



MANUAL DEL CULTIVO DE LA QUINOA

Cultivo ancestral como una alternativa eficiente para la adaptación de la agricultura al cambio climático.



Autor:

Enrique Veas y Hernán Cortés

Diseño y diagramación:

Janina Guerrero

Edición de textos:

Patricio Jofré,
Leonardo Cifuentes,
Pilar Molina
Claudio Vásquez

Revisión científica:

Enrique Ostria

Colaboradores científicos:

Luisa Bascuñan y Enrique Martínez

Colaboradores de antecedentes locales:

Liceo Agrícola Valle del Elqui
Liceo Agrícola Hurtado
Liceo Agrícola Ovalle
I.M. Río Hurtado

Fotografías:

Leonardo Cifuentes

Institución ejecutora:

Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA).

Financia:

Proyecto Puente: Fortalecimiento y Desarrollo de Centros Regionales de Desarrollo Científico y Tecnológico 2016, que financia la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) al CEAZA.

Contacto:

Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas
Raúl Bitrán #1305, La Serena, Chile. 56 51 2204378

Todos los derechos reservados. Permitida la reproducción del texto citando la fuente. Prohibida toda reproducción de fotografías sin permiso previo del propietario del copyright.

ISBN:

Copyright: CEAZA

Primera Edición



Editorial

La aridez natural de la Región de Coquimbo ha sufrido una intensificación en los últimos 100 años. Este problema conlleva desastres económicos, ambientales y sociales. La preocupación para el sector agrícola es permanente y abarca a toda la región, entendiéndose que más del 60% de la superficie agrícola de la región se vio afectada en el último periodo de escasez hídrica (Fedefruta, 2015). Las pérdidas económicas han sido millonarias, sin embargo estas cifras esconden un impacto social mucho mayor si a estos efectos se suma el impacto sobre el empleo y la agricultura familiar campesina, que no aparece en las estadísticas de exportaciones.

En este marco, el CEAZA en colaboración con el INIA, ha mantenido un área de investigación tendiente a identificar cultivos y/o mecanismos de adaptación a procesos de desertificación y transferir ese conocimiento a diferentes actores de la agricultura regional y nacional, donde la quinoa (*Chenopodium quinoa*) ha sido un modelo de estudio por años. Se ha logrado identificar los genotipos con mayor productividad bajo las condiciones edafo-climáticas imperantes en la Región, se han determinado las condiciones de riego óptimas para alcanzar los mayores rendimientos productivos, además de evaluar su potencial forrajero para el ganado caprino. En conjunto con académicos de la Universidad de La Serena, se han desarrollado nuevos productos en base a quinoa y mejorado condiciones de post cosecha y procesamiento de este alimento (proyecto FIA PYT-2014-0280). Sin embargo, la experiencia de la agricultura regional muestra que quedan brechas que superar en torno a este cultivo, lo cual es fundamental para hacer más competitiva la industria. Por otro lado, el CEAZA ha generado el Programa de transferencia tecnológica en el cultivo y comercialización de la quinoa, el cual tiene como objetivo identificar mecanismos para adaptación productiva de la quinoa para fortalecer la competitividad de pequeños agricultores de la Región de Coquimbo. Con este programa, se logró establecer vínculos con distintas comunas de la región, y en conjunto con la Municipalidad de Río Hurtado, se implementó una sala para el manejo de post cosecha, y una figura de administración delegada con el liceo agrícola de Hurtado, que le permite comercializar la quinoa producida por este programa en la Región de Coquimbo.

Dado estos antecedentes, el CEAZA, a través del 'Manual de Cultivo de la Quinoa', pretende sistematizar el conocimiento adquirido y disponerlo de una manera gráfica y didáctica para el uso de comunidades agrícolas, pequeños agricultores (AFC), asociados a gremios agrícolas, estudiantes y docentes de liceos agrícolas, profesionales de INDAP y otros actores relacionados al sector agrícola de la región que quieran aprender de este milenario cultivo de origen andino.



Índice

1. Prólogo.	 04
2. Descripción del programa de transferencia de conocimiento científico y tecnológico en quinoa.	 06
3. Introducción.	 08
4. Origen y descripción de la quinoa.	 10
4.1. Caracterización de la quinoa.	10
4.2. Distribución del cultivo en Chile.	10
4.3. Cultivares y su localización.	12
4.3.1. Quinoas a nivel del mar	12
4.3.2. Quinoas de valles	12
4.3.3. Quinoas del altiplano	13
4.3.4. Quinoas de los salares	13
4.3.5. Quinoas de las yungas	13
4.4. Morfología y fenología del cultivo de la quinoa.	14
5. Agronomía del cultivo de la quinoa.	 16
5.1. Requerimientos del Cultivo.	16
5.2. Preparación de suelos (aradura - desterronado – nivelado).	16
5.3. Siembra.	18
5.4. Riego.	20
5.4.1. Coeficiente de cultivo, Kc.	21
5.5. Nutrición.	22
5.6. Labores Culturales.	23
5.6.1. Malezas y su manejo.	23
5.6.2. Aporque.	24
5.6.3. Rotación de cultivos.	24
5.7. Manejo plagas y enfermedades.	26
5.8. Cosecha.	28
6. Post cosecha, transformación y agroindustria	 32
6.1. Post cosecha	32
6.2. Desaponificado	33
6.2.1. Escarificado húmedo	33
6.2.2. Escarificado en seco	34
6.3. Descripción de una planta de proceso piloto para quinoa.	35
7. Rendimientos	 40
8. Ficha económica de quinoa en la Región de Coquimbo.	 41



Prólogo

La quinoa, quinua, kinwua, o dawé son los diversos nombres que recibe *Chenopodium quinoa Willd.*, una planta originaria de los Andes consumida por las culturas ancestrales, quienes la denominaban el “grano de oro”. Este pseudo-cereal posee extraordinarias propiedades nutricionales y es considerada por la FAO como un “súper alimento”, clave para la lucha contra el hambre y la pobreza. Además, posee características biológicas que le permiten resistir condiciones de frío, sequía y salinidad, siendo un cultivo ideal frente a los desfavorables escenarios ambientales derivados del cambio climático.

Las características climáticas de la Región de Coquimbo tienden hacia un aumento de la aridez, y, en consecuencia, una disminución de disponibilidad de agua y aumento de salinidad de los suelos. Además, existe una alta radiación solar que, sumado al proceso de desertificación, imponen una dificultad importante a las prácticas agrícolas tradicionales de los pequeños y medianos campesinos de la Región. Bajo este contexto, el cultivo de la quinoa se presenta como una excelente oportunidad para la Agricultura Familiar Campesina, dado que durante la última década este grano – y el potencial de sus subproductos – ha tomado fuerza en el mercado nacional e internacional entre productores, consumidores e intermediarios.

A pesar de que la quinoa es un cultivo “rústico” y que presenta gran resistencia a condiciones de estrés y a plagas, necesita de requerimientos y cuidados básicos para poder lograr un rendimiento óptimo en cuanto a producción y calidad de grano. El presente Manual del Cultivo de la Quinoa viene a entregar una herramienta de transferencia de conocimiento científico y tecnológico orientada a fortalecer la competitividad y adaptación productiva de la Agricultura Familiar Campesina para un desarrollo óptimo de cada una de las fases del cultivo del denominado “grano de oro”. Inicia con una breve descripción de y objetivos del programa de Transferencia de Conocimiento Científico y Tecnológico que ha desarrollado CEAZA con comunidades y pequeños agricultores de la Región de Coquimbo (Capítulo 2). Le sigue una introducción que pone a la quinoa en un contexto histórico-cultural en Chile, y particularmente en la Región de Coquimbo (Capítulo 3). El capítulo 4 entrega detalles de los distintos ecotipos de quinoa, cuáles se encuentran en Chile y su distribución, y proporciona una práctica descripción de las características morfológicas y fenológicas de variedades cultivadas en distintas zonas de Chile. El resto del manual es una guía para las prácticas óptimas en cada uno de los procesos involucrados en el cultivo de la quinoa, que parten por la preparación del suelo, manejo agronómico del cultivo y cosecha (capítulo 5), procesos de post cosecha, agroindustria y maximización del rendimiento (capítulos 6 y 7), finalizando con una ficha económica que estima los costos de inversión asociado al proceso completo del cultivo de la quinoa en la Región de Coquimbo, aunque puede ser adoptado y adaptado para cualquier otra región del país.

