inicialmente por programas de subsidios estatales y posteriormente cambiados por inversión privada de los distintos actores de la industria.	Medio
<ul style="list-style-type: none"> Sin sofisticación en el desarrollo de productos. 	Desarrollar programas de Desarrollo e Innovación en producto y proceso de toda la cadena de valor de los productos y subproductos asociados a la quinua con el propósito tanto de diversificar, como de sofisticar la propuesta de valor de la quinua chilena.	Productos y subproductos con un alto grado de sofisticación, con un Sello de Origen y posicionamiento de marca fuerte, asociados a la propuesta de valor chilena, acompañado por supuesto de una campaña de marketing internacional con el propósito de dar a conocer los elementos diferenciadores de la industria de quinua chilena.	Alto
<ul style="list-style-type: none"> Carencia de Investigación y Desarrollo en maquinaria para las fases de campo y poscosecha de la quinua. Falta de maquinaria especializada para la fase de cosecha de la quinua (grano limpio). 	<p>Abrir canales de programas de CONICYT para la investigación y desarrollo por parte de universidades.</p> <p>Invitar a CFT y a Universidades a desarrollar memorias en el diseño y desarrollo de equipos y máquinas para la industria de la quinua.</p> <p>Generar planes de asistencia técnica para el desarrollo de equipos mecánicos de apoyo a la cosecha, poscosecha y limpieza de la quinua.</p>	Primeros equipos y patentes relacionadas con equipos y procesos realizados en el país con aplicación directa y exclusivamente en la industria de la quinua chilena.	Medio

MEDIANO PLAZO 2019 - 2026	ACCIÓN / CONDICIÓN	RESULTADO ESPERADO	ESFUERZO / RIESGO
<ul style="list-style-type: none"> Introducción de pocas variedades de quinua. 	<p>Generar programas de investigación científica que permita obtener nuevas variedades.</p>	<p>Nuevas variedades de quinua para producción nacional.</p>	Alto
<ul style="list-style-type: none"> Quinua con capacidad de mejorar calidad alimentaria de otros alimentos (materia prima). Desarrollo de subproductos a partir de la quinua. 	<p>Generar líneas de desarrollo de prototipos de alimentos con las empresas productoras de alimento, enfocadas exclusivamente en el uso y aplicación de la quinua.</p> <p>Generar difusión de uso de saponina mediante estrategia de comunicación masiva.</p>	<p>Prototipos de alimentos que utilizan quinua como materia base.</p> <p>Información pública validada referida al uso de saponina como elemento de valor.</p>	Medio
<ul style="list-style-type: none"> Desarrollos incipientes, en cuanto a maquinaria especializada, incentivada por mayores volúmenes y mayor regularidad de producción. 	<p>Fomentar el desarrollo y/o adquisición de maquinaria especializada enfocada a resolver ineficiencias en los procesos productivos de la quinua, con el propósito de mejorar los volúmenes de elaboración y reducir los costos del producto final.</p>	<p>Líneas completas de maquinaria de última generación para cada una de las etapas de producción de la cadena de valor de la quinua, disponibles para ser adquiridas.</p>	Medio
<ul style="list-style-type: none"> Escasa infraestructura de riego para la producción de quinua. 	<p>Incorporación de tecnologías de riego que optimicen infraestructura de transporte de agua para riego de plantaciones de quinua.</p>	<p>Optimizar la capacidad de riego en base a tecnología de transporte de agua a costos competitivos.</p>	Alto

LARGO PLAZO 2026 - 2036	ACCIÓN / CONDICIÓN	RESULTADO ESPERADO	ESFUERZO / RIESGO
<ul style="list-style-type: none"> Industria emergente en torno a la quinua impulsada, en parte, por el I+D y las inversiones en capital. 	Aumentar el uso de tecnología en la elaboración y transformación de la quinua.	Tecnología que rodea la producción de quinua como materia prima y producto final adquiere relevancia gracias a los volúmenes del mercado.	Alto
<ul style="list-style-type: none"> Nuevas variedades de quinua y desarrollo de la industria alimentaria en base a productos de la quinua. 	Inversión en I+D y generación de propiedad intelectual e industrial para proteger los nuevos desarrollos.	Aparición de nuevas patentes para procesos de transformación de la quinua y nuevos registros de variedades vegetales.	Medio
<ul style="list-style-type: none"> Diversificación de los productos y subproductos en torno a la quinua. 	Nuevos segmentos de mercado integran los productos y subproductos de la quinua.	Ampliación del mercado de la quinua a sectores más genéricos y menos especializados.	Alto

Segmento tendencias y drivers: **Ámbito medio ambiente**

MEDIANO PLAZO 2019 - 2026	ACCIÓN / CONDICIÓN	RESULTADO ESPERADO	ESFUERZO / RIESGO
<ul style="list-style-type: none"> Adaptabilidad de quinua a terrenos degradados. 	Implementar catastro de posibles terrenos disponibles.	Mapa de superficies candidatas para ser productoras de cultivos de quinua.	Bajo

LARGO PLAZO 2026 - 2036	ACCIÓN / CONDICIÓN	RESULTADO ESPERADO	ESFUERZO / RIESGO
<ul style="list-style-type: none"> Enfoque a dos grandes mercados: el orgánico para consumo humano directo, y el industrial masivo para consumo preferente de subproductos. 	Programa de imagen de exportación de quinua chilena.	Posicionamiento de Sello de Origen de la quinua chilena.	Alto

Segmento tendencias y drivers: Ámbito económico

CORTO PLAZO 2017 - 2019	ACCIÓN / CONDICIÓN	RESULTADO ESPERADO	ESFUERZO / RIESGO
<ul style="list-style-type: none"> Escasa agregación de valor en materia prima y posibles subproductos de la quinua. 	Generar un programa de asistencia técnica a agricultores de la quinua.	Agricultores capacitados en el desarrollo de nuevas alternativas de productos.	Medio
<ul style="list-style-type: none"> Ausencia de metodologías de costeo en la producción de materias primas y generación de productos procesados. 	Acordar con escuelas de Agronomía y Economía el desarrollo de tesis de pregrado y posgrado para desarrollar metodologías de costeo y precio.	Metodologías validadas en centros educacionales de formación universitaria.	Baja
<ul style="list-style-type: none"> Variabilidad de precio final basada en asimetrías de información al consumidor (se indican certificaciones que no se acreditan u orígenes del producto que no son tales). 	Generar información al mercado indicando la cadena de producción y comercialización de la quinua. Sensibilizar al mercado de su origen.	Generar información en prensa escrita de circulación nacional y canales de comunicación digital.	Media
<ul style="list-style-type: none"> Captura de valor la hace el intermediario y no el productor. 	Generar estrategias de comercio justo.	Presentar la quinua como un cultivo propio de la agricultura familiar campesina.	Baja

MEDIANO PLAZO 2019 - 2026	ACCIÓN / CONDICIÓN	RESULTADO ESPERADO	ESFUERZO / RIESGO
<ul style="list-style-type: none"> Aumento en el consumo nacional de quinua. 	Incorporación en programas de alimentación de JUNAEB y de JUNJI.	Nuevos menú de alimentación en base a quinua.	Medio
<ul style="list-style-type: none"> Certificación por origen/procesos /preparación como elemento diferenciador para el consumidor final. 	Obtención de sellos de producción orgánica, sello de producción sustentable, indicación geográfica o denominación de origen.	Sellos de diferenciación.	Alto
<ul style="list-style-type: none"> Oportunidad de aumento de la superficie para industrializar la producción por zonas geográficas. 	Identificar zonas con capacidad de desarrollar cultivo industrial de quinua.	Mapa georreferenciado que identifica zonas con potencial de producción industrial.	Bajo

MEDIANO PLAZO 2019 - 2026	ACCIÓN / CONDICIÓN	RESULTADO ESPERADO	ESFUERZO / RIESGO
<ul style="list-style-type: none"> Disminución de intermediarios basado en mayor presencia de productores como marca de valor en el mercado. 	Estrategia de difusión basada en cadena de valor que va del productor, transformador y cliente final (sin intermediarios).	Campaña de publicidad basada en precio final que dé cuenta de la no interferencia de intermediarios que no agregan valor al producto.	Medio

