

# Quinua

Tesoro  
ancestral  
andino

Mejoramiento  
genético participativo  
y enfermedades  
del cultivo

# Quinua

Tesoro  
ancestral  
andino

Mejoramiento  
genético participativo  
y enfermedades  
del cultivo

Caren Rodríguez-Medina  
Diana Milena Rodríguez-Mora  
Edier Santiago Imbachi-Benavides  
Isabel Cristina Ramírez-Paz  
Yaneth Patricia Ramos-Villafañe  
Germán Andrés Aguilera-Arango  
Luz Natalia Martínez-Caballero  
Camila Andrea Hernández-Varela

Colección Alianzas AGROSAVIA

Quinoa, tesoro ancestral andino. Mejoramiento genético participativo y enfermedades del cultivo. / Caren Rodríguez Medina [y otros siete] - Mosquera, (Colombia): AGROSAVIA, 2024.

64 páginas (Colección Alianzas AGROSAVIA) Incluye referencias bibliográficas, ilustraciones y gráficos.

ISBN: 978-958-740-764-8

ISBN e-Book: 978-958-740-765-5

1. Chenopodium quinoa 2. Mejoramiento genético 3. Enfermedades de las plantas 4. Manejo del cultivo 5. Pueblos indígenas 6. Historia 7. Cauca (Colombia).

**Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura -Agrovoc**

Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

## Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA

**Sede Central, kilómetro 14 vía Mosquera-Bogotá, Mosquera, Cundinamarca. Código postal 250047, Colombia.**

**Centro de Investigación Palmira, diagonal a la intersección de la carrera 36A con calle 23, Palmira, Valle del Cauca. Código postal 763533, Colombia.**

Esta publicación hace parte del proyecto “Desarrollo de nuevas recomendaciones tecnológicas para contribuir con la competitividad y sostenibilidad del sector quinuero del departamento del Cauca”, Código BPIN 201800010017, financiado por el Sistema General de Regalías (SGR), Gobernación del Cauca.

**Colección:** Alianzas AGROSAVIA

**Tipología:** Cartilla

**Fecha de recepción:** 3 de julio de 2024

**Fecha de evaluación:** 22 de julio de 2024

**Fecha de aceptación:** 25 de julio de 2024

**Primera edición:** noviembre de 2024

### **Autores**

Caren Rodríguez-Medina

Diana Milena Rodríguez-Mora

Edier Santiago Imbachi-Benavides

Isabel Cristina Ramírez-Paz

Yaneth Patricia Ramos-Villafañe

Germán Andrés Aguilera-Arango

Luz Natalia Martínez-Caballero

Camila Andrea Hernández-Varela

### **Preparación editorial**

Editorial AGROSAVIA

editorial@agrosavia.co

**Líder editorial:** Astrid Verónica Bermúdez Díaz

**Edición:** Verónica Barreto Riveros

**Adecuación pedagógica y corrección:** Andrea Montoya Carvajal

**Diseño, diagramación e ilustraciones:** Jaime Wilches Cañón

**Impresión:** DGP Editores

**Fotos de cubierta y contracubierta:** Edier Imbachi-Benavides y Andrea López

**Citación sugerida:** Rodríguez-Medina, C., Rodríguez-Mora, D. M., Imbachi-Benavides, E. S., Ramírez-Paz, I. C., Ramos-Villafañe, Y. P., Aguilera-Arango, G. A., Martínez-Caballero, L. N., & Hernández-Varela, C. A. (2024). *Quinoa, tesoro ancestral andino. Mejoramiento genético participativo y enfermedades del cultivo*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.nbook.7407655>

**Cláusula de responsabilidad:** AGROSAVIA no es responsable de las opiniones ni de la información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, y declaran, en este último supuesto, que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.



<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Línea de atención al cliente: 018000121515

atencionalcliente@agrosavia.co

[www.agrosavia.co](http://www.agrosavia.co)



Foto: Diana Milena Rodríguez-Mora

# Autores

## Caren Rodríguez-Medina

Investigador Ph.D.

C. I. Palmira

cdrodriguez@agrosavia.co

## Diana Milena Rodríguez-Mora

Investigador Máster

C. I. Palmira

dmrodriguez@agrosavia.co

## Edier Santiago Imbachi-Benavides

Profesional de Apoyo a la Investigación

C. I. Palmira

eimbachi@agrosavia.co

## Isabel Cristina Ramírez-Paz

Profesional de Apoyo a la Investigación

C. I. Palmira

icramirez@agrosavia.co

## Yaneth Patricia Ramos-Villafañe

Profesional de Apoyo a la Investigación

C. I. Palmira

yramos@agrosavia.co

## Germán Andrés Aguilera-Arango

Investigador Máster Asociado

C. I. Palmira

gaguilera@agrosavia.co

## Luz Natalia Martínez-Caballero

Profesional de Apoyo a la Investigación

C. I. Palmira

lnmartinez@agrosavia.co

## Camila Andrea Hernández-Varela

Profesional de Apoyo a la Investigación

C. I. Palmira

chernandezv@agrosavia.co



# Contenido

Agradecimientos .....	6
Introducción.....	9
Generalidades del cultivo de quinua .....	15
Mejoramiento genético .....	22
Mejoramiento genético participativo .....	31
Mejoramiento genético de quinua en el departamento del Cauca: una experiencia enriquecedora de trabajo en equipo con las comunidades .....	38
Enfermedades del cultivo de la quinua.....	47
Mildiu vellosa de la quinua ( <i>Peronospora</i> sp.) .....	48
Ojo de gallo ( <i>Passalora</i> sp.) .....	52
Panoja negra ( <i>Cladosporium</i> sp.) .....	56
Recomendaciones para el manejo integrado de enfermedades en el cultivo de quinua .....	58
Prácticas complementarias .....	60
Bibliografía .....	63





Foto: Andrea López



Foto: Jairo Calvache

# Agradecimientos

Los autores expresamos nuestro más sincero agradecimiento a las asociaciones de productores de quinua que participaron en el proyecto que dio origen a esta publicación, en el departamento del Cauca: Asociación de Agricultores Campesinos de la



Foto: Archivo del proyecto

Zanja Chitacorral (**Agrocazan**), en el municipio de **Bolívar**; Asociación Productora de Quinua Resguardo de Pancitara (**Asproquinpa**), en **La Vega**; Asociación de Productores de Quinua (**Asoquinua**), en **Totoró**, y Cooperativa Multiactiva Indígena de **Las Delicias**, en **Silvia**.