Este manual busca establecer cierto conocimiento de base para tener buenas prácticas en el cultivo de la quinoa en el País, y promover la generación de encadenamientos productivos para la producción y comercialización de este producto como grano, o en subproductos con mayor valor agregado.



DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO EN QUINOA.

El Programa de Transferencia de Conocimiento Científico y Tecnológico en el Cultivo de la quinoa, es una iniciativa desarrollada por el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), cuyo objetivo principal es “Transferir conocimiento científico y tecnológico sobre el cultivo de la quinoa, para fortalecer la competitividad y adaptación productiva a procesos de desertificación de pequeños agricultores de la Región de Coquimbo”.

A partir de este objetivo general, se vincularon municipios regionales, identificando territorios y agricultores que cumplieran con características y criterios de selección útiles para los fines de esta iniciativa

La metodología utilizada fue desarrollada en dos periodos:

Primer Periodo

Se efectuó mediante la vinculación de usuarios de los programas con los departamentos de desarrollo rural de las municipalidades y el CEAZA, identificando 3 etapas:

Primera etapa: correspondió al diagnóstico técnico productivo en donde se presentaron los alcances y objetivos de la experiencia a desarrollar, a través de charlas de introducción en cada uno de los lugares a intervenir (Los Vilos, Monte Patria y Río Hurtado), para posteriormente seleccionar a los usuarios del proyecto.

Segunda etapa: se identificaron y caracterizaron las zonas a intervenir en donde se seleccionaron a los productores, y se capacitó en relación a los manejos culturales del cultivo de la quinoa, realizados desde la siembra hasta la madurez fisiológica.

Tercera etapa: se enfocó en el asesoramiento técnico-productivo relacionado con la cosecha y post cosecha para cada uno de los productores de las tres provincias intervenidas.

Segundo periodo

El segundo periodo del Programa se amplió a tres establecimientos de educación agrícola de la Región de Coquimbo:

- Escuela Agrícola Familiar Valle de Elqui (Gabriela Mistral, La Serena).
- Liceo Agrícola Jorge Iribarren Charlin (Hurtado, Río Hurtado).
- Liceo Agrícola Tadeo Perry Barnes (Tuquí, Ovalle).

En este periodo se trabajó también en tres etapas principales donde se visitaron cada uno de los liceos:

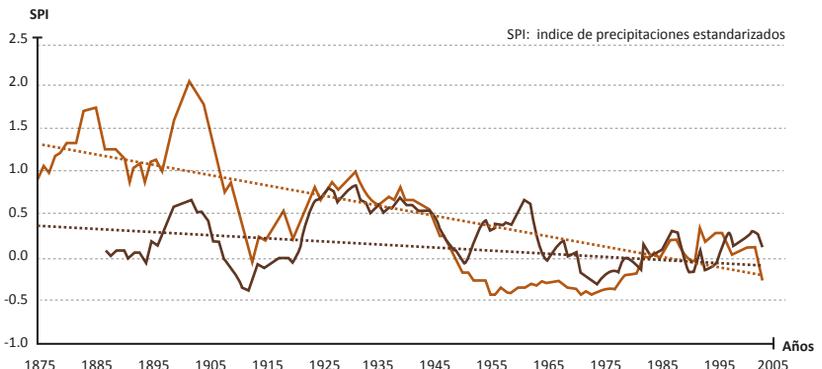
Primera etapa: se realizó un diagnóstico de factibilidad técnica productiva, para posteriormente seleccionar la cantidad de terreno a sembrar y los genotipos a establecer. En esta oportunidad se trabajó con un genotipo proveniente de la Sexta Región de Chile y la variedad Regalona, los espacios asignados para el cultivo fueron de 1 ha aproximadamente.

Segunda etapa: se incorporó un componente adicional de investigación científica, donde se establecieron dos ensayos relacionados con la productividad de distintos genotipos tolerantes o resistentes al déficit hídrico. Este experimento les permitió a los alumnos de los liceos realizar una actividad pedagógica y educativa importante, consistente en el seguimiento y evaluación científica de los distintos genotipos, para posteriormente determinar su potencial productivo.

Tercera etapa: se realizaron talleres, también formativos, de carácter rotativo, donde cada uno de los liceos presentó su experiencia y resultados en relación al cultivo, de esta manera se unificaron criterios y experiencias obteniendo una visión de los distintos escenarios de cultivo de acuerdo a la realidad de cada liceo y comuna.

Durante los últimos cien años la tendencia de precipitaciones en la Región de Coquimbo se caracteriza por una reducción, en más de 110 mm de lluvia en algunos sectores hasta alcanzar en la actualidad sólo cerca de 80 mm en La Serena, como promedio anual. En este escenario, las alternativas posibles para la agricultura tales como: la tecnificación de sistemas de riego, la selección de cultivos resistentes a estrés hídrico y las estrategias para mejorar suelos pobres, son opciones complementarias asociadas a oportunidades de mercado, tanto interno como externo y a una verdadera acción de rescate de la actividad agrícola.

Cambio climático y disminución de las precipitaciones zona norte



- ▶ *Promedios móviles estandarizados de las precipitaciones de Copiapó y La Serena, las líneas punteadas indican la tendencia a largo plazo. (Schulz et al.2011)*

Hace algunos años la quinoa ha generado nuevo interés, impulsado por las tendencias de alimentación saludable y la búsqueda de alimentos funcionales. Así es como la quinoa, un cultivo que generalmente se asocia a comunidades indígenas, comienza a tomar importancia comercial, liderada por acciones gubernamentales y privadas en Bolivia y Perú, principales países productores y exportadores.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) consideran la quinoa como un alimento único por su altísimo valor nutricional, como también por ser un alimento libre de gluten, que puede ser consumido por gran parte de la población, incluyendo las personas celíacas. La quinoa mantiene sus cualidades nutritivas incluso en procesos industriales. Además, es capaz de sustituir notablemente a las proteínas de origen animal. Gracias a sus cualidades mencionadas, se ha visto un aumento exponencial en el consumo de este súper alimento en los últimos años.

En la Región de Coquimbo, el cultivo de quinoa fue una de las alternativas de grano utilizadas por los pueblos prehispánicos, pero con la llegada de las culturas europeas, fueron reemplazando este grano ancestral por otros granos de menor calidad nutricional y posteriormente reemplazados casi totalmente por la fruticultura.



Fotografía: Leonardo Cifuentes

► *Campo de quinoa sembrada al voleo. Salamanca, Valle del Choapa.*

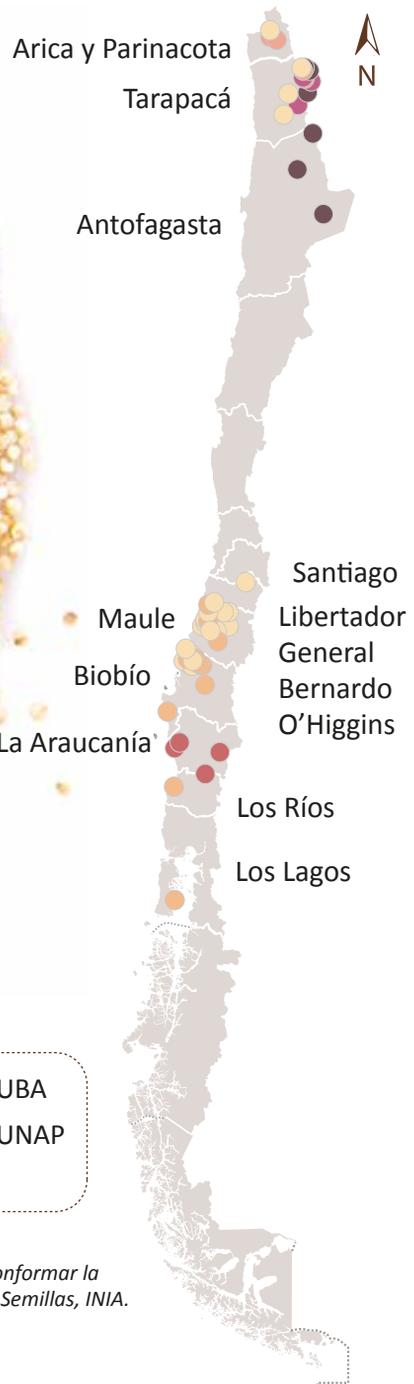
4.1. Caracterización de la quinoa.