LARGO PLAZO 2026 - 2036	ACCIÓN / CONDICIÓN	RESULTADO ESPERADO	ESFUERZO / RIESGO
<ul style="list-style-type: none"> Productos de alto valor agregado para atender necesidades surgidas de alergias alimentarias y desarrollo de productos para la industria cosmética y farmacéutica (segmentación de mercados). 	Posicionar a la quinua mediante campañas de publicidad dirigida a sectores de mercados específicos.	Campañas en medios masivos (televisión, diarios, revistas).	Alto
<ul style="list-style-type: none"> Potencial de uso en población de alimentación vulnerable (adultos, niños, embarazadas, alérgicos). 	Programas de nutrición basados en entrega de quinua a población vulnerable.	Servicios públicos integran la quinua en sus esfuerzos de entrega de alimentos a población vulnerable.	Alto
<ul style="list-style-type: none"> Utilización como alimento para enfermos de diabetes y otras patologías no transmisibles. Enfoque a aplicaciones médicas. 	Generación de información científica que valide las ventajas de usos de la quinua en personas con enfermedades.	<i>Papers</i> , publicaciones y resultados en congresos.	Alto
<ul style="list-style-type: none"> Mayor desarrollo de equipos y maquinarias especializados para la producción de quinua. 	Desarrollar programas de subsidio de compra o beneficios tributarios para maquinaria para la quinua.	Incentivos tributarios o subsidios para la integración de tecnología a la producción de quinua.	Alto
<ul style="list-style-type: none"> Aumento de marcas con participación de capital en la producción y comercialización de quinua. 	Atraer a grandes compañías de alimentos para utilizar quinua chilena en su portafolio de materias primas.	Quinua chilena incorporada a la matriz de materias primas para la fabricación de alimentos con alto valor nutricional.	Alto

Segmento tendencias y drivers: Ámbito político y legal

CORTO PLAZO 2017 - 2019	ACCIÓN / CONDICIÓN	RESULTADO ESPERADO	ESFUERZO / RIESGO
<ul style="list-style-type: none"> Ausencia de una certificación de calidad/origen de producto. 	Generar un programa de certificación de origen.	Acreditación de programa de denominación de origen ante entidad estatal.	Medio
<ul style="list-style-type: none"> Ausencia de políticas públicas de apoyo al cultivo. 	Invitación a escuelas de desarrollo de políticas públicas de universidades chilenas a explorar desarrollo de políticas de fomento y apoyo al cultivo.	Propuesta de políticas públicas para fomentar el cultivo de quinua en regiones del país.	Bajo
<ul style="list-style-type: none"> Inexistencia de liderazgo estatal para posicionar la quinua chilena. 	Convocar a PROCHILE para desarrollar una mesa de trabajo y subcomité para posicionar la quinua chilena en el mundo.	Diseño de un programa de promoción de la quinua chilena y sus atributos.	Alto
<ul style="list-style-type: none"> Falta de valorización y posicionamiento del grano de quinua mediante sellos de calidad, valor nutricional, origen, etc. 	Conformación de organizaciones de productores de quinua y ONGs interesados en fortalecer la economía circular y el comercio justo.	Generar un sello que permita diferenciar a la quinua producida en Chile de la importada.	Alto

MEDIANO PLAZO 2019 - 2026	ACCIÓN / CONDICIÓN	RESULTADO ESPERADO	ESFUERZO / RIESGO
<ul style="list-style-type: none"> Mayor conciencia del valor estratégico de la quinua en el mundo y de las posibilidades de Chile de transformarse en un actor clave en su producción y comercialización dadas sus condiciones naturales y de credibilidad comercial en el mundo. 	Diseñar una estrategia de difusión global de la mano de un programa de difusión y promoción.	Presencia en ferias internacionales (Alimentaria, Expo Food, etc.) de alimentos de productos basados en quinua chilena.	Alto

MEDIANO PLAZO 2019 - 2026	ACCIÓN / CONDICIÓN	RESULTADO ESPERADO	ESFUERZO / RIESGO
<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo de marcas en base a Sellos de Origen, estudios de determinación de calidades nutricionales y aptitud para transformación industrial de materias primas y subproductos (saponinas). 	Diseño e implementación de programa de difusión internacional.	Desarrollo de actividades de promoción en eventos, organizadas por embajadas en países de destino definidos como estratégicos.	Alto
<ul style="list-style-type: none"> Políticas de fomento al desarrollo de quinua en Chile. 	Diseño de programas de asistencia técnica y asistencia comercial orientada a agricultores y a empresas transformadoras de alimentos.	Programas liderados por FIA, CORFO, PROCHILE.	Alto

LARGO PLAZO 2026 - 2036	ACCIÓN / CONDICIÓN	RESULTADO ESPERADO	ESFUERZO / RIESGO
<ul style="list-style-type: none"> Quinua como cultivo estratégico, para favorecer y fortalecer su consumo en todos los segmentos sociales. 	Incorporación de la quinua al Programa Nacional de Alimentos Saludables.	Quinua integrada en el Programa Nacional de Alimentos.	Alto
<ul style="list-style-type: none"> Se intensifica producción y consumo nacional. Se diversifica su uso en distintos segmentos, desde <i>gourmet</i> hasta alimento básico masivo, pasando por aplicaciones médicas y nutricionales. 	La oferta de quinua se promueve transversalmente a todos los sectores sociales mediante campañas de alimentación saludable, desde la educación prebásica hasta la educación superior.	Aumento del consumo de quinua per cápita.	Alto
<ul style="list-style-type: none"> Quinua chilena posicionada como producto estratégico. 	Se define la quinua como parte de los cereales prioritarios con alto valor nutricional y como un elemento central en la estrategia de Chile como Potencia Agroalimentaria 2030.	Chile Potencia Agroalimentaria integra a la quinua como producto estratégico.	Alto

IV. INICIATIVAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIA DE DESARROLLO



A partir de las acciones estratégicas analizadas en el apartado anterior, a continuación se presentan tres iniciativas que recogen acciones relacionadas al desarrollo de la industria de la quinua en Chile (Figura 53) en función de las escalas de tiempo de corto, mediano y largo plazo.

A. CONSORCIO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA QUINUA

La presente iniciativa se enmarca en el fortalecimiento del desarrollo tecnológico, económico y productivo de la quinua, a través de la creación de un *Consortio de Desarrollo Tecnológico*. De esta forma, se busca impactar en el mejoramiento de la competitividad y la generación de nuevas oportunidades de negocios, basados en la creación, transferencia y comercialización de conocimiento aplicado en el rubro de la quinua.

Objetivos y resultados

1. *Implementar un programa de Investigación y Desarrollo (I+D) que apoye la innovación tecnológica en el sector productivo de la quinua.*

- Nuevas variedades de quinua para producción nacional por zonas (norte, centro, sur).
- Validación de manejos agronómicos en las diferentes áreas de cultivo de la quinua.
- Mapa georreferenciado que identifique zonas productivas y áreas con potencial para la producción de quinua.
- Validación de equipos y máquinas para el cultivo y poscosecha de la quinua.
- Nuevas aplicaciones de quinua en la industria alimentaria y cosmética.