Foto: Caren Rodríguez-Medina



Foto: Isabel Cristina Ramírez-Paz

La constancia y amable disposición de los productores en el desarrollo del programa de **mejoramiento genético participativo** fue fundamental para el avance de las actividades. Asimismo, agradecemos a los productores Jaime Campo y Ana Lucía Tunubalá, del municipio de Silvia; Floresmiro Piamba, de La Vega, e Ider Antonio Imbachi, Albeiro Samboní, Augusto Benavides, Miller Imbachi y Yovani Samboní, de Bolívar, por permitir el ingreso a sus fincas para la **caracterización de las enfermedades asociadas al cultivo** de la quinua en el departamento del Cauca.



## Quinoa Tesoro ancestral andino

Este proyecto fue financiado por el Sistema General de Regalías (SGR) Gobernación del Cauca, a quienes extendemos nuestro agradecimiento por el apoyo que hizo posible este trabajo con las comunidades. También agradecemos a la **Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA**, por acompañar y respaldar el desarrollo del proyecto. Finalmente, nuestro total agradecimiento al profesor **Benjamín Sañudo** por la valiosa donación de los primeros materiales genéticos de quinoa, que fueron clave para iniciar el programa de mejoramiento genético.



Foto: Franklin Barrios Ortiz



Foto: Diana Milena Rodríguez-Mora

## Introducción

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es considerada hoy en día un **alimento funcional**, ya que aporta **ácidos grasos, antioxidantes, minerales y vitaminas** que contribuyen a la nutrición humana.



## Quinoa Tesoro ancestral andino



### ¿De dónde viene la quinoa?

El origen de la quinoa se encuentra en la región del **lago Titicaca**, en la frontera entre **Bolivia y Perú**, que son los **principales productores** de este pseudocereal en el mundo. **Colombia** tiene un **gran potencial** para este cultivo, sobre todo en los departamentos de **Boyacá, Cauca, Cundinamarca y Nariño**.



## Un cultivo prometedor

La quinua es un **cultivo** promisorio, gracias a sus propiedades nutraceuticas (**que benefician la salud**), a su capacidad para **adaptarse** a diferentes condiciones de **clima y suelo**, y a su importancia en la **seguridad alimentaria**.



Foto: Edier Imbachi-Benavides



### **Propósito de esta publicación**

Esta cartilla, dirigida a productores, extensionistas agropecuarios y comunidad en general, presenta información sobre el mejoramiento genético participativo en el cultivo de la quinua, y hace énfasis en la identificación, sintomatología y recomendaciones de manejo para las principales enfermedades que lo afectan.



Foto: Andrea López



Foto: Isabel Cristina Ramírez-Paz

# Generalidades del cultivo de quinua

La quinua es una planta nativa de la **región Andina**, conocida por su gran **capacidad de adaptación** a diferentes condiciones de suelo y clima. Desde mucho antes de la llegada de los españoles a América Latina, la quinua ya era una parte importante de la vida de algunas comunidades indígenas.



Foto: Caren Rodríguez-Medina



### La quinua en la historia

Se han encontrado semillas de quinua en **yacimientos arqueológicos**, una evidencia de que esta planta era apreciada por los antiguos pobladores andinos. Incluso, hay vestigios de su **uso en ofrendas funerarias**.





Los muisca, que habitaban el altiplano cundiboyacense, cultivaban la quinua a la que llamaban *pasca*, que significa “la olla o comida del padre”. También era conocida como *suba* o *supha*. Estas comunidades **sembraban la quinua junto con la papa**, pero con la llegada de los europeos la alimentación cambió, y cultivos como la quinua fueron reemplazados por otros traídos al continente por los colonizadores, como **el trigo**.



## Expansión de la quinua

A lo largo del tiempo, las **migraciones humanas** contribuyeron al transporte de las semillas y a los procesos de domesticación de las plantas silvestres transformándolas en cultivos. En el caso de la quinua, el **intercambio de semillas** entre diferentes comunidades expandió el cultivo a nuevas áreas. La quinua que conocemos hoy es el resultado de **años de selección y domesticación** por parte de las comunidades agricultoras.