Según la misma FAO, las características nutricionales de la quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) superan a los cereales más conocidos, siendo así uno de los alimentos vegetales más completos. Entre sus cualidades destaca el contenido de proteínas de alta calidad, debido a la presencia de todos los aminoácidos que componen las proteínas y a la concentración de aminoácidos esenciales como la leucina, isoleucina, metionina, fenilalanina, alanina, treonina, triptófano y valina. Además posee casi el doble de lisina en relación a otros cereales y gramíneas.

La quinoa es originaria de los Andes de Ecuador, Perú, Bolivia y Chile, es una planta herbácea anual perteneciente a la familia de las Amaranthaceae. Fue domesticada hace miles de años por las antiguas culturas de la Región Andina de Sudamérica, siendo alimento básico para las poblaciones hasta la época de la conquista. La introducción y expansión de cultivos como el trigo principalmente, relegó el cultivo de la quinoa a zonas marginales; reduciéndose en forma significativa el área cultivada.

4.2. Distribución del cultivo en Chile.

En el país, este grano de origen andino fue rescatado por las comunidades más aisladas y pobres del altiplano, secanos costeros y precordilleranos de Chile central y el sur. En la Región semiárida de Coquimbo, la cultura Diaguita mantenía entre sus principales cultivos a la quinoa, siendo así destacado por distintos autores e historiadores que relatan que los pueblos ancestrales utilizaron terrazas de cultivo e irrigaban sus tierras por medio de canales de regadío. Sembraban fundamentalmente maíz, porotos, quinoa y calabazas. Su tradición de cultivo y consumo desapareció junto con gran parte de ellos.



Legend for quinoa accessions:

- CEAZA/ INIA (yellow circle)
- INIA (red circle)
- UBA (orange circle)
- CET Sur (dark red circle)
- INIA- RBP (dark grey circle)
- UNAP (purple circle)

1 cm = 169 km

► Localidades de procedencia original de las accesiones que conformar la actual colección de quinoa, conservada en el Banco Base de Semillas, INIA.

4.3. Cultivares y su localización.

La quinoa se cultiva en zonas geográficas que van desde el nivel del mar hasta los 4000 m.s.n.m., en zonas con precipitaciones de 0 a 1000 mm y en suelos de diferentes texturas. Además, es posible sembrarla en un rango de temperaturas debajo de 0 a más de 30°C.

Los cultivares comerciales de quinoa han sido seleccionados dentro de los grupos agroecológicos que se describen a continuación, los cuales presentan características específicas propias del ambiente en que evolucionaron y donde fueron domesticadas.

4.3.1. Quinoas a nivel del mar:

Se las encuentra en la zona de Linares y Concepción (36° latitud sur). Son plantas más o menos vigorosas, de 1.0 a 1.4 m de altura, son ramificadas y producen semillas transparentes de color crema. Algunos cultivares chilotes se han rescatado recientemente de bancos de semillas argentinos y están siendo resembrados en la Isla Grande de Chiloé.

4.3.2. Quinoas de valles:

Son aquellas que han evolucionado en los valles interandinos de la región andina comprendidos entre los 2500 a 3500 m.s.n.m. Estas quinoas generalmente son plantas altas que pueden sobrepasar los 2.4 m de altura y son ramificadas con inflorescencias o panojas laxas a intermedias.

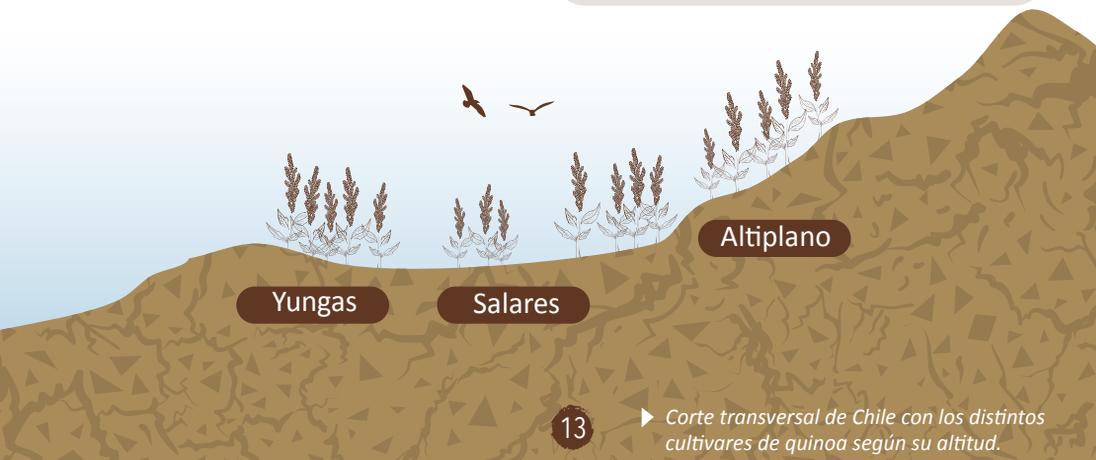


4.3.3. Quinoas del

altiplano: Estas quinoas han evolucionado en las amplias planicies del altiplano, en zonas comprendidas mayormente entre los 3600 y 4000 m.s.n.m. Es en esta área donde se encuentra la mayor variabilidad de quinoas, de características morfológicas, agronómicas, fisiológicas, nutritivas y de usos muy diversos. A este grupo pertenecen la mayor parte de las variedades tradicionales y variedades comerciales que se caracterizan por la predominancia de plantas sin ramificación o de tallo simple con una panoja terminal compacta, con altura de planta en un rango de 0.5 a 1.5 m.

4.3.4. Quinoas de los salares: Grupo que evolucionó en las altas planicies del sur de Bolivia conocida como salares. Son zonas desérticas con cerca de 300 mm precipitación. Estas quinoas tienen una morfología similar a las quinoas del altiplano. Se caracterizan principalmente por el tamaño grande de sus granos mayores a 2.2 mm de diámetro y algunas de sus variedades se conocen como “Quinoa Real”.

4.3.5. Quinoas de las yungas: Un grupo de quinoas adaptadas a las condiciones de las Yungas de Bolivia, en altitudes de 1500 a 2000 m.s.n.m. Son quinoas con plantas con tendencia a ramificarse, con altura de planta alrededor de los 2.20 m, de color verde intenso en la etapa de crecimiento vegetativo y color naranja intenso en la fase de floración y con granos de color naranja.



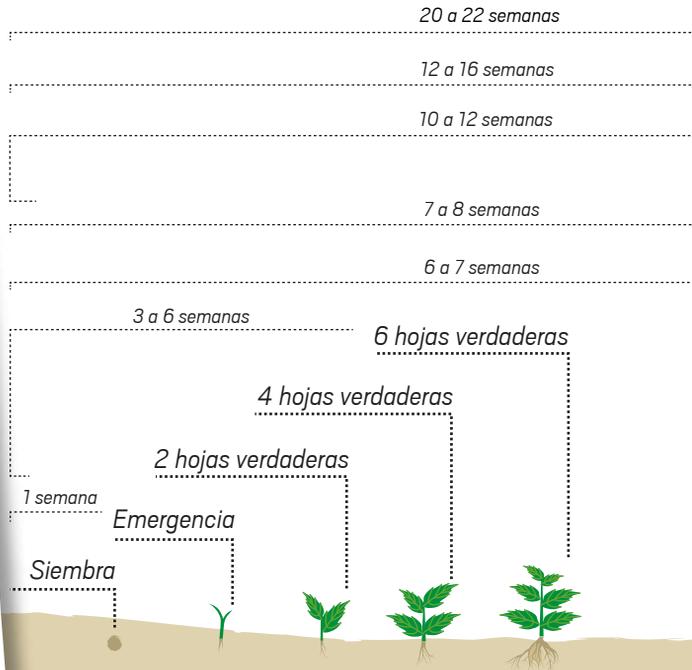


4.4. Morfología y fenología del cultivo de la quinoa.

Presenta características propias de coloración y comportamiento de acuerdo a la zona geográfica donde se le cultive. Su ciclo de vida varía desde los 90 a 180 días, la planta es erguida, alcanza alturas variables de 50 a 200 cm, se encuentra clasificada como una planta C3, cuyo sistema radicular consta de una raíz pivotante principal; la inflorescencia es racimosa y por la disposición de las flores es considerada una panícula (panoja); las flores son pequeñas, incompletas y son principalmente hermafroditas. El fruto de la quinoa es un aquenio, cuyas principales características son el alto contenido de proteínas (14%) y una alta concentración de saponinas en la primera capa del epispermo (capa más externa de la semilla). Las semillas pueden ser blancas, cafés, amarillas, grises, rosadas, rojas o negras.

