



Manual del Científico Ciudadano

Eficiencia hídrica: Cultivo de quínoa



CALENDARIO DE CULTIVO



Este calendario te ayudará a ordenar los estados fenológicos y riegos de tu cultivo. Escribe los números de los días del año de la siembra según el año seleccionado. Marcar los días de riego y otros eventos que le ocurran a tu cultivo.

AÑO DE SIEMBRA: _____

El registro de estados fenológicos son los siguientes:

- 1 **Emergencia** (aparición de primeros cotiledones)
- 2 **Registro de largo y ancho** (cada dos semanas)
- 3 **Panojamiento** (aparición de panoja principal)
- 4 **Floración** (Llegada del polen a tu planta)
- 5 **Estados del grano** (grano de consistencia lechoso y pastoso)
- 6 **Maduración** (grano de consistencia duro)

Enero						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO

Febrero						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO

Marzo						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO

Abril						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO

Mayo						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO

Junio						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO

Julio

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO

Agosto

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO

Septiembre

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO

Octubre

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO

Noviembre

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO

Diciembre

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO

Observaciones: _____



Manual del Científico Ciudadano

Eficiencia hídrica: Quínoa

www.ceaza.cl



Autores:

Alejandra Gallegos Alcaíno & Valeria Hidalgo Ruz

Diseño y diagramación:

Janina Guerrero Espinoza

Edición:

Paloma Núñez & Claudia Hernández

Asesores científicos:

Rodrigo Álvarez, Cristian Fardella y Renzo Vargas

Diseño y ejecución de indagación ciudadana:

Alejandra Gallegos, Valeria Hidalgo Ruz, Paulina Contreras, Paloma Núñez, Claudia Hernández y Felipe Cecchi.

Instituciones asociadas:

Cerro Tololo Inter-American Observatory – CTIO

Instituto de Ecología y Biodiversidad – IEB

The Cornell Lab of Ornithology

Universidad Católica del Norte

Universidad de La Serena

Proyecto financiado por:

Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica – CONICYT
Proyecto PRFV10008 “Programa de Ciencia Ciudadana para Zonas Áridas:
Fortaleciendo la relación entre la ciencia y la ciudadanía”. VI Concurso de
Fortalecimiento de Centros Regionales de Desarrollo Científico y
Tecnológico, año 2014.

Organizaciones y ciudadanos participantes:

Claudia Rivera. El Romero, La Serena.

Mario Torres. Agricultor y criancero. Horcón, Paihuano.

Tierra y Valle de los Niños. Pisco Elqui, Paihuano.

Escuela Básica El Espinal, Río Hurtado.

Lucila Acuña. Villorrio de Talhuén, Ovalle.

Baltazar Ramírez. Comunidad Vivanco. Combarbalá

Representantes de la Mesa de Desarrollo Rural. Combarbalá

Vecinos de Cuestecita El Maitén, Monte Patria.

Sociedad Medio Ambiente y Fomento del Turismo Huentelauquén.

Huentelauquén, Canela.

Rene Álvarez. Huentelauquén, Canela.

Juan Carlos Castro. Agricultor. Huentelauquén, Canela.

Misaldo Solís. Agricultor y Camaronero. Tunga Norte, Illapel.

Escuela Teresa Cannon de Barroileth. Quilimarí, Los Vilos.

Agradecimientos:

Luisa Bascuñán, Leonardo Cifuentes, José Cortez, Pamela Lobos, Enrique

Martínez, Héctor Maureira, Pilar Molina y Claudio Vásquez.

Contacto:

Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas

Raúl Bitrán #1305, La Serena (51) 2204378

ciencia.ciudadana@ceaza.cl

www.ceaza.cl

Índice

PROGRAMA CIENCIA CIUDADANA PARA ZONAS ÁRIDAS	3
Eficiencia hídrica	4
Infografía de quínoa	5
1. CICLO DE INDAGACIÓN	6
Requerimientos previos para desarrollar la investigación	6
Científicos ciudadanos que han participado en la investigación	7
Infografía ¡Cuidemos el agua!	8
2. PRIMERA ETAPA: LA PREGUNTA	9
2.1. Observación	9
2.2. Concepto de fondo	9
2.3. Inquietud ciudadana	10
2.4. Pregunta de trabajo	10
3. SEGUNDA ETAPA: LA ACCIÓN	10
¿Qué se va a comparar?	10
¿Cuál será el caso?.....	10
¿Dónde y cómo se distribuyen los casos?	11
¿Cuántos casos se examinarán?	11
¿Qué se va a medir?	11
¿Cuándo se realizará el experimento?	11
Infografía Etapas de desarrollo de la quínoa	12
3.1. Diseño experimental y cultivo	13
3.1.1. Materiales	13
3.1.2. Preparación del terreno	13
3.1.3. Siembra y cuidado de las plantas	14
3.2. Monitoreo del experimento y registro de datos	15
3.2.1. Crecimiento	16
Etapas fenológicas	16
3.2.2. Largo y ancho	20
3.2.3. Rendimiento	24
Número de panojas totales	25
Cosecha	28
Momentos de cosecha manual	29
Porcentaje de germinación de semilla	31
3.2.4. Otros Factores	32
3.2.4.1. Los Visitantes de tus plantas	32
Infografía Los Visitantes de tus plantas	33
Registro de visitantes	34
3.2.4.2. Descripción del suelo.....	36
Preparación de la muestra	36
Determinar el porcentaje de arena.....	36
Determinación de la textura de suelo	37
3.3. Resultados	39
3.3.1. Crecimiento	39
3.3.2. Rendimiento	44
3.3.3. Otros factores	46
4. TERCERA ETAPA: LA REFLEXIÓN	47
4.1. Considerando cada variable	47
4.2. Conclusiones finales	48
5. BIBLIOGRAFÍA	49
6. RECETAS DE QUÍNOA	50



PROGRAMA CIENCIA CIUDADANA PARA ZONAS ÁRIDAS

El **Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas** es un centro de investigación científica y tecnológica de la Región de Coquimbo, fundado el año 2003. Su principal objetivo es comprender los efectos e interacciones del clima y las variaciones oceanográficas en el ciclo del agua y la productividad de cultivos biológicos en zonas áridas y marinas del centro-norte de Chile.

El **Proyecto de Ciencia Ciudadana para Zonas Áridas** busca involucrar al público general en la investigación científica y fortalecer la relación entre científicos y ciudadanos de la Región de Coquimbo, mediante el involucramiento de personas comunes, interesadas en resolver problemáticas regionales y contribuir en la generación de nuevo conocimiento científico que contribuya en la toma de decisiones.

Este proyecto que se ha implementado en las provincias de **Elqui, Limarí y Choapa** desde el segundo semestre del año 2015, buscó resolver problemáticas asociadas a la **escasez hídrica**, disponibilidad y calidad de agua en zonas áridas y registro de flora y fauna. En el presente manual encontrarás toda la información necesaria para llevar a cabo el proyecto de ciencia ciudadana sobre el **cultivo de la quínoa como alternativa a la escasez hídrica de nuestra región**.



EFICIENCIA HÍDRICA:

El cultivo de la quínoa como una alternativa a la escasez hídrica

La baja disponibilidad hídrica (aguas lluvia y de riego) y el estado de desertificación de nuestra región, han hecho que los sectores productivos y científicos busquen alternativas de producción agrícola acordes a las nuevas condiciones, especialmente cultivos que sean más eficientes en el uso del agua. Una potente alternativa es la planta que produce hojas comestibles y el grano quínoa, un cultivo tradicional originario del altiplano boliviano, que ha evolucionado, con características regionales hacia el norte (Colombia) y sur (al menos hasta la isla de Chiloé). Estas adaptaciones locales le permiten ser una especie naturalmente tolerante a la escasez de agua. Debido a sus grandes bondades nutricionales (contiene todos los aminoácidos esenciales para el ser humano), su cultivo se remonta a los pueblos americanos preincaicos e incluso fue considerada como el “cereal madre” por los Incas (sin embargo, la quínoa no es un cereal, es la semilla de una planta). Hoy en día sigue siendo uno de los cultivos más importantes de los países andinos, pero aún muy lejos de los cultivos de cereales.

En la Región de Coquimbo, la quínoa fue utilizada por las culturas ancestrales posteriores a la cultura Molle. Luego, el cultivo fue también aplicado en las zonas centro-sur del país, adaptándose a condiciones muy diversas de clima y suelos. Por tanto, la diversidad de variedades de quínoa en Chile es enorme y se corresponde con las diferencias de climas y suelos a lo largo del país. Hoy en día la mayor producción de quínoa se realiza en el norte altiplánico, valles costeros de las regiones O'Higgins y Maule y zonas precordilleranas de las regiones de la Araucanía y Los Lagos, habiendo una ausencia de su cultivo en la zona centro norte del país.





Quínoa

“Cultivo ancestral como alternativa a la escasez hídrica de la Región de Coquimbo”

La principal fuente hídrica en nuestra región proviene de la nieve y de los glaciares, que al derretirse suministran agua a los ríos. Sin embargo, el estado hidrológico actual de la región es crítico y deficitario, y los caudales de los ríos siguen a la baja respecto a sus promedios históricos, provocando que la región se encuentre en un estado de desertificación.

Fuente: Boletín CEAZA-met agosto 2015 Dra. Shelly McDonell

La escasez de este recurso natural ha afectado directamente a la agricultura, uno de los principales sectores productivos que genera el 12,5% de la actividad económica regional. Fuente: Ministerio de Economía

Región de Coquimbo

¿Por qué la quínoa es una buena alternativa de cultivo?



Comparación de la cantidad de agua para la uva y la quínoa

BONDADES DE LA QUÍNOA



Gran calidad nutricional: Alto contenido de proteínas, vitaminas y minerales.



Planta muy eficiente en el uso del agua, tolerando y resistiendo la falta de humedad en el suelo, adaptándose a condiciones de escasez hídrica.



El contenido en aminoácidos esenciales para el ser humano es superior a otros granos como el maíz, arroz y trigo.

Fuente: PUCV, proyecto FIC Copraquinua
Fotografía plato: Pamela Contreras



1. CICLO DE LA INDAGACIÓN

Para conocer la eficiencia en el uso de agua y el comportamiento entre dos variedades de quínoa en la Región de Coquimbo, realizaremos una investigación utilizando la metodología del **Ciclo de la Indagación** en 3 etapas: (1) La Pregunta, (2) La Acción y (3) La Reflexión (Figura 1).

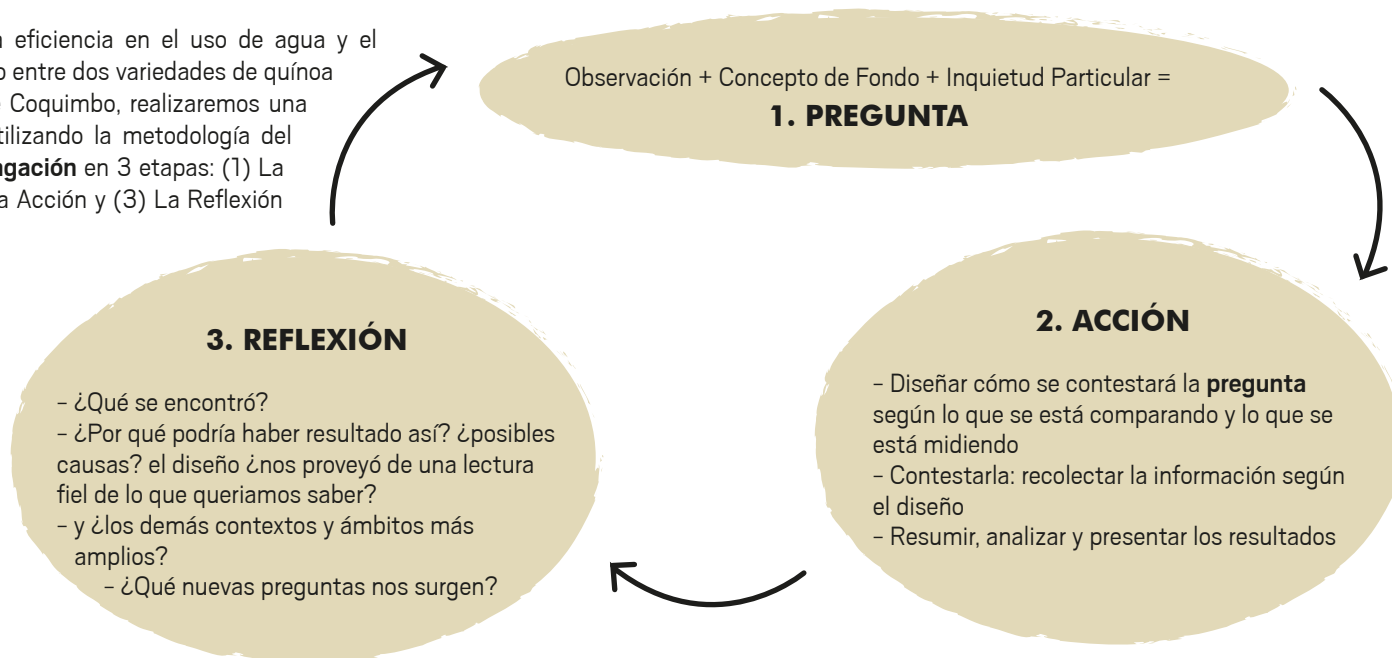


Figura 1: El Ciclo de Indagación (modificado ligeramente de Feinsinger 2004, 2012).