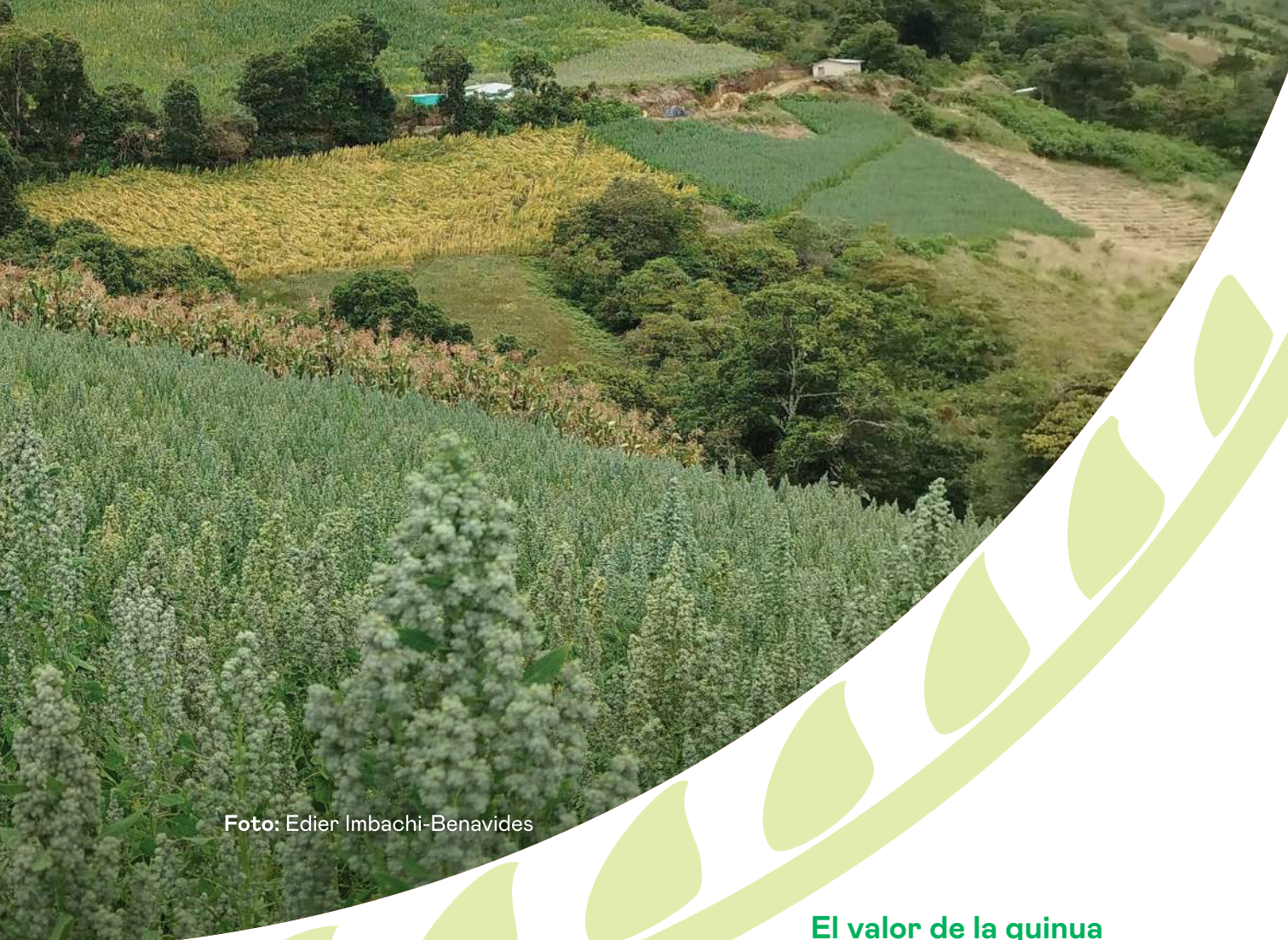


Foto: Edier Imbachi-Benavides

### El valor de la quinua

La belleza de un **campo de quinua** refleja la **riqueza cultural** del pueblo colombiano. Además, la quinua tiene un **alto valor nutritivo**, lo que la convierte en un cultivo muy importante para la **seguridad alimentaria mundial**, especialmente en regiones donde los pobladores no tienen fácil acceso a fuentes de **proteína animal**.



## Variabilidad genética

La quinua tiene una amplia **variabilidad genética**, esto significa que puede encontrarse en muchas formas y tamaños. **Además de otras características, las plantas de quinua pueden variar en:**



Altura



Forma y grosor del tallo



Ramificación



Color de planta y de las semillas





Tamaño de la semilla 🌾

Número de panojas por planta 🌾


Contenido de saponina en grano 🌾

Tiempo de crecimiento desde  
siembra hasta madurez  
de cosecha

# Mejoramiento genético

Desde inicios de la agricultura, los seres humanos han seleccionado las plantas que mejor se adaptan a su ambiente. Este proceso de selección al principio era más intuitivo, se basaba en escoger las semillas o los frutos de mayor tamaño, mejor sabor o aquellos que resistían mejor el paso de las estaciones. Estas semillas o frutos de las plantas seleccionadas se usaban para los siguientes ciclos de cultivo.





En el caso de la quinua, este proceso de selección ha sido una combinación entre la selección natural y la que hicieron los agricultores durante mucho tiempo, lo cual ha contribuido a domesticar la especie.



Los procesos de selección, tanto aquellos que resultan de fenómenos naturales como los que son producto de la intervención humana, explican que las plantas que son cultivadas en la actualidad sean diferentes a sus antepasados silvestres.

Foto: Diana Milena Rodríguez-Mora



## Fitomejoradores

Son las personas especializadas en hacer mejoramiento de los cultivos para obtener plantas más productivas y resistentes.



Foto: Yaneth Patricia Ramos-Villafañe

Los fitomejoradores incluyeron **técnicas más especializadas** para seleccionar plantas con características superiores y obtener **cultivares mejorados**, más productivos, resistentes a limitantes fitosanitarias y tolerantes también a factores ambientales difíciles, como periodos prolongados de sequía.

Para hacer más eficientes estos procesos de selección, se apoyan en áreas de la ciencia como la **biología**, **genética**, **fisiología**, **fitopatología**, **entomología** y **estadística**.



Foto: Edier Imbachi-Benavides

Los fitomejoradores comenzaron a buscar una correlación entre los genes y las **características externas** de la planta como el color de las flores, la altura, el tamaño y peso de las semillas, el tamaño de los frutos, entre otras.