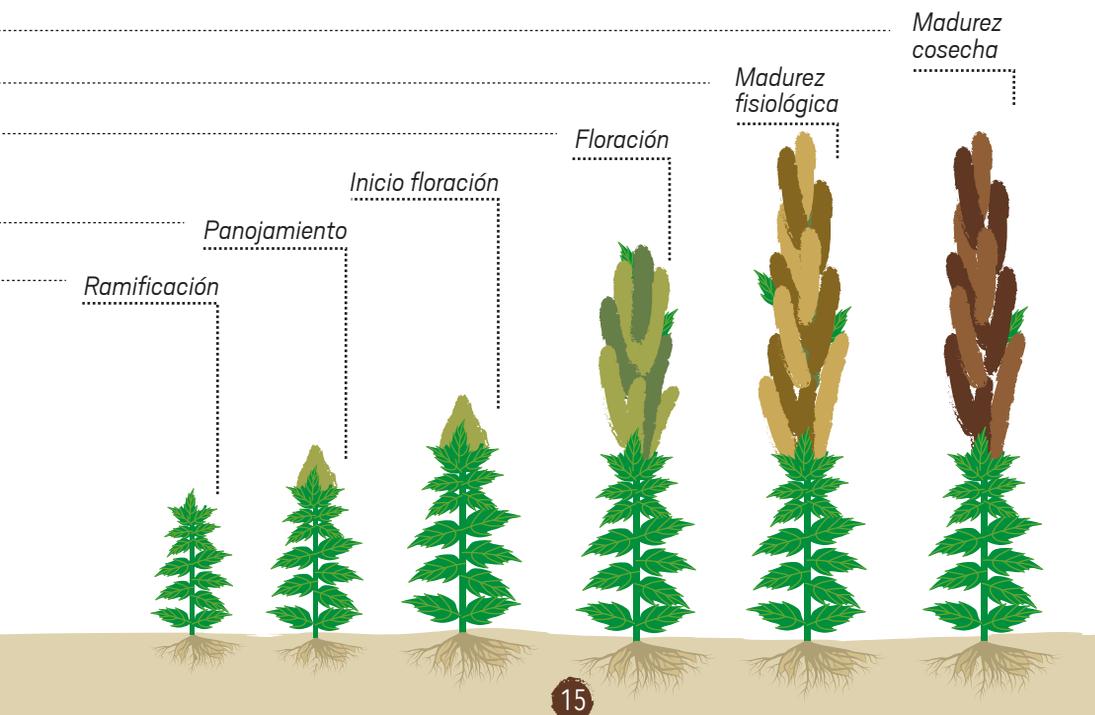


Fotografía: Leonardo Cifuentes



La quinoa presenta fases fenológicas bien marcadas en cambios externos visibles en el proceso de desarrollo de la planta, los cuales son el resultado de las condiciones ambientales. Su seguimiento es una tarea muy importante, puesto que ello servirá para efectuar futuras programaciones de las labores culturales, riegos, control de plagas y enfermedades, aporques e identificación de épocas críticas; así mismo permite evaluar el desarrollo del cultivo y tener una idea concreta sobre los posibles rendimientos.

Existe una fase vegetativa, una posterior reproductiva y una final de maduración; dentro de estas se han descrito 14 fases fenológicas importantes y claramente distinguibles para la quinoa: emergencia, hojas cotiledonales, dos, cuatro y seis hojas verdaderas, ramificación, inicio de panojamiento, panojamiento, inicio de floración, floración, grano lechoso, grano pastoso, madurez fisiológica y madurez de cosecha.



5.1. Requerimientos del cultivo.

La quinoa es considerada una planta rústica de alta adaptabilidad a distintas situaciones edafoclimáticas. Sin embargo, en condiciones de estrés, asociado al tipo de suelo y/o clima, los rendimientos pueden verse afectados, desde una leve disminución a rendimientos mínimos o pérdida total del cultivo.

Su cultivo como cualquier otro requiere un manejo adecuado, respetando sus tiempos, en relación a las necesarias y oportunas labores agrícolas. Desde la obtención de semilla de calidad, preparación de suelos, evaluación y monitoreo de plagas, hasta finalmente la cosecha.

La duración del ciclo de cultivo de la quinoa es muy variable y dependiente de factores genéticos intrínsecos de la semilla y también por factores ambientales, tales como la temperatura, fotoperiodo, altitud o riego, además el ciclo de la planta puede verse afectado por algún tipo de estrés.

5.2. Preparación de suelos (aradura - desterronado – nivelado).

La quinoa presenta mejores resultados en suelos neutros y con texturas franco a franco arenoso, semiprofundos, con buen drenaje y alto contenido de materia orgánica, con pendientes moderadas y sin la posibilidad de encharcamiento, especialmente en la etapa vegetativa. En suelos de texturas arenosas las plantas emergen más rápido de lo normal, pero el desarrollo de la arquitectura de la planta es débil. En suelos arcillosos el agua se anega, afectando el crecimiento de la planta, que es muy susceptible a la humedad excesiva, en suelos con bajos niveles de materia orgánica su desarrollo es también muy débil.



Fotografía: Leonardo Cifuentes

► *Labores de presiembra, inundación del terreno para control de malezas postemergencia.*



Fotografía: Leonardo Cifuentes

► *Labores de presiembra, arado de disco para el control de malezas.*

Una adecuada preparación de suelo consiste en un roturado con arado de discos, de tal manera que la parte externa quede enterrada en el suelo (esta labor debe efectuarse como mínimo un mes antes de la siembra). En suelos con alta incidencia de malezas se recomienda realizar esta labor dos veces, con el fin de controlar la mayor cantidad de malezas antes del establecimiento del cultivo, idealmente incorporarlas como abono verde y eliminar los rastrojos de mayor tamaño que queden presentes en el terreno. La labor de aradura debe hacerse hasta una profundidad de 25 centímetros. Ensayos bajo sistema de permacultura (suelo sin rotura, intacto) aún no se han registrado para la quinoa y serán bienvenidos para una mejor conservación de los suelos.

La semilla de la quinoa requiere de terrenos totalmente desterronados para su adecuada germinación, es por esto que se debe realizar mullimiento del suelo con rastra de discos de forma cruzada. Además esta labor permite una rápida descomposición de la materia orgánica. De la misma forma, se debe



Fotografía: Leonardo Cifuentes

► *Labor de presiembra, nivelación y eliminación de terrones sobre la hilera de siembra.*

considerar una adecuada nivelación del terreno, para un mejor drenaje superficial evitando el encharcamiento, facilitando una buena distribución de la semilla y posterior germinación.

Se recomienda realizar surcos siguiendo las curvas de nivel del terreno a 10 centímetros de profundidad, dando a los surcos una pendiente de 1 a 2%. La distancia entre surcos debe estar a 0.7 metros de separación para permitir limpieza y aporcado.

5.3. Siembra.

El período más crítico en el cultivo de quinoa es el establecimiento, porque la germinación de las semillas es sensible a las condiciones ambientales adversas, entre las cuales están los suelos heterogéneos, la formación de costras, la baja temperatura del suelo, el exceso de humedad y por sobre todas las cosas la presencia de malezas en la germinación. La combinación de estos factores es causa de significativas reducciones en el rendimiento. Para condiciones óptimas del cultivo se requiere sembrar semillas de buen poder germinativo a una profundidad de 1 a 2 cm, cuando la temperatura del suelo sea superior a los 5°C. En lo posible, se debe evitar la presencia de malezas ya que no se recomienda el uso de herbicidas en este cultivo.

La época más oportuna de siembra dependerá de las condiciones ambientales favorables que permitan una buena germinación. En general se recomienda sembrar al final de invierno (agosto) o a principio de septiembre (hemisferio sur), similar a la siembra del maíz. Sin embargo, en la Región de Coquimbo se podría sembrar durante todo el año, pero siembras en invierno pueden retrasar el crecimiento y alargar el ciclo reproductivo del cultivo. Además, existen otros factores que pueden influir en la decisión, como temperatura, humedad relativa, ataque de hongos, tipo de suelos, entre otros. Siembras de otoño para cultivares del altiplano han resultado exitosas en la zona de Elqui.