Requerimientos previos para desarrollar la investigación.

1. Necesitamos un terreno disponible de 7 metros de largo y 4 metros de ancho.
2. Disponibilidad de agua para riego.
3. Ciudadanos responsables en la toma de datos del experimento.
4. Ciudadanos responsables para riego constante del cultivo.

La investigación que les presentaremos a continuación, se puede implementar con agricultores, escolares desde 7º básico en adelante y ciudadanos interesados en investigar temas relacionados con cultivos, otros.

La investigación científica, se desarrollará en un periodo de 4 meses aproximadamente.

Científicos ciudadanos que han participado en la investigación



Siembra Tunga Norte



Construcción parcela experimental, Pisco Elqui



Taller suelo Combarbalá



Rodrigo Álvarez en capacitación de quínoa, Combarbalá



Alejandra Gallegos en capacitación de quínoa en El Romero, La Serena



Cristian Fardella en terreno, Cuestecita El Maitén, Monte Patria

¡Cuidemos el agua!

En nuestra región nos encontramos en crisis hídrica debido al descenso de las precipitaciones y la vulnerabilidad de los glaciares cordilleranos. Dependemos del agua para sobrevivir, tanto la flora y fauna, la agricultura y todo nuestro entorno en general. Es hora de ser responsables y cuidar el agua, ¡Nuestro más preciado recurso!

Climas regionales



Zona Costera: Estepárico costero o nuboso; su influencia se extiende hasta 40 km al interior por medio de los valles transversales y quebradas.
Características: Abundante nubosidad y humedad, con temperaturas moderadas.



Zonas Interiores: Sobre los 800 msnm, se sitúa el clima de estepa templado-marginal.
Características: Sequedad del aire y ausencia de nubosidad. Temperaturas mayores que en la costa, las precipitaciones no son tan abundantes y los períodos de sequía son característicos.



Zonas Cordilleranas: Sobre los 3.000 metros de altitud, se localiza el clima estepa frío de montaña.
Características: Temperaturas bajas y nieves permanentes que constituyen un aporte significativo de agua en el período estival.

 Cuencas hidrográficas, ríos y riveras



Datos sobre los recursos hídricos regionales - 2013

PROVINCIA DE ELQUI

Promedio de precipitación: 93,6 mm
Déficit: -42,6 mm

Río Elqui

¿Dónde nace? A los 815 msnm en la Cordillera de Los Andes. Sus principales afluentes -en época de deshielo- son el río Turbio y Claro.

Caudal: 8,88 m³/s

Demanda de usuarios: 15,3 m³/s

Principal demanda: Agrícola con un 13,48m³/s

Balance: - 6,41 m³/s

PROVINCIA DE LIMARÍ

Promedio de precipitación: 133,6 mm
Déficit: -47,3 mm

Río Limarí

¿Dónde nace? El Río Limarí nace por la unión de los ríos Grande y Hurtado, que se forman a 4.500 msnm en la cordillera.

Caudal: 9,74 m³/s

Demanda de usuarios: 23,15 m³/s

Principal demanda: Agrícola con un 21,68m³/s

Balance: - 13,41 m³/s

PROVINCIA DE CHOAPA

Promedio de precipitación anual: 245,6 mm
Déficit: -60,5 mm

Río Choapa

¿Dónde nace? En el sur de la región a los 1.000 msnm aprox. Los ríos Tocolnal e Illapel son sus principales afluentes.

Caudal: 8,05 m³/s

Demanda de usuarios: 16,13 m³/s

Principal demanda: Agrícola con un 13,48m³/s

Balance: - 8,08 m³/s



2. PRIMERA ETAPA: LA PREGUNTA

2.1. Observación

La continua escasez hídrica ha generado una crisis en la producción agrícola tradicional de la región, dado que los requerimientos de agua para la producción agrícola son mayores a la disponibilidad actual de este recurso.

2.2. Concepto de fondo

El cultivo de quínoa y sus diversas variedades presentan características fisiológicas particulares que les permiten crecer en condiciones de suelos diversos y de escasez hídrica, dado que requieren una menor cantidad de agua para su desarrollo.

En nuestro país se cultivan diferentes variedades, que presentan características particulares que le permiten mejores rendimientos en lugares con distintas condiciones ambientales. Por ejemplo, la variedad Regalona, es una semilla de origen chileno-ecuatoriano, cultivada en la zona sur de Chile y que tiene alto rendimiento, índice de cosecha y peso. Por otra parte, la variedad campesina Paredones, es una semilla que proviene de la zona centro de nuestro país y generalmente tiene un comportamiento más eficiente bajo condiciones de riego óptimo.

2.3. Inquietud ciudadana

Resultaría interesante saber si existen diferencias en el comportamiento fenológico y rendimiento entre dos variedades, en sectores de diferentes condiciones microclimáticas de la Región de Coquimbo, de manera de orientar a los productores agrícolas en la elección de la mejor variedad de quínoa en términos de desempeño productivo, para cultivar en su terreno.

Por tanto, si comparamos entre distintas variedades de quínoa, ¿Cuál de ellas tendría un mejor desempeño en la Región de Coquimbo?

2.4. Pregunta de trabajo

¿Cómo varían el crecimiento y rendimiento de dos variedades de quínoa sometidos a dos regímenes de riego distintos, evaluado en la Región de Coquimbo?

3. SEGUNDA ETAPA: LA ACCIÓN

Durante esta segunda fase del ciclo de indagación, pasaremos por tres etapas: (1) Diseño experimental y cultivo, (2) monitoreo del experimento y registro de datos y (3) resultados.

**¡Comencemos
la aventura
de hacer ciencia!**

Para entender mejor lo propuesto, considera lo siguiente:

¿Qué se va a comparar?

Nuestra comparación será a partir de dos variables:

- 2 variedades de quínoa: **Variedad 1:** _____, **Variedad 2:** _____
- 2 regímenes de riego: Una vez por semana y semana por medio.

¿Cuál será un caso?

Llamaremos caso a cada **parcela experimental**, la cual será de 2,5 x 5 m de largo en cada sitio de estudio. En ella estarán cada uno de los tratamientos resultantes de la combinación de las variedades y niveles de riego. En nuestra investigación tendremos cuatro tratamientos con su simbología:

Variedad 1 regadío una vez por semana

V1 A+

Variedad 2 regadío una vez por semana

V2 A+

Variedad 1 regadío semana por medio

V1 A-

Variedad 2 regadío semana por medio

V2 A-

¿Dónde y cómo se distribuyen los casos?

Tendremos un mínimo de tres parcelas experimentales por cada provincia de la Región de Coquimbo (Elqui - Limarí - Choapa).

¿Cuántos casos se examinarán?

Examinaremos un mínimo de 9 casos (parcelas experimentales) en total de toda la región.

¿Qué se va a medir?

Durante el desarrollo de nuestro experimento vamos a considerar dos grandes conceptos, para lo cual determinaremos las variables a medir en cada uno:

1. Crecimiento: Registro de la altura y anchura de la planta a medida que completa su ciclo de desarrollo. El registro de cada una de las etapas de desarrollo de la planta (estados fenológicos), verificará el cambio de la variable crecimiento a través del tiempo.

2. Rendimiento: Registro de cantidad de las panojas totales y peso de los granos por cada parcela.

Existen también otros factores que pueden influir en el crecimiento y rendimiento de las plantas. Por ellos vamos a registrar también lo siguiente:

1. Visitantes: Registro de los bichos y hongos que visitan nuestras plantas de quínoa.

2. Suelo: Registro del tipo de suelo mediante un análisis de textura.

¿Cuándo se realizará el experimento?

El cultivo de la quínoa debe iniciarse con una siembra de primavera, entre septiembre y octubre idealmente, con una fecha de cosecha entre febrero y marzo aproximadamente. Sin embargo, existen variedades altiplánicas de quínoa que pueden ser sembradas durante otoño (abril). Entre la fase vegetativa, reproductiva y maduración transcurre un total de 16 semanas aproximadamente. Guíate con la infografía "Etapas de desarrollo de la quínoa".





Etapas de desarrollo de la quínoa

Las etapas de desarrollo, son aquellas en las que se observan cambios en el crecimiento de la planta. Se clasifican en 12 fases:

Partes de la quínoa



GERMINACIÓN: Surgimiento de la planta del suelo.

HOJAS COTILEDONALES: Aparición de las primeras hojas embrionarias de la planta.

DOS HOJAS VERDADERAS: Surgimiento de dos hojas verdaderamente extendidas.

HOJAS VERDADERAS EXTENDIDAS: Dos pares de hojas completamente extendidas.

SEIS HOJAS VERDADERAS: Tres pares de hojas verdaderas extendidas.

RAMIFICACIÓN: Ocho pares de hojas verdaderas extendidas y caída de las hojas cotiledonales.

PANOJAMIENTO: La inflorescencia (panoja) sobresale por encima de las hojas superiores.

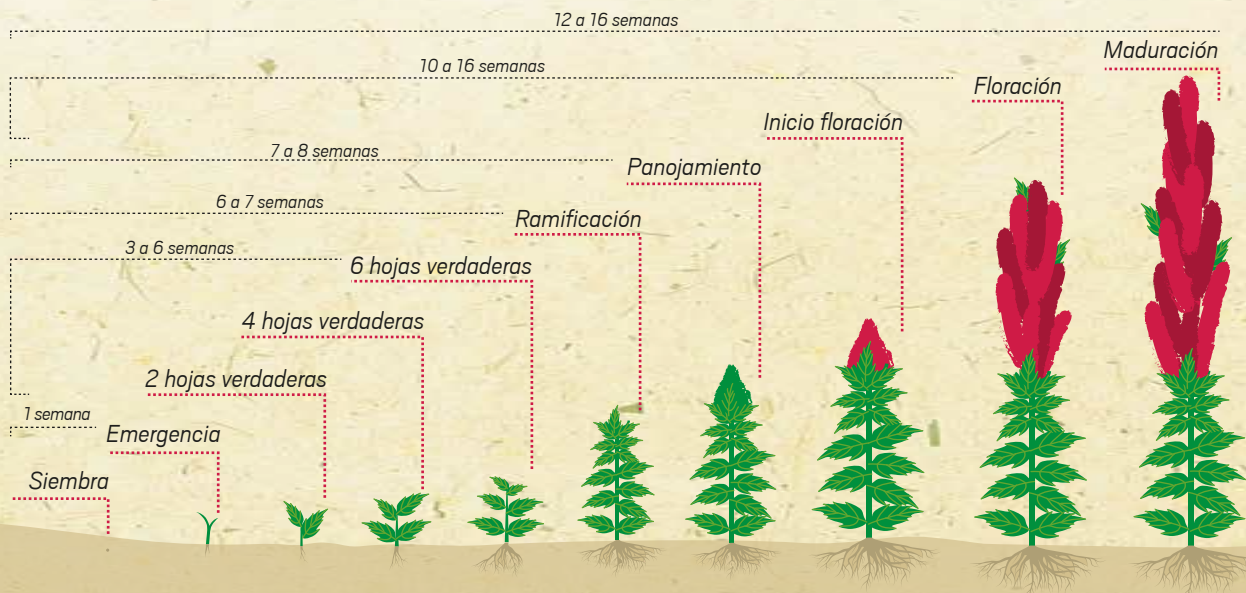
INICIO DE FLORACIÓN: Apertura de la flor en su parte apical.

FLORACIÓN: Cuando un 50% de las floraciones principales se encuentran abiertas.

GRANO LECHOSO: Cuando al presionar los granos sale un líquido lechoso.

PASTOSO: Cuando al presionar los granos resulta una consistencia pastosa.