## Mejoramiento genético

Es una herramienta importante para asegurar la alimentación de una población mundial creciente bajo los efectos del cambio climático.

### Diversidad genética y el rol de las comunidades

Para que un programa de mejoramiento genético sea exitoso, es necesario contar con una amplia diversidad genética que garantice suficiente variabilidad para seleccionar dentro de un grupo amplio de materiales genéticos.



Fotos: Diana Milena Rodríguez-Mora

Las **comunidades locales**, como los pueblos indígenas, afrodescendientes y campesinos, son clave en la **conservación *in situ*** de la diversidad agrícola, y en general de la biodiversidad del país. En los **alrededores del lago Titicaca**, entre Perú y Bolivia, se encuentra la mayor **diversidad genética de quinua** del mundo.



### Conservación *in situ*

Es el proceso de proteger una o varias especies en su hábitat natural.

Foto: Diana Milena Rodríguez-Mora

## Quinoa Tesoro ancestral andino

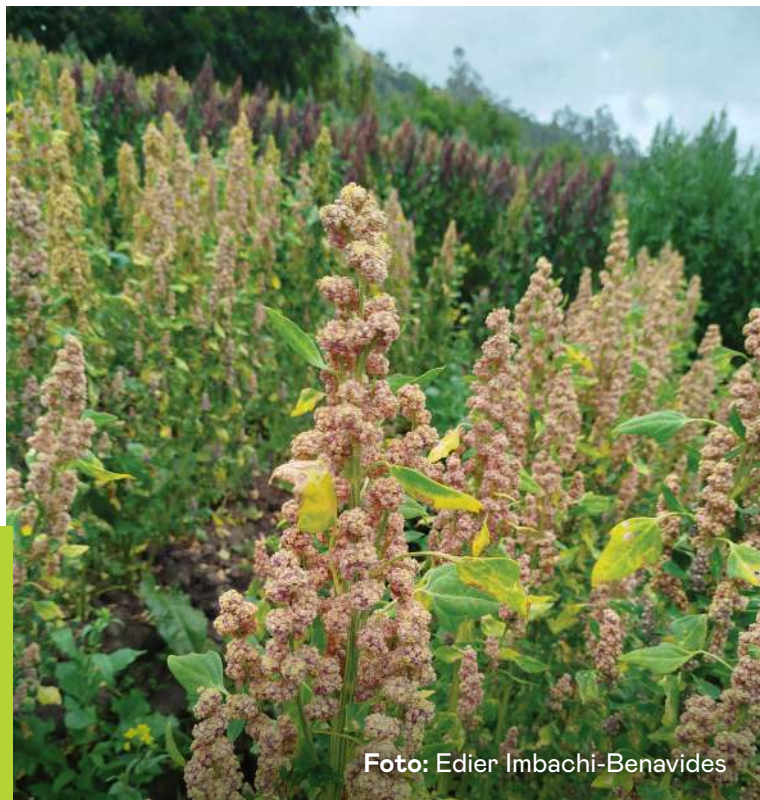


Foto: Edier Imbachi-Benavides

Uno de los principales retos del mejoramiento genético es lograr la **eficiencia y la sostenibilidad** de los sistemas productivos. Esto se traduce en un aumento en el rendimiento y, por tanto, en la rentabilidad, además de una disminución en la dependencia de insumos agrícolas y mejor capacidad para enfrentar los efectos del cambio climático.

## ¿Qué son las plantas autóгамas?

Las plantas que no dependen de otras para la fecundación de sus flores y, por ende, para la producción de frutos se llaman autóгамas. En cambio, las que dependen de otras para fecundar sus flores y producir frutos son alógamas.



La **quinua** es **autógama**, porque el estigma o parte femenina de la flor recibe el polen de las anteras o parte masculina de la misma flor. Sin embargo, también puede presentar **polinización cruzada al recibir** polen de otras plantas. Esta característica es importante porque determina las **estrategias de mejoramiento genético** que pueden ser usadas para la quinua.



Foto: Franklin Barrios Ortiz

En un programa de mejoramiento genético, los **productores** juegan un papel clave. Su **experiencia con el cultivo y su conocimiento sobre las condiciones de la región**, como la temperatura, la distribución de lluvias y el tipo de suelo, son esenciales para seleccionar las mejores variedades que se adapten a sus terrenos y necesidades.



## Mejoramiento genético participativo



Una de las estrategias más importantes del mejoramiento genético es el **mejoramiento participativo**, que se basa en una **colaboración dinámica y permanente** entre los **fitomejoradores** y las **comunidades agricultoras**. En este proceso, ambos trabajan en conjunto con otros actores locales de la cadena productiva para desarrollar nuevos materiales de siembra.

### ¿Por qué es tan importante el mejoramiento genético participativo?

Esta estrategia es clave porque **permite que los agricultores participen en el proceso de evaluación y selección**, lo cual lleva a incrementar la adopción de nuevas variedades por parte de los productores. En este proceso se tiene en cuenta los propios criterios de los productores para la identificación de plantas promisorias con características superiores.



Foto: Edier Imbachi-Benavides



Foto: Jairo Calvache

## La quinua y el mejoramiento participativo

En el caso del cultivo de la **quinua**, el mejoramiento participativo es fundamental para garantizar la selección de materiales que se **adapten a las condiciones locales** y sean aceptadas posteriormente por las comunidades. Tanto agricultores como fitomejoradores han establecido criterios de selección orientados a obtener **mejores rendimientos**.



Foto: Diana Milena Rodríguez-Mora

## Quinoa Tesoro ancestral andino

Estos esfuerzos buscan una resistencia durable del cultivo a patógenos y otros atributos importantes como:



- 🌾 Precocidad
- 🌾 Altura de la planta
- 🌾 Tamaño del grano
- 🌾 Bajo contenido de saponina
- 🌾 Recientemente se ha incluido también la tolerancia a factores de estrés abiótico como periodos prolongados de sequía.



Fotos: Diana Milena Rodríguez-Mora



### La importancia del ambiente

Uno de los aspectos clave en el proceso de selección de nuevas variedades es **el efecto que ejerce el ambiente** sobre todos los seres vivos, incluyendo plantas y humanos. Por ejemplo, una variedad de cultivo que se desarrolla bien en zona de cordillera de Nariño no necesariamente lo hace en una zona costera, incluso si está en el mismo departamento. Cuando el efecto del ambiente sobre una variedad de cultivo es significativo, especialmente en regiones con poco acceso a tecnología y escaso manejo agronómico, es importante considerar la selección de nuevas variedades en predios del agricultor, asegurando la participación de los productores.

### Selección en el campo

La selección de nuevos materiales evaluados directamente en el ambiente de destino contribuye a mejorar la eficiencia en el proceso de selección. Los productores, con su conocimiento sobre la región, son fundamentales para asegurar la identificación de materiales de siembra de mejor adaptación. Al hablar de “ambiente”, es importante tener en cuenta que no solo se refiere a las características de suelo y clima, sino también a las enfermedades y las prácticas agrícolas, a los insectos plaga y a los diferentes contextos y entornos socioeconómicos.





El mejoramiento genético participativo puede replicarse en varias regiones. Esto permite identificar variedades que se adapten a condiciones específicas o que tengan la capacidad de crecer bien en un amplio rango de suelos y climas.

## Mejoramiento genético de quinoa en el departamento del Cauca: una experiencia enriquecedora de trabajo en equipo con las comunidades

Entre 2021 y 2024 se llevó a cabo el proyecto “**Desarrollo de nuevas recomendaciones tecnológicas para contribuir con la competitividad y la sostenibilidad del sector quinuero del departamento del Cauca**”, financiado por el Sistema General de Regalías, en los municipios de **Bolívar, La Vega, Silvia y Totoró**. Uno de los objetivos fue evaluar e identificar material genético promisorio, base para la obtención de una nueva variedad de quinoa con adaptación a las localidades de estudio.





Foto: Edier Imbachi-Benavides

## Evaluación del material genético

Para cumplir con este objetivo, el equipo de fitomejoramiento del proyecto evaluó un grupo de materiales genéticos donados por el profesor **Benjamín Sañudo** de la **Universidad de Nariño**. Aunque todos estos materiales eran de quinua dulce, había mucha variabilidad en características como **altura, duración del ciclo de cultivo, arquitectura de la planta, forma de la panoja y tamaño del grano**.



El programa de mejoramiento genético adoptó una estrategia de selección llamada **panoja-surco** que se basa en la selección visual de las mejores plantas en los surcos experimentales de cada parcela establecida en predios de productor. Las características más importantes para seleccionar las plantas fueron **altura, tamaño del grano, precocidad y rendimiento.**

Foto: Yaneth Patricia Ramos-Villafañe



## Fecundación

Recordemos que, aunque la quinua es autógena, también puede llegar a recibir polen de otras plantas vecinas.



Foto: Edier Imbachi-Benavides

### Autofecundación y selección de plantas

En el desarrollo de la estrategia panoja-surco, las plantas seleccionadas fueron cubiertas con **bolsas de tul**, para asegurar su autofecundación, es decir, **la fecundación de sus flores con su propio polen**. Las semillas de plantas autofecundadas fueron sembradas en los siguientes ciclos.



Foto: Edier Imbachi-Benavides

### Participación de los agricultores

El diálogo de saberes con los agricultores locales fue parte clave del proceso de evaluación y selección de material genético promisorio de quinua. Los productores acompañaron la estrategia de selección panoja-surco para la identificación de los materiales genéticos más sobresalientes. La adopción del mejoramiento participativo permitió registrar las **preferencias del productor y sus criterios para la selección de material genético.**





Foto: Archivo del proyecto

Durante los **talleres de selección participativa**, los productores asignaron una **calificación o puntaje** a cada uno de los materiales genéticos evaluados. Cada uno recorría la parcela experimental de manera individual para evitar la influencia del criterio de los demás participantes. Los criterios que más apreciaron los productores fueron la **altura** y **arquitectura de la planta**, la **uniformidad** del cultivo, la **forma de la panoja** y la **precocidad**.



Foto: Franklin Barrios Ortiz

### Preferencias de los agricultores

Los productores destacaron las **plantas de porte bajo** porque facilitan el manejo agronómico y, porque en las regiones caracterizadas por épocas de **vientos fuertes**, estas plantas tienen menos riesgo de volcamiento. En cuanto a la forma, se buscaron panojas más **compactas**, ya que se relacionan con una mayor producción, lo cual fue posteriormente contrastado con los datos de producción después de la cosecha. Las plantas de **ciclo corto** fueron bien valoradas, ya que permiten establecer más ciclos de cultivo al año, a diferencia de los cultivos comerciales que generalmente solo permiten un cultivo al año. Incluso, los productores **degustaron las semillas y encontraron** diferencias en el sabor.

## Resultados del mejoramiento genético

Gracias a las estrategias de **panoja-surco** y **selección participativa**, se identificaron dos materiales genéticos prometedores de quinua, con **plantas de porte bajo**, **productivas** y que alcanzan el punto de cosecha en menor tiempo comparado con el cultivar **Blanca de Jericó**, que es el más sembrado en el departamento del Cauca y que fue utilizado como testigo. A estos materiales, aún en estado experimental, se les asignaron los códigos **QC5** y **QC7**.

QC5»



Fotos: Edier Imbachi-Benavides

«QC7

## Quinoa Tesoro ancestral andino

Es importante destacar que **el rendimiento** promedio de estos materiales **supera las 3,5 toneladas** por hectárea y el tiempo promedio desde la siembra hasta la madurez fisiológica está alrededor de 130 días. Sin embargo, el crecimiento de estos genotipos varía en función de las características ambientales de cada localidad. El equipo de mejoramiento genético espera poder continuar con la evaluación de los materiales en predios de productor, o también utilizarlos como parentales para la obtención de una nueva variedad.



Foto: Edier Imbachi-Benavides

# Enfermedades del cultivo de la quinua

En el trabajo colaborativo con los productores se destacó la importancia de seleccionar materiales genéticos que sean resistentes a los principales patógenos causantes de enfermedades en el cultivo de la quinua. Para orientar un programa de mejoramiento enfocado en la resistencia a enfermedades, es esencial identificar y conocer a fondo estos patógenos. A continuación, se presentan las principales enfermedades de la quinua que se han identificado en las localidades evaluadas.



# Mildiu veloso de la quinoa

(*Peronospora* sp.)

Afecta la capacidad de la planta para realizar la fotosíntesis, el proceso mediante el cual la planta convierte la luz solar en energía. Las hojas pueden caer, lo que reduce su capacidad para crecer y producir semillas. Esto resulta en una disminución del rendimiento del cultivo.

## Condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad



Temperaturas entre 12 °C y 25 °C

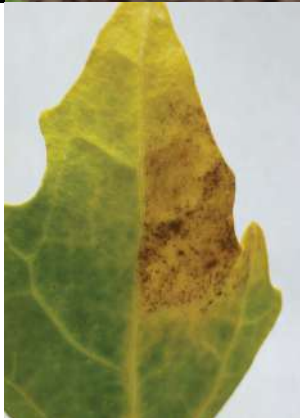
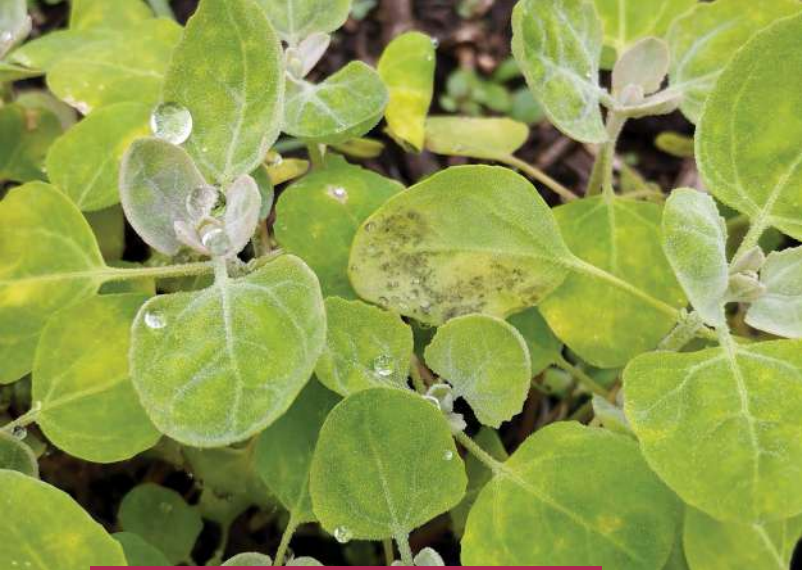


Humedad relativa mayor al 70 %



Presencia de rocío a primera hora de la mañana y lluvias continuas

En épocas secas, la enfermedad no se presenta o el daño que puede causar es mínimo.



## Etapas fenológicas en las que afecta la enfermedad

Se presenta en cualquier momento de desarrollo de la planta, desde estadios iniciales de desarrollo de hojas hasta cuando el grano está en formación (grano lechoso). El cultivo es más susceptible en las primeras etapas de crecimiento hasta la floración.



## Fuentes de inóculo

Semillas de quinua infectadas con estructuras reproductivas del patógeno (oosporas) y residuos de cosecha de parcelas con presencia de la enfermedad.

## Formas de dispersión

Viento, salpiqueo de lluvia.



Fotos: Diana Milena Rodríguez-Mora  
e Isabel Cristina Ramírez-Paz

## Síntomas

Los primeros síntomas aparecen como pequeños puntos amarillos en la parte superior e inferior de las hojas.




Conforme la enfermedad avanza, estos puntos se vuelven más grandes y se convierten en manchas amarillas que no tienen una forma definida.



Las lesiones viejas se observan de color marrón.





El síntoma más característico es la aparición de un polvo gris en la parte inferior de las hojas, donde se presentan las manchas amarillas.

---

Fotos: Isabel Cristina Ramírez-Paz y Luz Natalia Martínez-Caballero



Este polvo corresponde a las estructuras reproductivas del patógeno, es decir, es la forma en que el microorganismo se reproduce.

---

El mildiu veloso empieza desde las hojas bajas y se extiende hasta las hojas más jóvenes.

---



## Ojo de gallo (*Passalora* sp.)

Disminuye la capacidad de realizar la fotosíntesis, y por tanto afecta el desarrollo de las plantas. Como resultado, las plantas producen menos grano, lo que reduce el rendimiento total de la cosecha.