Existen variadas formas de siembra para la quinoa: en línea, a chorro continuo, por golpe, al



Fotografía: Leonardo Cifuentes

voleo, por trasplante, entre otras. Además, puede ser en surcos, platabandas, mesas o asociadas a otros cultivos. La decisión final se debe definir en función del tipo de cosecha; manual o mecanizada, de la incidencia de malezas en el terreno, entre otras situaciones. La dosis de siembra debe ser de 5 a 10 kg de semilla por hectáreas, dependiendo del método de siembra y otros factores como disponibilidad de semillas, el tipo de suelo y/o presión de malezas. Si la cosecha se hará con máquina la densidad de siembra debe ser la mayor.

La cantidad de plantas necesarias por hectárea debería estar entre las 180.000 a 200.000. La profundidad de siembra no debe pasar los 4 cm, puesto que el tamaño de la semilla no permite mayor profundidad de enterrado. La emergencia tiene lugar alrededor de los 8 a 12 días, si la humedad y las temperaturas son las adecuadas.

La mecanización de la siembra es inevitable cuando se instalan grandes extensiones y se desea ahorrar mano de obra, semilla y tiempo, así como obtener precisión y uniformidad en la siembra. El tipo de sembradora a utilizar para la quinoa debe considerarse en función a la cantidad adecuada de plantas por hectárea, distanciamiento preciso entre ellas, así como la profundidad exigida por esta planta. Las sembradoras de granos - con equipo de pastoreo o forraje - con una adecuada regulación realizan muy bien esta función.



5.4. Riego.

La quinoa es un organismo eficiente en el uso del agua, posee mecanismos morfológicos, anatómicos, fenológicos y bioquímicos que le permiten tolerar y resistir la falta de humedad de los suelos. Sin embargo, el déficit hídrico puede causar efectos en diferentes proporciones, desde pequeños daños con relativa disminución de la producción, hasta una pérdida considerable en los rendimientos. Esto depende del tipo y en el estado en que se encuentre el cultivo al momento del déficit. Los estados fenológicos sensibles a déficit hídrico son: inicio de ramificación, inicio de floración, floración y grano lechoso.

La disponibilidad de humedad del suelo es un factor determinante especialmente en las primeras etapas del cultivo desde emergencia hasta las primeras seis hojas verdaderas.

La forma tradicional de cultivo en las zonas productoras (Norte y Centro-Sur de Chile) es en secano, en forma excepcional se utiliza riego el cual constituye un elemento complementario con la finalidad de suministrar humedad en épocas de sequía prolongada o para adelantar las siembras.

En la Región de Coquimbo la precipitación ha decaído ostensiblemente llegando, como fue descrito, a promedios anuales bajo los 100 mm en La Serena, esto sumado a su irregularidad de las precipitaciones por temporada. Este hecho hace necesario trabajar el cultivo de la quinoa con aplicación de riegos artificiales, adoptando técnicas que mejoren la eficiencia en el uso del agua e incremente los niveles de producción.

Los sistemas de riego pueden ser variables. Sin embargo, lo más recomendable es un riego localizado tecnificado por goteo y exudación, caracterizados por su alta eficiencia en la aplicación del agua. De acuerdo a las experiencias realizadas, el sistema recomendado es por medio de cintas de riego, con una descarga por emisor nominal de 0,5Lh⁻¹ y un distanciamiento sobre la línea de 0.2 m. Se deben realizar dos líneas de siembra por cada cinta de riego, de esta manera se aprovechan mejor los caudales aplicados.



► Cultivo de quinoa tecnificado con cinta de riego.

Fotografía: Leonardo Cifuentes

El riego debe programarse de acuerdo a las condiciones edafoclimáticas de la zona productora, en términos generales se recomienda un volumen de 1.500 a 2.500 m³ distribuidos uniformemente en el ciclo de cultivo, considerando los estados fenológicos más sensibles al déficit de humedad.

En términos generales se debería considerar un mínimo de 20 riegos con una frecuencia de 5 días entre riegos.

5.4.1. Coeficiente de cultivo, Kc.

Con el objetivo de estimar las necesidades de riego de acuerdo a las condiciones propias de cada zona productiva, se debe considerar el coeficiente de cultivo (Kc) de la quinoa, ya que de este modo se permite calcular el consumo de agua real en la temporada a partir de la evapotranspiración de referencia (E_{Tr}) y la evapotranspiración del cultivo (E_{Tc}) que se desprende de la fórmula $E_{Tc} = K_c * E_{Tr}$. De acuerdo a varios autores, que han trabajado con el cultivo de quinoa, se formuló la siguiente tabla con los valores de Kc en los diferentes estados fenológicos de la planta:

FASE FENOLÓGICA	KC
Germinación	0,4
Panojamiento	0,62
Inicio de Floración	1
Floración o Antesis	0,87
Floración o Antesis	0,9
Inicio grano lechoso	0,95
Fin grano lechoso	0,47
Grano Pastoso	0,2

Fuente: Elaboración propia

Se debe considerar que en condiciones de mayor aridez y de mayor velocidad de viento los valores de K_c tienden a aumentar y con ellos la demanda hídrica. Por otro lado, en climas húmedos o zonas con mayor humedad relativa y con velocidades de viento baja, los valores de K_c tienden a disminuir.

5.5. Nutrición.

La quinoa es una planta de exigencia media en nutrientes. La demanda nutricional principal está dada por nitrógeno y calcio, moderadamente en fósforo y poco potasio. La fertilización equivalente en promedio corresponde a la fórmula 100:60:40. Los niveles a utilizar dependerán de la riqueza y contenido de nutrientes de los suelos donde se cultivará la quinoa y de la rotación utilizada. Idealmente se sugiere rotar con cultivos de leguminosas que enriquecen el suelo de Nitrógeno.

La fertilización nitrogenada debe realizarse fraccionada en tres partes, la primera en la siembra como fertilización de fondo, la segunda después del primer desmalezado y la tercera en floración. Esto permitirá el mejor aprovechamiento del nitrógeno y evitará pérdidas (por lixiviación y volatilización). La fertilización con fósforo debe ser de fondo, en una sola aplicación a la siembra.

La quinoa responde bien a la aplicación de materia orgánica y enmiendas, las que deben efectuarse junto con la preparación de suelos, de tal manera que pueda descomponerse y estar disponible para el cultivo. Esto facilitará la retención de la humedad, mejorará la estructura y aireación del suelo y favorecerá el desarrollo de la flora microbiana.



► Barril de Liebig

Pruebas de cultivo y de fertilización bajo manejos de agricultura orgánica son también bienvenidos en las experiencias piloto.

5.6. Labores culturales.

5.6.1. Malezas y su manejo.

La quinoa compite bien con las malezas, pero si la carga y desarrollo de estas últimas no se controla oportunamente (principalmente en los primeros estadios), puede disminuir e incluso afectar su total desarrollo. Es recomendable realizar controles oportunos para evitar competencia por agua, nutrientes, luz y espacio, así como potenciales focos de plagas y/o enfermedades. Este problema es inexistente en el altiplano.

Se recomienda tres desmalezados como mínimo:

- 1°) antes de la siembra para facilitar la germinación de la semilla (esto puede ser vía preparación de suelo o manual).
- 2°) cuando las plantas presentan alrededor de 15 cm, para que permita a la planta elongar y crecer sin competencia por parte de las malezas.
- 3°) antes de floración. Si la carga de malezas es muy intensa se debe optar por un cuarto control antes de la cosecha para evitar contaminación en el trillado.



Fotografía: Leonardo Cifuentes

► Desmalezado manual del cultivo de la quinoa en estado vegetativo.

La utilización de herbicidas químicos no ha mostrado un control eficaz sobre las malezas que afectan a la quinoa. La principal maleza competidora es la quinguilla (*Chenopodium album L*) y al tratar de controlarla se afecta a la quinoa. Otras malezas que compiten con quinoa, y que deben controlarse son; correhuela (*Convolvulus arvensis L*), chamico (*Datura spp.*), bleado (*Amaranthus spp*), rábano (*Raphanus spp*) y pega pega (*Setaria verticillata*), entre otras.