MADURACIÓN FISIOLÓGICA: Cuando los granos están duros y no pueden ser penetrados por las uñas.



3.1. DISEÑO EXPERIMENTAL Y CULTIVO

3.1.1. Materiales

- Área de suelo total de 12,5 m² (5 m de largo y 2,5 m de ancho).
- 4 Letreros que señalen a cada tratamiento dentro de la parcela experimental (V1A+, V2A+, V1A-, V2A-).
- Huincha de medir.
- Herramientas: azadón, pala y rastrillo.
- 15 g por cada variedad de semillas. En el presente manual se utilizarán dos variedades de quínoa. Esto significa que por cada camellón (línea de cultivo se suelo mullido y en altura) necesitaremos 1,25 g de una variedad, que equivale a un tubo pequeño colmado de semillas (Figura 2).
- Consumo de agua total aproximado de 3,125 m³ para las 16 semanas de cultivo. El tipo de riego es capacidad de campo (*) por los surcos (fondo) del camellón.

(*) Quiere decir que debemos regar hasta que el suelo se sature de agua y deje de absorberla.

3.1.2. Preparación del terreno

1. Para comenzar el trabajo delimitemos el área que utilizaremos para el cultivo, esto es un rectángulo de 5 m de largo y 2,5 m de ancho.
2. Preparemos el suelo para la siembra: Removamos el suelo, eliminemos toda maleza, piedras u elementos que puedan evitar el crecimiento de nuestras plantas de quínoa.
3. Dividamos el terreno en 4 tratamientos iguales (Figura 3).
4. En cada tratamiento, formemos 6 camellones (surcos de cultivo) separados por 40 cm entre sí (Figura 4).

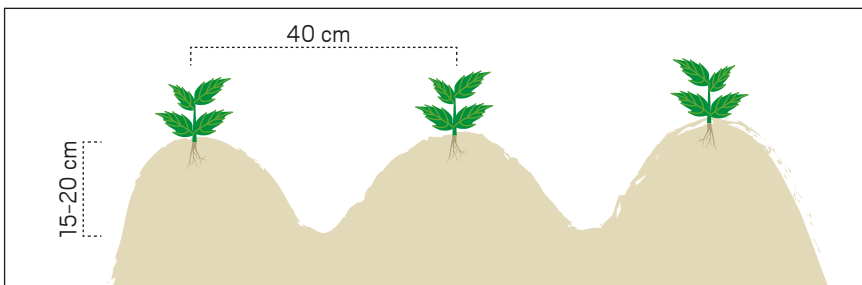


Figura 4. Siembra de semillas en cada camellón y distribución de los camellones en la parcela.

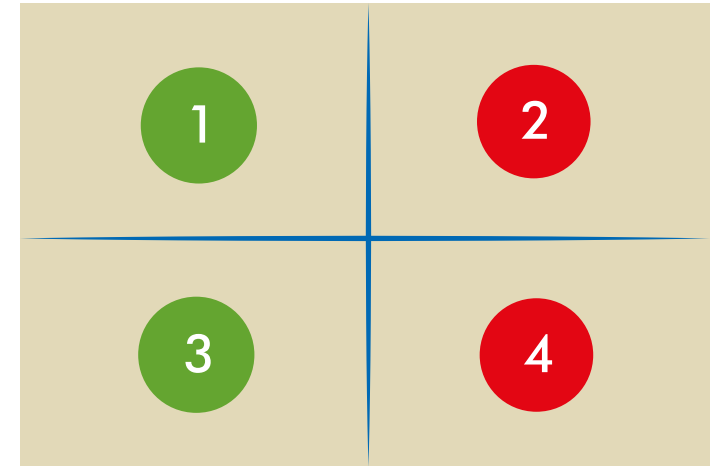


Figura 3. Representación de la división del terreno en 4 tratamientos.



Figura 2. Se necesita 1 g de semilla por 1 m lineal. Ejemplo: 1,25 g es la cantidad necesaria para sembrar por cada camellón en esta investigación, representado en un tubo.

3.1.3. Siembra y cuidado de las plantas

1. Ahora que ya tenemos nuestra parcela experimental lista para la siembra, separaremos cada tratamiento. Los cuadrantes 1 y 4 corresponderán a la variedad 1, y los cuadrantes 2 y 3 a la variedad 2. A su vez, los cuadrantes 1 y 3 tendrán un régimen de agua de una vez por semana, y los cuadrantes 2 y 4 tendrán un regadío de semana por medio.

2. Instalemos los letreros de identificación según la siguiente simbología. Guiémonos por la figura 5:

- a. V1A + : Variedad 1 regadío **una vez por semana** a capacidad de campo
- b. V2A + : Variedad 2 regadío **una vez por semana** a capacidad de campo
- c. V1A - : Variedad 1 regadío **semana por medio** a capacidad de campo
- d. V2A - : Variedad 2 regadío **semana por medio** a capacidad de campo

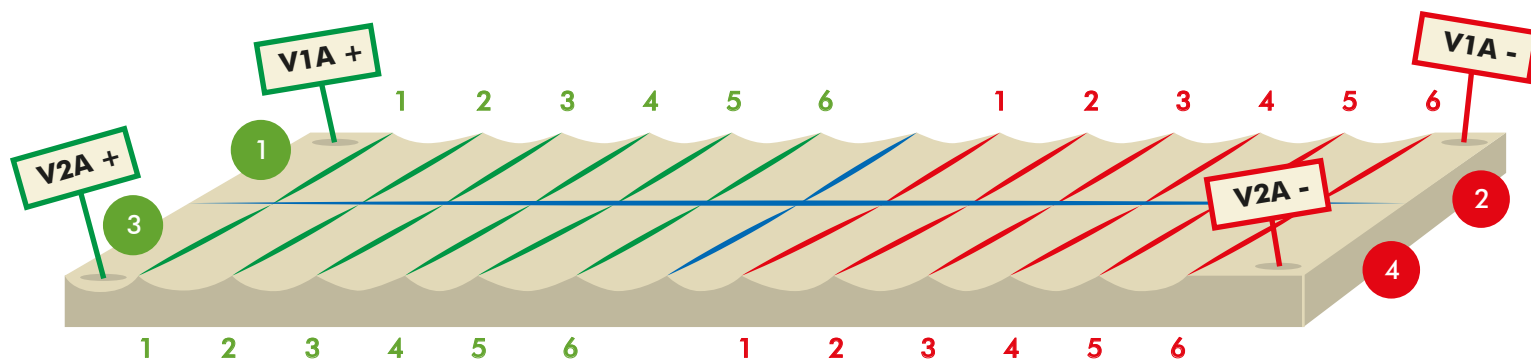


Figura 5. Esquema de la distribución de los camellones y tratamientos en la parcela experimental.

3. Teniendo bien identificado cada tratamiento en su cuadrante, sembraremos **1,25 gramos de semillas por cada camellón**.

4. Ahora que ya tenemos sembrada nuestras quínoas, debemos darle un buen cuidado durante todo el proceso de crecimiento y maduración de la planta, el cual puede durar aproximadamente 16 semanas. Recuerda que debemos regar los tratamientos según su régimen de agua, es decir 1 y 3 una vez por semana (cuadrante verde) y 2 y 4 semana por medio (cuadrante rojo).

Te recomendamos regar temprano por la mañana o al atardecer para evitar la evapotranspiración, que es la cantidad de agua del suelo que vuelve a la atmósfera como consecuencia de la evaporación y de la transpiración de las plantas. También vigila que las aves no consuman los brotes germinados y emergentes del suelo y que no lleguen conejos o liebres a comerse las hojitas tiernas que son muy preferidas por estos animalitos.

Ya estamos listos para comenzar el trabajo práctico ¡MANOS A LA OBRA!

3.2. MONITOREO DEL EXPERIMENTO Y REGISTRO DE DATOS

A medida que va pasando el tiempo, observaremos cambios en las plantas de quínoa. Estos eventos serán muy importantes para saber que tratamiento, que involucra la variedad de semilla y el régimen de agua, resultará más efectivo para nuestra región. Por tanto, en cada fase del experimento registraremos una serie de datos según **tres** criterios muy importantes (1) Crecimiento, (2) rendimiento y (3) otros factores. Revisamos el siguiente calendario resumen (Tabla 1) para guiarnos durante el monitoreo del experimento:

Tabla 1. Calendario con las actividades de monitoreo del experimento y registro de los datos.

SEMANA	FECHA	REGISTROS	FASES DE DESARROLLO	ACTIVIDAD
1-16	___ / ___ / 20__	Plagas y enfermedades	-	Observación de llegada de plagas y hongos
1	___ / ___ / 20__	Crecimiento	-	Siembra (día 1)
1	___ / ___ / 20__	Crecimiento	Vegetativa - Emergencia	Fecha emergencia
6-16	___ / ___ / 20__	Crecimiento	Ramificación	Registro de altura y ancho plantas
7-8	___ / ___ / 20__	Crecimiento	Reproducción - Panojamiento	Aparición de la panoja principal
10-12	___ / ___ / 20__	Crecimiento	Reproducción - Floración	Observación de la flor
12-16	___ / ___ / 20__	Crecimiento	Estados grano	Observación aparición cada estado del grano
16	___ / ___ / 20__	Rendimiento	Reproducción	Registro del número total de panojas (laterales y principal)
16	___ / ___ / 20__	Rendimiento	Maduración	Grano duro
16	___ / ___ / 20__	Rendimiento	-	Cosecha
16	___ / ___ / 20__	Suelo	-	Registro tipo de suelo

3.2.1. Crecimiento etapas fenológicas

Consideremos las distintas etapas por las que atraviesan las plantas de quínoa (observa la infografía "Etapas de desarrollo de la quínoa"). Aquellos estados más críticos y sensibles a la falta de agua son la germinación, inicio de floración y grano lechoso. Pon especial cuidado a ellos. Además, te invitamos a hacer registros fotográficos a cada etapa de las plantas y compártelas vía correo electrónico (ciencia.ciudadana@ceaza.cl).

Registra aquí la fecha de siembra: ____ / ____ / ____

Fase vegetativa - Emergencia

Los cotiledones son las dos primeras hojas que emergen de la semilla (Figura 6). Al respecto, realicemos lo siguiente:

1. Observemos las plantas durante la **primera semana**.
2. Determinemos el porcentaje de cotiledones que han emergido por cada cuadrante.
3. Registremos la información en la Tabla 2.



Figura 6. Primer cotiledón de quínoa, en el cual se distinguen las dos primeras hojas que emergen de la semilla.

Fase reproductiva - Panoja principal

Hemos entrado a la segunda fase del desarrollo fenológico de nuestras plantas, la fase reproductiva. Durante esta fase vamos a identificar a las **panojas**, que son el conjunto de espigas que nacen de un mismo tallo y que se ramifican a su vez en nuevas espigas o racimos (Figura 7).



Figura 7. Aparición de la panoja principal de las plantas de quínoa.

Realicemos lo siguiente:

1. A partir de la **semana 7**, observemos las plantas cada dos días.
2. Según criterio del observador, indiquemos la fecha en la que el 80% de las plantas, presenta la panoja principal en cada tratamiento. Guiémonos por la figura 6 para estimar el porcentaje. Si quieres ser más exacto aplica la Fórmula 1 (elige uno de los dos métodos).
3. Registremos la información en la Tabla 2.

Fórmula 1:

$$\% \text{ plantas con panojas} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de plantas con panojas} \times 100\%}{\text{n}^\circ \text{ plantas totales}}$$

Fórmula 1. Cálculo del porcentaje de plantas con panojas por cada tratamiento.

Fase reproductiva - Floración

La entrada a la fase reproductiva de las plantas está marcada por su floración. Podemos identificar esta etapa con la aparición de la flor en la panoja y con ella, la llegada del polen (polvo amarillo). Por tanto es un momento importante de nuestras quínoas (Figura 8).

En esta fase haremos lo siguiente:

1. A partir de la **semana 10**, observemos las plantas cada dos días.
2. Indiquemos la fecha en cuando observemos que el 80% de las panojas de cada tratamiento ya florecieron, a criterio del observador. Guiémonos por la figura 8 o por la fórmula 2 (elijamos uno de los dos métodos).
3. Registremos la información en la Tabla 2.

Fórmula 2:

$$\% \text{ plantas con polen} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de plantas con polen} \times 100\%}{\text{n}^\circ \text{ plantas totales}}$$

Fórmula 2. Cálculo del porcentaje de plantas en floración por cada tratamiento.