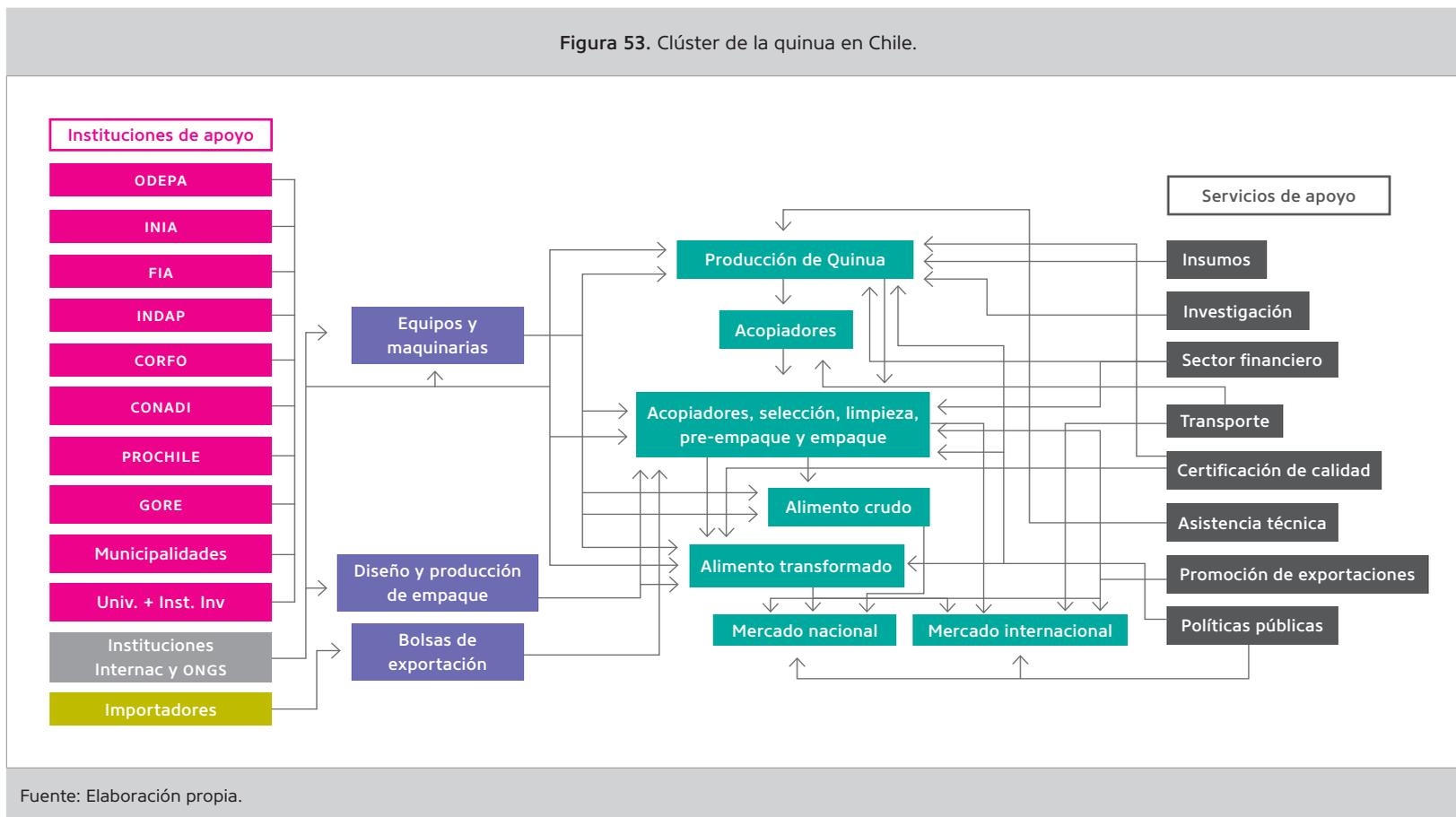
- Apertura de línea de investigación especializada para valorar la quinua y sus aplicaciones (grano, hoja, saponina).
- Prototipos de alimentos que utilizan quinua como materia base.
- Aparición de nuevas patentes para procesos de transformación de la quinua.
- Aumento en el número de publicaciones científicas y patentes relacionadas a acciones de I+D.
- Propuesta de políticas públicas para fomentar el cultivo de la quinua en el país.

2. *Implementar un programa de comercio y marketing*

- Fomento a la creación y fortalecimiento de cooperativas de productores de quinua por zonas geográficas.
- Generación de sellos de calidad y origen (diferenciación).
- Mejoramiento de la rentabilidad para productores y toda la cadena de valor.
- Oferta exportadora específica de quinua chilena.
- Ampliación del mercado de la quinua a sectores más genéricos y menos especializados.
- Posicionamiento de sello quinua origen chileno.
- Desarrollo de estrategias de comercio justo.
- Campañas de difusión en medios masivos (televisión, diarios, revistas).
- Diseño de un programa de promoción de la quinua chilena y sus atributos.
- Generar un sello que permita diferenciar a la quinua producida en Chile de la importada.

- Presencia en ferias internacionales (como Alimentaria, Expo Food, etc.) de alimentos de productos basados en quinua chilena.
- Desarrollo de actividades de promoción en eventos organizados por embajadas en países de destino definidos como estratégicos.
- Quinua integrada en el Programa Nacional de Alimentos.
- Aumento del consumo de quinua per cápita.
- Chile Potencia Agroalimentaria integra a la quinua como producto estratégico.

Figura 53. Clúster de la quinua en Chile.



Fuente: Elaboración propia.

Impactos esperados

La iniciativa busca fortalecer la relación entre centros de investigación, organizaciones campesinas/agricultores y empresas privadas para el mejoramiento de la competitividad de la industria de la quinua en Chile, basada en negocios productivos y tecnológicos a partir de investigación científica de vanguardia.

Alcances

Se proyecta que el *Consortio de Desarrollo Tecnológico de la Quinua* esté integrado por Universidades e Institutos de Investigación como contraparte en I+D; Cooperativas Agrícolas, Asociaciones Gremiales y Empresas como contraparte comercial; así como por instituciones de apoyo, tales como ODEPA, FIA, CORFO, INDAP, PROCHILE, GOREs, Municipalidades, entre otros; organizados desde la Región de Tarapacá hasta la Región de Los Lagos.

Recursos necesarios

Respecto al financiamiento, para el caso de los consorcios tecnológicos agrarios, se espera que sea un caso replicable a consorcios ya constituidos, vía instrumentos CORFO, FIA, CONICYT y GORE (Fondo de Innovación para la Competitividad) por un monto de al menos 2.500.000.000 de pesos chilenos, para una duración de 5 años.

En relación a los ítems financiables, la iniciativa debe considerar el financiamiento de actividades de innovación empresarial que permitan generar líneas de investigación científico-tecnológica de mediano y largo plazo, según el análisis de competitividad descrito anteriormente, conducentes al desarrollo de proyectos

que tengan impacto en el mercado nacional e internacional. Al mismo tiempo, considerar el financiamiento de actividades de implementación de tecnologías e innovación, las cuales deberán estar relacionadas con las líneas de investigación y proyectos del consorcio (Objetivos 1 y 2), así como actividades que apunten al desarrollo de una estrategia de protección de la propiedad intelectual e industrial y aquellas necesarias para la operación y funcionamiento del Consorcio.

B. INNOVACIONES ADAPTATIVAS EN TECNOLOGÍAS APROPIADAS PARA LA MECANIZACIÓN DEL CULTIVO, POSCOSECHA Y TRANSFORMACIÓN DE LA QUINUA

Objetivos y resultados

- 1. Desarrollar tecnologías apropiadas para la mecanización del cultivo de la quinua*
 - Generación de máquinas sembradoras/abonadoras
 - Generación de máquinas cosechadoras/trilladoras
 - Generación de sistemas de riego usando energía fotovoltaica
- 2. Desarrollar tecnologías apropiadas para la mecanización de la poscosecha de la quinua*
 - Generación de máquinas seleccionadoras
 - Generación de máquinas despedregadoras
 - Generación de máquinas escarificadora
 - Generación de máquinas de lavado y secado

3. Desarrollar tecnologías apropiadas para la mecanización de la transformación de la quinua

- Generación de máquinas para tostado
- Generación de máquinas para laminado
- Generación de máquinas para extrusión
- Generación de máquinas para expandido
- Generación de máquinas para panificación
- Generación de máquinas para pastas
- Generación de máquinas para envasado

Impactos esperados

La presente iniciativa busca resolver dos aspectos centrales que evitan el desarrollo de un mercado masivo de la quinua chilena. El primero se relaciona a la falta de tecnología adecuada para los procesos de siembra, cosecha, trillado y limpieza preliminar del grano de quinua en bruto; y el segundo a la falta de tecnología adecuada para el beneficiado e industrialización del grano de este producto.