5.6.2. Aporque.

El aporque consiste en allegar suelo a la base de la planta. El objetivo es romper la capilaridad del suelo, se protege la humedad e impide que el agua del suelo se evapore, además de facilitar el sostenimiento de la planta. Generalmente, se recomienda un buen aporque antes de la floración y junto a la fertilización complementaria, lo que le permitirá un mayor enraizamiento y “por lo tanto” mayor sostén. Este manejo puede incrementar el desarrollo de las plantas y el rendimiento final.

Cuando la siembra se efectúa en forma mecanizada y se tiene un distanciamiento uniforme entre surcos, los desmalezados y el aporque se pueden mecanizar con éxito y mucha facilidad, con gran ahorro de tiempo y mano de obra así como mayor eficiencia. Es conveniente efectuar estas labores mecanizadas en la época oportuna y cuando el cultivo lo requiera, de lo contrario el desarrollo de la planta lo impedirá y traerá como consecuencia ruptura de la misma o daño mecánico que le produzca la máquina.

5.6.3. Rotación de cultivos.

En el caso de utilizar terrenos ya sembrados anteriormente con otros cultivos, es conveniente rotar con aquellos que no sean de la misma familia y de preferencia utilizar suelos en los que se haya sembrado tubérculos para aprovechar lo mullido del terreno.

Dentro de las posibilidades de rotación se puede recomendar: papa, quinoa, maíz, hortalizas, alfalfa y otras leguminosas. Se debe evitar en lo posible el monocultivo de quinoa, pues esto puede producir deficiencias nutricionales y se puede incrementar la incidencia de plagas y/o enfermedades.



5.7. Manejo plagas y enfermedades.

La presencia de plagas y/o enfermedades en la región ha sido mínimo, sin desmedro de esto se han presentado algunas plagas en zonas y en determinadas condiciones que han afectado seriamente el cultivo. La presencia de minadores foliares (*Liriomyza spp.*) y pulgones (*Myzus sp*) afectan en todo el ciclo del cultivo. Entre las enfermedades el mildiu (*Peronospora spp.*) es la que se presenta con mayor incidencia.

Los controles deben efectuarse en forma oportuna, en caso de los insectos; cuando se rompa el punto general de equilibrio de la plaga, y de forma preventiva para las enfermedades causadas por hongos. Para el control de las plagas se debe tener presente el estadio de su ciclo biológico, efectuar los controles de preferencia en los primeros niveles de desarrollo de las larvas, cuando son más pequeñas y débiles. En el caso del mildiu se presenta especialmente bajo condiciones de humedad (mayor a 80%) y temperaturas entre 20-25°C. El control debe efectuarse, lo más temprano en lo posible cuando aparezcan los primeros signos de la enfermedad. En el caso de no hacer control cuando corresponda su repercusión es grave, pudiendo anular la producción por completo. Asimismo, es conveniente hacer labores culturales como el desmalezado y rotaciones de cultivo, para disminuir la presencia de insectos transmisores de enfermedades como pulgones y trips. Una alternativa de control de plagas es la utilización de saponina de quinoa, la cual es asperjada en el cultivo o se aplica en el riego.

Otras plagas de importancia agrícola en el cultivo de la quinoa son las aves que atacan en diferentes estadios de la planta, causan daños en la emergencia y durante la madurez fisiológica del grano, provocando una disminución de los rendimientos hasta en un 60%. Por otro lado, los ratones también afectan la emergencia, pero principalmente la post cosecha, consumiendo el grano y anidando en los lugares donde se encuentra la producción. Las liebres y conejos atacan en toda la fase vegetativa, pero en lugares con alta incidencia podría provocar daños considerables en la fase de germinación. El daño por caprinos o caballares puede ser desastroso si no se toman las medidas adecuadas para evitar el acceso a este cultivo, es recomendable el cercado de la superficie a cultivar.



Fotografía: Leonardo Cifuentes

► *Mildui, enfermedad fungica atacando cultivo de la quinoa en fase vegetativa.*



Fotografía: Leonardo Cifuentes

► *Ataque por pájaros en estado de maduración del grano de quinoa.*



Fotografía: Leonardo Cifuentes

► *Ninfas y adultos de chinches en panojas de quinoa.*



Fotografía: Leonardo Cifuentes

► *Daño por larva de lepidoptero sobre hojas de quinoa.*



Fotografía: Leonardo Cifuentes

► *Aplicación de fungicida para el control de hongos fitopatógenos.*



Fotografía: Leonardo Cijuentes

► Cosecha manual de plantas de quinoa.

5.8. Cosecha.

La calidad del grano de la quinoa, está directamente relacionada con la oportunidad en que se cosecha. La forma tradicional es manual, la cual se efectúa cuando las plantas han alcanzado la madurez fisiológica (momento en que poseen el máximo de materia seca), entre los 160 y 180 días después de la siembra, con un contenido de humedad del grano de 14 a 16%. Otros indicadores de cosecha prácticos utilizados en campo son de carácter visual y táctil, como por ejemplo panojas crujientes, caída de hojas y semillas de la misma dureza de las semillas sembradas. Las labores de cosecha deben realizarse durante la mañana o al final de la tarde, para evitar el desprendimiento de los granos por efectos mecánicos del corte y presencia de vientos.

La cosecha manual consta de las siguientes etapas:

- **Siega o corte de la planta:** esta labor se trata de realizar entre 5 a 6 cm de la base del suelo para disminuir la contaminación por piedras y otros.



- **Emparvado:** tiene relación con la formación de montículos de panojas para un buen secado antes de la trilla. La trilla es muy similar a la realizada para el trigo la cual tiene como objetivo desprender las semillas de la panoja al someterlas a golpes.

- El Aventado consiste en la separación de la semilla de fragmentos como hojas, pedicelo, restos secos de flores y pequeñas ramas.

- El Secado es la exposición de semillas, normalmente al sol, hasta alcanzar un 10% de humedad, óptimo valor para el envasado.

En todo este proceso se debe tener especial precaución en no contaminar las panojas con piedras o residuos que puedan ensuciar contaminar las semillas, ya que esto es desastroso para su posterior comercialización.

También es importante que las panojas a trillar estén completamente secas, para evitar atascamientos en los compartimentos de trilla (cribas) y de salida de desperdicios. Cuando las panojas están húmedas o verdes, se obtiene grano sucio o las pérdidas del mismo son excesivas durante el proceso de trilla.



Fotografía: Leonardo Cifuentes

► *Emparvado de plantas cosechadas de quinoa para su secado final.*

La quinoa también puede ser cosechada con maquinaria. Diversas experiencias se han realizado en la Región de Coquimbo, y han demostrado que la utilización de cosechadoras mecánicas puede ser bastante ventajosa en grandes superficies de quinoa. Para ello es necesario determinar con exactitud el nivel de maduración de la panoja. En plantas muy secas se produce caída del grano en el momento del corte. Cuando las panojas están húmedas o verdes, se puede atascar la máquina y no se genera una completa limpieza del grano. Otra recomendación al planificar una cosecha mecanizada, se debe utilizar densidades de siembra altas (20 a 25 Kg. de semilla por ha), con esto se reduce el tamaño de las plantas (60 a 80 cm), se homogeniza el cultivo, lo que permite que las plantas puedan ser cortadas y trilladas por la máquina y no volteadas (si son muy grandes) o pisoteadas (si son pequeñas). La plasticidad de la planta de quinoa y el tamaño de esta regula el grosor del tallo. Si sobrepasa 1 m de altura, el tallo presenta un grosor inadecuado y excesivo, lo que origina quiebres del mismo y no cortes. La máquina entonces bota las panojas generando pérdidas considerables.

El índice de cosecha para la quinoa se determina por el contenido de humedad del grano, el cual debe variar de 14 a 15%. En forma práctica, en esta etapa ocurre un amarillamiento completo de la planta y una gran defoliación. Además, al presionar el grano con un objeto de filo cortante este presenta resistencia a la penetración. Para cosecha mecanizada se debe considerar que los tallos se quiebran con facilidad.

Lechoso



Pastoso



Duro



Un sistema mejorado de cosecha de quinoa consiste en la utilización de trilladoras estacionarias, aunque la siega y transporte de las gavillas (atados de plantas puestas a secar) se hace manualmente. Varios modelos de trilladoras de cereales han sido adaptados para la trilla de quinoa, todos con aceptable eficiencia y rendimiento. Las principales adaptaciones a realizarse son:

- Disminución del flujo de aire en el ventilador,
- Instalación de cribas finas en el dispositivo de salida de granos (para evitar pérdida de grano),
- Disminución de los dientes o ganchos trituradores en el cilindro, y aumento de la velocidad.