**Condiciones  
favorables para  
el desarrollo de la  
enfermedad**



Temperaturas  
entre 12 °C  
y 30 °C



Humedad  
relativa mayor  
al 70 %



La enfermedad se  
hace más evidente en  
periodos secos





## Etapas fenológicas en las que afecta la enfermedad

Puede aparecer en cualquier etapa del desarrollo de la planta, desde que tiene solo dos hojas hasta cuando el grano está en maduración (grano pastoso). Sin embargo, las plantas son más vulnerables en las primeras etapas de crecimiento, hasta la floración.

### Fuentes de inóculo

Residuos de cosecha de parcelas con presencia de la enfermedad.

### Formas de dispersión

Viento, salpiqueo de lluvia.



Fotos:  
Diana Milena Rodríguez-Mora

## Síntomas

Se caracterizan por la presencia de pequeñas manchas circulares en las hojas de color café y borde amarillo.

A medida que avanza la enfermedad, las manchas aumentan en número y tamaño.





En algunas lesiones, el centro del tejido se desprende y deja un agujero en la hoja.

---



Finalmente, la hoja toma un color amarillo y se cae de la planta.

---



La enfermedad se inicia en las hojas más bajas de la planta y va subiendo hasta afectar las hojas más jóvenes.

---



## **Panoja negra** (*Cladosporium* sp.)

Enfermedad que genera un impacto directo sobre el rendimiento y la calidad del grano.

### **Etapas fenológicas en las que afecta la enfermedad**

Aparece durante la fase reproductiva, es decir, cuando la planta está madurando los granos (grano pastoso y madurez de cosecha).

### **Fuentes de inóculo**

Semillas infectadas y residuos de cosecha de parcelas con presencia de la enfermedad.

### **Formas de dispersión**

Viento, salpiqueo de lluvia.



### **Condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad**



Temperaturas entre 12 °C y 17 °C



Humedad relativa mayor al 70 %



Lluvias continuas en fase reproductiva de la planta



Foto: Isabel Cristina Ramírez-Paz

# Síntomas

La panoja toma una coloración marrón y negro.



En las etapas avanzadas, aparecen masas de aspecto algodonoso de color gris en la panoja, producidas por el hongo que causa la enfermedad.

Fotos: Isabel Cristina Ramírez-Paz



# Recomendaciones para el manejo integrado de enfermedades



## Mildiu velloso



Aplicación de fungicidas sistémicos y de contacto en rotación (metalaxil+mancozeb/ mropineb+fluopicolide) en el desarrollo del cultivo hasta la etapa de floración.



Aplicación de biofungicidas (*Trichoderma* spp., *Baccillus subtilis*) en sustratos, en el momento de siembra y en el desarrollo del cultivo hasta la etapa de floración.



Foto: Isabel Cristina Ramírez-Paz

## Ojo de gallo



Aplicación de fungicidas en el desarrollo del cultivo hasta la etapa de floración (tiabendazol). Es importante aplicar fungicidas de manera rotativa, utilizando productos con diferentes modos de acción para evitar que el hongo desarrolle resistencia. El uso de fungicidas químicos debe limitarse a situaciones donde sea realmente necesario, a fin de evitar sobrecostos y minimizar el impacto ambiental y en la salud humana. La aplicación de insumos de síntesis química y biológica requiere el uso de equipos calibrados, dosis adecuadas y elementos de protección personal. Para asegurar un uso adecuado y efectivo, siempre se debe consultar a un ingeniero agrónomo que pueda brindar recomendaciones específicas.



Foto: Isabel Cristina Ramírez-Paz

## Panoja negra



Establecer los cultivos en las épocas tradicionales de siembra para cada región.



Planificar las épocas de cosecha de la quinua de manera que coincidan con periodos secos.



Realizar la cosecha de forma oportuna, para asegurar que las panojas no estén expuestas a periodos prolongados de lluvia.



Realizar el secado de las panojas en un espacio bajo una cubierta plástica o techo, que tenga adecuada circulación de aire y adecuada temperatura.

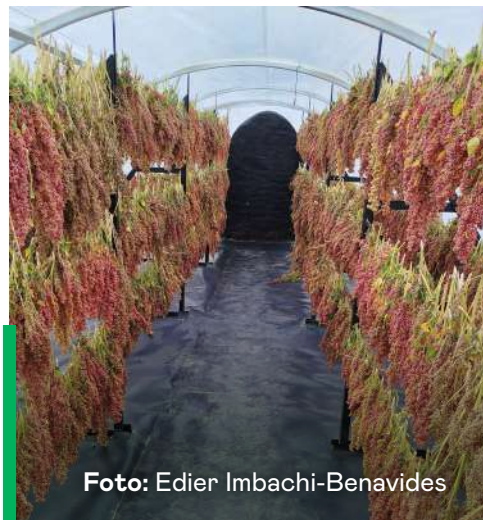


Foto: Edier Imbachi-Benavides

# Prácticas complementarias



Foto: Isabel Cristina Ramírez-Paz

Realizar una adecuada preparación del terreno.

Utilizar semilla sana procedente de panojas libres de enfermedades.

Hacer una adecuada y oportuna fertilización, según las recomendaciones del análisis de suelo.

Mantener una distancia adecuada entre las plantas para asegurar una buena aireación. Esto reduce la humedad en el follaje y, por ende, el riesgo de enfermedades.



Foto: Isabel Cristina Ramírez-Paz





Foto: Diana Milena Rodríguez-Mora

Implementar estrategias de manejo de malezas para evitar que estas compitan con el cultivo de quinua por recursos como agua, luz y nutrientes. Además, esto ayuda a reducir los hospederos alternos de los patógenos.

Revisar los cultivos de forma frecuente para identificar cualquier síntoma de enfermedades en sus etapas iniciales.



Foto: Isabel Cristina Ramírez-Paz

Después de la cosecha, recolectar todos los restos vegetales del campo y retirarlos del área de cultivo para reducir la contaminación por enfermedades en los nuevos cultivos de quinua establecidos.



Foto: Isabel Cristina Ramírez-Paz

Rotar cultivos de quinua con cultivos que no compartan las mismas enfermedades, como frutales, hortalizas y leguminosas.



Foto: Isabel Cristina Ramírez-Paz



Foto: Diana Milena Rodríguez-Mora

# Bibliografía

- Alfaro, C., Matus, I., & Ruf, K. (2015). Genética y mejoramiento genético de la quinoa. En *El cultivo de la quinoa en Chile*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA); Ministerio de Agricultura de Chile.
- Alfaro, C. (2015). *Programa de Mejoramiento Genético de Quinoa, la nueva apuesta de INIA* [en línea]. *Tierra Adentro*, 108. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/5413>
- Bazile, D., & Thomet, M. (2015). *El aporte de las comunidades indígenas y locales a la conservación de la quinoa*. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/67723/NR40346.pdf?sequence=11&isAllowed=y>
- Ceccarelli, S. (2012). *Plant breeding with farmers. A technical manual*.
- Colque-Little, C., Amby, D. B., & Andreasen, C. (2021). A review of *Chenopodium quinoa* (Willd.) diseases - An updated perspective. *Plants*, 10, 1228. <https://doi.org/10.3390/plants10061228>
- Cruces, L. M., Callohuari, Y., Santivañez, T., & Delgado, P. (2016). *Guía de identificación y control de las principales plagas que afectan a la quinua en la zona andina*. FAO.
- Danielsen, S., Bonifacio, A., & Ames, T. (2003). Diseases of quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Food Reviews International*, 19, 43-59. 10.1081/FRI-120018867
- Gómez, P. L., & Aguilar, C. E. (2016). *Guía de cultivo de la quinua*. FAO; Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Leyva, G. A., & Forero, C. A. (2012). Un cultivo ancestral y nutricional: la quinua, alternativa de producción sostenible y de seguridad alimentaria. En *Conservación de los ecosistemas estratégicos (aportes para el ordenamiento ambiental) de la zona rural de Chapinero (vereda Verjón bajo) mediante la difusión de técnicas alternativas de manejo del territorio* (pp. 43-54). Corpoica. [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1733/45411\\_62068.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1733/45411_62068.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



- Li, X., Yu, T., Jiang, X., Zhang, C., Zhao, X., & Wang, J. (2022). First Report Of Ear Rot Of *Chenopodium quinoa* caused by *Cladosporium cladosporioides* in Shanxi, China. *Plant Disease*, 106(5), 1532. <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-20-2530-PDN>
- Martínez-Cruz, M., Ríos-Labrada, H., Ortiz-Pérez, R., Miranda-Lorigados, S., Acosta-Roca, R., Moreno-Moreno, I., & Martín, L. (2017). Metodología del fitomejoramiento participativo (FP) en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 38(4), 132-138. <https://www.redalyc.org/journal/1932/193254602017/html/>
- Matus, I. (Ed.). (2015). *El cultivo de la quínoa en Chile*. INIA. <https://biblioteca-digital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/0ba118b8-49c6-43c1-8568-60a1729e27b3/content>
- Mujica, A., & Jacobsen, S. E. (2006). La quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. *Botanica económica de los Andes Centrales*, 32, 449-457. <https://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2027.pdf>
- Plata, G., Bonifacio, A., Navia, O., & Gandarillas, A. (2014). Las enfermedades en el cultivo de la quinoa. En R. Saravia, G. Plata, & A. Gandarillas (Eds.), *Plagas y enfermedades del cultivo de la quinoa* (pp. 83-132). Fundación Proinpa.
- Programa de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2011). *La quinoa como cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. <https://www.fao.org/4/aq287s/aq287s.pdf>
- Rodríguez J. V. C. (1998). Apuntes sobre la alimentación de la población prehispánica de la cordillera Oriental de Colombia. *Maguaré*, 13, 27-71.
- Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. (2011). *La quinoa: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. <https://www.fao.org/4/aq287s/aq287s.pdf>
- Testen, A. L., McKemy, J. M., & Backman, P. A. (2013). First report of *Passalora* leaf spot of quinoa caused by *Passalora dubia* in the United States. *Plant Disease*, 97 (1), 139. <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-05-12-0472-PDN>



# AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es uno de los cultivos más antiguos de América del Sur, es consumida a nivel mundial gracias a que contiene varios aminoácidos esenciales y es apreciada por su alto valor nutricional.

Además, constituye un cultivo importante para la seguridad alimentaria y es una excelente alternativa en programas de agricultura sostenible, gracias a las características del sistema productivo. Los departamentos más productores de quinua en Colombia son Boyacá, Cauca, Cundinamarca y Nariño, cuyas zonas productoras de quinua presentan características de suelo y clima diferentes. Dada la magnífica riqueza ambiental de las zonas quinueras del país, es esencial seleccionar variedades de quinua con adaptación regional. Esta cartilla presenta el programa de mejoramiento genético de quinua iniciado por AGROSAVIA en el departamento del Cauca, el cual combina estrategias de selección participativa con estrategias de mejoramiento genético convencional, en este caso selección panoja-surco. Además, realiza una descripción de las principales enfermedades que afectan el cultivo de la quinua en el Cauca y las recomendaciones de manejo para disminuir las pérdidas de producción.

[www.agrosavia.co](http://www.agrosavia.co)

ISBN: 978-958-740-764-8



Distribución gratuita

Prohibida su venta



BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

Correo: [bac@agrosavia.co](mailto:bac@agrosavia.co)

Teléfono: (+57 601) 4227300 ext. 1257 o 1274

Skype: biblioteca.agropecuaria