Alcances

La estrategia de la iniciativa considera dar prioridad al desarrollo de tecnologías de producción más limpias para el beneficiado del grano de quinua en bruto, a fin de que las organizaciones campesinas y/o empresas tengan la capacidad de responder al incremento sostenido de la demanda para la venta de quinua en articulación con el *Consortio de Desarrollo Tecnológico de la Quinua*.

Recursos necesarios

Para el caso de desarrollo de tecnologías apropiadas para la mecanización del cultivo, poscosecha y transformación de este alimento se considera posible la articulación de diversos instrumentos de financiamiento, por un monto de inversión de al menos 800 millones de pesos chilenos en 2 años de ejecución de la propuesta.

C. PROGRAMA NACIONAL DE EXTENSIÓN Y CAPACITACIÓN EN QUINUA

Objetivos y resultados

1. *Desarrollar e implementar un programa de extensión y capacitación profesional en el cultivo de la quinua en Chile.*

- Desarrollar acciones permanentes de extensión en las diferentes áreas de producción de quinua en Chile (días de campo, siembras y cosechas comunitarias, manejo integrado del cultivo, entre otras).
- Transferencia de conocimientos del cultivo de la quinua hacia profesionales de la agricultura que responda a las necesidades de los diferentes territorios de producción en el país.
- Diseño de programas de asistencia técnica y asistencia comercial orientada a agricultores de cobertura nacional.
- Generación de nuevos espacios de capacitación hacia agricultores.

2. Desarrollar e implementar un programa de extensión y capacitación en gastronomía basada en quinua chilena.

- Generación de una red nacional de chefs que utilicen la quinua como material base de preparaciones culinarias.
- Desarrollo de nuevos menús de alimentación en base a quinua.
- Desarrollar acciones permanentes de extensión de actividades gastronómicas a lo largo del país.
- Diseño de programas de asistencia técnica y asistencia comercial orientada a empresas transformadoras de alimentos.
- Generación de nuevos espacios de capacitación gastronómica en base a quinua.

Impactos esperados

La presente iniciativa busca revertir la falta de conocimiento técnico en profesionales que asisten técnicamente a agricultores productores de quinua en los diversas agroecosistemas a lo largo del país. Asimismo, busca influir positivamente en el aumento del consumo de este alimento a nivel nacional, mediante la creación de nuevas preparaciones que mezclen aspectos culinarios tradicionales, transformaciones de materia prima y/o combinación de diversos ingredientes.

Alcances

El diseño del programa de capacitación profesional va dirigido principalmente hacia la red de profesionales que desempeña sus labores en INDAP, dado que es la principal institución de cobertura nacional que asiste a la mayoría de los productores de quinua en el país, representando un modelo de transferencia de alto impacto hacia ese grupo a nivel nacional. Por su parte, la sección gastronómica, mediante el trabajo con la red de chef que usan quinua en sus preparaciones permitirá posicionar la imagen de este grano como producto versátil, altamente nutritivo y de fácil preparación. Todas estas actividades serán articuladas en conjunto con el *Consortio de Desarrollo Tecnológico de la Quinua*.

Recursos necesarios

La presente iniciativa contempla el trabajo articulado de actividades de extensión y capacitación en aspectos de cultivo y gastronomía de la quinua, con una representación presupuestaria aproximada de al menos 400 millones de pesos chilenos en 2 años de ejecución de propuesta.

CONSIDERACIONES FINALES

Como se establece claramente en el análisis estratégico realizado a lo largo del reporte y en particular en las brechas encontradas en el Roadmapping Tecnológico y, por otra parte, en las actividades sugeridas para abordar una estrategia clara de desarrollo de la quinua chilena, la estrategia declarada requiere de tres pilares fundamentales sobre los cuales sostenerse, puesto que si alguno de ellos falla, queda en serio riesgo de no resultar.

Estos tres pilares fundamentales son:

- a) El desarrollo de conocimiento intensivo y profundo a través de investigación y desarrollo de alta calidad en torno a la quinua, sus subproductos, sus derivados, sus potencialidades, sus aplicaciones, sus funcionalidades, entre otros.
- b) El desarrollo y/o adquisición de equipos y maquinaria especializados, de alto grado innovador, enfocados a resolver la gran variedad de desafíos de eficiencia en los procesos de producción a lo largo de toda la cadena de valor de la quinua desde la etapa de selección y preparación de los terrenos, hasta el empaquetamiento del producto en un packaging amigable con el medio ambiente y atractivo para el consumidor final (dependiendo del tipo de producto, si es enfocado al consumidor final o si es en formato de insumo para otros productos).

- c) La entrega de conocimientos técnicos y preparación en el manejo de los campesinos y fuerza de trabajo técnica de la primera línea encargada de ejecutar, proteger, y llevar adelante los procesos de cultivo, crecimiento, cosecha, industrialización y comercialización y venta de los productos en base a la quinua.





Si bien es cierto que por sí mismas, las iniciativas “b” y “c” no son capaces de “implementar” una estrategia completa de desarrollo de la quinua para Chile, sí son parte basal de la estrategia que -de acuerdo a los análisis realizados- aprovecha y saca partido de gran manera de las debilidades y brechas de los competidores más importantes (Perú y Bolivia) y, por otra parte, aprovecha y saca ventaja de las fortalezas y oportunidades que tiene Chile en comparación con estos dos países mencionados.

Al analizar detenidamente, la iniciativa “a” tampoco es capaz de “resolver” o “implementar” por sí sola la estrategia para desarrollar y ganar la posición a Perú y Bolivia, considerando que apunta básicamente al desarrollo de conocimiento específico y avanzado sobre aquellos aspectos y elementos de la quinua

que le permitirían diferenciarse (en un contexto estratégico) de sus competidores con productos más cercanos al “*commodity*”. Desarrollando únicamente la componente de I+D propuesta en la iniciativa “a” tampoco se resuelve el problema de competir de manera completa y absoluta.

Por consiguiente, y a modo de conclusión, las tres iniciativas resuelven de forma conjunta la propuesta estratégica desarrollada para Chile, fundamentándose en los argumentos construidos a partir del análisis del contexto del mercado en los últimos 20 años y las tendencias y directrices en el corto, mediano y largo plazo para establecer una industria de la quinua que sea capaz de competir tanto en precios como en diferenciación con aquellos competidores que hoy ostentan una posición dominante.

REFERENCIAS

- Aalinkeel, R., Bindukumar, B., Reynolds, J., Sykes, D., Mahajan, S., Chadha, K. & Schwartz, S. (2008). The dietary bioflavonoid, quercetin, selectively induces apoptosis of prostate cancer cells by down-regulating the expression of heat shock protein 90. *Prostate*, 68(16): 1773–1789.
- Abugoch, L. E.; Romero, N.; Tapia, C. A.; Silva, J., Rivera, M. (2008). Study of some physicochemical and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) protein isolates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (12): 4745-4750.
- Adlercreutz, H., Mazur, W. (1997). Phyto-estrogens and Western diseases. *Ann Med*, 29: 95-120.
- Alfaro C., Zurita-Silva A., Castillo D., León-Lobos P., Seguel I., Díaz J., Ruf K., Pinto, M. & Matus, I. (2015). Programa de Mejoramiento Genético de Quínoa: la nueva apuesta de INIA. *Revista Tierra Adentro*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Ed). Santiago, Chile, 38-41.
- Alvarez-Jubete, L., Arendt, E.K., Gallagher, E. (2010). Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten free ingredients. *Trends in Food Science and Technology*, 21: 106-113.
- Ando, Hitomi; Chen, Yi Chun; Tang, Hanjun; Shimizu, Mayumi; Watanabe, Katsumi & Mitsunaga, Toshio. (2002). Food components in fractions of quinoa seed. *Food Science and Technology Research*, 8(1):80-84.
- Arenas-Suescún, Carolina; Zapata-Fernandez, Ricardo y Gutiérrez-Cortés, Carolina. (2012). Evaluación de la fermentación láctica de leche con adición de quinua (*Chenopodium quinoa*). *Vitae*. 19(1, Supl.1):S276-S278.
- Asao, M, Watanabe, K. (2010). Functional and Bioactive Properties of Quinoa and Amaranth. *Food Sci Technol Res*, 16(2): 163-168.
- Astaíza, M, Ruíz, L & Elizalde, A. (2010). Elaboración de pastas alimenticias enriquecidas a partir de harina de quinua (*Chenopodium Quinoa* Wild.) y zanahoria (*Daucus carota*). *Rev.Bio.Agro* 8 (1): 43-53. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612010000100006&lng=en.
- Berghofer, E., Schoenlechner, R. (2002). Grain amaranth. P.S. Belton, J.R.N. Taylor (Eds.). *Pseudocereals and less common cereals: Grain properties and utilization potential* (pp. 219-260). Springer Verlag, Berlin.

Bhargava, A., Rana T.S., Shukla S. & Ohri, D. (2005). Seed protein electrophoresis of some cultivated and wild species of *Chenopodium* (Chenopodiaceae). *Biol Plant* 49:505-511.

Bhargava, A., Shukla, S., Ohri, D. (2006). *Chenopodium quinoa* – an Indian perspective. *Industrial Crops and Products*, 23:73–87.

Bonamino, M. J., Carreño, V. I., Cervilla, N. S. (2009). Elaboración de sopas a partir de la molienda de semillas de quinoa. *Invenio*, 12(23):119-129.

Brady, K., Ho, Ch-T., Rosen, RT., Sang, S., Karwe M.V. (2007). Effects of processing on the nutraceutical profile of quinoa. *Food Chemistry*, 100:1209-1216.

Brend, Y., Galili, L., Badani, H., Hovav, R., Galili, S. (2012). Total phenolic content and antioxidant activity of red and yellow quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds as affected by baking and cooking conditions. *Food and Nutrition Sciences*, 3(8):1150-1155.

Carvalho, F.G. et al (2014) Ovídio P.P., Padovan G.J., Jordão Junior, A.A., Marchini, J.S., Navarro, A.M. (2014). Metabolic parameters of postmenopausal women after quinoa or corn flakes intake—a prospective and double-blind study. *J Food Sci Nutr*, 65 (3): 380

CENABAST(a). Ministerio de Salud. Gobierno de Chile. Chile. (2012). Bases Técnicas Mi Sopita [Internet]. Pág. 3-5. Disponible en: http://www.cenabast.cl/wp-content/uploads/2013/08/2234_Aprueba_bases_t%C3%A9cnicas_y_sus_anexos_para_adquisici%C3%B3n_de_prod-2-35.pdf

CENABAST(b). Ministerio de Salud. Gobierno de Chile. Chile. (2012). Bases Técnicas Purita Cereal. Pág. 4-7. Disponible en:

http://www.cenabast.cl/wp-content/uploads/2013/08/2235_Aprueba_bases_t%C3%A9cnicas_y_sus_anexos_para_adquisici%C3%B3n_de_prod-2-40.pdf

CENABAST(c). Ministerio de Salud. Gobierno de Chile. Chile. (2012). Bases Técnicas Bebida Láctea Años Dorados. Pág. 4-6. Disponible en: http://www.cenabast.cl/wp-content/uploads/2013/08/2236_Aprueba_bases_técnicas_y_sus_anexos_para_adquisición_de_prod-2-40.pdf

CENABAST(d). Ministerio de Salud. Gobierno de Chile. Chile. (2012). Bases Técnicas Purita Crema Años Dorados Pág. 3-5. Disponible en: http://www.cenabast.cl/wpcontent/uploads/2013/08/2237_Aprueba_bases_t%C3%A9cnicas_y_sus_anexos_para_adquisici%C3%B3n_de_prod-2-39.pdf

CENABAST(e). Ministerio de Salud. Gobierno de Chile. Chile, 2012. Bases Técnicas Purita Mamá. Pág. 4-6. Disponible en: http://www.cenabast.cl/wp-content/uploads/2013/08/2238_Aprueba_bases_t%C3%A9cnicas_y_sus_anexos_para_adquisici%C3%B3n_de_prod-2-41.pdf

Cerezal, P., Urtuvia, V., Ramírez, V., Romero, N., Arcos, R. (2011). Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celíacos entre 6 y 24 meses; I: Formulación y aceptabilidad. *Nutrición Hospitalaria*, 26(1):152-160. Recuperado de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/121618/Cerezal_P.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cerezal, P., Acosta, E., Rojas, G., Romero, N., Arcos, R. (2012). Desarrollo de una bebida de alto contenido proteico a partir de algarrobo, lupino y quinua para la dieta de preescolares. Departamento de alimentos, Facultad de Recursos del Mar y

Departamento de ciencia de los alimentos y tecnología química, Facultad de ciencias químicas y farmacéuticas, Universidad de Antofagasta. *Nutrición Hospitalaria*, 27(1):232-243

Cervilla, N.S.; Mufari, J.R.; Calandri, E.L., Guzmán, C.A. (2014). Pérdidas nutricionales durante la cocción de semillas de *Chenopodium quinoa Willd* bajo presión de vapor. *Nutrición clínica y Dietética Hospitalaria*. 34(1):72-76.

Chauhan, G.S., Eskin, N.A.M., Tkachuk, R. (1992). Nutrients and antinutrients in quinoa seed. *Cereal Chemistry* 69(1): 85-88.
De Simone, F., Dini, A., Pizza, C., Saturnino, P., Schettino, O. (1990). Two flavonol glycosides from *Chenopodium quinoa*. *Phytochemistry*, 29: 3690-3692.

Demin, Mirjana A., Vucelić-Radović, Biljana V.; Banjac, Nebojša R.; Tipsina, Neli Nikolaevna, Milovanović, Mirjana M. (2013). Buckwheat and quinoa seeds as supplements in wheat bread production. *Hemijaska industrija*, 67(1)115-121.

Díaz-S., R. O., Hernández-G., M. S. (2012). Propiedades reológicas y de textura de formulaciones para panificación con inclusión de quinua. *Vitae*, 19(1, Supl.1):S270-S272.

Díaz-Salcedo, R. O. (2013). Evaluación de la fermentación acidoláctica de la masa para productos de panificación con inclusión de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*). (Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia).

Dini, I., Tenore, G.C., Dini, A. (2004). Phenolic constituents of *Kancolla* seeds. *Food Chemistry*, 84: 163-168.

Dini, I., Tenore, G.C., Dini, A. (2010) Antioxidant compound contents and antioxidant activity before and after cooking in sweet and bitter *Chenopodium quinoa* seeds. *LWT-Food Science and Technology*, 43:447-451.

Djordjevic, T.M., Šiler-Marinkovic, S.S., Dimitrijevic-Brankovic, S.I. (2010). Antioxidant activity and total phenolic content in some cereals and legumes. *International Journal of Food Properties*, 14(1): 175-184.

Doğan, H., Karwe, M.W. (2003). Physicochemical properties of quinoa extrudates. *Food Science and Technology International*, 9(2):101-114.

Dueñas, D. (2014). Vigilancia competitiva de la quinua: potencialidad para el departamento de Boyacá. *Suma de Negocios*, 5:85-95.

El-Deeb, Amany, M., Hassan, Nadra S.Y., Hassanein, A.M. (2014). Preparation and properties of flavored fermented beverages based on partial or complete replacement of milk with quinoa seeds water extract (QSWE). *International Journal of Dairy Science*, 9(4):96-105.

FAO-ALADI. Asociación Latinoamericana de Integración. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Santiago. (2014). Tendencias y perspectivas del comercio internacional de quinua. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3583s.pdf>

- Farinazzi-Machado, F.M., Barbalho, S.M., Oshiiwa, M., Goulart, R., Pessan-Junior, O. (2012). Use of cereal bars with quinoa (*Chenopodium quinoa* W.) to reduce risk factors related to cardiovascular diseases. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 32(2):239-244, Brazil
- Fleming, J., Galwey, N. (1995). Quinoa (*Chenopodium quinoa*). En Williams, J.T. (Ed). *Cereals and pseudocereals* (pp 3–83). London: Chapman&Hall.
- Fretes, G., Salinas, J., Vio, F. (2013). Efecto de una intervención educativa sobre el consumo de frutas, verduras y pescado en familias de niños preescolares y escolares. *ALAN*, 63 (1); 37-45.
- Fuad, T., Prabhasankar, P. (2010). Role of Ingredients in Pasta Product Quality: A Review on Recent Developments. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50(8):787-798.
- Fuentes, F., Bazile, D., Bhargava, A., Martínez, E.A. (2012). Implications of farmers' seed exchanges for on-farm conservation of quinoa, as revealed by its genetic diversity in Chile. *The Journal of Agricultural Science*, 150:702-716.
- Fuentes, F., Bhargava, A. (2011). Morphological analysis of quinoa germplasm grown under lowland desert conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 7:124-827.
- Fuentes, F., Martínez, E.A., Hinrichsen, P.V., Jellen, E.N., Maughan, P.J.(2009a). Assessment of genetic diversity patterns in Chilean quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) germplasm using multiplex fluorescent microsatellite markers. *Conservation Genetics*, 10:369-377.
- Fuentes, F., Maughan, P.J., Jellen, E.R. (2009c). Diversidad genética y recursos genéticos para el mejoramiento de la quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Revista Geográfica de Valparaíso*, 42:20-33.
- Fuentes, F., Paredes-González, X. (2014). Perspectivas Nutracéuticas de la Quínoa: Propiedades Biológicas y aplicaciones funcionales. En: FAO-CIRAD. Bazile, D., Bertero, H. D., Nieto, C. (Eds.). *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013* (pp. 341-357). Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i4042s/index.html>
- Gandarillas, H. (1979). Mejoramiento genético. En Tapia, M.E. et al. (Eds.). *Quinua y Kanihua, Cultivos Andinos*. IICA, Bogotá, Colombia 65-82.
- Gawlik-Dziki, U., Świeca, M., Sułkowski, M., Dziki, D., Baraniak, B., Czyż, J. (2013). Antioxidant and anticancer activities of *Chenopodium quinoa* leaves extracts – In vitro study. *Food and Chemical Toxicology* 57: 154-160.
- Gearhart, Caitlin M., Rosentrater, Kurt A. (2014). Extrusion processing of amaranth and quinoa. Paper Number: 141912019. ASABE and CSBE/SCGAB Annual International Meeting. July 13-16. American Society of Agricultural and Biological Engineers, Montreal, Quebec, Canada.
- Graf, B. L.; Rojo, L.E.; Delatorre-Herrera, J.; Poulev, A.; Calfio, C. & Raskin, I. (2015). Phytoecdysteroids and flavonoid glycosides among Chilean and commercial sources of *Chenopodium quinoa*: variation and correlation to physico-chemical characteristics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. DOI:10.1002/jsfa.7134.

- Gualberto, D., Bergman, C., Kazemzadeh, M., Weber, C. (1997). Effect of extrusion processing on the soluble and insoluble fiber and phytic acid contents of cereal brans. *Plant Foods for Human Nutrition*, 51, 187-198.
- Han, X., Shen, T., Lou, H. (2007). Dietary polyphenols and their biological significance. *International Journal of Molecular Sciences*, 8:950-988.
- Hirose, Y., Fujita, T., Ishii, T., Ueno, N. (2010). Antioxidative properties and flavonoid composition of *Chenopodium quinoa* seeds cultivated in Japan. *Food Chemistry*, 119(4): 1300-1306.
- Hofmanová, T., Hrušková, M., Švec, I. (2014). Evaluation of wheat/non-traditional flour composites. *Czech Journal of Food Sciences*, 32(3):288-295.
- Hong, J., Convers, K., Reeves, N., Temprano, J. (2013). Anaphylaxis to quinoa. *Ann Allergy Asthma Immunol*, 110(1):60-1.
- Horn-Ross, P.L., Barnes, S., Lee, M., Coward, L., Mandel, J.E., Koo, J., John, E.M. & Smith, M. (2000). Assessing phytoestrogen exposure in epidemiological studies: development of a database (United States). *Cancer Causes Control*, 11: 289-298.
- Houghton, P., Manby, J. (1985). Medicinal plants of the mapuche. *J. Ethnopharm*, 13, 89-103.
- INE. (2007). VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal. Recuperado en Junio 24, 2016: http://www.ine.cl/canales/base_datos/otras_bases_datos.php.
- Jacobsen, S.E., Mujica, A., Ortiz, R. (2003). The global potential for quinoa and other Andean crops. *Food Reviews International*, 19, 139-148.
- Jancurová, M., Minarovičová, L., Dandár, A. (2009). Quinoa – a Review. *Czech Journal of Food Sciences*, 27(2): 71-79.
- Junge, I. (1978). *La Quinoa y Lupinus en Chile*. (Tesis, Universidad de Concepción, Chile).
- Kadereit, G., Borsch, T., Welsing, K., Freitag, H. (2003). Phylogeny of Amaranthaceae and Chenopodiaceae and the evolution of C4 photosynthesis. *International Journal of Plant Sciences*, 164:959-986.
- Khan, N., Mustafa, V, Mukhtar, H. (2010). Apoptosis by dietary agents for prevention and treatment of prostate cancer. *Endocr Relat Cancer*, 17(1): R39-R52.
- Lanino, I. (1976). *La Quínoa: Cultivo del altiplano chileno, zona de Isluga*. Universidad del Norte, Sede Iquique, Chile.
- León-Lobos, P., Veas, E., Sandoval, A., Cortés, H. (2015). El INIA en la conformación de una colección nacional de quínoa. *Revista Tierra Adentro*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Ed). 28-33. Santiago, Chile.
- Liggins, J., Mulligan, A., Runswick, S., Bingham, S.A. (2002). Daidzein and genistein content of cereals. *European Journal of Clinical Nutrition*, 56: 961-966.
- Looser, G. (1943). *Chenopodium quínoa, un cultivo que desaparece de Chile*. *Revista Argentina de Agronomía* 10:111-113.

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

Martínez, E., Donoso, I., Chia, E. (2015). ¿Es rentable la producción de quínoa en Chile? Un análisis desde los costos de producción. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Ed). *Revista Tierra Adentro*, 68-73. Santiago, Chile.

MINEDUC. (2015). Junaeb incorpora a celiacos en el Programa de Alimentación Escolar. Recuperado de <http://www.junaeb.cl/archivos/17323>

Miranda, M., Vega-Gálvez, A., López, J., Paradac, G., Sanders, M., Aranda, M., Uribe, E. & Di Scala, K. (2010). Impact of air-drying temperature on nutritional properties, total phenolic content and antioxidant capacity of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Ind. Crops Prod.* 32, 258–263.

Miranda, M., Vega-Gálvez, A., Martínez, E.A., López, J., Marín, R., Aranda, M. & Fuentes, F. (2013). Influence of contrasting environment on seed composition of two quinoa genotypes: nutritional and functional properties. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 73(2): 108-116.

Muñoz, M. ODEPA. Ministerio de Agricultura. (2013). Quinoa: ¿empresarial o de autoconsumo?. Recuperado de http://www.odepa.cl/wp-content/files_mf/1388776534Quinoa.pdf

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

Montoya-Restrepo, L., Martínez-Vianchá, L., Peralta-Ballesteros, J. (2005). Análisis de variables estratégicas para la conformación de una cadena productiva de quinua en Colombia. *INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, 15(25):103-119.

Mujica, A. (1994). Andean grains and legumes. En: Bermejo, J.E.H., León, J. (Eds.) *NEGLECTED CROPS: 1492 from a different perspective*. Pp 131-148. Rome, FAO.

Mujica, A., Ortiz, R., Bonifacio, A., Saravia, R., Corredor, G., Romero, A. (2006). Informe final. Proyecto quinua: cultivo multipropósito para los países andinos. Perú-Colombia-Bolivia: PNUD/CONCYTEC/Universidad Nacional del Altiplano (Puno)/Fundación PROINPA (La Paz)/Universidad Nacional de Colombia (Bogotá).

Natri, Anna Mari; Salo, Pirjo; Vikstedt, Tiina; Palssa, Anette; Huttunen, Minna; Kärkkäinen, Merja U.M.; Salovaara, Hannu; Piironen, Vieno et al. (2006). Bread fortified with cholecalciferol increases the serum 25-hydroxyvitamin D concentration in women as effectively as a cholecalciferol supplement. *The Journal of Nutrition*, 136(1):123-127.

Nishibe, S., Takenaka, T., Fujikawa, T., Yasukawa, K., Takido, M., Morimitsu, Y., Hirota, A., Kawamura, T. & Noro, Y. (1996). Bioactive phenolic compounds from *Catharanthus roseus* and *Vinca minor*. *Natural Medicines*, 50: 378-383.

Nsimba, R.Y., Kikuzaki, H., Konishi, Y. (2008). Antioxidant activity of various extracts and fractions of *Chenopodium quinoa* and *Amaranthus* spp. seeds. *Food Chemistry*, 106(2): 760-766.

- Nowak, V., Du, J., Charrondiere, U.R. (2016). Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Chemistry*, 193: 47–54. Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814615003027>
- ODEPA. (2016). Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Ministerio de Agricultura. Precios al consumidor en línea. Recuperado de <http://www.odepa.cl/precios-al-consumidor-en-linea>
- Oliveira, V. (2015). Efeito da ingestão de grãos procesados de quinoa por pacientes coronariopatas dislipêmicos. (Disertación presentada a la Facultad de Medicina de São José do Rio Preto para la obtención del Título de Maestría del Postgrado de Ciencias de la Salud. São José do Rio Preto.)
- Osuna, M.B., Avallone, C. M.; Montenegro, S. B., Aztarbe, M. (2006). Elaboración de pan fortificado con ácidos grasos Omegas 3 y 6. Universidad Nacional del Nordeste, Argentina. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Resumen: T-094. Recuperado de <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt2006/07-Tecnologicas/2006-T-094.pdf>
- Padrón, C., Oropeza, R., Montes, A. (2014). Semillas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willdenow): composición química y procesamiento. Aspectos relacionados con otras áreas. *RVCTA*, 5 (2): 166 – 218.
- Pagno, C., Costa, T., de Menezes, E. W., Benvenuti, E., Hertz, P., Matte, C., Tosati, J., Monteiro, A., Ríos, A. & Flôres, S. (2015). Development of active biofilms of quinoa (*Chenopodium quinoa* W.) starch containing gold nanoparticles and evaluation of antimicrobial activity. *Food Chemistry*, 173:755-762.
- Pasko, P., Sajewicz, M., Gorinstein, S., Zachwieja, Z. (2008). Analysis of Selected Phenolic Acids and Flavonoids in *Amaranthus cruentus* and *Chenopodium quinoa* Seeds and Sprouts by HPLC. *Acta Chromatographica*, 20: 661-672.
- Peñas, E., Uberti, F., Di Lorenzo, C., Ballabio, C., Brandolini, A., Restani, P. (2014). Biochemical and Immunochemical Evidences Supporting the Inclusion of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as a Gluten-free Ingredient. *Plant Foods for Human Nutrition*, 69:297–303
- Pizarro, R., Martínez, E. (2015). Mercado real y potencial de la quínoa en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Ed). *Revista Tierra Adentro*. 74-78. Santiago, Chile.
- Prada, G.E., Herrán, O.F. (2009). Impacto de estrategias para aumentar el consumo de frutas y verduras en Colombia. *Revista Chilena de Nutrición*, 36 (4): 1080-89
- Quiroga, C., Escalera, R., Aroni, G., Bonifacio, A., González, J. A., Villca, Milton, Saravia, R. & Ruiz, A. (2014). Procesos tradicionales e innovaciones tecnológicas en la cosecha, beneficiado e industrialización de la quinua. En Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013. (pp. 258-296). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Santiago de Chile, Chile - Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), Montpellier, Francia.
- Repo-Carrasco, R., Espinoza C and Jacobsen SE. (2003). Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Reviews International*, 19, 179-189.

- Repo-Carrasco, R., Gladys, C., Onofre-Montes, R., Quispe-Villalpando L., Ramos I. (2007). En Hugo Báez (Ed.). De tales harinas, tales panes. Granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica. (pp. 243-294). Córdoba, Argentina.
- Repo-Carrasco, R., Hellström, J., Pihlava, J., Mattila, P. (2010). Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Food Chemistry*, 120: 128-133.
- Repo-Carrasco-Valencia, Serna, Astuahuaman, L. (2011). Quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd.) as a source of dietary fiber and other functional components. *Ciencia e Tecnología de Alimentos*, 31(1): 225-230.
- Ridout, C., Price, K., DuPont, M., Parker, M., Fenwick, G. (1991). Quinoa saponins-analysis and preliminary investigations into the effects of reduction by processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 54, 165-176.
- Ruas, P.M., Bonifacio, A., Ruas, C.F., Fairbanks, D.J., Andersen, W.R. (1999). Genetic relationship among 19 accessions of six species of *Chenopodium* L., by Random Amplified Polymorphic DNA fragments (RAPD). *Euphytica*, 105:25-32.
- Ruales, J., Nair, B. (1993a). Content of fat, vitamins and minerals in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds. *Food Chem*, 48:131-136.
- Ruales, J., Nair, B. (1993b) Saponins, phytic acid, tannins and protease inhibitors in quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd.) seeds. *Food Chem*, 48: 137-43.
- Ruales, J., Nair, B. (1994) Properties of starch and dietary fibre in raw and processed quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Plant Foods for Human Nutrition*, 45:223-246.
- Scalbert, A., Manach, C., Morand, C., Rémésy, C. (2005). Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45:287-306.
- Schumacher, A.; Brandelli, A., Macedo, F., Pieta, L.; Klug, Tâmmila V., de Jong, Erna V. (2010). Chemical and sensory evaluation of dark chocolate with addition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Food Science and Technology*, 47(2):202-206.
- Şensoy, Í., Rosen, R., Ho, Chi-Tang, Karwe, Mukund V. (2006). Effect of processing on buckwheat phenolics and antioxidant activity. *Food Chemistry*, 99(2):388-393.
- Shahidi, F., Naczki, M. (1995). *Food phenolics*. Lancaster, USA: Technomic Publishing Co., Inc.
- Simnadis, T.G., Tapsell, L.C., Beck, E.J. (2015). Physiological Effects Associated with Quinoa Consumption and Implications for Research Involving Humans: a Review. *Plant Foods for Human Nutrition*, 70:238-249
- Slinkard, M. (2014). Fortification of Pasta with Chickpea and Quinoa flours. (MSc Thesis, University of Missouri, Missouri, USA).
- Statsoft. (2001). *Statistica* (data analysis software system), version 6. Tulsa, OK: StatSoft Inc. Recuperado de <http://www.statsoft.com>

Stikic, R., Glamoclija, D., Demin, M., Vucelic-Radovic, B., Jovanovic, Z., Milojkovic-Opsenica, D., Jacobsen, S.E. & Milovanovic, M. (2012). Agronomical and nutritional evaluation of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.) as an ingredient in bread formulations. *Journal of Cereal Science*, 55(2):132-138.

Sundarrajan, Lakshminarasimhan. (2014). Effect of extrusion cooking on the nutritional properties of amaranth, quinoa, kañiwa and lupine. (Master Thesis. Department of Food and Environmental Sciences, Faculty of Agriculture and Forestry, University of Helsinki, Finland).

Tapia, M., Gandarillas, H., Alandia, S., Cardozo, A., Mujica, R., Ortiz, R., Otazu, J., Rea, J., Salas, B. & Sanabria, E. (1979). Quinoa y Kañiwa cultivos andinos. Bogotá, Colombia: CIID-IICA. Tapia, M.E., Fries, A.M. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos. Lima, Perú: FAO y ANPE.

Taylor, J.R.N., Parker, M.L. (2002). Quinoa. P.S. Belton, J.R.N. Taylor (Eds.), *Pseudocereals and less common cereals: Grain properties and utilization* (pp. 93-122.) Springer Verlag, Berlin.

Torrez, M.O., Guzmán, A.A., Carvajal, R. (2002). Valoración nutricional de 10 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) del altiplano boliviano. *BIOFARBO*, 10: 55-60.

Tsukamoto, C., Shimada, S., Igita, K., Kudou, S., Kokubu, M., Okubo, K. & Kitamura, K. (1995). Factors affecting isoflavones content in soybean seeds: Changes in isoflavones, saponins, and composition of fatty acids at different temperatures during seed development. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43: 1184-1192.

U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Nutrient Data Laboratory (2008). USDA Database for the Isoflavone Content of Selected Foods, Release 2.0. Recuperado de https://www.ars.usda.gov/ARUserFiles/80400525/Data/isoflav/Isoflav_R2.pdf

U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Nutrient Data Laboratory. (2013a). USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 26. <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/nd>

U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Nutrient Data Laboratory. (2013b). USDA Database for the Flavonoid Content of Selected Foods, Release 3.1. Recuperado de <http://www.ars.usda.gov/nutrientdata/flav>

Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L., Martínez, E. (2010). Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.), an ancient andean grain: a review. *J. Sci. Food Agr*, 90 (15): 2541–2547 Recuperado de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsfa.4158/abstract;jsessionid=8ED426E13EA7939E2EFB658F4D8D4AD7.f02t02>

Villacrés, E., Pástor, G., Quelal, M.B., Zambrano, I., Morales, S.H. (2013). Effect of processing on the content of fatty acids, tocopherols and sterols in the oils of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), lupine (*Lupinus mutabilis* Sweet), amaranth (*Amaranthus caudatus* L.) and sangorache (*Amaranthus quitensis* L.). *Global Advanced Research Journal of Food Science and Technology*. 2(4):044-053.

Villarroel, M.; Huiriqueo, C., Hazbún, J., Carrillo, D. (2009). Desarrollo de una formulación optimizada de galletas para celíacos utilizando harina desgrasada de avellana chilena (Gevuina avellana, Mol) y harina de quinoa (Chenopodium quinoa Willd). Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 59(2):184-190.

Von Baer, I., Bazile, D., Martínez, E.A. (2009). Cuarenta años de mejoramiento de la quínoa (Chenopodium quinoa Willd.) en la Araucanía: Origen de “La Regalona-B”. Revista Geográfica de Valparaíso, 42:34-44.

Wijngaard, H.H., Arendt, E.K. (2006). Buckwheat. Cereal Chemistry, 83(4): 391-401.

Wood, S., Lawson, L., Fairbanks, D., Robison, L., Andersen, W. (1993). Seed lipid content and fatty acid composition of three quinoa cultivars. Journal of Food Composition and Analysis, 6:41-44.

Zevallos, V.F., Herencia, I.L., Chang, F., Donnelly, S., Ellis, H.J., Ciclitira, P.J. (2014). Gastrointestinal effects of eating quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) in celiac patients. The American Journal of Gastroenterology, 109:270-278

Zhu, N., Sheng, S., Li, D., Lavoie, E.J., Karwe, M.V., Rosen, R.T., Ho, C.T. (2001). Antioxidative flavonoid glycosides from quinoa seeds (Chenopodium quinoa Willd). Journal of Food Lipids, 8: 37-44.



ANEXO 1

Maquinaria LV, 12 Febrero 0995 Temuco – Chile.

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

SEMBRADORA CERO LABRANZA DE QUINOA

Función	Sembradora de Quinoa
Dimensiones	1,80m.ancho,2,20m.largo,1,50m.alto
Peso	250kg. Aproximado
Rendimiento	2Hás por días



Características Técnicas:

- Máquina construida en acero laminado.
- Tolva fertilizante y de semillas de 150 lt. c/u.
- Dosificadorde fertilizantes de 80 a 500 kg./ há.
- 7 hileras y cincales vobrocultivador, graduable de 18 a 54 cm.
- Tiro para bueyes/ caballos o tractor pequeño de 20/30 hp.
- Comando motriz accionado por cadenas, polea y correa tipo V.

TRILLADORA DE QUINOA

Función	Trilladora especialmente diseñada para Quinoa
Dimensiones	0,85m. ancho, 3,50m. largo, 1,70m.alto
Peso	350kg. Aproximada
Rendimiento	3 quintales por hora



Características Técnicas:

- Máquina construida en acero laminado.
- Cilindro trillador y cóncavo con dedos de acero.
- Polea y correa tipo V.
- Harnero despajador desmontable.
- Eje con dos ruedas aro 14".
- Soplador con flujo de aire regulable.
- Motor a gasolina/ petróleo.
- Altura de trabajo de 50cm.del suelo.

SELECCIONADORA DE SEMILLAS

Función	Limpia y separa granos de Quinoa por calibre
Dimensiones	0,70m.ancho,1,10m. largo 1,40m.alto
Rendimiento	150/kg. por hora



Características Técnicas:

- Máquina construida en acero laminado.
- Polea de Transmisión de aluminio.
- Ejes de acero montados en rodamientos sellados.
- Motor eléctrico de 2 hp. Monofásico.
- Alimentación de semilla graduable.
- Flujo de soplado graduable, con salida para 3 calibres de grano por gravedad.

TOSTADORA DE QUINOA



Función	Tostar la quinoa para facilitar el desaponificado empleando este método, la cáscara se desprende fácilmente obteniendo más de un 90% de granos pelados.
---------	---

Rendimiento	80 Kg. / Hora
-------------	---------------

Características Técnicas:

- Motor eléctrico con reductor de velocidad 1/60 - 1.5 hp.
- Velocidad de trabajo del cilindro tostador 30 rpm.
- Fuente de calor gas licuado con instrumento de regulación calor.
- Termocupla para regular la temperatura y termómetro de control.
- Extractor de gases de turbina con regulación de flujo.

LAVADORA DE QUINOA



Función	Lava el grano para quitar el resto de saponina
---------	--

Dimensiones	0,60m. diámetro por 1.0m. altura
-------------	----------------------------------

Rendimiento	140 Kg. / hora
-------------	----------------

Características Técnicas:

- Motor eléctrico de 1/2 hp.
- Depósito de agua en acero inoxidable de 250 lt. de capacidad.
- Aspas revolventoras de acero inoxidable.
- Depósito de alimentación.
- Reloj control opcional.

DESAPONIFICADORA DE QUINOA



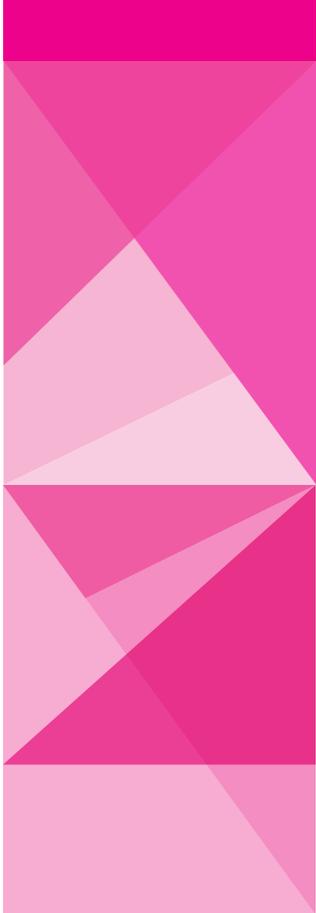
Función	Quita la cáscara aprovechando este componente para la industria cosmetológica.
---------	--

Dimensiones	0,50m. de diámetro por 1,0m. largo
-------------	------------------------------------

Rendimiento	250/kg. por hora
-------------	------------------

Características Técnicas:

- Cilindro ensamblado desmontable.
- Soplador tipo turbina regulable.
- Motor eléctrico de 5 hp.
- Ciclón capturador de saponina.
- Revestimiento interior con malla trenzada.



**Fundación para la
Innovación Agraria**

MINISTERIO DE AGRICULTURA

© PUBLICACIONES FIA | WWW.FIA.CL | INFO@FIA.CL