Entre las ventajas del uso de estas trilladoras se pueden mencionar: el fácil manejo, la facilidad de transporte y pueden ser adquiridas a precios relativamente razonables por agricultores, asociaciones o cooperativas de productores.



Fotografía: Leonardo Cifuentes

► Trilladora estacionaria para quinoa.

La quinoa es considerada un cultivo delicado en su post cosecha. Se deben considerar posibles pérdidas por factores bióticos y abióticos. Si con la madurez del cultivo se presenta un período de humedad ambiental alta (superior al 70%), se producirá la germinación de los granos en la panoja, con la consiguiente oxidación o cambio de color de los granos, lo que redundará en una menor calidad del producto. En casos extremos, se puede provocar hasta la pérdida de la post cosecha por este motivo. Esto no ocurre con los cultivares del sur, adaptados a lluvias de otoño.

6.1. Post cosecha

Las actividades de post cosecha tienen como principal función permitir la obtención de un producto en óptimas condiciones de calidad para el consumo.

Las operaciones de post cosecha son actividades posteriores a la producción agrícola primaria y son consideradas secundarias, además de formar parte del encadenamiento productivo del grano.



Uno de los inconvenientes asociados al consumo de quinoa es la presencia natural de saponina, compuesto que genera su sabor amargo al consumirlo. Este alcaloide que cubre las semillas es también ligeramente tóxico, por lo que debe ser eliminado antes del consumo.

6.2. Desaponificado

El proceso de escarificado (eliminación de saponina) desde el grano ha derivado en una mayor aceptación por parte de los consumidores, y a la vez un mayor interés por parte de la agroindustria por crear otros productos con mayor valor agregado como harinas, hojuelas, barras de cereales entre otros.

6.2.1 Escarificado húmedo

La forma tradicional de eliminación de este alcaloide ha sido el lavado con cambios sucesivos del agua y frotando los granos de la semilla de manera reiterada, hasta que el agua no tenga presencia de espuma (ocho lavados como promedio). Esta serie de lavados, además de ser un trabajo lento, demanda un proceso de secado adicional para evitar la proliferación de hongos, bacterias y otros microorganismos que pueden afectar la calidad del grano. Además, la utilización de agua puede incidir en la pregerminación del grano y la desnaturalización de este. En la zona norte de Chile, además del lavado, se acostumbra a realizar un leve tostado para extraer más rápido la saponina. Se aconseja usar el agua del lavado en labores agrícolas como lavado de cítricos y olivos (efecto antiplagas) o en riego de otros cultivos. Esto aporta una mayor eficiencia global del uso del agua en este cultivo.

El tostado del grano lavado y secado, consiste en someter a la quinoa a temperaturas de alrededor 50 °C, con el objetivo de “soltar” las capas superficiales y que se desprendan con mayor facilidad con vía seca y/o húmeda. Este método presenta el inconveniente que se agregan costos al proceso y la exposición del grano a altas temperaturas puede afectar su calidad (desnaturalización de proteínas) y características organolépticas.

El desaponificado vía húmeda puede obtener granos con un bajo contenido de saponina, pero puede presentar ciertos inconvenientes como es el excesivo gasto de agua. Luego está la necesidad de un secado eficiente para evitar que el grano germine por la humedad absorbida, alto costo al utilizar

secadoras y como problema principal la posible desnaturalización de las proteínas por los lavados, pérdida de almidón y finalmente la pérdida de calidad del producto, particularmente en sus lípidos y proteínas solubles.

6.2.2 Escarificado en seco

A nivel industrial y dado la necesidad de obtener un grano de mejor calidad nutricional, como también una disminución de la huella hídrica, se han desarrollado métodos de escarificación en seco. Este método consiste en someter el grano a un proceso de fricción o rozamiento (escarificado mecánico), para eliminar las capas periféricas del mismo (que son las que mayoritariamente contienen saponinas) en forma de polvo (cascarillas de saponinas). Los medios mecánicos abrasivos utilizados corresponden a tambores giratorios y tamices o mallas de acero inoxidable que permiten un



Fotografía: Leonardo Cifuentes

constante raspado de los granos de quinoa contra las paredes de las mallas.

Este método resulta eficiente para la obtención de un producto de calidad y condición, ya que permite una adecuada separación de la saponina (en forma de cascarilla), que se puede utilizar como un subproducto, el cual está siendo utilizado en distintas áreas (agrícola, farmacológica, cosmetológica, entre otras). Además, dado que no necesita lavados posteriores (salvo antes de su uso) y posteriores secados, no deberían existir pérdidas de calidad de las proteínas del grano por humedad, por lo cual no se afecta la calidad final del producto por esta situación.

En el proceso de escarificado en seco generará como resultado

► *Escarificadora para la eliminación de saponina de los granos de quinoa.*

final: quinoa desaponificada (75% del peso total de lo escarificado), cascarilla de saponina (5%) y humedad (15%).

Sin embargo, se debe evitar la sobreexposición a la fricción con los medios abrasivos para extraer la saponina, debido a la alta probabilidad de pérdidas del embrión disminuyendo el contenido proteico del grano.

La utilización de hidróxido de sodio, no ha tenido la eficacia esperada en cuanto a la extracción de la saponina y potencialidades de comercialización, ya que su utilización no se encuentra protocolizada y el mercado de la quinoa es mayoritariamente de tendencia orgánica, por lo que al utilizar este método químico se dificulta la comercialización posterior.

Los métodos de cosecha y post cosecha utilizados en Chile difieren de acuerdo a la zona productora. La zona altiplánica básicamente se caracteriza por realizar la cosecha de forma manual y la desaponificación por método mecanizado. Bajo este modelo de procesamiento la primera etapa (cosecha) se hace en forma tradicional, sin intervención de maquinaria especializada, por el contrario el proceso de escarificado, se utiliza maquinaria especializada o salas de cosecha implementadas para la labor, la cual consta de zona de lavado, tostado, escarificado mecánico y selección automática.

La zona centro sur, preferentemente utiliza la cosecha mecanizada estacionaria y mecanizada, utilizando la desaponificación por método de escarificación mecánica. El modelo difiere en la primera etapa en relación a la zona norte. La cosecha preferentemente se hace en forma mecánica, utilizando trilladoras estacionarias y en el caso de terrenos de mayor amplitud (sobre 3 ha) se utiliza trilla totalmente mecanizada. El proceso de escarificado, es más semejante entre las zonas. Sin embargo el proceso de tostado es menos utilizado en esta zona.

6.3. Descripción de una planta de proceso piloto para quinoa.

Los sectores en que se realicen los procesos, deberán ajustarse a los siguientes requisitos generales:

- Todos los sectores de la planta deberán estar ubicados en terrenos altos, no

inundables.

- La Sala de Proceso no deberá tener comunicación directa con cualquier otra dependencia o sector ajeno a la actividad.
- Los lugares de acceso y patios adyacentes a la Sala de Procesos, deberán estar dispuestos de tal modo, que eviten la acumulación de aguas o residuos y deberán contar, además con cercados que impidan el ingreso de animales.
- Los pisos serán de material impermeable, sin grietas o hendiduras, resistentes, de fácil limpieza y sanitización, con pendientes adecuadas hacia los desagües con canaleta abierta y/o con rejillas de fácil limpieza, conectando el sistema de desagüe mediante cierre sifónico.
- Las paredes interiores y apoyos estructurales deberán poseer superficies lisas, resistentes e impermeables, fáciles de limpiar, lavar y sanitizar.
- Los techos y cielorrasos tendrán la superficie interna continua, de fácil limpieza y que no permita la entrada de polvo e insectos ni la acumulación de moho. Estarán contruidos con materiales y/o tratamientos que impidan el goteo de la condensación de la humedad y su altura deberá garantizar una correcta limpieza y sanitización de los equipos.
- El manejo de las aguas servidas y de limpieza de equipos e instalaciones, deberá evitar su reflujo hacia los sectores de Procesos.
- Todas las cañerías para la conducción de aguas, deberán contar con la correspondiente identificación por colores.
- Las aberturas (puertas y ventanas) y el acabado de sus terminaciones, serán de materiales inalterables, asegurando un buen estado de conservación, limpieza y sanitización. Aquellas que comuniquen con el exterior estarán provistas de sistemas adecuados para impedir el ingreso de insectos y vectores externos (malla mosquitera, etc.). Para las puertas se podrá utilizar dicho material o en su reemplazo cortinas sanitarias, para el mismo fin.
- Las distintas dependencias estarán iluminadas convenientemente. Las

luminarias deberán poseer dispositivos de protección contra roturas o estallidos.