Figura 8. Panoja principal de las plantas de quínoa

Fase maduración - Llenado de grano

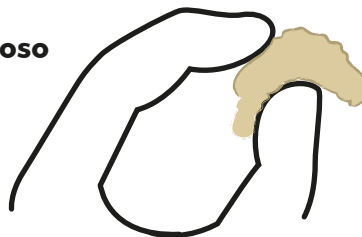
A partir de aproximadamente la **semana 12**, observaremos que nuestras quínoas empiezan a formar **granos**. Éstos atraviesan tres estados distintos:

(1) Lechoso, (2) pastoso y (3) duro (Figura 9). El grano duro indicará que la planta ha llegado a su madurez, cerca de la semana 16. Identificaremos el estado del grano cuando al apretarlo con la uña, no puede ser penetrado.

(1) Lechoso



(2) Pastoso



(3) Duro

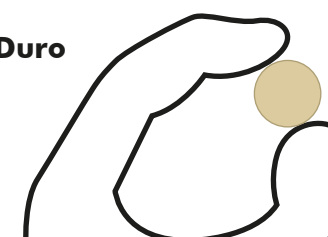


Figura 9. Fases por la que atraviesan los granos de la quínoa: (1) Lechoso, (2) pastoso y (3) duro.

Una vez que el grano este formado, vamos a medir en qué estado se encuentra (lechoso, pastoso o duro). Realiza lo siguiente:

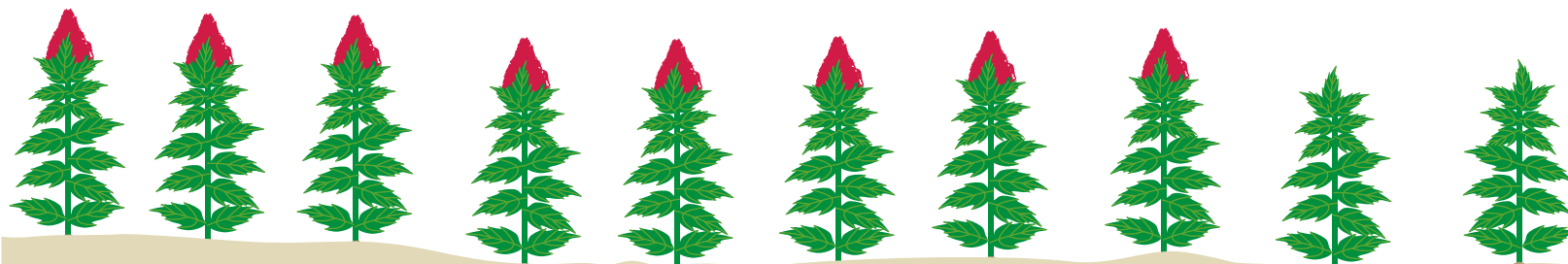
1. Seleccionemos 6 plantas al azar por cada tratamiento (1 por cada camellón), las plantas deben ser aquellas otras, a las cuales no se les medirá su crecimiento y las panojas.
2. De aquellas plantas, identifiquemos la panoja principal.
3. Cortemos varios granos de quínoa de dichas panojas principales.
4. Presionemos los granos con las uñas para verificar su resistencia.
5. Registremos la fecha en la que el 80% de los granos se encuentra en estado **(1) Lechoso**.

6. Repitamos los pasos 3-4 y registremos la fecha en la que el 80% de los granos se encuentra en la fase **(2) Pastoso**.
7. Finalmente repitamos los pasos 3-4 y registremos la fecha en la que el 80% de los granos se encuentra en la fase **(3) Duro**.
8. El registro debe ser a criterio del propio observador, para esto guiémonos por la figura 10 o si queremos ser más exactos, apliquemos la fórmula 3 (elige uno de los dos métodos):
9. Registremos esta información en la Tabla 2.

$$\text{Fórmula 3: \% estado de grano} = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ de granos en estado (lechoso, pastoso o duro)}}{\text{n}^{\circ} \text{ granos totales}} \times 100\%$$

Fórmula 3. Cálculo del porcentaje de plantas en la fase de llenado de grano para cada tratamiento.

Importante: Al entrar a la fase de grano duro, **¡Debemos dejar de regar las plantas por 2 o 3 semanas para secar el grano!** Esto es debido a que la presencia de agua es perjudicial para el grano duro, ya que le hace perder calidad y sabor. El tiempo designado es una estimación promedio del periodo, en que la planta se seque y los granos maduren en la mata.



80% | 8 de cada 10 plantas presentan panoja

Figura 10. Ejemplo de la estimación del porcentaje de plantas con panojas por cada tratamiento. Este misma estimación puede ser usada para las siguientes etapas fenológicas (floración y fases del grano).

Tabla 2. Registro de la fechas importantes en la fenología de la planta de quínoa. Cuando estime que la mayoría de las plantas en todos los camellones han emergido en un 80%, según criterio del observador.

Tratamiento	% de emergencia de cotiledones día 8	Fechas aparición panoja en 80% de plantas	Fechas floración 80% de las plantas	Fechas 80% grano lechoso	Fechas 80% grano pastoso	Fechas 80% grano duro
V1A +						
V2A +						
V1A -						
V2A -						

3.2.2. Largo y ancho

A partir de la **semana 3** de cultivo de quínoa, vamos a registrar el crecimiento de las plantas, considerando las variables **altura** (medida desde el suelo hasta la hoja de más arriba) y **anchura** (medida en el punto medio de la planta a la misma hora del día).

Para esta sección, debemos hacer lo siguiente:

1. Por cada TRATAMIENTO establezcamos una línea diagonal imaginaria que atraviese todos los camellones y pase por **una planta por cada camellón**.
2. Seleccionemos esta **única planta por cada camellón** y marquémola con una cinta de tela, teniendo un total de 6 plantas por cada cuadrante. Observa la figura 11 para guiarte.

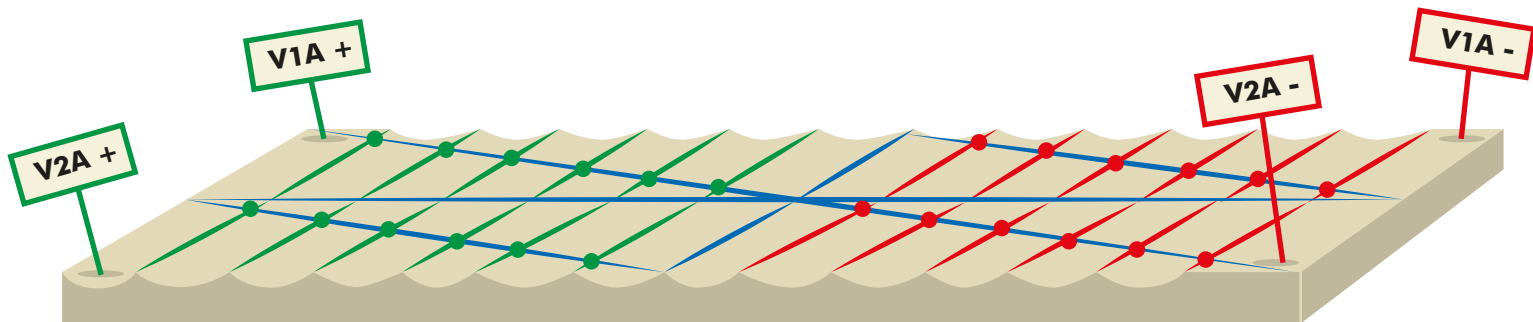
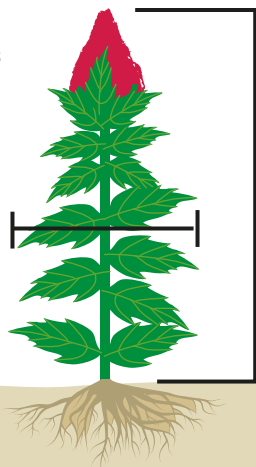


Figura 11. Esquema de la distribución de plantas que serán monitoreadas en cuanto a su crecimiento (alto y ancho).

3. A partir de la tercera semana llevaremos el registro del crecimiento (alto y ancho). Haremos esto semana por medio. Para tomar las medidas consideremos el siguiente esquema (Figura 12):

Ancho: punto medio de la planta, de hoja a hoja.



Alto: desde el suelo hasta la última hoja de tu planta.

Figura 12. Esquema con las mediciones de alto y ancho a la planta de quínoa.

4. Registremos la información en las Tablas 3 a 9 a medida que vayamos tomando los datos por semana. Hay que recordar que las semanas serán 3, 5, 7, 9, 11, 13 y 15.

Tabla 3. Registro del crecimiento (altura y anchura) a la **semana #3** de cultivo de quínoa.

Cuadrante:	V1A +		V2A +		V1A -		V2A -	
Camellón / Medida	Alto	Ancho	Alto	Ancho	Alto	Ancho	Alto	Ancho
1								
2								
3								
4								
5								
6								
Promedio								

Tabla 4. Registro del crecimiento (altura y anchura) a la **semana #5** de cultivo de quínoa.

Cuadrante:	V1A +		V2A +		V1A -		V2A -	
Camellón / Medida	Alto	Ancho	Alto	Ancho	Alto	Ancho	Alto	Ancho
1								
2								
3								
4								
5								
6								
Promedio								

Tabla 5. Registro del crecimiento (altura y anchura) a la **semana #7** de cultivo de quínoa.

Cuadrante:	V1A +		V2A +		V1A -		V2A -	
	Alto	Ancho	Alto	Ancho	Alto	Ancho	Alto	Ancho
Camellón / Medida								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
Promedio								

Tabla 6. Registro del crecimiento (altura y anchura) a la **semana #9** de cultivo de quínoa.

Cuadrante:	V1A +		V2A +		V1A -		V2A -	
	Alto	Ancho	Alto	Ancho	Alto	Ancho	Alto	Ancho
Camellón / Medida								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
Promedio								

Tabla 7. Registro del crecimiento (altura y anchura) a la **semana #11** de cultivo de quínoa.

Cuadrante:	V1A +		V2A +		V1A -		V2A -	
Camellón / Medida	Alto	Ancho	Alto	Ancho	Alto	Ancho	Alto	Ancho
1								
2								
3								
4								
5								
6								
Promedio								

Tabla 8. Registro del crecimiento (altura y anchura) a la **semana #13** de cultivo de quínoa.

Cuadrante:	V1A +		V2A +		V1A -		V2A -	
Camellón / Medida	Alto	Ancho	Alto	Ancho	Alto	Ancho	Alto	Ancho
1								
2								
3								
4								
5								
6								
Promedio								

Tabla 9. Registro del crecimiento (altura y anchura) a la **semana #15** de cultivo de quínoa.

Cuadrante:	V1A +		V2A +		V1A -		V2A -	
	Alto	Ancho	Alto	Ancho	Alto	Ancho	Alto	Ancho
Camellón / Medida								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
Promedio								

3.2.3. Rendimiento

Ya hemos llegado a la parte final de nuestro cultivo de quínoa ¡Felicitaciones! En estos últimos registros, vamos a fijarnos en nuestras panojas. Para ello primero identifiquemos la panoja principal, que es aquella que crece en la parte central de la planta, y diferenciémosla de las panojas laterales, que crecen por el costado y son de menor tamaño (Figura 13). En esta sección vamos a medir el rendimiento de nuestras plantas, mediante dos variables: (1) Número de panojas totales y (2) peso del grano por cada tratamiento.



Figura 13. Identificación de las panojas principales y laterales de la planta de quínoa.

Plantas de quínoa

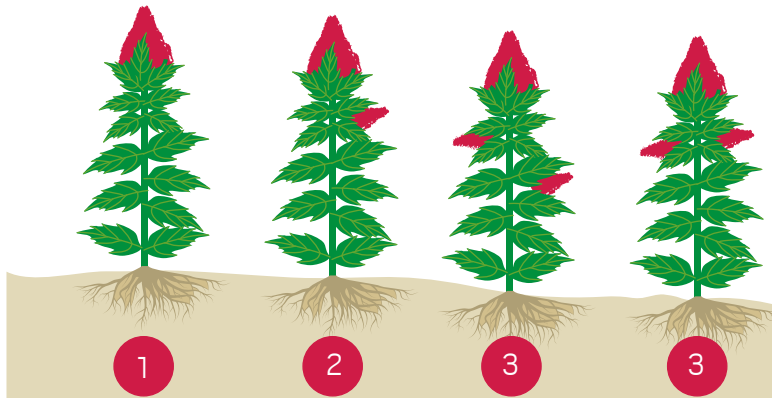


Figura 14. Esquema de cómo determinar el porcentaje de panojas por planta.

Número de panojas totales

Cuando llegemos a la semana 16 del cultivo de quínoa, realizaremos lo siguiente:

1. Dentro del tratamiento V1A+, contemos el número de panojas totales de cada una de las plantas por camellón. Registremos la información en la Tabla 10.
2. Repitamos lo mismo para los tratamiento V2A+ (Tabla 11), V1A- (Tabla 12) y V2A- (Tabla 13).
3. Para calcular el promedio debemos sumar la cantidad de panojas de todas las plantas del camellón y luego dividirlo por la cantidad de plantas que tienes en el mismo camellón. Guiémonos con la Figura 14 para determinar el promedio.

Nº panojas

$$\text{Promedio} = \frac{(1+2+3+3)}{4} = 2,25 \text{ panojas por cada planta}$$

Tabla 10. Registro de panojas totales de quínoa para todas las plantas del **tratamiento V1A+**. Importante: Los valores de cantidad de panojas totales por cada planta, deben estar separados por coma, ejemplo (3,10,7,8....)

Camellón	Nº total de plantas	nº de panojas totales por cada planta (incluir valores por cada planta separados por coma)	Promedio de panojas totales para cada camellón
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Tabla 11. Registro de panojas totales de quínoa para todas las plantas del **tratamiento V2A+**. Importante: Los valores de cantidad de panojas totales por cada planta, deben estar separados por coma.

Camellón	Nº total de plantas	Nº de panojas totales por cada planta (incluir valores por cada planta separados por coma)	Promedio de panojas totales para cada camellón
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Tabla 12. Registro de panojas totales de quínoa para todas las plantas del **tratamiento V1A-**. Importante: Los valores de cantidad de panojas totales por cada planta, deben estar separados por coma.

Camellón	Nº total de plantas	Nº de panojas totales por cada planta (incluir valores por cada planta separados por coma)	Promedio de panojas totales para cada camellón
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Tabla 13. Registro de panojas totales de quínoa para todas las plantas del **tratamiento V2A-**. Importante: Los valores de cantidad de panojas totales por cada planta, deben estar separados por coma.

Camellón	Nº total de plantas	Nº de panojas totales por cada planta (incluir valores por cada planta separados por coma)	Promedio de panojas totales para cada camellón
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Cosecha

El rendimiento y la calidad del grano estarán directamente relacionados con el momento oportuno en que se realice la cosecha. Este tiempo preciso de cosecha será cuando el grano presente aproximadamente un 30% de humedad (Tabla 15). Si la cosecha se realiza en otro momento, disminuirá el

rendimiento por desgrane, debido a factores bióticos (ej. aves que ataquen el grano, plagas, otros) y abióticos (ejemplo: viento, lluvia, otros), o perderíamos propiedades nutricionales del grano. Por tanto, observa las características de la planta (Figura 15) y guíate por la Tabla 15.

Tabla 15. Humedad del grano a considerar para la cosecha

% Humedad del grano	Mayor al 30%	30%	Menor al 30%
Consideraciones	Germinación de los granos en la panoja. Pérdida de calidad y color. Oxidación del grano.	Momento óptimo para cosecha.	Punto crítico: Humedad del 12 a 16% (grano no muy seco, ni muy húmedo). El grano se desprende de la panoja en el momento del corte.
Indicadores	Humedad ambiental alta. Lluvias previas a la cosecha.	El 50% de la planta está seca. Se detectará cuando se observe que la planta presenta la mitad de sus hojas amarillas.	La planta está totalmente seca.

Momentos de cosecha manual



Figura 15. Características de la planta para el momento de la cosecha.

La cosecha manual consta de las siguientes 6 etapas (Figura 16):

Cosecha manual

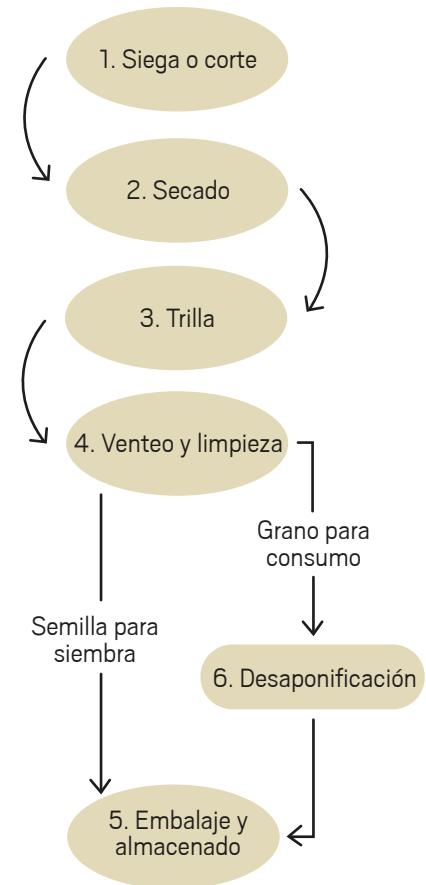


Figura 16. Pasos para la cosecha de la quínoa.

I. Siega o corte

El corte de la planta lo debemos realizar a 5 a 8 cm de la base del suelo con una segadera, con el fin de no contaminar los granos de la panoja con residuos, piedrecillas u otros (Figura 17).

II. Secado

Para el caso de nuestra parcela experimental, debemos situar una lona en el piso y disponer en forma horizontal las plantas de quínoa. Dejaremos secar la planta hasta que el grano alcance una humedad del 12 a 16 % aproximadamente (nivel de humedad intermedio), esto se logra después de 7 a 14 días. Un indicador para verificar si el secado ha sido efectivo, será cuando observes que la planta se encuentra crujiente (paja).

III. Trilla

La trilla es el proceso en el que se separa el grano de la paja. Para este proceso es importante asegurarnos que el grano presente una humedad del 12 a 16%, tal como se explicó en la etapa anterior. Cubriremos con la misma lona nuestras plantas secas y podemos utilizar diversos métodos para trillar, tales como: pisotear, emplear palos,, animales de carga, utilizando ruedas de vehículos u otra manera para realizar la separación.

IV. Venteo y limpieza

Este proceso se efectúa cuando la trilla se realizó de forma manual, de tal manera que necesitamos separar residuos sobrantes y restos de paja del grano, para eso aplicaremos la técnica del venteo y limpieza. Debido a que las impurezas son menos densas que el grano de quínoa, aprovecharemos las corrientes de aire para que nuestro grano quede posicionado en la parte inferior del tratamiento por su mayor peso. Luego, nos preocuparemos de extraer cualquier residuo y limpiar completamente las semillas. Si la trilla se ejecutó con máquinas trilladoras, el venteo y limpieza se realiza de manera simultánea.

V. Embalaje y almacenamiento

Empaquetar y almacenar el producto obtenido de forma adecuada, protegerá la pérdida de grano por diversos factores. Las semillas se deben

Importante:

Se recomienda realizar esta labor temprano por la mañana, debido a las condiciones de humedad en el ambiente.

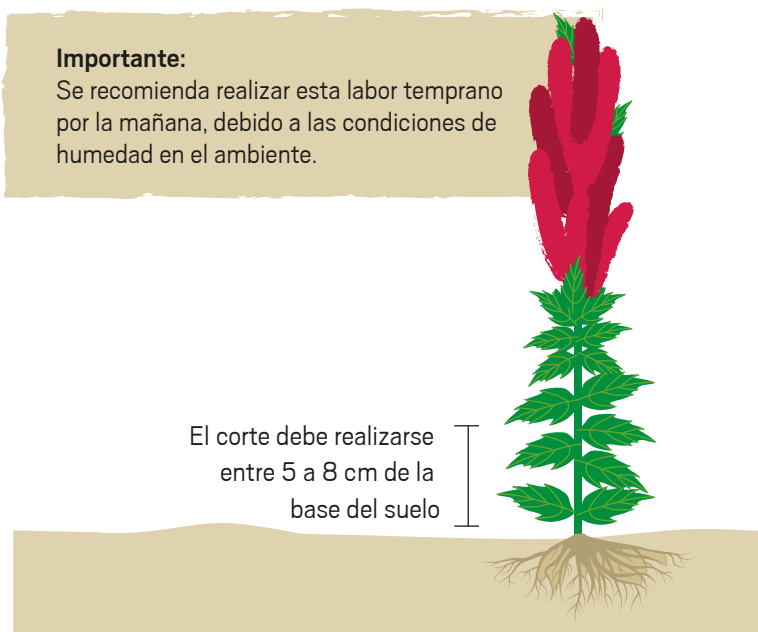


Figura 17. Cortado de la planta al momento de la siega

embalar idealmente en sacos de algodón y almacenar en lugares frescos, secos, bien aireados y a temperatura ambiente.

Peso de granos por cada tratamiento

Respecto al peso de los granos:

1. Debemos realizar la cosecha, trilla y limpieza de grano de cada tratamiento por separado, teniendo cuidado de no combinar ni perder grano.
2. Una vez que las hayamos separado la paja y residuos del grano. Ahora pesemos los granos de cada tratamiento en una balanza.
3. Registremos estos valores en la Tabla 16.
4. No olvidemos que luego de pesar los granos se debe embalar y almacenar las semillas.

Tabla 16. Registro del peso de los granos de cada tratamiento, una vez realizada la cosecha.

Peso (g) de granos por cada tratamiento				
Tratamiento:	V1A +	V2A +	V1A -	V2A -
Peso (gramos)				

VI. Desaponificación

Si queremos obtener un grano para el consumo alimenticio, se debe realizar el procedimiento de escarificación, dejando una quínoa perlada, esto significa descascarar la semilla para quitarle la saponina. Este proceso, se lleva a cabo después del venteo y limpieza. La saponina es un detergente natural, por ende forma bastante espuma en solución acuosa y el sabor es muy amargo para el consumo humano. Por tal razón, si deseamos consumirla necesitaremos quitarle la cáscara al grano.

Porcentaje de germinación de semilla.

Si quisiéramos sembrar en el próximo periodo las semillas obtenidas de nuestra parcela experimental, debemos realizar una prueba para determinar el porcentaje de semillas que germinarán mediante un experimento sencillo, que se detalla a continuación:

Materiales

- Toalla de papel
- Agua
- 100 semillas variedad 1 de tu parcela experimental
- 100 semillas variedad 2 de tu parcela experimental

Algunos procesos para obtener un grano perlado.

1. Pelar el grano con una solución de hidróxido de sodio (soda cáustica) al 10% a una temperatura de 100° C por un tiempo de 1,5 minutos.
2. Someter los granos de quínoa a calor seco (60 a 70 °C) por 10 minutos para luego extraer la cáscara por fricción. Tamizar.
3. Descascarar la quínoa a través de la fricción y pulido del grano.



Quínoa descascarada por fricción

Metodología

1. En una toalla de papel ponga 100 semillas de quínoa de una variedad (Figura 18).

2. Mojar con abundante agua y tapar con otra capa de toalla de papel.

3. Esperar 12 horas y contar la cantidad de semillas que germinaron.

Ejemplo: De las 100 semillas que pusiste en la toalla de papel observaste que germinaron 70, tu porcentaje de germinación será de un 70%.

Cantidad de semillas en germinación = % germinación

4. Recomendaciones:

- Realiza el experimento en la noche
- Repetir el procedimiento por cada variedad de semilla

100 semillas en una toalla nova

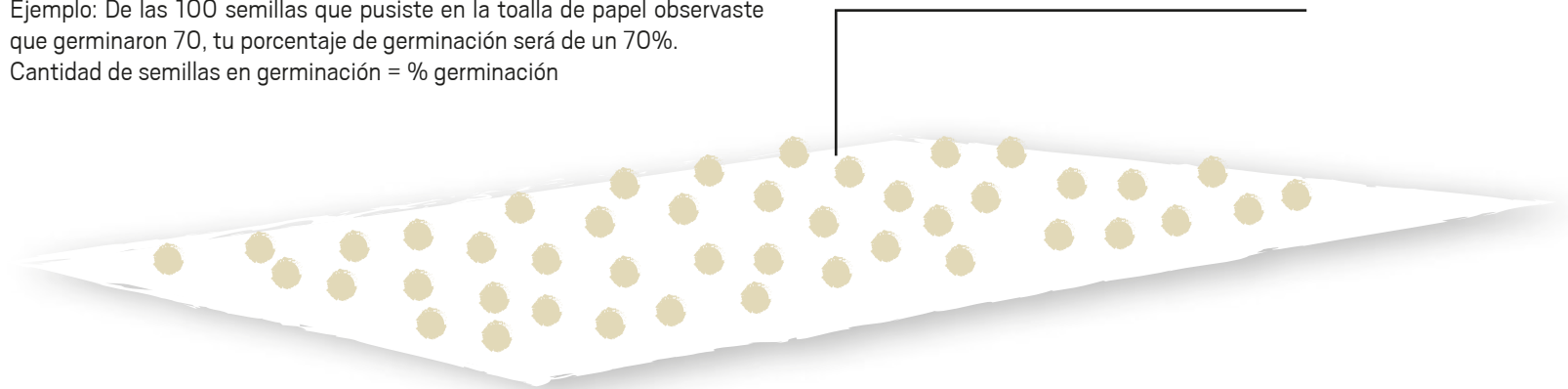


Figura 18. Procedimiento para la determinación de porcentaje de germinación.

3.2.4. Otros Factores

Existen otros factores que pueden influir en el crecimiento y rendimiento de nuestras plantas, por lo que igualmente es necesario monitorearlos durante el experimento.

3.2.4.1 Los visitantes de tu planta

Existe la posibilidad que a tu planta la visiten distintos tipos de "bichos". Estos pueden ser plagas, agentes controladores (bichos reguladores de plagas) o que se vea afectada por una enfermedad en todo su proceso de desarrollo. Las plagas más comunes pueden ser pulgones, gusanos cortadores (larvas de polillas) y moscas minadoras, la enfermedad más frecuente es el hongo (mildiu) y el controlador biológico habitual es la

chinita. Recomendamos como tratamiento de plagas el "control mecánico", el que consiste en quitar las plagas manualmente, tratando siempre de no dañar a la planta afectada.

Otro método de control seguro y fácil de preparar, es el repelente en base a extracto de tabaco (a partir de colillas de cigarrillos) o de otras plantas (ejemplo: ruda y ortiga) el que puede ser rociado sobre las parcelas y mantener las poblaciones de visitantes indeseables en niveles aceptables. Además poner ceniza en las raíces ayuda a controlar el mildiú, y el agua con saponinas de pelado de quínoa ayuda a alejar pulgones.

Los Visitantes de tus plantas

Plagas, controladores y enfermedades pueden visitar tus plantas de quínoa a lo largo de todo su desarrollo fenológico. Algunos de estos, pueden afectar al crecimiento y/o rendimiento de la planta. En tanto otros, pueden causar efectos beneficiosos.



Las **chinitas** son beneficiosas para la planta de quínoa, dado que actúa como depredadora de pulgones. Su función controladora ayuda a mantener un equilibrio biológico en los cultivos.



El **pulgón** es una plaga que afecta a varios cultivos, su acción principal es disminuir la actividad fotosintética en la planta, es decir, perjudica el crecimiento y desarrollo de la parte vegetativa de la quínoa. Su depredador principal es la chinita.



La enfermedad más frecuente de la quínoa es el **mildiu**, causada por un hongo que aloja en la planta cuando hay altos niveles de humedad (lluvias, riego en las hojas, neblinas matutinas, otros) y/o densidad (gran número de plantas de quínoa en un mismo espacio físico). Lo podemos reconocer a simple vista cuando las hojas presentan un color amarillento. El mildiu afecta directamente al crecimiento y rendimiento de la quínoa.



Se le atribuye el nombre de **mosca minadora**, porque perfora la epidermis de hoja produciendo túneles (minas) internos, para alimentarse del tejido y depositar sus larvas. Se puede identificar visualmente en la hoja, como líneas blanquecinas.



Los **gusanos cortadores** reciben ese nombre porque mastican la hoja, dejando cortes visibles en cualquier momento del día. Se recomienda control manual de esta plaga.



REGISTRO DE VISITANTES

En cada una de las actividades de monitoreo de las plantas, realicemos lo siguiente:

1. Revisemos las plantas cuidadosamente para ver si presentan alguna de estas plagas y/o enfermedades.
2. Si encontramos visitantes en las plantas, registremos la fecha, cantidad de cada bicho por planta y camellón, y cuadrante de dicha planta. Anotemos la información en la Tabla 17.
3. Idealmente tomemos fotografías cada bicho, para enviarlas por correo electrónico (ciencia.ciudadana@ceaza.cl).
4. En caso de que lleguen otros visitantes no identificables, con la ayuda de la fotografía enviada se le consultará a los científicos expertos en el tema.
5. Guiémonos por la figura 19 para estimar el porcentaje de tu planta afectada.

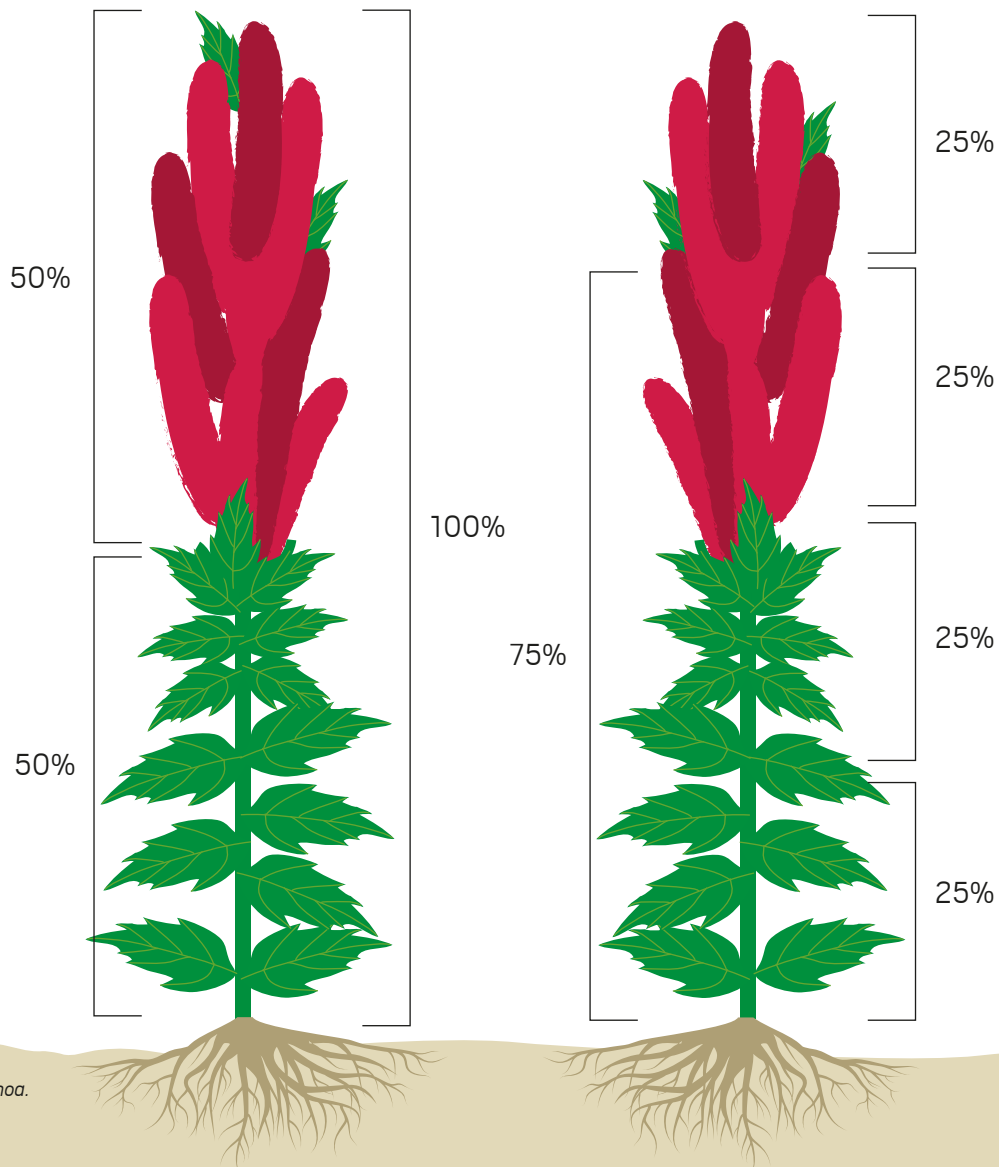


Figura 19. Estimación del porcentaje de afectación en una planta de quínoa.

Tabla 17. Registro semanal de posibles bichos (plagas, controladores o enfermedades) visitantes a las plantas de quínoa.

Visitantes	Fecha observación	Cuadrante y n ^o de camellón	n ^o de individuos por planta (en el caso de plagas)	% afectado de la planta	Tratamiento control de plagas

3.2.4.2. Descripción del suelo

Durante el transcurso del cultivo, identificaremos el tipo de suelo que tiene tu terreno. Para ello realizaremos una prueba de campo llamado análisis de textura (Figura 20), como se describe a continuación:

Materiales:

- Agua destilada
- Picota
- Pala pequeña
- Harneros
- Bandejas
- Palos de helado
- Hojas de oficio
- Envase plástico

Metodología:

FASE I: Preparación de la muestra

1. Extraer 2 kg de suelo de 5 puntos diferentes cercanos a la parcela experimental. Es decir, las muestras se tomarán a 1 m de distancia del límite de la parcela y a 20 - 30 cm de profundidad en 5 puntos, distribuidos equitativamente por el perímetro de tu parcela, tal como se muestra en la siguiente imagen:

2. Mezclar y dejar secar los 2 kg a pleno sol durante 2 días.
3. Triturar la muestra de suelo.
4. Para finalizar la preparación de tu muestra, debes tamizar el suelo con un harnero.

FASE II: Determinar el porcentaje de arena

- Introducir un puñado de muestra a un envase plástico (base de una botella de 1 ½ litro).
- Mojar con agua destilada (o purificada) y revolver hasta que se humedezca de manera uniforme el suelo.
- Moldear la muestra de suelo con tus manos hasta dejarla como una bolita del tamaño de una nuez.
- Determinar el porcentaje de arena, utilizando los siguientes parámetros (Tabla 18):



Figura 20. Análisis de textura de suelos.

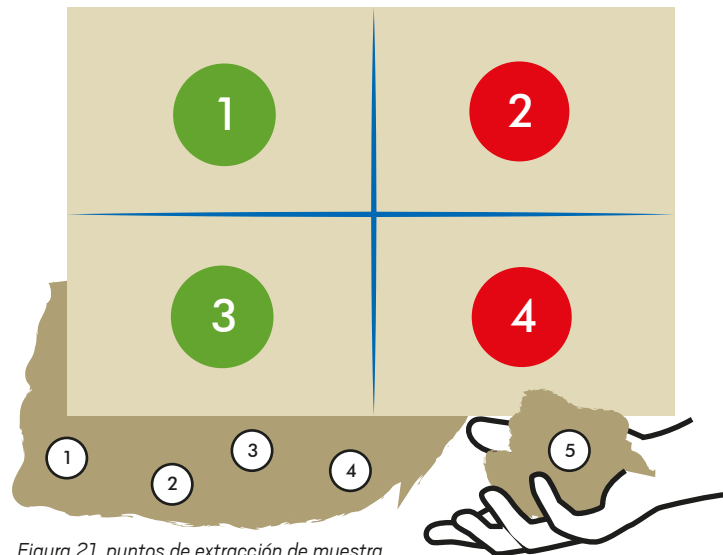


Figura 21. puntos de extracción de muestra

Tabla 18. Determinación porcentaje de arena presente en el suelo.

Resultado 1	Se forma la bolita	Contenido de arena menor al 70%
Resultado 2	Se forma, pero se rompe a los 5 minutos	Contenido de arena entre 70 – 85%
Resultado 3	No se forma bolita	Contenido de arena mayor al 85%

e. Moldear la muestra hasta dejar un rollito, similar a una bombilla, de 3 mm de espesor y 10 cm de largo. Luego unir sus extremos (Figura 21).

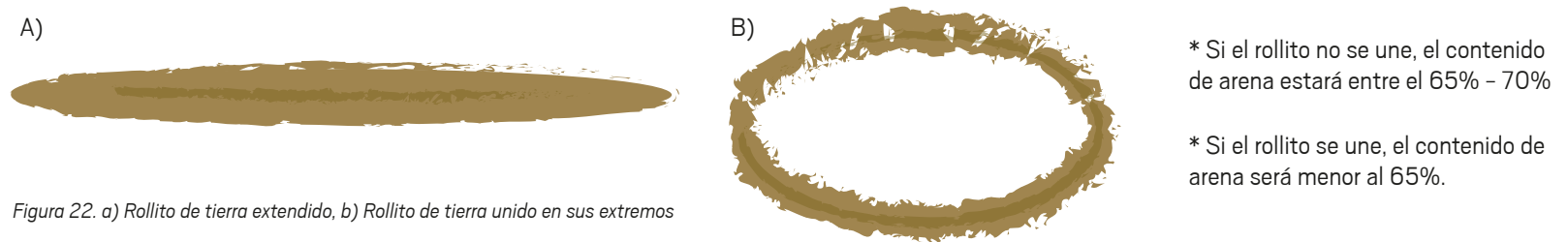


Figura 22. a) Rollito de tierra extendido, b) Rollito de tierra unido en sus extremos

f. Ahora, con la misma muestra debes hacer un rollito con 1 mm de espesor. Si el resultado es positivo, tendrás menos de un 45% de arena.

FASE III: Determinación de la textura de suelo.

- Moldea con tus manos un puñado de la muestra de suelo y forma una cinta aplanada.
- Clasifica bajo los siguientes parámetros la textura de suelo (Tabla 19):

Nomenclatura = A: Arcilla – a: Arena – F: Franco – L: Limo

Tabla 19. Determinación de la textura de suelo según formación de la cinta

Resultado 1	No forma cinta	Areno – Francoso / aF
Resultado 2	Menor a 2,5 cm de largo	Franco / F
Resultado 3	Entre 2,5 – 5 cm de largo	Franco – Arcilloso /FA
Resultado 4	Mayor a 5 cm de largo	Arcilloso / A

c. Después de la primera clasificación, debes palpar la muestra y determinar si es de textura suave, áspera o intermedia. De esta forma, podrás clasificar en rangos más específico el suelo de tu localidad (Tabla 20).

Tabla 20. Determinación de la textura de suelo sensación de textura

* Indicadores: **Suave:** En tus manos se siente como si estuvieras tocando harina (o talco) **y áspero:** En tus manos sentiras la sensación de estar tocando arena

Clasificación inicial	Suave	Áspero	Intermedio
Areno – Francoso / aF	-	-	-
Franco / F	F – Limoso / FL	F – Arenoso /Fa	F
Franco – Arcilloso /FA	FA – Limoso / FAL	FA – Arenoso / FAa	FA
Arcilloso / A	A – Limoso / AL	A – Arenoso / Aa	A

A partir del análisis, ¿Qué tipo de suelo se encuentra en tu localidad?:

3.3. RESULTADOS

Ahora que ya tenemos nuestros resultados, vamos a analizar las variables:

1. Crecimiento
2. Rendimiento
3. Visitantes de tu planta y suelo

Los datos automáticamente generarán gráficos que nos ayudarán a comprender los resultados que obtuvimos en la parcela experimental.

Ahora vamos a analizar nuestros resultados:

3.3.1. Crecimiento

Crecimiento: Etapas fenológicas

¿Cuántos días demoraron las plantas de cada uno de los tratamientos (cuadrantes) en alcanzar las distintas etapas fenológicas? Primeramente, recordemos la fecha de siembra: ___ / ___ / 20__.

Recopilemos los datos obtenidos en la Tabla 2 y completemos la siguiente información (Tablas 21-24):

Tabla 21. Fechas etapas fenológicas tratamiento **VIA +**

Etapas fenológicas	Fecha	nº total de días desde la siembra
Vegetativa - Emergencia		
Reproductiva - Panoja principal		
Reproductiva - Floración		
Maduración - Grano duro		

Tabla 22. Fechas etapas fenológicas tratamiento **V2A +**

Etapas fenológicas	Fecha	nº total de días desde la siembra
Vegetativa - Emergencia		
Reproductiva - Panoja principal		
Reproductiva - Floración		
Maduración - Grano duro		

Tabla 23. Fechas etapas fenológicas tratamiento **V1A -**

Etapas fenológicas	Fecha	nº total de días desde la siembra
Vegetativa - Emergencia		
Reproductiva - Panoja principal		
Reproductiva - Floración		
Maduración - Grano duro		

Tabla 24. Fechas etapas fenológicas tratamiento **V2A -**

Etapas fenológicas	Fecha	nº total de días desde la siembra
Vegetativa - Emergencia		
Reproductiva - Panoja principal		
Reproductiva - Floración		
Maduración - Grano duro		

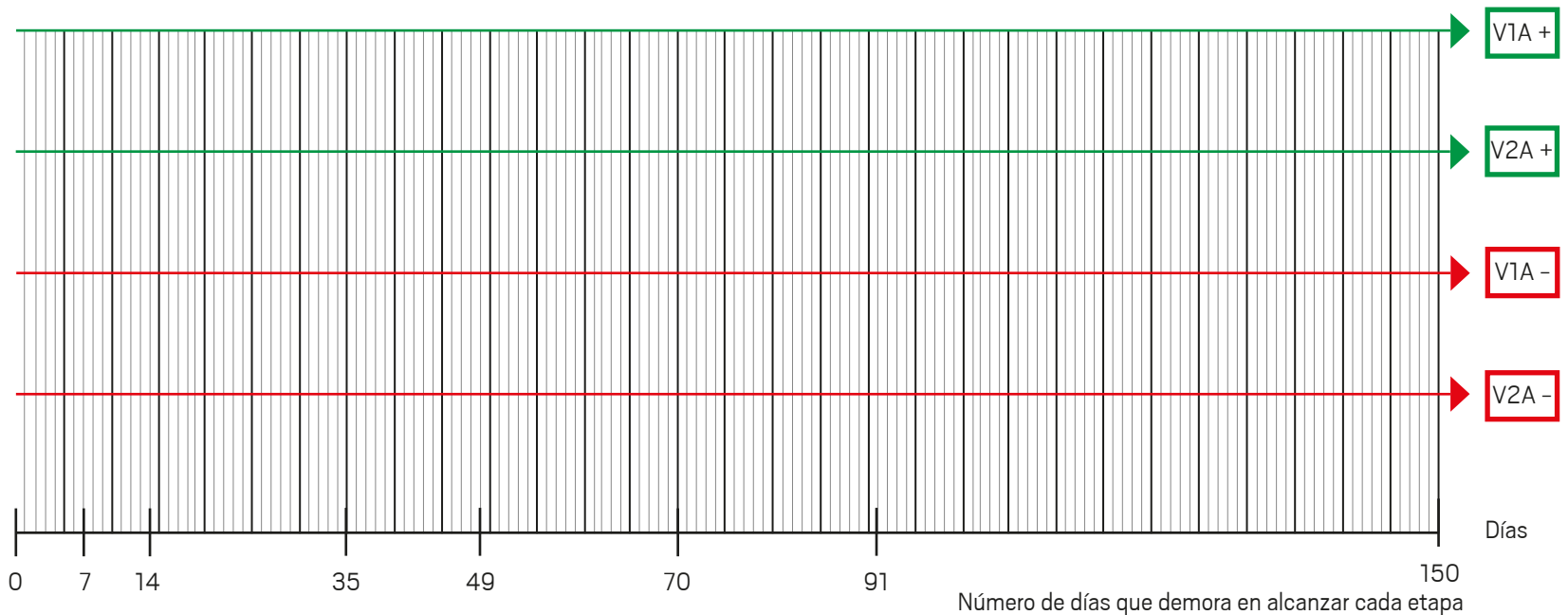
Trabajemos en la confección de la línea de tiempo, tomando en cuenta cada tratamiento (cuadrante). A continuación, **trazemos con una línea perpendicular a la flecha** que representa el tiempo transcurrido, desde el día de siembra (día cero) hasta la llegada de cada etapa fenológica: (1) Emergencia, (2) aparición de la panoja principal, (3) floración, (4) grano duro.

Ejemplo:



CALENDARIO FENOLÓGICO POR CADA TRATAMIENTO

Completa el siguiente calendario, marcando los días en que se manifiestan los estados fenológicos más importantes, los cuales son: germinación, panogamiento, floración y estado de maduración del grano (lechoso, pastoso y duro).



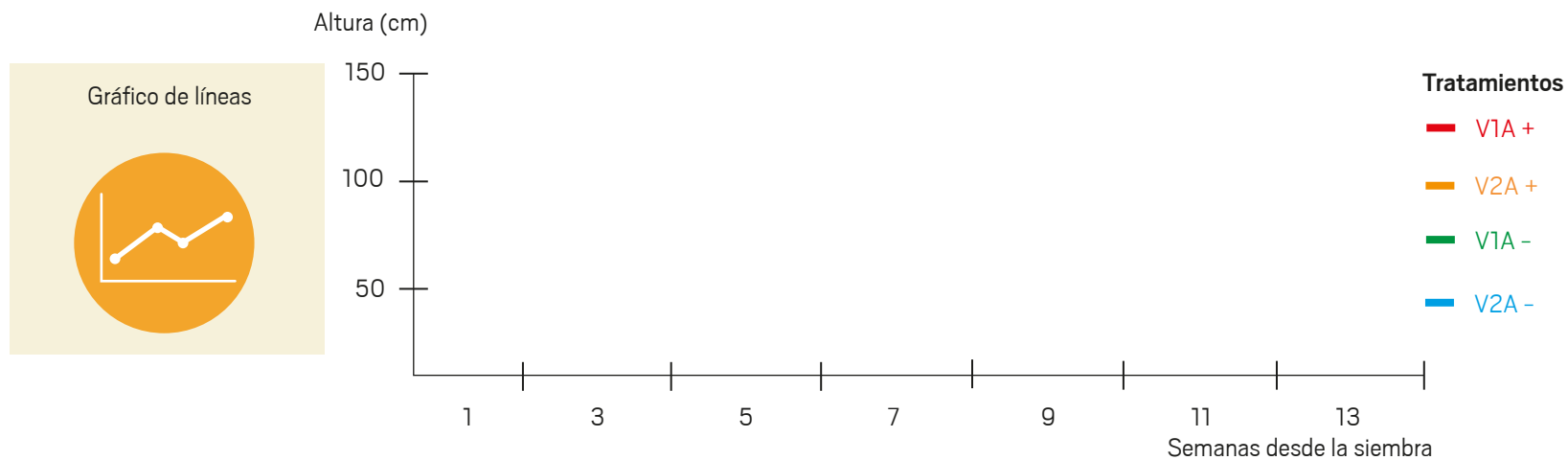
Crecimiento: Largo y ancho

¿Cuánto demoraron las plantas de cada uno de los tratamientos (cuadrantes) en crecer? Recopilemos los datos obtenidos en las siguientes tablas:

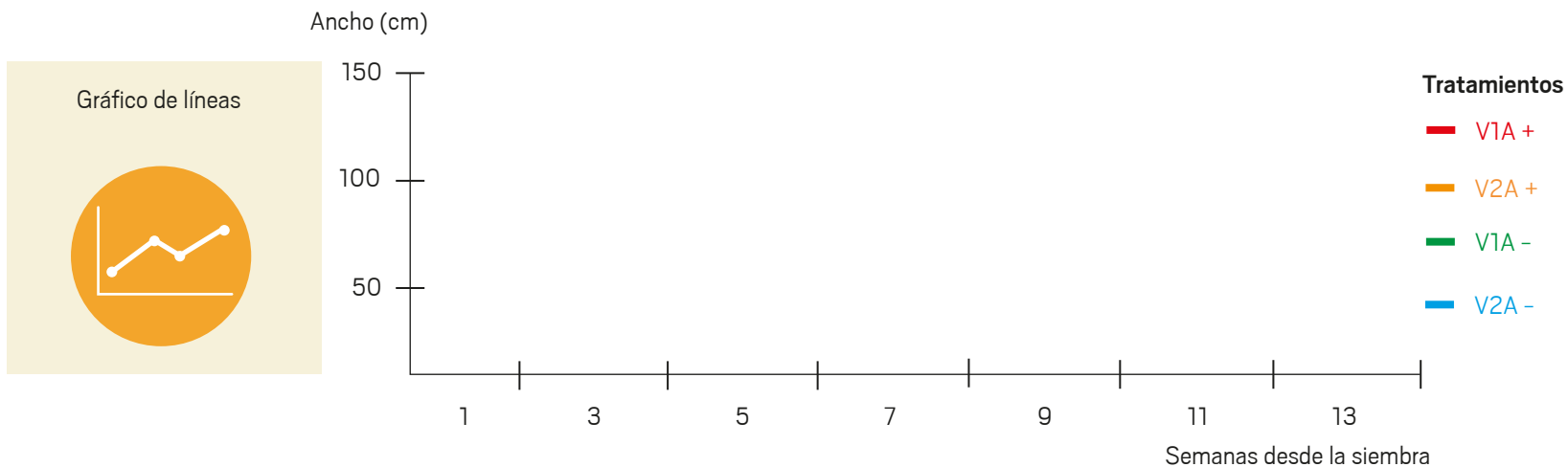
Tabla 25. Promedio semanales de alto y ancho de las plantas de quínoa para cada tratamiento.

Cuadrante:	V1A +		V2A +		V1A -		V2A -	
Camellón / Medida	Alto	Ancho	Alto	Ancho	Alto	Ancho	Alto	Ancho
1								
2								
3								
4								
5								
6								
Promedio								

- Grafica los valores promedios de altura en los cuatro tratamientos (V1A +) (V2A -) (V1A -) (V2A -) de la planta de quínoa.



- Grafica los valores promedios de ancho en los cuatro tratamientos (V1A +) (V2A -) (V1A -) (V2A -) de la planta de quínoa.



3.3.2. Rendimiento

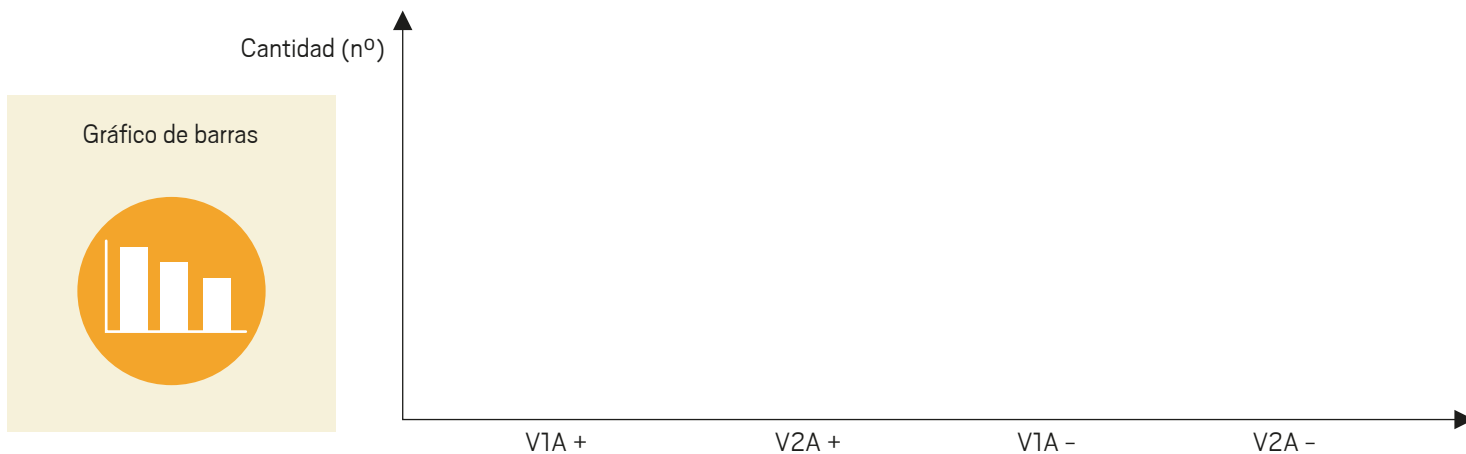
Número de panojas (n°)

Una de las medidas de rendimiento es el **n° de panojas totales** por tratamiento. Comparemos el rendimiento de nuestros 4 tratamientos. ¿Cuál de ellos tuvo un mayor rendimiento en número de panojas y peso de la panoja principal? Complete la siguiente Tabla:

Tabla 27. Promedio de panojas totales por cada tratamiento (cuadrante) a partir de los promedios de panojas totales por camellón:

Tratamiento (Cuadrante)	Promedio de panojas totales para cada camellón						Promedio de panojas totales para cada cuadrante
	1	2	3	4	5	6	
1							
2							
3							
4							

Ahora representemos la información en un gráfico de barras con la información anterior.



Peso de granos

Respecto al peso de granos obtenidos en todas las plantas, diferenciando cada tratamiento, recopilamos los datos en la siguiente tabla:

Tabla 28. Peso de granos en cada tratamiento:

Tratamiento	Peso de granos totales por cada tratamiento
V1A+	
V2A+	
V1A-	
V2A-	

Ahora representemos la información en un gráfico de barras con la información anterior.



3.3.3. Otros factores

Los visitantes de tu planta

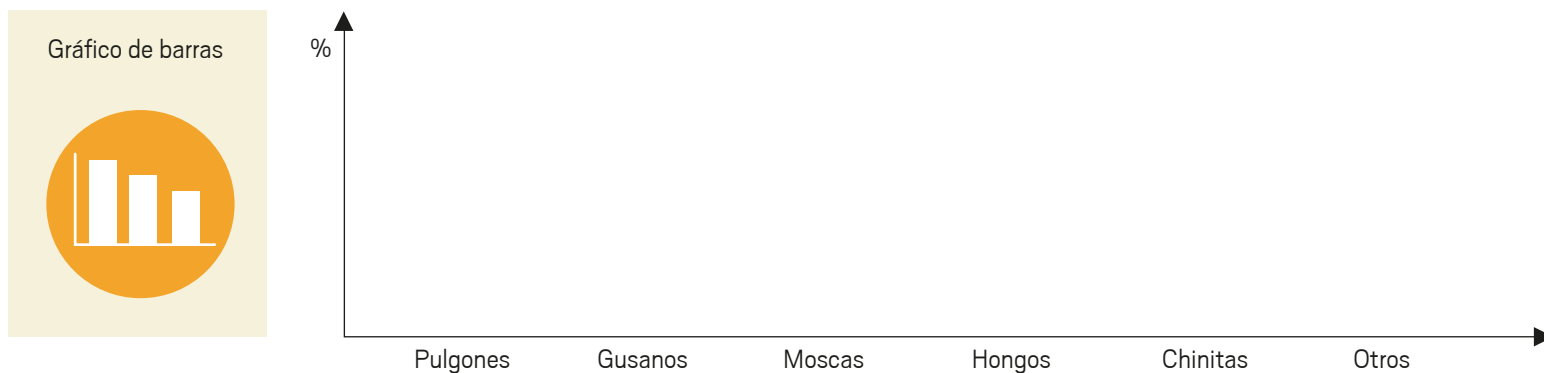
¿Qué bicho fue el más frecuentemente encontrado? Recopilemos los datos obtenidos en la siguiente tabla:

Tabla 29. Frecuencia de los visitantes más abundantes en las plantas de quínoas

Bicho	nº total de bichos encontrados	% de cada bicho
Pulgones		
Gusanos cortadores		
Moscas minadores		
Hongo		
Chinita		
Otros		
TOTAL		100%

Nota: La suma de todos los porcentajes debe darte 100.

Ahora completa el siguiente gráfico:



4. TERCERA ETAPA: LA REFLEXIÓN

Ahora que ya hemos obtenido todos nuestros datos y hemos recopilado los resultados, pasaremos a la tercera parte del ciclo de indagación: La Reflexión. Esta parte es tan importante como la etapa de la acción, pues ahora vamos a analizar nuestros resultados, los compararemos con los demás y sacaremos conclusiones.

4.1. CONSIDERANDO CADA VARIABLE

1.1. Crecimiento

A partir de tus resultados ¿Consideras que hubo algún tratamiento que demoró menos tiempo en madurar? ¿A qué atribuyes dicha diferencia?

1.2. Rendimiento

A partir de tus resultados ¿Qué tratamiento tuvo mejor rendimiento? ¿A qué atribuyes ese resultado?

1.3. Los visitantes de tu planta

A partir de los análisis realizados durante el proyecto, ¿Consideras que hubo alguna relación entre el tipo de suelo de tu localidad y la presencia de bichitos con tus resultados de crecimiento y rendimiento de la quínoa?

4.2. CONCLUSIONES FINALES

1. Selección de variedad

¿Piensas que la quínoa es fácil de cultivar? Si fueras a cultivarla, ¿Qué tratamiento y variedad escogerías?

2. Nuevas indagaciones

¿Cuáles son las nuevas indagaciones que surgen a partir de la investigación que desarrollaste?

**COMPARTE TU EXPERIMENTO CON OTROS
CIENTÍFICOS CIUDADANOS EN LA PÁGINA WEB:**

www.ceaza.cl

**subiendo tus reportes en la sección ciencia
ciudadana proyecto de cultivo de quínoa.**

5. BIBLIOGRAFÍA

Para mayor información, revisa el siguiente material bibliográfico:

Arango N, ME Chaves & P Feinsinger. 2009. Principios y práctica de la Enseñanza de la Ecología en el Patio de la Escuela. Instituto de Ecología y Biodiversidad - Fundación Senda Darwin. Santiago, Chile.

CAZALAC (Centro del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe). 2013. Estrategia Regional de Recursos Hídricos por Cuenca 2014-2030, Región de Coquimbo. Corporación Regional de Desarrollo Productivo, Región de Coquimbo. 107 pp.

Feinsinger P. 2014. El Ciclo de Indagación: una metodología para la investigación ecológica aplicada y básica en los sitios de estudios socio-ecológicos a largo plazo, y más allá. Bosque (Valdivia) 35: 449-457.

Martínez EA, C Jorquera, E Veas & E Chia. 2009. El futuro de la quínoa en la región árida de Coquimbo: Lecciones y escenarios a partir de una investigación sobre su biodiversidad en Chile para la acción con agricultores locales. Revista Geográfica de Valparaíso 42: 95-111.

Veas E. 2013. Manual de cultivo para la producción de quínoa en la región semiárida de Chile. Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA). Coquimbo, Chile. 16 pp.

6. RECETAS DE QUÍNOA

Esta sección es un extracto del Recetario Gourmet de Quínoa, desarrollado por el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas y financiado por el proyecto Innova Chile de CORFO. Director: Enrique Martínez.



Preparación previa de la quínoa:

1. Lavar la quínoa con abundante agua para eliminar los residuos de saponina sobrantes en el grano. Como te darás cuenta al principio observarás abundante espuma, los enjuagues debes realizarlo hasta que el agua muestre cristalina.
2. Debemos considerar que por cada taza de quínoa agregaremos dos tazas de agua.
3. La cocinaras destapada, sin sal, ni aceite en un periodo de 20 minutos o hasta que el grano se convierta transparente.
4. Después de cocinarla, verás que la quínoa aumenta su tamaño. Por cada taza de quínoa cruda obtendrás 3 tazas de quínoa preparada.
5. Ahora podremos agregarlas a las recetas que se muestran a continuación:

CHIMICHURRI DE QUÍNOA



Ingredientes:

- 1/2 taza de quínoa cocida
- 1 cebolla morada picada en julianas
- 1 pimentón verde picado en julianas
- 1 pimentón rojo picado en julianas
- 1 pimentón amarillo picado en julianas
- Champiñones limpios picados
- Aceitunas verdes picadas
- Pan baguette
- Orégano
- Aceite de oliva
- Sal
- Pimienta

Preparación:

En un sartén grande colocar abundante aceite de oliva y agregar la cebolla y los pimentones, revolver para que se dore parejo. Agregue los champiñones y siga revolviendo. Cuando esté por apagar el fuego agregue las aceitunas y la quínoa revuelta para incorporar. El pan baguette córtelo en lonjas de más o menos 2 centímetros de espesor. Disponga las lonjas de pan en la lata del horno báñelas con aceite de oliva y espolvoréelas con orégano. Hornear hasta que estén doradas. Saque del horno y sívalas con el chimichurri. Se puede servir caliente o frío.



TORTILLA DE QUÍNOA

Ingredientes:

- 3 tazas de quínoa cocida
- 2 huevos
- 1 cebolla pequeña en cubitos
- Aceite de oliva
- 1/4 pimentón picado en cubitos
- Sal y pimienta

Preparación:

Freír la cebolla con el pimentón agregar sal y pimienta. En una fuente colocar la quínoa y agregarles los huevos, uno cada vez y revolver para unir. Cuando esté todo mezclado agregar la cebolla. Vaciar a un sartén. Cuando se desprenda de los bordes darle la vuelta y esperar a que esté dorada. Retirar del sartén y servir acompañada de ensaladas.



QUÍNOA GRANEADA

Ingredientes:

- 2 tazas de quínoa cruda bien lavada
- 1 diente de ajo
- Pimentón rojo y verde picado
- Aceite de oliva
- 4 tazas y media de caldo de pollo
- Sal y pimienta

Preparación:

Ponga el aceite en una olla y agregue la quínoa de la misma forma como prepara el arroz, sazone a gusto. Agregue el ajo picado o molido y el pimentón. Revuelva bien e incorpore todo. Agregue el caldo de pollo caliente. Deje hervir y baje el fuego, espere hasta que esté graneada. Sirva acompañada de pescado, verduras o lo que desee.

¡Felicitaciones!
Te has convertido en un
científico ciudadano

