

The image features a warm, golden bokeh background with soft, out-of-focus light spots. A horizontal band of fine, shimmering gold glitter runs across the middle of the frame, creating a textured effect. Centered over this band is the text "El grano de oro de Los Andes" in a clean, dark font.

El grano de oro de Los Andes



QUINOA

Manual de
buenas prácticas agrícolas
para la producción de

QUINOA

(CHENOPODIUM QUINOA WILLD)

para la industria en Chile



Facultad de Agronomía

La presente publicación reúne y sistematiza un conjunto de información técnica desarrollada por Orafti Chile S.A, Instituto de Investigaciones Agropecuarias y la Universidad de Concepción, en materia de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) asociadas al cultivo industrial, convencional y orgánico de la quínoa, incluyendo los resultados obtenidos en el proyecto "Polo territorial de desarrollo de ingredientes funcionales y aditivos, a partir de granos ancestrales, para la industria alimentaria mundial", realizado entre los años 2017-2021 con el apoyo de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), a través del Fondo de Inversión Estratégica (FIE).

Autores

Andrés Zurita S
Dalma Castillo R.
Christian Alfaro J.
Lorenzo León G.
Carola Vera P.
Rodrigo Quintana L.
Alberto Cañete M.
Susana Fischer G.
Alberto Pedreros L.
Carlos Avilés C.
Jocelyne Raccoursier O.
Luis Henríquez L.
Carla Muñoz S.

Editores

Alberto Cañete M.
Andrés Zurita-Silva
Susana Fischer G.
Alberto Pedreros L.
Carlos Avilés C.



Fundación para la Innovación Agraria.



Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, Chile.



Departamento de Investigación y Desarrollo.
Beneo Orafti Chile.



Facultad de Agronomía
Universidad de Concepción.

Introducción

Actualmente, la tendencia mundial del mercado de la industria alimenticia es que los consumidores demanden alimentos más sanos, inocuos y nutritivos, pero además, que sean producidos de manera sustentable. En este contexto, el concepto de buenas prácticas agrícolas (BPA) cobra fuerza al involucrarse en el proceso de producción de materias primas para la industria de alimentos, ingredientes alimenticios y/o aditivos, dándole la importancia que requiere a cada paso en el proceso productivo.

Cabe hacer notar que, si bien la implementación de las BPA es un proceso voluntario del productor y el éxito de ellas depende del compromiso que él adquiera, hoy en día la industria que demanda las materias primas es cada vez más exigente en el cumplimiento de estas normas.





En consideración a lo anterior, y en el marco del proyecto **“Polo territorial de desarrollo de ingredientes funcionales y aditivos, a partir de granos ancestrales, para la industria alimentaria mundial” código PYT-2017-0495**, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Chile, la Universidad de Concepción y Beneo Orafiti Chile, describen en este documento una serie de recomendaciones aplicables a escala productiva convencional, orgánica e industrial, contribuyendo así a la generación de un sistema agrícola sustentable, en el cual la industria de alimentos y el consumidor establecen estándares cada vez más exigentes. Esta iniciativa surge gracias al apoyo de la fundación para la Innovación Agraria (FIA) en el marco del convenio con el Fondo de Inversión Estratégico (FIE).

Este trabajo tiene por objetivo orientar los sistemas de producción de quínoa, sean estos tradicionales a pequeña escala o más modernos extensivos, para lograr una agricultura

sostenible y ecológicamente segura, obteniendo productos inocuos y de mayor calidad. Este manual identifica, recomienda y promueve los conceptos de las BPA, contribuye además con la seguridad alimentaria, generando ingresos al acceder a mercados y mejorando las condiciones laborales de los trabajadores y agricultores.

Por eso, en este manual de BPA se abordan diversos puntos críticos del sistema productivo de la quínoa, lo que permitirá a los productores, junto con cumplir los requerimientos de la industria, manejar su cultivo haciendo un uso eficiente de los recursos.

Por último, este manual está dirigido a agricultores, productores orgánicos con su predio certificado, trabajadores, administradores de campos, asesores agrícolas, organizaciones de agricultores, prestadores de servicios y transportistas, relacionados con el rubro de la quínoa.



Contenidos

1	Qué son las buenas prácticas agrícolas (BPA) y por qué deberían implementarse	8		
1.1	Conceptos	9		
1.2	Qué promueven las BPA	10		
1.3	Por qué deberían implementarse	11		
2	Fenología del cultivo de la quínoa	13		
3	Buenas prácticas agrícolas a implementar en el cultivo de la quínoa	19		
3.1	Elección y preparación del suelo	20		
3.2	Manejo integrado de malezas	23		
3.3	Semilla para la siembra	29		
3.4	Siembra y establecimiento	34		
3.5	Fertilización de quínoa	36		
3.6	Manejo fitosanitario	37		
3.7	Riego	43		
3.8	Cosecha	47		
4	Transporte, almacenaje y bodegas	49		
5	Calidad de la quínoa	55		
6	Resumen de los puntos de control	59		
7	Anexos	61		
8	Glosario	62		
9	Literatura citada	63		



1 ¿Qué son las buenas prácticas agrícolas (BPA) y por qué deberían implementarse?



1.1 Conceptos

“ Las BPA en la actualidad son un componente de competitividad, que permite al productor rural diferenciar su producto del resto en el mercado, con todas las implicancias económicas que ello supone ”

Las BPA constituyen un conjunto de normas, medidas y recomendaciones aplicables a distintas etapas de producción agrícola, cuyo objetivo es la producción de alimentos sanos e inocuos, la seguridad de trabajadores y consumidores y, el cuidado del ambiente. Las BPA abarcan desde la preparación del suelo hasta la cosecha, el almacenamiento y transporte del producto cosechado. De esta manera, las BPA integran una serie de aspectos, tales como: seguridad laboral, inocuidad alimentaria y protección del medio ambiente.

Las BPA en la actualidad son un **componente de competitividad**, que permite al productor rural diferenciar su producto del resto en el mercado, con todas las implicancias económicas que ello supone (mejores precios, acceso a nuevos mercados, consolidación de los actuales, etc.). Las BPA persiguen la sustentabilidad ambiental, económica y social de las explotaciones agropecuarias, lo cual debe traducirse en la obtención de productos alimenticios y no alimenticios más inocuos y saludables para el autoconsumo y el consumidor. Por otra parte, para los países de Latinoamérica y el Caribe (LAC), las BPA constituyen un desafío y una oportunidad ya que de su cumplimiento (inocuidad, medio ambiente y salud), dependerá la entrada de sus productos agropecuarios a los mercados de creciente exigencia en calidad, ya sean estos externos o locales (FAO, 2004).



1.2 Qué promueven las **BPA**

- No contaminar aguas y suelo
- Cuidar la biodiversidad
- Manejo racional de agroquímicos

Seguridad de las personas

Medio ambiente

Inocuidad alimentaria

- Mejorar condiciones de trabajadores y consumidores
- Mejorar la seguridad alimentaria y medio ambiente

- Alimentos sanos y no contaminados
- Alimentos de mayor calidad

1.3 Ventajas de la implementación de las BPA

Las ventajas de implementar las BPA en la producción del cultivo de quínoa tienen que ver con los objetivos básicos que promueven dichas prácticas, mencionados en la Figura 1. Por sí solos, la seguridad de las personas, el cuidado del ambiente y la inocuidad alimentaria, constituyen razones suficientes para conocer, adoptar y difundir las BPA.

Además, una empresa puede agregarle el valor de diferenciación a su producto y mantener una ventaja frente a otros al implementar las BPA, entendiendo que existe una cadena de valor, donde la materia prima va adquiriendo valor en la medida que se le procesa, envasa, y publicita. Actualmente en la industria chilena la práctica de las BPA es un factor diferenciador para los productores y para la industria misma. Con el tiempo, incluso podría llegar a ser una exigencia para aquellos agricultores que proveen de materia prima a base de quínoa a la industria nacional.

La implementación de normas y principios nuevos en la producción agrícola de un determinado cultivo, sin dudas conlleva ciertos desafíos (costo adicional, cambio de hábitos, auditorías periódicas que crean aprensión entre las personas, etc.). Sin embargo, también se le asocian una serie de ventajas al proceso:

“ La seguridad de las personas, el cuidado del medio ambiente y la inocuidad alimentaria, constituyen razones suficientes para conocer, adoptar y difundir las BPA ”



Ventajas

Quínoa
del Sur
de Chile
Quínoa, alimento sano y natural

- Obtención de mejor y nueva información de su propio negocio, debido a los sistemas de registros que se deben implementar, y que se pueden complementar con la información económica. De esta forma, el productor comprende mejor su negocio y por ende puede decidir mejor.
- Mejor gestión (administración y control de personal, insumos, instalaciones, etc.) del predio en términos productivos y económicos.
- Aumento de la competitividad de la empresa por reducción de costos (menores pérdidas de insumos, horas de trabajo, tiempos muertos, etc).
- Personal comprometido con la empresa, con aumento de la productividad por mayor especialización y dignificación del trabajo agropecuario.
- A la industria le permite estar preparado para exportar a mercados exigentes (mejores oportunidades y precios).
- Mejor imagen de la empresa ante sus compradores (oportunidades de nuevos negocios) y por agregación, mejor imagen de la región o país ("Quínoa del sur de Chile", "Quínoa, alimento sano y natural", etc.).

2

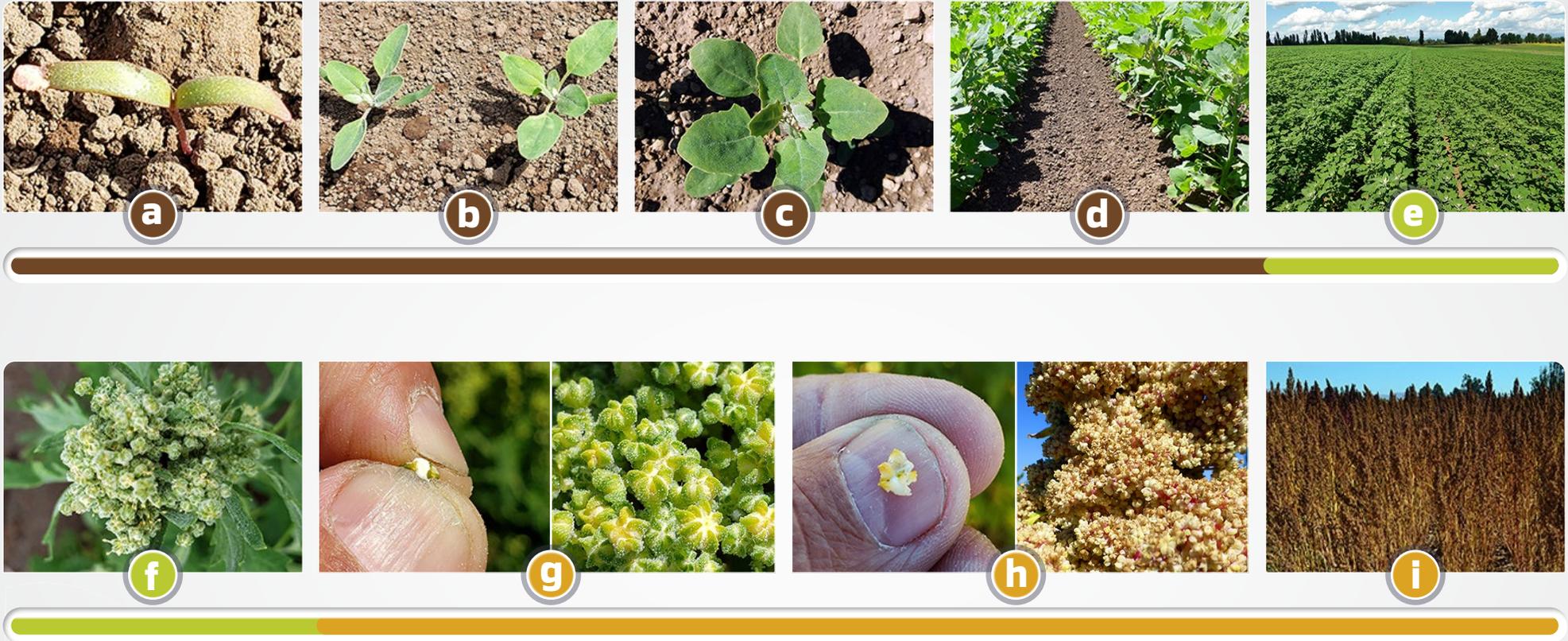
Fenología del cultivo de la quínoa

La fenología del cultivo se define como la secuencia de etapas de desarrollo, controlada por factores genéticos, agronómicos y ambientales, que determinan los cambios morfológicos y funcionales de la planta y que conducen al crecimiento y desarrollo del cultivo, lo cual se expresa en la acumulación de biomasa, en la formación de los componentes del rendimiento, y en el rendimiento final. (Gómez Pando, L., E. Aguilar. 2016).

Teniendo presente este concepto, en el desarrollo del cultivo de quínoa, es posible identificar tres periodos o etapas principales: vegetativo, reproductivo y de llenado de grano (maduración). En la Figura 2 se muestran los diversos estados de los tres periodos fenológicos. Cada periodo comprende diversas fases que, a su vez, se dividen en estadios descritos cronológicamente en el Cuadro 1.



Etapas fenológicas de la quínoa



Periodo vegetativo

Periodo reproductivo

Llenado de grano

- a]** plántulas emergidas **b]** 2-4 hojas verdaderas **c]** 6-8 hojas verdaderas
d] ramificación o aparición brotes laterales
e] panojamiento o emergencia primordio floral (+50 DDS) **f]** floración (+63 DDS)
g] grano lechoso **h]** grano pastoso **i]** grano maduro (+130 DDS)

DDS: días desde siembra.

Modificado de Zurita-Silva y col., 2018.



Dichos estados ocurren en las plantas de manera secuencial, razón por la cual es importante potenciar su expresión desde la etapa 1, ya que todos están relacionados entre sí y cualquier efecto adverso sobre alguno de ellos repercutirá negativamente sobre el rendimiento final.

Sin embargo, bajo ciertas condiciones, la planta de quínoa puede compensar el efecto negativo sobre un componente, incrementando la expresión de alguno de los otros componentes. El rendimiento de grano de quínoa está determinado por la interacción de los siguientes componentes:

1. N° de plantas/m²
2. N° de panojas/m²
3. Tamaño (longitud y diámetro) de panojas
4. N° de granos/panoja
5. Peso de los granos

Descripción los principales estados fenológicos de la quínoa

**1**

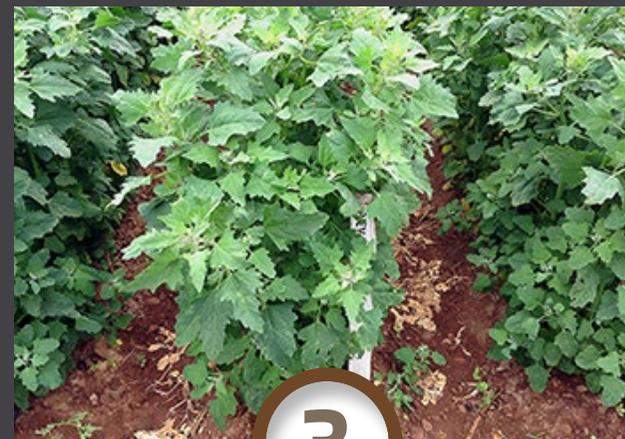
Germinación y emergencia

Radícula y coleoptilo emergen de la semilla, y los cotiledones emergen del suelo. Aparece la plántula.

**2**

Desarrollo foliar

Desde la emergencia del primer a tercer par de hojas verdaderas (HV), fotosintéticamente activas.

**3**

Ramificación

Se inicia una vez que el tallo principal ha desarrollado más de 5 pares HV. Las yemas axilares comienzan a formar las ramas y la planta pierde su simetría en la disposición de las hojas.



Periodo vegetativo





4

Desarrollo del botón floral

Aparición del primordio o botón floral en ápice del tallo, protegido por hojas y cubierta por pubescencia granular vesicular rica en oxalato de calcio. Paralela a la ramificación. Se describe desde aparición de primordio floral hasta formación de estructura piramidal, que indica el inicio de formación de la inflorescencia.



5

Desarrollo de la inflorescencia o panoja

Formación y crecimiento de inflorescencia; estructura piramidal o cónica formada por primordios de glomérulos que empiezan a elongarse, y formar los ejes principal, secundario y terciario. Se forman las flores y las estructuras reproductivas. Longitud y coloración de la inflorescencia depende del genotipo y del medio ambiente (de 15-70 cm).



6

Floración

Se inicia con la apertura de flores hermafroditas y pistiladas, que se abren al mismo tiempo especialmente las hermafroditas con anteras amarillas intensas y brillantes. Flores permanecen abiertas durante 5-7 días en promedio. Existe asincronía en la floración: en la misma panoja la floración es variable y puede durar 12 a 15 días. El color de las panojas se intensifica, y el cultivo es bastante sensible a temperaturas extremas y sequías.



Periodo reproductivo

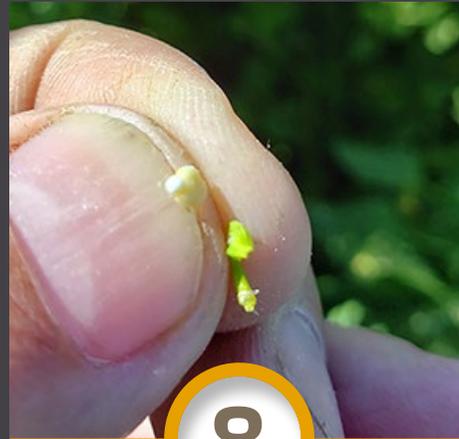




7

Antesis y grano acuoso

Se superpone con la floración y ocurre la polinización de las flores hermafroditas, y fecundación. Finaliza con la muerte de las anteras, cierre del perigonio sepaloide y la eliminación de hojas basales. Posfecundación los frutos formados empiezan a crecer y a desarrollarse. Durante esta fase, los granos están llenos de sustancia acuosa, de ahí que se denomina "estado acuoso". Se puede observar la formación de las partes constitutivas del fruto, principalmente los cotiledones.



8

Grano lechoso

Los granos formados y con tamaño final comienzan a recibir fotosintatos de las hojas, y partes verdes de las inflorescencias. La sustancia acuosa es reemplazada por una sustancia lechosa. El color del fruto se diferencia al del perigonio sepaloide o envolturas florales y al de los ejes de la inflorescencia. El perigonio se va abriendo a medida que el grano va engrosando, pareciéndose a una estrella, donde es visible el color del pericarpio. El tercio superior de hojas está verde, en plena actividad fotosintética y que los 2/3 inferiores están empezando a decolorarse o en proceso de senescencia.



9

Grano pastoso

Al ser presionados, los frutos presentan consistencia pastosa de color blanco, con apariencia de masa y 45% humedad aproximada. La planta alcanza madurez fisiológica y se inicia la pérdida de humedad de los granos y plantas hasta alcanzar madurez de cosecha. Los frutos secos (20% humedad aproximada) pueden partirse fácilmente con la uña. Estos % de humedad son similares a los observados en cereales.



10

Madurez del grano y senescencia

La planta se seca desde la base hacia el extremo superior y cuando todas las hojas estén secas, el tallo cambia de color verde a café, con plantas muertas y secas, los granos pueden cosecharse con 12 a 14% humedad, y están muy duros (requieren ser partidos con los dientes), siendo posible realizar la cosecha.

Periodo de llenado de grano (maduración)

3

Buenas prácticas agrícolas a implementar en el cultivo de la quínoa



BRRA

3.1 Elección y preparación del suelo

La elección de un potrero para la siembra de quínoa requiere conocer algunos aspectos de su manejo anterior. Esto va a permitir:

- Evaluar el uso previo del suelo, en relación a los cultivos de la rotación de a lo menos tres años.
- Analizar la presencia de elementos que pongan en riesgo la inocuidad de la materia prima a producir (granos de quínoa), tales como residuos industriales, metales pesados, productos fitosanitarios, etc.
- Conocer las malezas, plagas y/o enfermedades presentes en el potrero. Esto puede determinar algunas labores de manejo previas a la siembra de quínoa (pregerminado por ejemplo), la fecha de siembra, la semilla a utilizar, etc.

- El terreno debe contar con un buen acceso (caminos, puentes, portones, etc.), de manera que faciliten el acceso de equipos y maquinarias agrícolas.
- La topografía del potrero también debe adecuarse a la producción de quínoa, tener en cuenta el sistema de riego y la maquinaria a utilizar.
- El potrero debe contar con cercos perimetrales en buen estado, de manera que impidan el acceso de animales y personas.
- Se deben evitar suelos de mal drenaje o con una excesiva retención de agua, ya que la quínoa es susceptible a los excesos de agua en el suelo, especialmente en los primeros estadios de desarrollo.





Agricultura orgánica:

El potrero debe estar separado al menos 6 m de otros cultivos convencionales, evitando presencia de contaminantes directos e indirectos. Las certificadoras pueden requerir medidas adicionales cuando sea necesario (barreras naturales, por ej.). Conocer en detalle la rotación, para considerar la especie a sembrar como pre-cultivo que aporte a la fertilidad de suelo y/o al control de malezas.



Análisis químico de suelo:

Para el éxito del cultivo, es muy importante conocer la composición química del suelo seleccionado para la siembra.

El análisis entrega (entre otros) indicadores como el pH del suelo, el cual indica el nivel de acidez de éste. Es importante conocer y corregir el pH si es necesario, de acuerdo con los requerimientos del cultivo, dado que la quínoa crece muy bien en un rango de pH de 5,5 a 7,8. Además, el análisis de suelo permite conocer el nivel de macro y micronutrientes presentes en el suelo, lo cual es necesario para diseñar la estrategia de fertilización racional.

Punto
de Control

1

Análisis químico de suelo

Conocer el nivel de
pH, N, P, K y
micronutrientes

Una vez que se ha decidido sembrar quínoa en un potrero determinado, se pueden iniciar las labores de preparación de suelo. Algunas recomendaciones importantes a seguir durante estas labores son:

- Realizar la incorporación de los rastrojos del cultivo anterior lo más temprano posible en la temporada, ya que de esta forma se logrará una adecuada descomposición de éstos, dejando los nutrientes disponibles para el desarrollo de las plantas de quínoa. Además, la incorporación de los residuos de la cosecha mejora la estructura y la capacidad de retención de agua del suelo, y contribuye a eliminar hospederos de plagas y enfermedades.

Agricultura orgánica:

Considerar como cultivo antecesor otoñal, una especie que aporte nutrientes al suelo y disminuya la incidencia de malezas, para ser incorporada al suelo al menos tres semanas presiembra, un buen ejemplo es el centeno (*Secale cereale*). Uso de maquinaria agrícola exclusiva para este tipo de producción, de no contar con ella (y excepcionalmente) se deben realizar las limpiezas correspondientes de maquinarias de terceros, las que deben quedar registradas (Título 11, Norma de producción vegetal orgánica).

- Evitar la quema de rastrojos, ya que constituye una práctica que afecta directamente al medio ambiente y a los organismos benéficos del suelo.

- Antes de iniciar la preparación de suelo, es importante considerar la humedad presente en él, puesto que así se evitan problemas de compactación. En general, la poca humedad reduce la cohesión de las partículas del suelo y evita que las partículas se organicen fácilmente para lograr un estado más denso o compacto.

- Se recomienda realizar esta primera actividad de preparación del suelo en otoño, antes de la época de lluvias para infiltrar el agua y almacenarla.

- Se recomienda evitar el uso excesivo de maquinaria, para evitar la compactación de suelo y también limpiar la maquinaria de restos de tierra o cualquier residuo vegetal del cultivo anterior que produzca semilla o que permita su propagación.

**Punto
de Control**

2

Definición de pre-cultivo

Conocer la fertilidad del suelo y la carga de malezas de rotación de 3 años previos

3.2 Manejo integrado de malezas

Las malezas siempre han sido una de las causas más relevantes en la pérdida de rendimiento de los cultivos, y en el aumento de los costos de producción. Las malezas compiten ventajosamente con la quínoa, al aprovechar en mayor grado el agua, luz, nutrientes y dióxido de carbono. Además, pueden producir aleloquímicos que inhiben la germinación, el crecimiento y/o rendimiento de los cultivos. Por otra parte, interfieren en las aplicaciones de insecticidas y fungicidas, dificultan y afectan la calidad de la cosecha y la trilla, y como hospederas, promueven el ataque de insectos, nemátodos y otros patógenos (Young y col., 2014).

- La creciente preocupación de las personas por tener una buena salud y alimentos asociados a una vida sana, ha motivado la necesidad de implementar cultivos orgánicos (Sacco y col., 2015). Por esto, se hace necesario el desarrollo de nuevos mecanismos para el control de malezas de forma mecánica y automatizada, dado que Chile es un país agrícola con la capacidad de ser potencia agroalimentaria por los diversos climas y suelos que presenta, pero sus procesos de laboreos no se encuentran tecnificados.
- El control de malezas en la quínoa debe considerar el uso de labores culturales y mecánicas. El uso combinado de ellas se conoce como manejo integrado de malezas, el cual debe ser aplicado durante toda la temporada agrícola, de tal manera que la carga de malezas al momento de la emergencia del cultivo y primeros estados de desarrollo sea la menor posible.
- Cabe señalar que aún no se considera la alternativa química como parte del manejo integrado, lo cual es normal en otros rubros productivos. Lo anterior, debido a que aún no existen herbicidas etiquetados para ser aplicados antes o después de la siembra de la quínoa, en Chile ni en el extranjero¹.

Agricultura orgánica:

Se recomienda el uso de pre-cultivos alelopáticos para disminuir la presencia de malezas en el cultivo a sembrar (quínoa o alforfón). Un buen ejemplo de ello es el centeno (*Secale cereale*) en otoño y su incorporación al menos con tres semanas de anticipación a la siembra de quínoa.

¹En Chile, como parte de las actividades del Polo, se han desarrollado investigaciones en esta dirección. INIA y Beneo Orañti, cuentan con buenos resultados en el uso de herbicidas pre y postemergentes, para ciertos grupos de malezas latifoliadas y gramíneas. En la UdeC, se ha desarrollado una tesis doctoral sobre uso de herbicidas en quínoa, con algunos resultados publicados.

3.2.1 Manejo cultural general para los sistemas productivos

Recomendaciones para el manejo cultural de malezas en quínoa

1

Ayudan al buen establecimiento y desarrollo del cultivo.

- Elección del cultivar
- Época de siembra
- Dosis de semilla
- Preparación de suelo
- Fertilización
- Riego
- Manejo fitosanitario
- Incorporación de pre-cultivos

2

Previenen la germinación de malezas en la época de establecimiento y del cultivo.

- Rotación de cultivos
- Monitoreo y elección del potrero
- Barbechos
- Trampas para malezas
- Siembra en dirección este-oeste
- Uso de pre-cultivos alelopáticos

BPA

3.2.2 Manejo mecánico de malezas

Factores como el impacto ambiental, la salud humana, la resistencia de malezas a los herbicidas y el aumento de los cultivos orgánicos, han estimulado el interés de desarrollar nuevos métodos para el control mecánico de malezas. De hecho, su uso presenta una mayor demanda global, debido a la necesidad de aportar una solución para el control de malezas de forma eficiente y la reducción en la inversión de mano de obra, reduciendo o evitando el control de malezas con elementos químicos (Melander, 2015).

En el cultivo de la quínoa, y en el caso de malezas anuales, es posible ejecutar distintas acciones de control mediante el uso de elementos mecánicos, previo al establecimiento del cultivo y/o durante la época de crecimiento del mismo. Estas acciones se integran a las ya señaladas anteriormente como elementos de control cultural.

Recomendaciones generales

- El control mecánico o cultivación, debe comenzar cuando las hileras del cultivo son visibles para el operario y las malezas han comenzado a emerger. Cuanto más pequeñas sean las malezas, mejor será el resultado.
- La cama de semillas debe estar nivelada, mullida y suelta superficialmente. El suelo irregular, con terrones grandes, pesado o compactado, complicará en gran medida el control mecánico de las malezas.
- Sólo se deben cultivar los centímetros superiores del suelo. Cuanto menos profunda sea la labor, menor será el número de semillas de malezas que germinarán y emergerán después de la cultivación.
- Se deben preferir días secos, soleados y con viento. Estas condiciones, evitarán que las malezas perennes y gramíneas anuales sobrevivan y reactiven su crecimiento.

Antes



Antes de cultivar.

Después



inmediatamente después de la primera cultivación.

Figura 3

Efecto de la primera labor
de escarda mecánica.



Figura 4

Escarda mecánica con quínoa en inicio de ramificación. Equipo Robocrop Garford equipado con radanas, finger weeder, pata de ganso y rastrillo.

Figura 5

Quínoa con centeno incorporado previo a la siembra.



Sin picas posteriores.



Con dos picas como complemento.

2 picas

Punto de Control

2

Control de malezas

Mantener bajo número individuos de maleza/m², previo a inicio ramificación.

Poner atención a infestaciones tardías.

3.3 Semilla para la siembra



BPA

3.3.1 Elección del cultivar para la zona

En Chile el mayor porcentaje de la superficie de quínoa se siembra con materiales o genotipos criollos/locales. No obstante, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, entre otros, cuenta con el Programa de Mejoramiento Genético de Quínoa, que actualmente está ensayando un grupo de líneas avanzadas, cuyas características agronómicas más relevantes se muestran en el cuadro 2, y de las cuales se espera liberar al menos dos cultivares, uno para las zonas de secano y otro para la zona de riego.

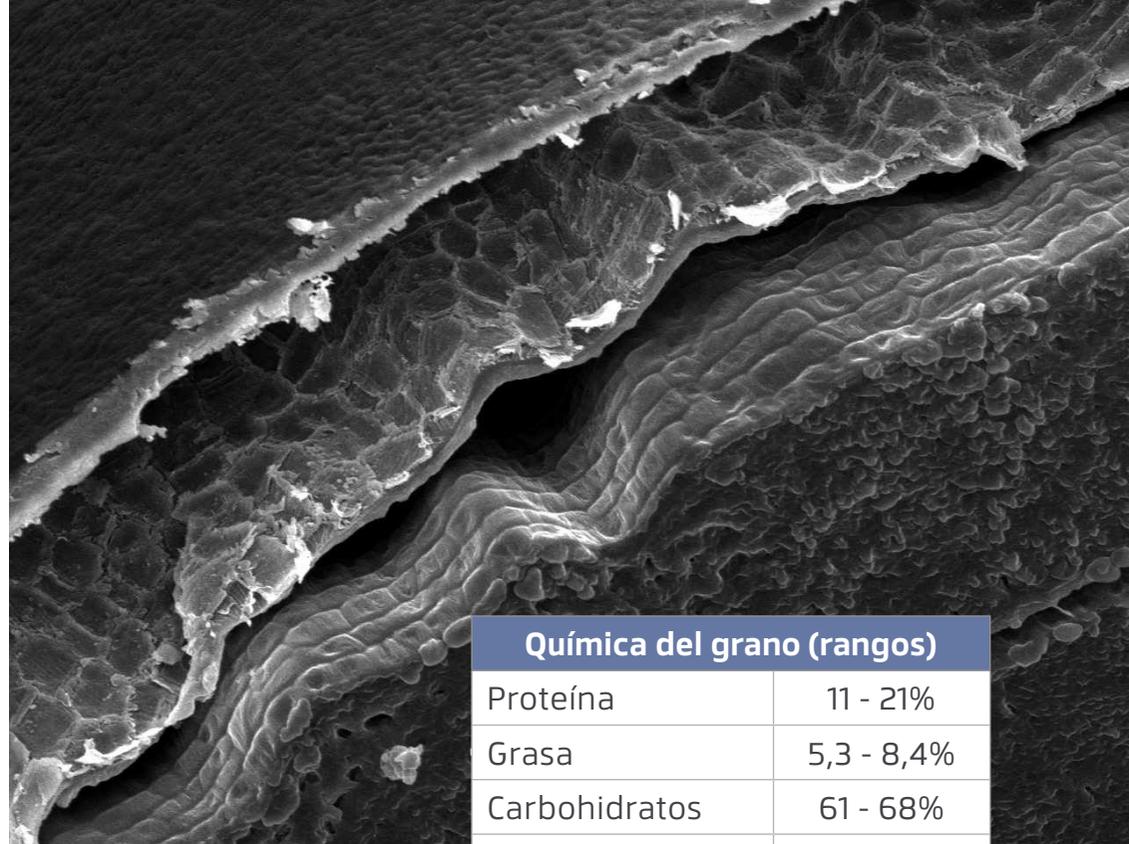
Cuadro 2. Características de las líneas avanzadas del PMG-Quínoa INIA.
Centro Experimental Santa Rosa, temporada 2018-2019.

Características	Líneas avanzadas								
	INIA-1	INIA-2	INIA-3	INIA-4	INIA-5	INIA-6	INIA-7	INIA-8	INIA-9
Altura (cm)	140 - 155	140 - 150	100 - 110	140 - 150	90 - 100	110 - 120	130 - 140	130 - 140	140 - 150
Peso de mil granos (gr)	+2,0	+2,5	+2,8	+3,0	+3,0	+2,8	+2,7	+2,8	+2,8
Rendimiento (kg/ha)	+2500	+2700	+3000	+2500	+3300	+3200	+2700	+3200	+2750
Días emergencia-floración	59	61	64	57	60	63	62	61	57
Días emergencia-madurez fisiológica	120	124	122	124	121	123	121	120	119
Contenido de proteína (%)	16,0	14,2	15,0	14,7	15,1	16,1	15,6	15,1	16,1
Cenizas (%)	2,5	2,6	3,0	2,5	2,6	2,8	2,8	2,8	2,6
Fibra Cruda (%)	2,7	3,8	3,1	2,9	3,4	3,0	2,2	2,6	3,9
Grasa total (%)	6,2	4,8	5,4	5,5	6,7	6,1	5,6	6,1	6,0
Humedad (%)	10,0	10,5	10,1	10,2	10,2	9,9	10,1	9,7	9,9

Cabe destacar que, según la lista de variedades oficialmente descritas del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), actualizada el 2 de marzo del 2020, en Chile existe sólo Regalona Baer como cultivar de quínoa (*Chenopodium quinoa Willd.*).

Según la información de Semillas Baer, este cultivar tiene las siguientes características:

- Usos: alimentación humana en reemplazo de arroz y fideos (Farináceos).
- Rendimientos entre 30 a 60 qqm/ha.
- Hábito de crecimiento herbáceo.
- Panoja: glomerulada, intermedia compacta.
- Grano: tamaño mediano.
- Altura: 70 – 100 cm.
- Resistencia a tendadura: buena.
- Época de siembra: septiembre – octubre.
- Dosis de semilla: 10 Kg/ha.
- Distancia entre hilera: 40 cm.
- Zona de adaptación: Regiones de Biobío y Araucanía.



Cuadro 3.

Características químicas e industriales del grano de quínoa Regalona Baer.

Química del grano (rangos)	
Proteína	11 - 21%
Grasa	5,3 - 8,4%
Carbohidratos	61 - 68%
Fibra	2 - 5%
Ceniza	3%

Aminoácidos	
Lisina	6,8%
Metionina	2,1%
Treonina	4,5%
Triptófano	1,3%

Físicas		Químicas	
Color de grano	Blanco opaco	Contenido de saponina	Medio
Peso de 1000 granos	3 g		

[Ir al link](#)

(<https://semillasbaer.cl/index.php?seccion=sembrar&var=regalona>):



3.3.2 Uso de semilla certificada

Lo ideal es utilizar semilla certificada por el SAG, puesto que asegura buen vigor, viabilidad y pureza, vale decir, posee un alto poder de germinación y se encuentra libre de otras semillas de quínoa y/o de malezas. Así, el uso de esta semilla es altamente beneficioso para los productores, ya que les garantiza un adecuado establecimiento y desarrollo inicial del cultivo.

Sin embargo, en la actualidad en Chile no se produce semilla certificada de quínoa. El año pasado se publicó la Resolución Exenta que establece la Norma específica de certificación de semilla de quínoa, realizada por el SAG (<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1139509&idParte=0>). Además, el cultivo de la quínoa se ha caracterizado por el uso extensivo de variedades locales que no representan todas las ventajas de las semillas certificadas.

Agricultura orgánica:

Ante la ausencia de semillas certificadas orgánicas, el productor deberá solicitar una declaración jurada al proveedor del material genético, que indique que las semillas son libres de organismos genéticamente modificados (OGM).

3.3.3 Época de siembra

Considerando que la zona de siembra de quínoa en Chile se extiende desde el Altiplano, principalmente desde la Región de Tarapacá, hasta la Región de Los Lagos, INIA ha evaluado y generado recomendaciones específicas para cada variedad, dependiendo la zona en que esta se establezca, las cuales se muestran en el Cuadro 4, para la zona de influencia del cultivo. En el mismo cuadro, se incluye la información publicada por Semillas Baer, y la obtenida por Beneo Orafti en sus ensayos de variedades en localidades de las regiones de Ñuble y Biobío.

Cuadro 4.

Fechas de siembra de quínoa en zonas centro sur y sur de Chile.

Región	Fecha de siembra	
	Líneas avanzadas PMG-Quínoa INIA	Regalona Baer
	agosto - septiembre	septiembre - octubre
O'Higgins	X	
Ñuble	X	X
Biobío	X	X



Punto
de Control

3

Fecha de siembras

Decidir según
recomendaciones
por zona geográfica.

3.3.4 Dosis de semilla

Para calcular la dosis de semilla se deben considerar:

- Plantas por m²
- Peso de la semilla (mg)
- % de germinación, con un calibre sugerido de 1,4 – 2 mm

La dosis de semilla tiene directa relación con la cantidad de granos viables que se deben sembrar para alcanzar una densidad de plantas adecuada. En caso de las quínoas la dosis estará determinada por el método de siembra, toda vez que, al usar siembra neumática, la cantidad de semilla disminuye drásticamente en relación a una siembra mecanizada o manual.

Basados en la fórmula utilizada en referencias publicadas (Fundación Chile, 2011), un ejemplo de determinación de la dosis si el grano pesa en promedio 2,7 mg, tiene un porcentaje de germinación de 90% y necesitamos establecer una población de 45 plantas por m² (distancia entre hilera 50 cm), sería:

$$\text{Dosis de semilla (kg/ha)} = \frac{\text{plantas m}^2 * \text{Peso de la semilla (mg)}}{\text{(Germinación de la semilla (\%))}}$$

$$\text{Dosis de semilla (kg/ha)} = \frac{45 \text{ plantas m}^2 * 2,7 \text{ (mg)}}{90 (\%)}$$

$$\text{Dosis de semilla (kg/ha)} = 1,35 \text{ kg/ha}$$

Se considera la población de plantas más alta del rango (30-45 pl/m²) debido a que suelen haber pérdidas adicionales al establecimiento por factores bióticos o abióticos, como pájaros, insectos, sequía, heladas, entre otros. El porcentaje adicional de pérdidas se estima en un 10%, similar a otros cultivos. Cabe destacar que esta dosis de semilla es para siembra convencional con máquina cerealera, ya que al usar una sembradora neumática, la dosis baja a un aproximado de 1,1 kg/ha.

3.4 Siembra y establecimiento

Lo primero es definir la máquina disponible para la siembra. Luego de eso, justo antes de sembrar, es fundamental limpiar muy bien el equipo, dejándolo sin restos de tierra, residuos vegetales (o malezas) y fecas de animales. También es necesario verificar que la sembradora esté en óptimas condiciones, y que todas sus partes se encuentren en buen estado.

Punto
de Control

4

Sembradora

Limpia y calibrada.
Profundidad de siembra,
no más de 2 cm.



Agricultura orgánica:

Uso de maquinaria agrícola exclusiva para este tipo de producción. De no contar con ella (y excepcionalmente) se debe realizar las limpiezas correspondientes de maquinarias de terceros, que deben quedar registradas (Título 11, Norma de producción vegetal orgánica).

Una vez realizada la siembra de quínoa, se debe realizar seguimiento del establecimiento y desarrollo del cultivo. Se debe considerar que una población óptima de plantas es de 30-45 pl/m², para alcanzar una población final de 280.000-300.000 plantas por ha. Para evaluar la población, se debe esperar a que las plantas tengan dos hojas verdaderas. El cálculo se hace aplicando la siguiente fórmula:

$$\left(\frac{\text{N}^\circ \text{ de plantas por metro lineal}}{\text{Distancia entre hileras (cm)}} * 100 = \text{Plantas por m}^2 \right)$$

Con esto se busca tener una densidad óptima del cultivo, con plantas bien establecidas y que tengan la posibilidad de alcanzar buen desarrollo y ramificación.

Punto
de Control

5

Población de plantas

Cuando la quínoa se encuentre mayormente con dos hojas verdaderas, tener 10 a 15 plantas por metro lineal.

3.5 Recomendaciones en manejo de fertilizantes

Prácticas a implementar

Si bien el manejo de la fertilización del cultivo debe realizarse considerando sus requerimientos nutricionales y el análisis químico del suelo, también debe planificarse haciendo un uso racional de los productos, evitando o minimizando la contaminación del agua y del suelo.

Prácticas que se deben considerar en el uso de los fertilizantes

- Seguir las recomendaciones técnicas de dosis y métodos de aplicación, entregados por el asesor técnico y/o por el fabricante del producto.
- Utilizar únicamente productos registrados
- Almacenar los fertilizantes en un lugar limpio, seco, ventilado, techado y alejado de los pesticidas y de las fuentes de agua.
- Seguir las indicaciones referentes al manejo de los envases vacíos (botellas plásticas, maxi-sacos, etc.). No reutilizar los envases. Realizar triple lavado de envases cuando corresponda.
- No lavar los envases o equipos de aplicación en tranques acumuladores, canales y otras fuentes de agua.
- No transportar ni almacenar los fertilizantes con alimentos o productos vegetales.
- Mantener los equipos de aplicación de fertilizantes en condiciones adecuadas y calibrados para su uso.
- Para producción orgánica deben aplicarse productos registrados ante el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y aprobados por certificaciones. Para revisar la lista de insumos visados en Agricultura Orgánica, documentarse en la lista en www.sag.gob.cl
- Además, para la producción orgánica se debe procurar mantener o incrementar la fertilidad y actividad biológica del suelo.



3.6 Manejo fitosanitario

Es fundamental realizar un monitoreo permanente de enfermedades y plagas desde etapas tempranas del desarrollo de la planta.

La quínoa en Chile goza de una presión baja de enfermedades y plagas, siendo escasas las que la afectan en número. Sin embargo, el aumento del área cultivada, su incorporación en áreas geográficas donde antes no se cultivaba y el ingreso de semilla al país que no cumpla con los estándares de sanidad adecuados podrían alterar la fitosanidad del cultivo, quedando expuesta al ataque de hongos, pseudo-hongos, y en menor proporción; a bacterias, virus y nemátodos.

Sin duda alguna, el mildiú causado por *Peronospora variabilis*, es considerada como la enfermedad de mayor importancia dentro del cultivo en Chile, debido a su incidencia, severidad e impacto tanto en la calidad como en rendimiento y productividad, pudiendo afectar durante todos los estados de desarrollo de la quínoa.

Durante los primeros estados de desarrollo del cultivo y asociado a siembras con riego o alta precipitación, se han detectado casos de damping-off (o mal del cuello) causado por un complejo de hongos y pseudo-hongos del suelo, correspondientes a los géneros *Fusarium*, *Rhizoctonia* y *Phyitium* que atacan durante el proceso de germinación y emergencia, causando pudriciones radiculares y daños en la zona del cuello de la planta.

El riesgo de dispersión de plagas y enfermedades es variable, y está influenciado por el manejo del cultivo, permitiendo disminuir considerablemente su incidencia y severidad. Es por ello la importancia de considerar los siguientes aspectos:

- Uso de semillas sanas y/o de procedencia conocida. Esto favorece el vigor, uniformidad y sanidad del cultivo.
- Uso de variedades con cierta resistencia genética a mildiú. En Chile existen diferentes grados de tolerancia al mildiú, puesto que no existe una variedad que presente resistencia genética efectiva. Sin embargo, permite disminuir considerablemente el riesgo de ataque, especialmente en zonas con ambientes óptimos para su desarrollo.
- Asegurar la densidad óptima de siembra según variedad y zona de producción, evitando excesos que favorezcan el desarrollo de patógenos por condiciones de alta humedad.
- Planificación de una estrategia de rotación de cultivos. Evitar el monocultivo de quínoa lo que permite interrumpir el ciclo de la enfermedad, disminuir la incidencia y diseminación de patógenos que sobreviven en residuos del cultivo y/o en el suelo.
- Manejo de rastrojos adecuado y/o eliminación de residuos de cosecha contaminados, principal fuente de inóculo de oosporas de pseudo-hongos.
- Preparación temprana, buen drenaje del suelo y manejo del riego. Esto permite mantener una buena aireación y disminuir la presencia de enfermedades radiculares.
- Escoger época de siembra, evitando siembras en períodos con alta precipitación ya que favorecen el desarrollo de patógenos radiculares.
- Control de malezas y quínoas voluntarias del ciclo anterior, ya que son fuente de inóculo inicial de las principales enfermedades y plagas de la quínoa, además de disminuir el nivel de competencia por agua y nutrientes. Dar énfasis a la familia Amaranthaceae (por ejemplo, *Chenopodium album*: quihuilla), huésped del patógeno.
- Identificación de los estados de desarrollo de la quínoa, permitiendo llevar un control eficiente y evitando ataques severos, especialmente en estados iniciales y/o en fases fenológicas más críticas de la planta, ya que mientras más temprana la infección mayor es el impacto de la enfermedad.
- Monitoreo de las condiciones climáticas; la alta humedad y temperatura durante el ciclo de cultivo es determinante para el desarrollo de enfermedades, especialmente las de origen fungoso, siendo clave conocer las condiciones bajo las que se desarrollan estos patógenos.
- Control químico, a la fecha en Chile no existen fungicidas de contacto o sistémicos registrados para control del mildiú y damping-off en quínoa.
- Identificación y reconocimiento de enfermedades, fundamental para el monitoreo y protección del cultivo ante el ataque de diversos patógenos, como las descritas a continuación:

En ensayos experimentales realizados por el PMG-Quínoa en el Campex Santa Rosa de Cato de INIA, se ha determinado el comportamiento de líneas avanzadas respecto a la presencia del mildiú de la quínoa. En el Cuadro 9 se muestra el comportamiento de cada variedad a la principal enfermedad que afecta a la quínoa presente en todo el país.

Cuadro 9. Comportamiento de líneas avanzadas del PMG-Quínoa INIA al mildiú de la quínoa en Campex Santa Rosa de Cato - INIA.



	Líneas avanzadas INIA									Testigo
	INIA-1	INIA-2	INIA-3	INIA-4	INIA-5	INIA-6	INIA-7	INIA-8	INIA-9	Regalona
% Severidad/daño*	11,4	13,3	20,4	20,1	20,1	16,7	30,2	46,0	9,0	41,4

* El valor corresponde a un porcentaje obtenido del promedio de cuatro repeticiones. La nota integra el progreso vertical de la enfermedad, es decir, la altura a la que se encuentra, más la severidad del daño en la hoja (%). Estos valores se transforman y se obtiene el porcentaje de severidad de la enfermedad.

3.6.1 Recomendaciones generales para el uso y almacenamiento de productos fitosanitarios

Estas recomendaciones se basan en el Manual de Buenas Prácticas para el manejo del Trigo Candeal (Castillo y col., 2017).

- Adquirir los productos fitosanitarios en locales establecidos, que estén registrados en Chile y autorizados por el SAG, lo que se verifica revisando la etiqueta del producto. Cabe señalar que para el cultivo de la quínoa no existe registro de ingredientes activos, dada las menores superficies involucradas.
- Seguir estrictamente las recomendaciones de uso que se encuentran en la etiqueta de cada producto.
- El transporte de los productos fitosanitarios hasta el predio deberá ser realizado en un vehículo cuya cabina de conducción esté separada del área de carga.
- Registrar fechas de aplicaciones en el predio y datos de los productos utilizados.
- Disponer de una bodega exclusiva para el almacenaje de productos fitosanitarios con ventilación y/o aislamiento permanente, alejada de alimentos, semilla, forrajes y fuentes de agua. Tomando las precauciones necesarias para mantener el lugar en buen estado y protegida de las condiciones climáticas, cumpliendo la normativa vigente.

- Se deberá mantener el lugar con llave en poder de personal autorizado y deberá contar con señaléticas, dentro y fuera del lugar, que indiquen las advertencias correspondientes junto con un extintor en buen estado.
- Mantener en orden los productos, en posición vertical con sus etiquetas y en sus envases originales en buen estado, ya que está prohibido re-ensasar y fraccionar el producto.
- Mantener un registro o inventario, que permita conocer los productos, las cantidades que se manejan y eliminar aquellos productos vencidos que se mantengan al interior de la bodega. Los productos fitosanitarios vencidos según etiqueta deberán mantenerse separados a los otros productos hasta su retiro del predio.
- Contar con un extintor exclusivo y un plan de emergencia indicando a los trabajadores qué hacer en caso de intoxicación, incendio, derrames de productos u otros, ya sea en el predio o en los sectores de almacenamiento y/o dosificación.



Considerar todos los puntos mencionados, desde la compra de productos en locales establecidos, su transporte, almacenamiento en bodegas adecuadas y su aplicación, tomando las precauciones para la seguridad, salud del personal a cargo y cuidado del medio ambiente.

BPA



En cuanto a la aplicación de productos fitosanitarios:

- Verificar el buen funcionamiento de los equipos junto con las condiciones climáticas en que se realizará la aplicación.
- Verificar en la etiqueta y hojas de seguridad las indicaciones.
- Utilizar los elementos de protección personal para realizar la aplicación, tales como guantes, protectores faciales, gafas, zapatos y ropa de protección pertinente para cada tipo de aplicación.
- El aplicador debe contar con una credencial autorizada por el SAG, que acredite que está capacitado para este tipo de labores.
- Tomar las precauciones para evitar la deriva del producto hacia zonas pobladas y el producto remanente debe ser almacenado con su respectiva etiqueta en bodega.
- Lavar muy bien el equipo de protección personal. Los elementos de protección no deben ser guardados en la bodega donde se acopian los productos fitosanitarios.
- El equipo pulverizador utilizado deberá ser enjuagado como mínimo dos veces con agua limpia, y con sus boquillas abiertas para permitir una correcta limpieza.
- Para la producción orgánica, deben aplicarse productos registrados ante el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y aprobados por certificaciones. Para esto, se debe revisar el listado de insumos visados en el país, revisando la lista en www.sag.gob.cl

Manejo de residuos pesticidas: Triple lavado

Los envases de plaguicidas no deben ser quemados, enterrados o reutilizados, sino que deben ser sometidos a triple lavado y manejados bajo un programa de eliminación, aprobado por la autoridad sanitaria. El procedimiento de triple lavado consiste en:

- Llenar un cuarto del envase con agua limpia, taparlo y agitar 30 seg, para verter el contenido en el tanque de aplicación. Este mismo procedimiento deberá ser repetido tres veces, luego los envases deberán ser perforados en el fondo, para evitar su reutilización y el agua utilizada para la limpieza deberá diluirse.
- Posteriormente, deberán ser almacenados en un lugar exclusivo y cerrado para ello, hasta su traslado a zonas de acopio autorizadas en la región.
- Los requisitos para la recepción de envases en los lugares de acopio son: envase con triple lavado realizado, inutilizado, sin tapa, seco, libre de residuos líquidos o sólidos; de lo contrario si no cuenta con las características descritas serán rechazados.



Figura 7.
Floración en quínoa.

3.7 Riego

Tradicionalmente la quínoa se ha cultivado en condiciones de secano, pero ha mostrado una buena respuesta al uso del riego en algunas regiones. Son cuatro las etapas de desarrollo en que en cultivo demanda humedad en el suelo:

1. Siembra:

Una buena humedad del suelo asegura una buena germinación.

2. Inicio de ramificación:

La falta de agua perjudicará el desarrollo de toda la biomasa foliar del cultivo, menos cantidad de tallos se traduce finalmente en menos panojas por m², reflejándose en un menor rendimiento final.

3. Floración:

Es la más sensible ya que ocurre la polinización y fecundación (Figura 7).

4. Llenado de grano:

Un déficit de agua en este periodo evita un buen llenado de granos, obteniendo granos deformes, chupados, sin valor comercial.

En general, en la zona centro-sur las necesidades de agua del cultivo se acentúan a partir del mes de octubre hasta diciembre (Cuadro 10), debido al rápido desarrollo de las plantas que coincide con una mayor evapotranspiración, producto del alza de temperaturas correspondientes a la época primaveral, precisamente en las etapas de inicio de ramificación, floración y formación de granos del cultivo (Figura 8).

Cuadro 10

Disponibilidad de agua promedio mensual para quínoa en un suelo trumao de Santa Rosa de Cato, Ñuble.

	Ago-2019	Sep-2019	Oct-2019	Nov-2019	Dic-2019	Ene-2020
Precipitación acumulada (mm)	52,1	57,3	15,1	12,6	5,8	5,2
Evapotranspiración (mm)	39,4	60,5	87	120,4	155,9	165,9

Recomendaciones claves en cuanto a riego:

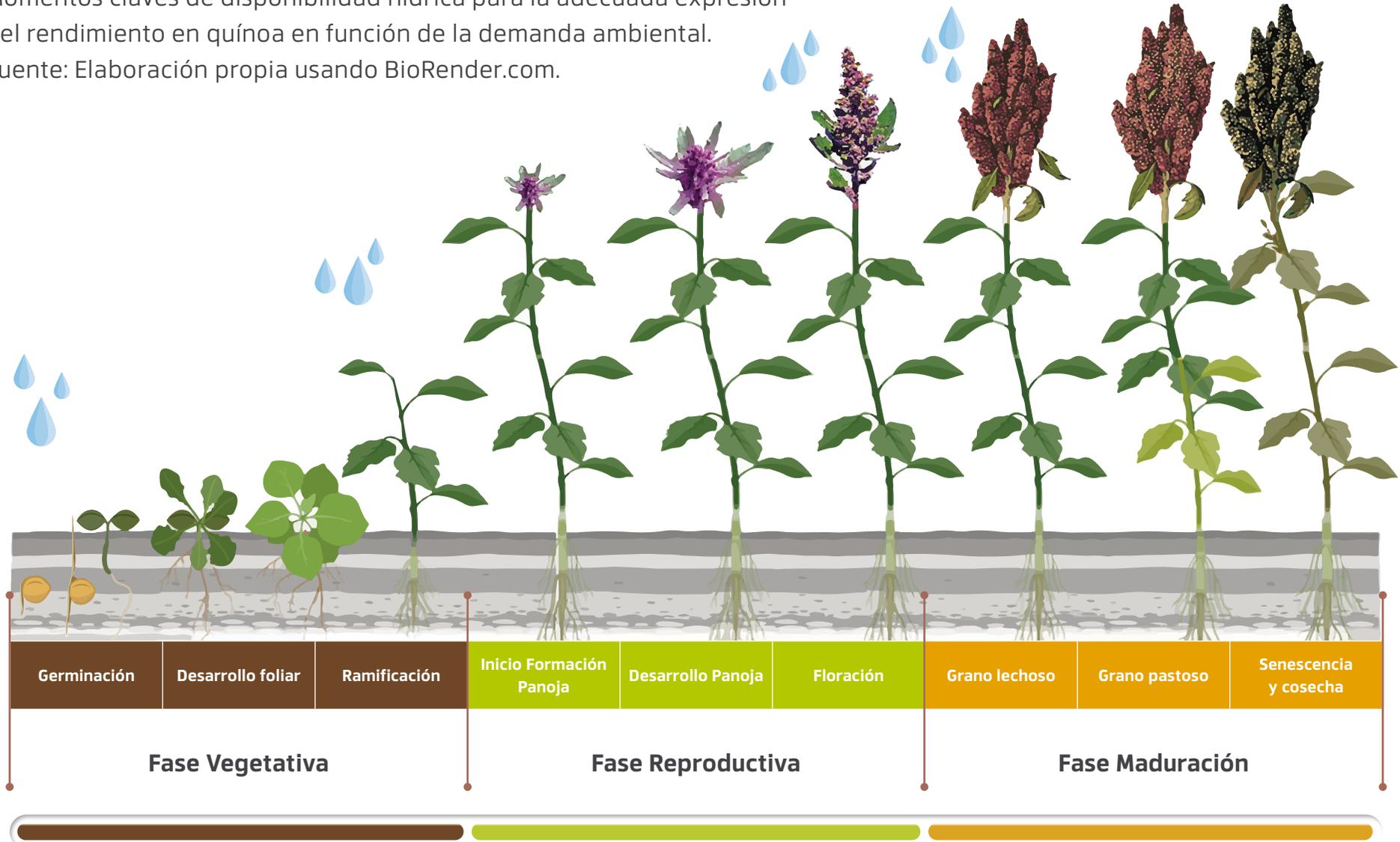
- Evitar anegamientos, ya que estos producirían asfixia radicular, aumentando la probabilidad de enfermedades, menor calidad industrial y rendimiento. Las plantas de quínoa son muy sensibles al exceso de agua a nivel del sistema radical.
- Finalizar los riegos cuando el grano se encuentre en estado lechoso-pastoso. De esta manera evitamos la aparición de algún patógeno que pudiera provocar rechazo al momento de la entrega de grano.



Figura 8.

Momentos claves de disponibilidad hídrica para la adecuada expresión del rendimiento en quínoa en función de la demanda ambiental.

Fuente: Elaboración propia usando BioRender.com.



En relación a las buenas prácticas agrícolas es muy importante:

- Identificar la procedencia de las aguas utilizadas y determinar la posibilidad de contaminación de estas por algún agente externo como pesticidas. No se pueden utilizar para riego aguas negras industriales o residuales.
- Por ello es necesario realizar anualmente un análisis de agua, con el fin de determinar que existe correspondencia con lo exigido en la Norma Chilena Oficial "Requisitos de Calidad del Agua para Diferentes Usos" (NCh 1333 – 1978, Mod.1987).
- El agua debe considerarse un recurso escaso y de gran valor, por lo cual el manejo de este elemento en el cultivo debe apuntar a su uso racional, una distribución uniforme y se debe evitar la contaminación de la fuente del recurso.
- En este sentido, los equipos de riego tecnificados cumplen muy bien con estos requisitos siempre y cuando sean configurados, mantenidos y programados de manera adecuada y oportuna.

Agricultura orgánica:

El organismo de certificación o la autoridad competente en producción orgánica, podrá exigir análisis de agua para corroborar el cumplimiento de la norma.

Punto
de Control

7

Riego

Agua disponible en las etapas de siembra, inicio de ramificación, floración y formación de grano.

3.8 Cosecha

Es importante cuidar que el cultivo llegue a buen término y realizar una cosecha con la humedad adecuada para obtener el máximo rendimiento industrial y minimizar las pérdidas por desgrane.

Para determinar el momento oportuno de cosecha debemos chequear la humedad de grano. Se recomienda cosechar con una humedad de 12% a 15% ya que humedades menores a 12% provocan pérdidas por desgrane y granos partidos por la máquina durante esta labor. Sin embargo, la humedad y consistencia del tallo, pueden ser más determinantes que la humedad del grano para iniciar la cosecha.

Recomendaciones

- Al momento de realizar la trilla se debe cuidar que la máquina que ejecutará esta labor se encuentre limpia, libre de granos de otros cultivos o malezas, de fecas animales, bien calibrada y en buenas condiciones para que realice esta labor sin contaminar los granos de quínoa, en un tiempo acotado y evitar pérdidas por daño a los granos.
- Respetar los tiempos de carencia de los productos fitosanitarios que podrían haberse usado antes de la cosecha.
- Es recomendable verificar las condiciones de cosecha a medida que avanza el día: mañana, mediodía y tarde. Esto debido a que las condiciones de humedad de las plantas y del grano pueden variar durante la jornada.
- Utilizar sacos limpios, libres de cualquier factor que pueda contaminar la cosecha como fertilizantes y/o productos químicos u otros restos; de manera de evitar que los granos cosechados estén expuestos a contaminaciones químicas, físicas o biológicas.
- Mantener la limpieza y el orden en el entorno del lugar de cosecha.
- Resguardar siempre las condiciones de seguridad tanto para los trabajadores como para el personal que opera la maquinaria involucrada en esta labor

Uso de maquinaria agrícola exclusiva para este tipo de producción. De no contar con ella (y excepcionalmente) se debe realizar las limpiezas correspondientes de maquinarias de terceros, que deben quedar registradas (Título 11, Norma de producción vegetal orgánica).



Punto
de Control

8

Cosecha

Máquina cosechadora limpia, libre de semillas de otros cultivos y/o malezas, y de cualquier impureza que pudiese contaminar nuestro grano.

Máquina cosechadora bien calibrada, evitando así pérdidas de grano.

4

Transporte, almacenaje y bodegas

Dependiendo de la superficie de la unidad productiva, esta tendrá diferentes formatos de transporte almacenamiento y bodegaje. A pesar de los diferentes formatos existentes, podremos encontrar puntos básicos comunes, los que son un factor clave a la hora de mantener la inocuidad de la materia prima.

BPA

4.1 Transporte

Es importante, previo a la carga de la quínoa cosechada sobre un camión, ya sea; tolva en el caso de la quínoa a granel o plataforma plana tradicional con o sin carro para los sacos o maxi sacos, verificar el estado visual del mismo. Para ello se recomienda inspeccionar y/o verificar los siguientes puntos:

- 1** Carrocería del camión libre de contaminantes, como por ejemplo piedras, semillas o restos de malezas, otros restos vegetales, metales, maderas, vidrios, plástico, entre otros (FAO, 2020).
- 2** Plataformas /tolvas secas y limpias.
- 3** Ausencia total y estricta de insectos vivos o muertos, de fecas animales (roedores, aves, etc.) y de olores extraños.
- 4** Plataformas o tolvas lisas y sin daños, como por ejemplo astillas en sus estructuras metálicas, maderas u otra que componga la superficie en contacto con la quínoa.
- 5** Carpa limpia. Verificar el cumplimiento de los cuatro puntos antes señalados.





En el caso particular de la quínoa a granel, se debe solicitar al transportista previo al carguío de la quínoa (con al menos un día de anticipación), una limpieza exhaustiva para eliminar posibles trazas de cultivos alérgenos tales como el trigo, soya, mostaza, lupino, entre otros. El protocolo de limpieza que se recomienda realizar, para evitar contaminación cruzada, es el siguiente:

- 1** Lavar con agua la superficie total del camión que esté expuesta al contacto directo con la quínoa. En el caso de que la superficie tenga restos de aceite u otro elemento o compuestos que puedan generar riesgo de contaminación; lavar con detergentes tradicionales, procurando siempre remover totalmente el producto aplicado.
- 2** Realizar una limpieza con alcohol técnico diluido al 40% (alcohol técnico etanol concentración inicial 96%). Para ello, se debe realizar una dilución de preferencia con agua destilada. Para preparar 1 litro de alcohol diluido al 40% se necesitan 420 mL de alcohol técnico al 96% y 580 mL de agua destilada. Una vez preparada la dilución se debe aplicar en toda la superficie de contacto, con algún material que no genere residuos en el camión. Repetir la operación de dilución tantas veces sea necesario, asegurando limpiar la totalidad de la superficie de carga.
- 3** Finalmente, se debe aplicar agua a presión (hidrolavadora) para remover cualquier traza remanente de gluten o de alérgenos, que puedan llegar a tener contacto con la quínoa.

The background features a dark grey field with a repeating pattern of stylized green leaves. Scattered across the top and sides are various colored circles in shades of brown, red, grey, and beige, some overlapping the leaf pattern.

El medio de transporte a utilizar para la quínoa ya sea a granel o en sacos/ maxi sacos, deberá ser revisado y aceptado antes de iniciar el transporte de la materia prima. La aprobación se debe registrar en el formulario de Registro de Inspección Visual de Transporte (Anexo 1).

Además, tener en cuenta que el camión para el traslado de la quínoa, no sea utilizado de forma conjunta con cargas alimenticias o no alimenticias que puedan generar un riesgo de contaminación cruzada. A su vez, no podrá de ninguna manera llevar cargas compartidas que puedan generar residuos tóxicos u otras sustancias nocivas para la salud, y que puedan generar la contaminación de la quínoa.

Finalmente, el conductor del camión debe contar con la documentación del vehículo al día (permiso de circulación, seguro obligatorio y revisión técnica), con una capacitación adecuada y con licencia de conducir profesional (clase A) exigida para cumplir dicha labor.

4.2 Almacenaje

Los sacos o maxi sacos a utilizar como fuentes contenedoras de los granos de quínoa desde el campo, deberán ser nuevos y deberán estar en buen estado, limpios y secos; entendiéndose como limpios, libres de tierra, piedra, palos, pajas, restos o semillas de otros cultivos, fecas de animales, entre otras impurezas.

Si no se cuenta con sacos o maxi sacos nuevos, solo se pueden utilizar aquellos que hayan tenido un solo uso previo, y utilizados para contener productos de origen alimenticio. No podrán ser usados si estos fueron utilizados para el transporte de materias primas alérgenas tales como frutos secos (almendra, nueces, etc.), maní/cacahuete, trigo y soya (GlobalSTD, 2021). A su vez no podrán ser usados si estos fueron utilizados con cualquier sustancia tóxica o agroquímicos que puedan generar contaminación en la quínoa.

La calidad del grano almacenado depende de los siguientes factores:

- **Contenido de humedad del grano:**

El grano es higroscópico, es decir que puede ganar o perder humedad del medio ambiente. Un alto contenido de agua, mayor de 14% no es deseable ni recomendable para almacenar grano de quínoa.

- **Humedad y temperatura ambiente:**

Son los factores que más afectan la calidad fisiológica de los granos durante el almacenamiento.

Punto
de Control

9

Almacenaje
del grano cosechado

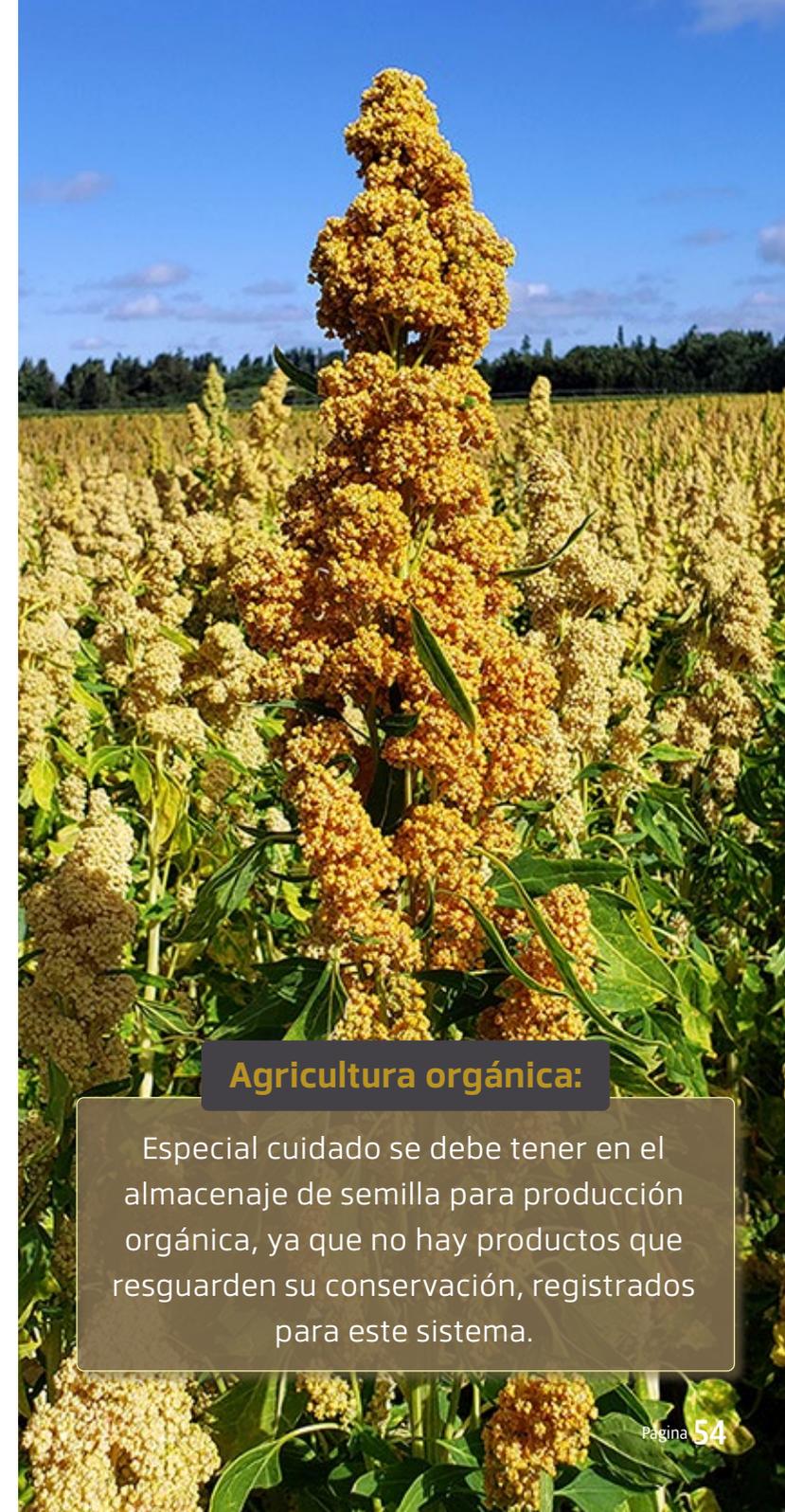
Bodega limpia, libre de plagas, libre de granos de cosechas anteriores y de cualquier impureza que pudiese contaminar nuestro grano, con buena ventilación y temperatura adecuada.

Considerando que los sacos o maxi sacos contendrán quínoa directa del equipo cosechador, se sugiere evaluar el contenido de humedad del contenido de los sacos (grano + impurezas previo a limpieza), ya que si es superior a 14% (verificada previamente por el técnico o responsable del campo), se corre el riesgo de que proliferen microorganismos y/o se inicien procesos de descomposición de la materia prima.

4.3 Bodegas

La quínoa en saco como maxi sacos guardada directo del campo o con algún proceso mínimo de depuración (físico), deberá ser almacenada considerando buenas prácticas de almacenamiento:

- Almacenar la materia prima en bruto o depurada en instalaciones que tengan una adecuada ventilación y que a su vez cuenten con las barreras necesarias para evitar que los granos de quínoa puedan captar humedad ambiental (según la época en la cual se quiera almacenar la quínoa).
- Verificar el estado perimetral de la bodega, el cual será la principal barrera para el control de plagas (roedores y aves).
- Es muy importante que la infraestructura cuente con sellos adecuados que impidan el ingreso de plagas tales como roedores, insectos, aves, etc.
- Disponer los sacos o maxi sacos sobre pallets (plásticos o madera) evitando el contacto directo con el suelo de la bodega.
- Evaluar el entorno de la bodega y las instalaciones cercanas que puedan existir, de manera tal de conocer si el producto estará expuesto a un potencial riesgo de contaminación o presencia de plagas que migren hacia la bodega con quínoa.
- La zona de guarda de quínoa no puede ser utilizada para almacenar otras materias primas o productos sólidos o líquidos que puedan causar algún tipo de contaminación cruzada, ya sean productos químicos, alimentos alérgenos, fitosanitarios, entre otros.
- Implementar como medida de seguridad, un registro de contactos en caso de emergencias que permitan un rápido y efectivo control de siniestros en el lugar donde se almacene la quínoa.



Agricultura orgánica:

Especial cuidado se debe tener en el almacenaje de semilla para producción orgánica, ya que no hay productos que resguarden su conservación, registrados para este sistema.

5

Calidad de la quínoa

Las buenas prácticas planteadas en este manual tienen como uno de sus objetivos, garantizar que el productor reúna los requisitos con los cuales la empresa receptora, evaluará la materia prima entregada. Las evaluaciones a la cosecha se realizan en base a requerimientos industriales para quínoa en etapa de recepción de materia prima referidas a diversos parámetros.

Uno de los parámetros relevantes es el color del grano, por lo que INIA ha realizado determinaciones sobre parámetros del color en las líneas avanzadas del PMG-Quínoa. El color es una propiedad que se relaciona directamente con el espectro de la luz, por lo tanto se puede medir físicamente en términos de la energía radiante o la intensidad, y por la longitud de onda (Macavilca, 2019). En este sentido se ha utilizado el sistema CIELAB, el cual es un sistema basado en coordenadas colorimétricas definidas como L^* , donde L^* claridad/oscuridad: 0, negro, a 100, blanco (Ramírez-Navas, 2010). Los resultados de la caracterización de color se presentan en el Cuadro 11.



Cuadro 11 Caracterización del color de líneas avanzadas del PMG-Quínoa INIA.
Escala CIELAB, Medición realizada con colorímetro Minolta CR-400.

Parámetro de color	Líneas avanzadas								
	INIA-1	INIA-2	INIA-3	INIA-4	INIA-5	INIA-6	INIA-7	INIA-8	INIA-9
L*	62,2	50,6	44,5	61,2	63,7	64,1	52,8	63,6	46,3

Con relación a otros parámetros de calidad, la Secretaría de la Comisión del Codex Alimentarius, que es un Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias, ha determinado un “Proyecto de Norma para la Quínoa” (2018), la cual se aplica a la quínoa procesada tal como se define para su destino al consumo humano, envasada o a granel. No aplica a semillas de quínoa para propagación y productos derivados (por ejemplo, harina, hojuelas). Estos parámetros de calidad se presentan en el Cuadro 12.

Otros aspectos considerados en el CODEX incluyen aspectos tales como que el uso de aditivos alimentarios no está permitido. Asimismo, los contaminantes y el producto regulado por la presente norma deberán cumplir los niveles máximos establecidos en la Norma general para los contaminantes

y las toxinas presentes en los alimentos y piensos (CXS 193-1995). Además, los Residuos de plaguicidas, Higiene, Envasado, Etiquetado, y Métodos de análisis y muestreo, estarán regulados acorde a lo establecido previamente, y deberán cumplir los límites máximos de residuos establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius para plaguicidas, preparación y manipulación de conformidad con lo establecido en los Principios Generales de higiene de los alimentos, cumpliendo todos los criterios microbiológicos vigentes relativos a los alimentos (CXG 21-1997). Para comprobar el cumplimiento de esta Norma, deberán utilizarse los métodos de análisis y planes de muestreo que figuran en los Métodos de Análisis y Muestreo recomendados (CXS 234-1999) pertinentes para las disposiciones de esta Norma.

Cuadro 12

Parámetros de calidad de acuerdo con el I Codex Alimentarius sobre Normas Alimentarias para la Quínoa (2018).

<p>Factores de calidad generales</p>	<p>La quínoa deberá ser inocua y apta para el consumo humano.</p> <p>La quínoa deberá estar exenta de sabores u olores anormales.</p> <p>La quínoa deberá estar exenta de insectos y ácaros vivos.</p> <p>El color de la quínoa procesada deberá ser característico, siendo los más comunes el blanco (perlado, pálido, grisáceo), negro y rojo, entre otros.</p>
<p>Factores de calidad-específicos</p>	<p>Contenido de humedad máximo 13,5%</p> <p>Materias extrañas: Se entiende por materia extraña todo material orgánico o inorgánico distinto de la quínoa.</p> <p>Entre las materias extrañas orgánicas están la cascarilla, los fragmentos de tallo, las impurezas de origen animal, las semillas de otras especies y las hojas (0,1% máximo).</p> <p>Entre las materias extrañas inorgánicas están las piedras (0,1% máximo).</p>

<p>Defectos y su Definición</p>	<p>Granos quebrados, son pedazos de granos cuyos tamaños son menores a las tres cuartas partes del grano entero ocurridos por acción mecánica.</p> <p>Granos dañados, son aquellos que difieren de los demás en la forma o estructura debido a que han sido alterados por agentes físicos, químicos o biológicos.</p> <p>Granos germinados, son aquellos que presentan un desarrollo de la radícula (embrión).</p> <p>Granos cubiertos, son aquellos que conservan la envoltura (perigonio) o una parte de la flor adherida al grano.</p> <p>Granos inmaduros, son aquellos que no han alcanzado la madurez fisiológica y se caracterizan por su pequeño tamaño y una coloración verdosa.</p>	
<p>Granos defectuosos</p>	<p>Requisitos</p> <p>Granos quebrados</p> <p>Granos dañados</p> <p>Granos germinados</p> <p>Granos cubiertos</p> <p>Granos inmaduros</p>	<p>Límite máximo (%)</p> <p>3,0%</p> <p>2,5%</p> <p>0,5%</p> <p>0,3%</p> <p>0,9%</p>
<p>Contenido de proteína</p>	<p>Contenido mínimo: 10,0% en base seca</p>	
<p>Contenido de saponina</p>	<p>Límite máximo: 0,12%</p>	
<p>Tamaño del grano</p>	<p>Rango</p> <p>Extragrande.</p> <p>Grande</p> <p>Mediano</p> <p>Pequeño</p>	<p>mm</p> <p>mayor a 2,0 mm</p> <p>mayor a 1,7 a 2,0 mm</p> <p>1,4 a 1,7 mm</p> <p>menor a 1,4 mm</p>

Al considerar estos aspectos generales y particulares asociados a los parámetros de calidad, podemos vincular dichos aspectos a los manejos que sean claves dentro de nuestro esquema productivo, los cuales se presentan en el Cuadro 13, en donde se muestra para cada parámetro el nivel de exigencia requerido y las BPA asociadas para alcanzar dichos requisitos.

Cuadro 13 Requerimientos de la industria respecto a BPA asociadas para conseguirlos.

Parámetro	Requerimiento de industria	BPA asociadas
Humedad de grano al momento de cosecha	Menor o igual a 13,5%	Verificar las condiciones de cosecha durante el día. Ajustar la máquina cosechadora. Cortar el riego en grano lechoso.
Calibre	1,8 mm	Como tamaño de grano final post proceso, la industria pide al menos en promedio
Libre de plagas	Total	Ausencia de cualquier elemento externo (insectos, pupas, larvas y fecas).
Presencia impurezas	Tallos y hojas, menor a 25%	Este porcentaje se debe validar con la experiencia de cosecha anualmente.
Humedad de Impurezas	Inferior a 14%	Limpiar bien la máquina antes de cosechar. Transportar el grano cosechado en camiones limpios y adecuados. Utilizar sacos limpios en la cosecha libres de cualquier contaminante.
Certificado de limpieza	Total	Acreditar libre de gluten o alérgenos totales, para cosechadoras y camiones.
Verificación de pureza	Total	Ausencia de semillas alérgenas, y partículas extrañas tales como maderas, plásticos, vidrios y metales. Realizar un correcto control de malezas pre y post siembra.
Porcentaje de proteína	Mayor a 14%	Correcta aplicación de fertilización nitrogenada en etapas de 4-5 hojas (75 U/ha) y 5-6 hojas (75 U/ha).
Libre de alcaloides	Total	Semillas de chamicos, tomatillos u otras malezas que contengan alcaloides tales como atropina y escopolamina.
Certificado de aptitud consumo		Acreditar que la quínoa es apta para consumo humano (libre de trazas de pesticidas, herbicidas u otros). Existen avances sobre moléculas que no dejarían trazas en el cultivo, por lo que sería óptimo trabajar dichas moléculas.

6

Resumen de los puntos de control

ETAPA	PUNTO CONTROL BPA
Pre-siembra	<p>Análisis de suelo. Es muy importante realizar un análisis del suelo previo a la siembra de quínoa, por sus requerimientos nutricionales que varían con el nivel de acidez (pH suelo). Uso de pre-cultivos en producción orgánica.</p>
Siembra	<p>Fecha de siembra según recomendación para variedades en cada zona. Máquina limpia y calibrada. Profundidad de siembra, no más de 2 cm. En producción orgánica, especial cuidado en la limpieza de maquinaria (Título 11, Norma producción vegetal orgánica). Control de malezas pre y post siembra según recomendaciones.</p>
Establecimiento del cultivo. Población de plantas	<p>Quínoa con 2 hojas. Población de plantas 30 a 45 plantas m².</p>
Fertilización	<p>Análisis de suelo. Aplicación de nitrógeno parcializado en las etapas de desarrollo recomendadas. Uso de pre-cultivos en producción orgánica, para incrementar o mantener actividad biológica y fertilidad del suelo.</p>
Riego	<p>Agua disponible en las etapas de siembra, inicio de ramificación, floración y formación de grano. Finalizar riegos en grano lechoso.</p>
Cosecha	<p>Máquina cosechadora limpia, libre de semillas de la cosecha previa, de semillas de malezas y de cualquier impureza que pudiese contaminar el grano. Máquina cosechadora bien calibrada, evitando así pérdidas de grano. En producción orgánica, especial cuidado con limpieza de maquinaria (Título 11, Norma producción vegetal orgánica).</p>
Almacenamiento	<p>Bodega limpia, libre de plagas, granos de cosechas anteriores y de cualquier impureza que pudiese contaminar nuestro grano, con buena ventilación y temperatura adecuada.</p>
Transporte	<p>Camión con carrocería limpia, libre de plagas, granos de cosechas anteriores y de cualquier impureza que pudiese contaminar el grano. Documentación del camión y chofer al día con los respectivos permisos para efectuar esta labor.</p>
Uso y almacenamiento de productos fitosanitarios	<p>Considerar todos los puntos mencionados desde la adquisición del producto en locales establecidos, a su transporte y almacenamiento en bodegas adecuadas y su aplicación tomando las precauciones correspondientes por la seguridad y salud del personal a cargo de esta labor.</p>

7

Anexos

7.1 Anexo 1

Lista de inspección transportes materia prima.

REGISTRO SERVICIO CALIDAD

Código	
Revisión	
Emisión	dd mm aa
Nº Páginas	

LISTA DE INSPECCIÓN TRANSPORTES MATERIA PRIMA

FECHA DE CARGA	
PRODUCTO	

Datos del camión

EMPRESA DE TRANSPORTE		PATENTE CAMIÓN	
NOMBRE CONDUCTOR		PATENTE CARRO	

Estado del camión

	PISO		CARPA	
	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
LIMPIEZA				
ESTADO (PISO SIN ASTILLAS / CARPA SIN ROTURA)				
LISO SIN ASTILLAS				
OLORES EXTRAÑOS				
AUSENCIA DE INSECTOS				
AUSENCIA DE FECAS DE ROEDOR				
HUMEDAD				
MANCHAS DE ACEITE				

ACEPTADO

RECHAZADO

Observaciones Generales:

8

Glosario

▪ **Alimento o Producto Alimenticio:**

Corresponde a cualquier sustancia o mezclas de sustancias destinadas al consumo humano, incluyendo las bebidas y todos los ingredientes y aditivos de dichas sustancias.

▪ **Materia prima alimentaria:**

Es toda sustancia que para ser utilizada como alimento, precisa de algún tratamiento o transformación de naturaleza química, física o biológica. (RSA), (mayo 2019)

▪ **Ingrediente Funcional:**

Es el componente activo que, al ser agregado a un alimento formulado, le otorga a ese nuevo producto la capacidad de tener un efecto beneficioso sobre la salud y bienestar humano o reducir el riesgo de enfermedades al consumirse en una dieta normal. (Programa Tecnológico Estratégico “Desarrollo de ingredientes funcionales y aditivos naturales especializados”, Corfo 2016).

▪ **Aditivo Alimentario:**

Cualquier sustancia que no se consume normalmente como alimento por si misma ni se usa como ingrediente típico del alimento, tenga o no valor nutritivo, cuya adición intencional al alimento para un fin tecnológico (inclusive organoléptico) en la fabricación, elaboración, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento provoque o pueda esperarse razonablemente que provoque (directa o indirectamente), el que ella misma o sus subproductos lleguen a ser un complemento del alimento o afecten a sus características.

▪ **Alimento Funcional:**

En Chile no se cuenta con una definición formal del término Alimento Funcional, el que se utiliza para designar alimentos que ejercen propiedades beneficiosas debido a su contenido de ingredientes bioactivos. La legislación internacional está demandando cada vez más a la industria la validación de los “mensajes saludables” a través de estudios preclínicos y clínicos que entreguen una base científica sólida a la bioactividad declarada de los ingredientes funcionales.

Según el INTA, Universidad de Chile, los alimentos funcionales en Chile son aquellos que:

- Satisfactoriamente demuestran que afectan beneficiosamente una o más funciones determinadas del organismo.
- Además, de sus efectos nutricionales fundamentales son capaces de manera importante de mejorar el estado de salud y/o reducir el riesgo de alguna enfermedad.
- Un Alimento Funcional debe demostrar sus efectos en las cantidades de consumo habitual.
- No pueden quedar afectos al Art. 120 bis, del RSA, (que establece los límites de contenido de energía, sodio, azúcares totales y grasas saturadas en alimento).

Y que, además, éstos deben poseer las siguientes características:

- Un alimento natural que cumpla con la definición y los requisitos establecidos.
- Un alimento al cual se le ha extraído uno o más nutrientes o factores alimentarios.
- Un alimento al cual se le han agregado uno o más nutrientes o factores alimentarios.

- Un alimento donde se modifica la naturaleza de algún componente.
- Un alimento donde se mejora la biodisponibilidad de nutrientes.
- Un alimento que presente uno o más de las características antes descritas.

Según la definición del Centro de investigación y desarrollo de Alimentos funcionales (CIDAF) de la Universidad de Valparaíso, un alimento funcional es: "aquel que tiene uno o más componentes que satisfactoriamente demuestran que afectan beneficiosamente una o más funciones determinadas del organismo, además de sus efectos nutricionales fundamentales, de manera que sean relevantes tanto para mejorar el estado de salud y bienestar y/o la reducción del riesgo de alguna enfermedad".

Un Alimento Funcional debe ser un alimento y debe demostrar sus efectos en cantidades que normalmente se consumen en la dieta.

Definición propuesta por la Plataforma Gestión de Alimentos Funcionales, 2017.

"Aquel alimento que cumpla con todas las condiciones y requisitos para declarar alguno de los mensajes saludables contemplados en las asociaciones aprobadas por el Ministerio de Salud, mediante resolución que fija las directrices nutricionales para declarar mensajes saludables o funcionales en los alimentos».

Un alimento puede ser considerado funcional si logra demostrar científicamente que posee efectos beneficiosos para la salud sobre una o más funciones del organismo, más allá de sus propiedades nutricionales habituales, de modo tal que mejore el estado general de salud o reduzca el riesgo de alguna enfermedad o ambas cosas (Definición operativa FUFOS 1999: UE-ILSI Europe).

▪ **Quínoa:**

La quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) ha sido descrita por primera vez en sus aspectos botánicos por Willdenow en 1778, como una especie nativa de Sudamérica, cuyo centro de origen, según Buskasov se encuentra en los Andes de Bolivia y Perú (Cárdenas, 1944). Esto fue corroborado por Gandarillas (1979b), quien indica que su área de dispersión geográfica es bastante amplia, no sólo por su importancia social y económica, sino porque allí se encuentra la mayor diversidad de ecotipos tanto cultivados técnicamente como en estado silvestre. Según Vavilov, la región Andina corresponde a uno de los grandes centros de origen de las especies cultivadas (Lescano, 1994), y dentro de ella se encuentran diferentes subcentros. Según Lescano, en el caso de la quínoa se identifican cuatro grandes grupos según las condiciones agroecológicas donde se desarrolla: valles interandinos, altiplano, salares y nivel del mar, los que presentan características botánicas, agronómicas y de adaptación diferentes (FAO, 2011) – Respaldo : <http://www.fao.org/3/aq287s/aq287s.pdf>

▪ **Seguridad Alimentaria:**

Existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana (CMA, 1996) – (CFS-FAO, 2012) – Respaldo: <http://www.fao.org/3/MD776s/MD776s.pdf>

9

Literatura citada

1. **Castillo D., Alfaro C.; Madariaga R., Matus I., Hirzel J., Vera C. 2017.** Manual de Buenas Prácticas para el manejo del Trigo Candeal. Programa de Mejoramiento Genético de Trigo, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, 44 p.
2. **Cloutier D.C., R.Y.V.D. Weide, A. Peruzzi y M.L. Leblanc. 2007.** Mechanical weed management. en Upadhyaya M. Kand y R.E. Blackshaw. Non-Chemical Weed Management. CAB International. pp. 111 - 134.
3. **Fahad S., S. Hussain, B.S. Chauhan, S. Saud, C. Wu, S. Hassan, M. Tanveer, A. Jan y J. Huang. 2015.** Weed growth and crop yield loss in wheat as influenced by row spacing and weed emergence times. Crop Protection, vol. 71, 101-108.
4. FAO, 2020 -Definiciones para los fines del codex alimentarius-
<http://www.fao.org/3/w5975s/w5975s08.htm>
5. GlobalSTD, 2021- Alérgenos Alimentarios -
<https://www.globalstd.com/blog/alergenos-alimentarios/>
6. **Fundación Chile, 2011.** Manual de recomendaciones cropcheck para el cultivo del trigo candeal. N°1.
7. **Galdames, R. 2018.** Mildiú de la Quínoa en el Sur de Chile (Chenopodium quinoa Willd.). Informativo Carillanca N° 99. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Carillanca.
8. **Gómez Pando, L., E. Aguilar. 2016.** Guía de cultivo de la Quinoa. FAO y Universidad Nacional Agraria La Molina Lima – Perú. 121p.
9. **Lundkvist A. y T. Verwijst. 2011.** Weed Biology and Weed Management in Organic Farming. Research in Organic Farming – INTECH.
10. **Macavilca Edwin. 2019.** Relación de la Capacidad Antioxidante Total y Color de la Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) Medido por Colorimetría y Espectrofotometría de Reflectancia Difusa. Tesis Maestría. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú. 123 p.
11. **Matus, I. (ed.). 2015.** El cultivo de la quínoa en Chile. Boletín N°362. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Rayentué. Rengo. Chile. 103 p.
12. **Melander B., B. Lattanzi y E. Pannacci. 2015.** Intelligent versus non-intelligent mechanical intra-row weed control in transplanted onion and cabbage. Crop Protection, vol. 72, pp. 1 - 8
13. **Nishikawa, J., Morales A., Tineo, A., Huamán, H. 2012.** Manual de nutrición y fertilización de la Quinoa. CARE-PERÚ y la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (UNSCH). 26 p.
14. **Ramírez-Navas, J. S. 2010.** Espectrocolorimetría en caracterización de leche y quesos. Tecnología Láctea Latinoamericana, 61, 52 - 58.
15. **Sacco D., B. Moretti, S. Monaco y C. Grignani. 2015.** Six-year transition from conventional to organic farming: effects on crop production and soil quality. European Journal of Agronomy. 69, 10 - 20.
16. **Young S., F. Pierce y P. Nowak. 2014.** Introduction: Scope of the Problem's Rising Costs and Demand for Environmental Safety for Weed Control. en Young S.L. y F.J. Pierce (Ed) Automation: The Future of Weed Control in Cropping Systems. Springer Netherlands pp. 1 - 8.
17. **Zurita-Silva, A.; Alborno, F.; Veas, E.; Cortés, H. 2018.** Cultivo de la Quínoa en zonas áridas (2). Manejo Agronómico. Informativo Intihuasi N° 75. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Intihuasi.

A close-up photograph of a bowl of quinoa salad. The bowl is filled with cooked quinoa, topped with sliced hard-boiled eggs, fresh arugula, sliced cherry tomatoes, and a slice of lime. The bowl has a decorative, patterned base.

2013

La Asamblea General de las Naciones Unidas
declaró el 2013 como el
"Año Internacional de la Quínoa"

La quínoa es un cultivo de alto valor nutritivo que contiene más proteínas que la mayoría de los demás alimentos vegetales. Hoy la quínoa también tiene un papel destacado en la cocina gourmet, pero sus usos también se han extendido al área farmacéutica e industrial.



Manual de buenas prácticas agrícolas para la producción de Quínoa (*Chenopodium quinoa Willd*) para la industria en Chile.