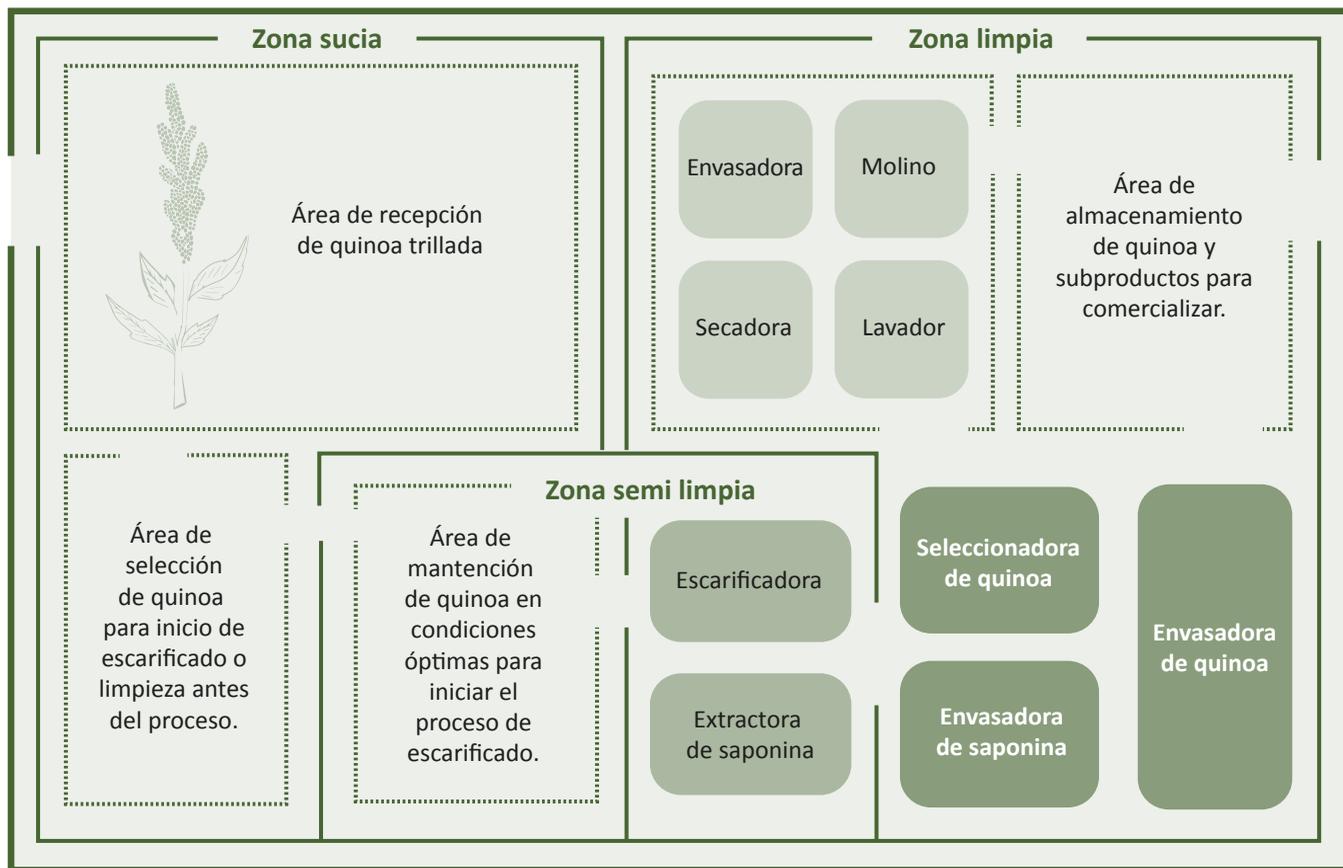
- Las distintas dependencias contarán con ventilación natural o mecánica que impida la acumulación y condensación de vapores por cualquier motivo, sobre techos o paredes.

- Las instalaciones, máquinas, cañerías, aparatos, útiles y cualquier otro material destinado a estar en contacto con materias primas o productos, deberá ser resistente a la corrosión y oxidación, fácil de limpiar y sanitizar, aprobado por la autoridad sanitaria correspondiente.

Las dependencias auxiliares y de servicios generales, se ajustarán a las siguientes condiciones:

Los servicios sanitarios deberán estar separados según el sexo de los usuarios. Contarán con provisión suficiente de agua, jabón líquido, toallas descartables y papel higiénico. Estas dependencias deberán tener pisos y paredes lisas, impermeables y lavables. No deberán tener comunicación directa con el área de Procesos.

En el diagrama de planta de procesamiento de quinoa que se muestra a continuación se detallan las distintas áreas de proceso de una planta tipo de quinoa, como la que se implementa en el Liceo agrícola de Río Hurtado.





Los rendimientos de la quinoa son variables dependiendo de la zona, el genotipo utilizado, la época de siembra, fertilidad del suelo, labores de cultivo, entre otros aspectos.

El rendimiento en grano que se ha obtenido en la región a nivel de productor promedia los 1.800 K/ha; y a nivel experimental se han conseguido rendimientos superiores a las 3.000 K/ha. Esto indica que el potencial es mayor al obtenido por los productores, lo que indica que una adecuada nutrición de suelos, rotación de cultivos y manejos culturales oportunos puede incrementar la producción considerablemente.



FICHA ECONÓMICA DE QUINOA EN LA REGIÓN DE COQUIMBO

8

La quinoa es un cultivo bastante rústico, de pocos manejos culturales en comparación a otros cultivos típicos de la zona, como la papa, tomate o frutales, cuyos costos de producción superan ampliamente los costos de la quinoa.

Las labores que absorben mayores costos son el establecimiento del cultivo y la etapa de post cosecha, corresponde a las etapas más sensibles del cultivo. En el cuadro siguiente se muestra una ficha técnica de producción de quinoa para la región en la cual el costo total por ha es cercano a los \$2.500.000 pesos.



Fotografía: Leonardo Cifuentes



Ficha técnica cultivo de quinoa en la Región de Coquimbo

1. INSUMOS	Tipo de insumo	Unidades	Unid. /Ha	Costo U.	Totales
Semilla	Semillas	Kg.	8	\$2.500	\$20.000
Nutrientes	Nutrientes	Kg.	200	\$1.000	\$200.000
Sistema riego (Cinta riego)	Riego	Unidad	1	\$600.000	\$600.000
Accesorios riego	Riego	Unidad	1	\$35.000	\$35.000
Insecticidas	Sanitario	Unidad	20	\$5.000	\$100.000
Fungicidas	Sanitario	Unidad	20	\$3.000	\$60.000
Subtotal					\$1.015.000

2. LABORES

Preparación de suelo	Maquinaria	Horas tractor	6	\$15.000	\$90.000
Aporques	Maquinaria	Horas tractor	2	\$15.000	\$30.000
Siembra	Mano de obra	JH	4	\$12.000	\$48.000
Riego	Mano de obra	JH	4	\$12.000	\$48.000
Otras labores culturales	Mano de obra	JH	10	\$12.000	\$120.000
Control malezas	Mano de obra	JH	20	\$12.000	\$240.000
Cosecha y trilladora	Maquinaria	JM	3	\$30.000	\$90.000
Subtotal					\$666.000

3. ESCARIFICADO

Desaponificado	Maquinaria	Kg.	2.000	300	\$600.000
----------------	------------	-----	-------	-----	-----------

4. OTROS

Varios	7%	-	-	-	\$159.670
Imprevistos	5%	-	-	-	\$122.034

TOTAL COSTOS

\$2.562.704

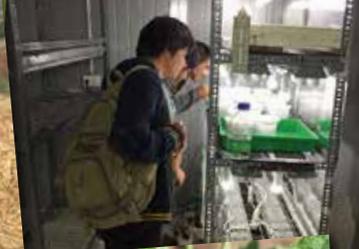
COSTOS POR KG.

\$1.281

Fuente: Elaboración propia









Patrocinador:



Colaboradores:



ESCUELA FAMILIAR AGRÍCOLA
VALLE DEL ELQUI



Apoyo técnico: