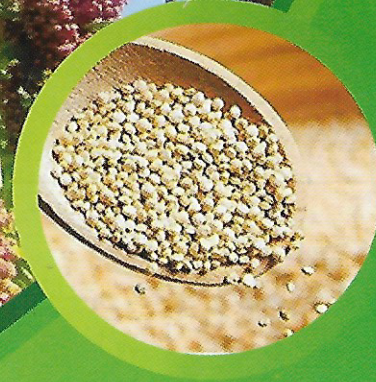


# CADENA PRODUCTIVA DE LA QUINUA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

*"Una alternativa  
sostenible,  
social y  
económica  
en el sector  
agrícola"*



## MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO, TRANSFORMACIÓN E INNOVACIÓN EN EL CULTIVO DE QUINUA.







## TABLA DE CONTENIDO

### INTRODUCCIÓN

#### 1. GUIA DEL CULTIVO DE LA QUINUA (Chenopodium quinoa Willd) EN BOYACÁ.

- 1.1. Generalidades
  - 1.1.1. Quinoa (Chenopodium quinoa Willd)
  - 1.1.2. Características botánicas y taxonómicas de la quinoa
  - 1.1.3. Valor nutricional
  - 1.1.4. Variedades de quinoa

#### 1.2. Establecimiento del cultivo de quinoa

- 1.2.1. Suelo
- 1.2.2. Selección de semilla
- 1.2.3. Técnicas de selección de semillas
- 1.2.4. Desinfección de semilla
- 1.2.5. Germinación
- 1.2.6. Clima
- 1.2.7. Preparación del suelo
- 1.2.8. Siembra
- 1.2.9. Fertilización
- 1.2.10. Aplicación de enmiendas
- 1.2.11. Labores culturales
- 1.2.12. Heladas
- 1.2.13. Abonos orgánicos

- 1.3. Control de plagas y enfermedades
  - 1.3.1. Enfermedades de la quinoa
  - 1.3.2. Control cultural de enfermedades
  - 1.3.3. Manejo de insectos
    - 1.3.3.1. Control biológico
    - 1.3.3.2. Control cultural
    - 1.3.3.3. Toma de datos

### 2. COSECHA Y POSCOSECHA

### 3. TRANSFORMACIÓN

- 3.1. Proceso de desaponificación
  - 3.1.1. Mecanizado en seco
  - 3.1.2. Mecanizado húmedo
- 3.2. Usos
  - 3.2.1. Usos gastronómicos
  - 3.2.2. Consumo animal

### 4. ASOCIATIVIDAD

### 5. PLAN ALIMENTARIO ESCOLAR (PAE)

### 6. BIBLIOGRAFIA

**CARLOS ANDRÉS AMAYA RODRÍGUEZ**  
GOBERNADOR DE BOYACÁ

**SEGUNDO ALBEIRO CHAPARRO PESCA**  
Secretario de Agricultura

**SONIA NATALIA VASQUEZ DIAZ**  
Directora de Desarrollo Rural Integral

**FERNANDO PORTILLA FUENTES**  
Director de Productividad Agropecuaria

**MAGDA PAOLA NÚÑEZ GANTIVA**  
Asesora Unidad de Relaciones Nacionales e Internacionales



## INTRODUCCIÓN

Boyacá es un Departamento con vocación agropecuaria que se caracteriza por su diversidad climática y condiciones agroecológicas óptimas para la producción de diversos cultivos y para el desarrollo de explotaciones pecuarias. En nuestro Departamento se resalta la producción de papa, hortalizas, leche, caña panelera y carne habiendo otros renglones importantes que se están proyectando, como el cacao, la uchuva, forestales, cafés especiales y quinua; es una verdadera despensa de alimentos para el País en donde están presentes la mayoría de las cadenas productivas.

La globalización de la economía y la apertura de las fronteras nacionales e internacionales obligan a las grandes, medianas y pequeñas organizaciones productoras agropecuarias a optimizar sus técnicas de producción y actualizar las posibilidades de mercado para sus productos y así lograr un desarrollo sostenible en las áreas social, económica, cultural y política de los municipios del Departamento.

El cultivo de la Quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) es una alternativa de desarrollo productivo para los cultivadores de la región.

## 1. GUÍA DEL CULTIVO DE QUINUA EN BOYACÁ

### 1.1. Generalidades

#### 1.1.1. QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*)

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) es un pseudocereal que se considera el alimento más completo para los humanos, se cultiva en Suramérica desde Colombia hasta el sur de Chile, sin embargo, la mayor diversidad se encuentra en el área entre Sicuani (Perú) y Potosí (Bolivia), la importancia de la quinua se debe a la alta calidad nutricional y su capacidad de adaptarse a condiciones edafoclimáticas variables (López & Recalde, 2016; Mujica & Jacobsen, 2006).

En Colombia se cree que los chibchas como otras tribus de la meseta Cundiboyacense cultivaron intensamente la quinua, también se sugiere que los antiguos habitantes de Cuyumbe (actuales ruinas de San Agustín Huila) quienes tenían relaciones con los pobladores de la Sabana de Bogotá, ayudaron a la dispersión de la quinua hacia el sur de Colombia y posteriormente esta fue llevada a Ecuador, en Perú por su parte la quinua fue común, pero en asociación con el maíz (Tapia et al., 1979).

Así, las sociedades Andinas fueron las que iniciaron la domesticación de las formas silvestres de la quinua hace 5000 años, sin embargo, estudios muestran que las poblaciones de *Chenopodium* en cada región fueron domesticadas de forma independiente: *C. berlandieri* var. *jonesianum* en el este de América del Norte, *C. berlandieri* ssp. *nuttalliae* en México y *C. quinoa* en los Andes (Bruno, 2006).

### 1.1.2 Características botánicas y taxonómicas de la quinua

El género *Chenopodium* posee cerca de 250 especies (Singh, 2010) siendo *Chenopodium quinoa Willd.* la más importante desde el punto de vista económico. La quinua fue descrita por primera vez en sus aspectos botánicos por Carl Ludwig Willdenow en 1778 y fue considerada como parte de la familia *Chenopodiaceae*. La jerarquía taxonómica de la quinua es:

<b>Reino:</b>	<b>Plantae</b>
<b>División:</b>	<b>Tracheophyta</b>
<b>Clase:</b>	<b>Magnoliopsida</b>
<b>Orden:</b>	<b>Caryophyllales</b>
<b>Familia:</b>	<b>Amaranthaceae</b>
<b>Subfamilia:</b>	<b>Chenopodiaceae</b>
<b>Género:</b>	<b>Chenopodium</b>
<b>Especie:</b>	<b>Chenopodium quinoa Willd.</b>

La quinua es una planta anual, dicotiledónea, usualmente herbácea, que alcanza una altura entre los 0.5 a 3 m dependiendo el genotipo y de condiciones edafoclimáticas. Las plantas pueden presentar diversos colores que van desde el verde, morado a rojo e intermedios entre estos (Melorose et al., 2016; Ormeño, 2015).

El tallo de la quinua en la unión con el cuello de raíz es cilíndrico y a medida que se aleja del suelo se vuelve anguloso en las zonas de nacimiento de hojas y ramas. La corteza es firme y compacta formada por tejidos fuertes y lignificados. El color básico del tallo en época de floración, puede ser verde, verde-amarillo, naranja, rosado, rojo y púrpura. En algunas variedades se puede apreciar la presencia de estrías con colores variables como el verde, amarillo, rosado y púrpura y en otras la presencia de axilas de color rosado, rojo o púrpura. Las hojas son de carácter polimórfico en una sola planta; las basales son grandes y pueden ser romboidales o triangulares, mientras que las hojas superiores generalmente alrededor de la panoja son lanceoladas (Tapia et al., 1979).

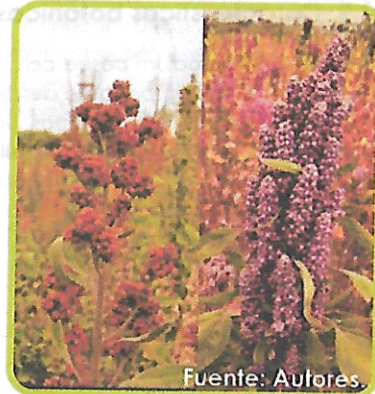
El tipo de raíz varía de acuerdo a las fases fenológicas, empieza con raíz pivotante terminando en raíz ramificada con una longitud de 25 a 30 cm., según el ecotipo, profundidad del suelo y altura de la planta; la raíz se caracteriza por tener numerosas raíces secundarias y terciarias (Ormeño, 2015). La profundidad de la raíz presenta una estrecha relación con la altura de la planta (Tapia et al., 1979).



**Inflorescencias y hábitos de crecimiento de quinua en Boyacá**

**Figura 1.**

Las flores son pequeñas y densas, incompletas ya que carecen de pétalos; se ubican en glomérulos, son sésiles, de la misma coloración que los sépalos y pueden ser hermafroditas, pistiladas o androestériles. Los estambres, que son cinco, poseen filamentos cortos que sostienen anteras basifijas y se encuentran rodeando el ovario, cuyo estilo se caracteriza por tener 2 ó 3 estigmas plumosos. Las flores permanecen abiertas por un período que varía de 5 a 7 días, y como no se abren simultáneamente, se determinó que el tiempo de duración de la floración está entre 12 a 15 días (Tapia et al., 1979; Lescano, 1994) (Figura 1).



Fuente: Autores.

La inflorescencia es una panoja de 15 a 70 cm de longitud con un eje principal del cual se originan ejes secundarios y terciarios (Costa & Manifiesto, 2014). Fueron descritos dos tipos de inflorescencia para quinua: amarantiforme y glomerulada, dependiendo de la inserción del glomérulo (Figura 1).

El fruto es un aquenio, tiene forma elipsoidal o redonda de diferentes colores dado por el perigonio que lo recubre y que se desprende fácilmente cuando está seco (Fernández, 2012; Tapia et al., 1979). El color del fruto está dado por el perigonio y se asocia directamente con el de la planta, que puede ser verde, púrpura o rojo, allí está presente la saponina, enzima que le transfiere sabor amargo; la semilla está envuelta por el episperma en forma de una delgada membrana.

**Figura 2.**  
**Semillas de quinua del Banco de Germoplasma de Boyacá**

Las saponinas de la quinua se constituyen por un grupo de diversos glicósidos de alto peso molecular, formados por una o más cadenas carbohidratadas y una aglicona denominada sapogenina. Estas saponinas son principalmente del tipo triterpenoide, siendo el ácido oleanólico y la hederagenina los constituyentes principales, considerando que actualmente se han llegado a identificar hasta 30 tipos de saponinas en las diferentes variedades de quinua.



Fuente: Autores.

Estas saponinas poseen propiedades detergentes muy fuertes, forman espuma estable en soluciones acuosas y presentan actividad hemolítica y sabor amargo y son en general de carácter tóxico para animales de sangre fría (Pinzón, 2014).

**1.1.3 Valor nutricional**

La quinua es un grano de elevado potencial nutritivo, se considera un pseudocereal por su inusual balance entre proteínas, lípidos y carbohidratos (Tabla 1.) (Vega-galvez et al., 2010), el contenido de proteínas en la quinua está entre 14 al 17% con respecto a los cereales que están entre el 7 a 12% como el trigo, maíz, arroz y cebada (Laguna, 2002), se sugiere que su alto contenido de proteína se debe a que en esta planta el embrión es más grande que en los cereales (Fernández, 2012). La importancia nutricional de la quinua radica en que es la única planta que posee y provee todos los aminoácidos esenciales lo que le permite igualar a nivel nutricional a la leche materna y al huevo (Laguna, 2002; Fernández, 2012; Borges et al., 2010).

El balance nutricional de la quinua es de 4 - 9% de lípidos, aproximadamente 16% pero más importante aún, el balance ideal de aminoácidos esenciales de sus proteínas y 64% de carbohidratos (Miranda et al., 2013; Vega-galvez et al., 2010; Repo-Carrasco et al., 2003). Además, presenta ácidos grasos omega 3, 6 y 9, y minerales como hierro y calcio. El contenido de azúcares es de 3% que en su mayoría son maltosa, D-galactosa y D-ribosa, y en niveles bajos fructosa y glucosa; el total de fibra es del 7.8% (López & Recalde, 2016; Navruz-Varli & Sanlier, 2016).

Tabla 1. Comparación de valores nutricionales en granos de cereales y la quinua (100g)

Composición	Quinua	Arroz	Cebada	Trigo	Maíz	Centeno	Sorgo
Lípidos (g)	6.07	0.55	1.3	2.47	4.74	1.63	3.46
Proteínas (g)	14.12	6.81	9.91	13.68	9.42	10.34	10.62
Cenizas (g)	2.7	0.19	0.62	1.13	0.67	0.98	0.84
Fibra (g)	7.0	2.8	15.6	10.7	7.3	15.1	6.7
Carbohidratos (g)	64.16	81.68	77.72	71.13	74.26	75.86	72.09
Energía (kcal)	368	370	352	339	365	338	329

Fuente(Navruz-Varli & Sanlier, 2016)



Debido a su alto contenido de almidón (3-22%) este puede ser usado de la misma manera como cereales para la producción de harina, además se ha encontrado que este almidón de la quinua puede ser digerido más fácilmente por los niños y enfermos (Fernández, 2012; Vega-galvez et al., 2010).

Por todas las propiedades de la quinua el consumo en niños, ancianos, deportistas de alto rendimiento, personas con intolerancia a la lactosa, mujeres propensas a la osteoporosis, personas con anemia, diabetes, obesidad y celíacos, es una excelente alternativa de alimentación por su alto valor nutricional, características terapéuticas y alimento sin gluten (Navruz-Varli & Sanlier, 2016).

### 1.1.4 Variedades de quinua

Las variedades de quinua que son producto de la selección por parte de agricultores han sido llamadas variedades nativas; también, se les puede llamar variedades, razas, ecotipos o morfotipos. Las variedades que son obtenidas por procesos de mejoramiento genético se llaman variedades mejoradas o cultivares. Las principales variedades cultivadas en el Departamento de Boyacá son:

#### • Tunkahuan

Se caracteriza por ser una variedad dulce, originaria de Ecuador, tiene 180 días de período vegetativo (semitardía), planta púrpura y panoja amarilla anaranjada, con grano blanco, glomerulada, contenido de 15,73% de proteína, con rendimiento de 2200 kg/ha en promedio.

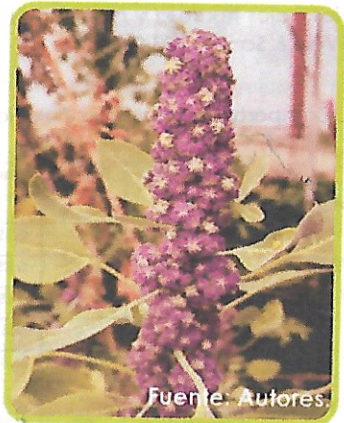


Figura 3. Variedad Tunkahuan

Fuente: Autores.

Es de porte alto, semitardía, con ramificación abierta desde la base, color de panoja verde y cambia a amarillo claro, los tallos presentan estrías verdes, grano color blanco, con rendimiento de 2200 kg/ha en promedio.

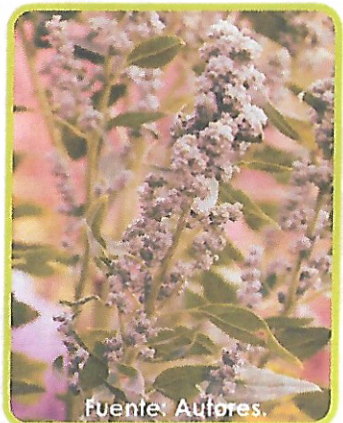


Figura 4. Variedad Blanca de Jericó

Fuente: Autores.

#### • Piartal

Originaria del norte de Ecuador, se caracteriza por su porte alto, con estrías en el tallo color verde, panoja glomerulada color púrpura, con axilas púrpuras. Semilla blanca y dulce con contenido de proteína del 16.3 %. Ciclo de 180 días con rendimientos de 4000 kg/ha (Veloza et al., 2016).

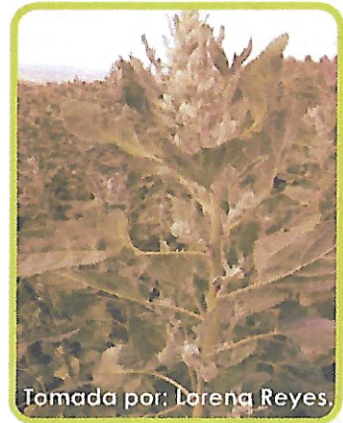


Figura 5. Variedad Piartal

Tomada por: Lorena Reyes.





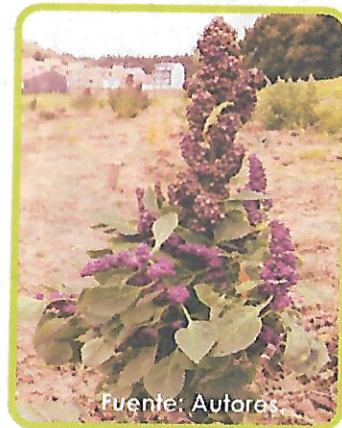
• **Aurora**

Fuente: (Zañudo, 2016).

**Figura 6. Variedad Aurora**

• **Amarilla de Marangani**

Originaria de Marangani, Cusco, Perú, seleccionada en Andes (INIA) y Kayra (CICA-UNSAC), planta erecta ramificada, de 180 cm de altura, con abundante follaje, tallo grueso, planta de color verde oscuro característico, a la madurez la planta es completamente anaranjada, periodo vegetativo de 160 a 180 días, panoja glomerulada, grano grande de color anaranjado (2,5 mm), con alto contenido de saponina. Resistente al mildiú Peronospora farinosa y, de alto potencial de rendimiento que supera los 6000 kg/ha, susceptible al ataque de Q'hona y a las heladas.



Fuente: Autora

**Figura 7. Variedad Amarilla de Marangani**

**1.2 Establecimiento del cultivo de quinoa**

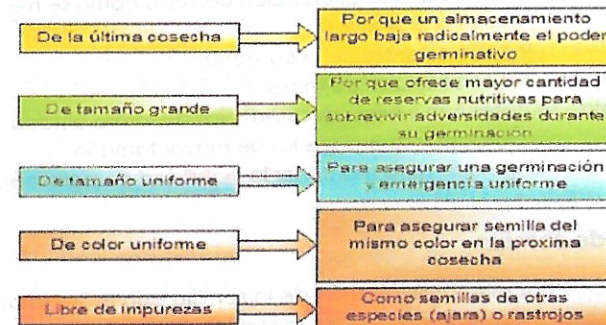
Para iniciar un proyecto productivo como es en este caso un sistema de producción de cultivo de quinoa se deben tener en cuenta algunos aspectos de importancia tales como:

- Terreno
- Fuentes hídricas (reservorios naturales y/o artificiales).
- Vías de acceso
- Presencia de elementos contaminantes de alto riesgo para el cultivo o para los trabajadores del cultivo.

Para desarrollar un cultivo de quinoa el suelo debe presentar características de buena profundidad, suelos francos, franco arenoso o franco arcilloso, buen drenaje, buen contenido de materia orgánica, pH 5.5 – 7.8; se recomienda antes de iniciar las labores de siembra realizar un análisis de suelos y con base en los resultados se realizan las correspondientes correcciones de pH en cuanto aplicación de enmiendas y una adecuada fertilización.

Para obtener buenos rendimientos en la cosecha se deben considerar los siguientes parámetros de semilla en el momento de la siembra.

**Figura 8. Características de las semillas seleccionadas**



Fuente: Ing. Jesús Equise



La selección de semillas tiene la finalidad de conservar y mejorar la calidad de semilla de quinua, esta selección se realiza antes y simultánea a la cosecha escogiendo las mejores plantas bajo las siguientes características:

- Buena altura
- Panojas grande
- Granos uniformes con panojas compactos sean amarantiformes o glomeruladas de una sola variedad o ecotipos sin manchas.
- Con tallo grueso con pocas ramificaciones y sin enfermedades
- La plantas que maduran rápido.
- Plantas que resistieron a la sequía y las heladas bajo la identificación en sus diferentes fases fonológicas.

### 1.2.3. Técnicas de selección de semillas

Con el método de selección no se crea un genotipo nuevo, si no se selecciona de un grupo heterogénico de plantas un genotipo ya existente, que presenta los caracteres deseados.

El material original para iniciar la selección puede provenir de bancos de germoplasma o de campos de producción. Lo importante es, que en el material se presenta suficiente variación genética para poder realizar exitosamente una selección.

El método más común y práctico para el quinuacultor es por el método de la selección masal que se realiza cuando se tiene definido los caracteres deseados y se prosigue

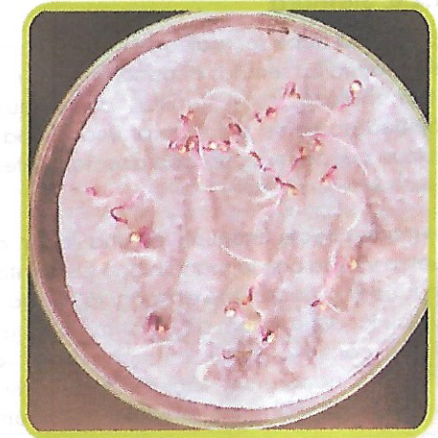
- Se seleccionan en el campo plantas que se diferencien del resto como se mencionó anteriormente.
- El momento óptimo de la selección es antes de la cosecha.
- Cuando el grano se encuentra en el estado de masa.
- Se marcan éstas plantas, se cosechan y trillan estas panojas de forma aislada.
- Se zarandeo con mallas milimetradas y se escoge los de mayor tamaño.
- Se almacena en un lugar refrigerado para mantener la viabilidad de germinación para la próxima campaña agrícola.

### 1.2.4 Desinfección de semilla

Antes de sembrar se debe hacer la desinfección de la semilla con el fin de asegurar la disminución de fitopatógenos en la superficie de la semilla y así asegurar el desarrollo viable de la plántula.

### 1.2.5. Germinación

Las semillas de quinua en condiciones adecuadas de humedad, oxígeno y temperatura pueden germinar muy rápidamente. El agua y la temperatura del suelo son esenciales para el inicio de la germinación y el mantenimiento de un metabolismo apropiado (Gómez & Aguilar, 2016). Igualmente es recomendable realizar las correspondientes pruebas de germinación; las cuales consisten en colocar a germinar 100 semillas en agua en un recipiente adecuado, el número de semillas germinadas permite determinar el porcentaje de germinación de la semilla.



### 1.2.6. CLIMA

Es importante considerar la adaptación de las variedades a las diferentes condiciones de clima y altitud; las principales zonas de producción en el Departamento se encuentran desde los 2000 - 3000 msnm, con promedios de producción de 2000 Kg/Ha dependiendo de la oferta ambiental. Si bien la quinua tiene amplia adaptación como especie, muchas variedades tienen adaptación muy específica a ciertos ambientes. En algunos ambientes crecen vegetativamente sin llegar a fructificar o son de ciclos tan cortos que están listas a cosechar en pleno periodo de lluvias con bajos rendimientos y calidad de granos. Por lo tanto, la elección de la variedad es muy importante. (Pando & Aguilar, 2016). Así mismo durante el ciclo vegetativo del cultivo de la quinua se necesita unas condiciones de precipitación entre 400 - 800 mm de lluvia, con humedades relativas de 40 al 80 % y temperaturas que oscilan en 15- 25 OC.

### 1.2.7. Preparación del suelo

Inicialmente se recomiendan suelos profundos con buen drenaje, suelos francos, preferiblemente lotes planos, pendientes suaves o semi onduladas planas. Las labores de preparación del suelo pueden hacerse de manera mecanizada o con azadón, el suelo debe estar nivelado lo cual permitirá una mejor distribución y germinación de la semilla; se deben evitar el uso de herbicidas; una vez preparado el terreno se procede realizar un surcado semi profundo aproximadamente 10cm, con distancias de 50 - 70 cm entre surcos, este surcado se recomienda realizar a través de la pendiente evitando efectos de erosión.

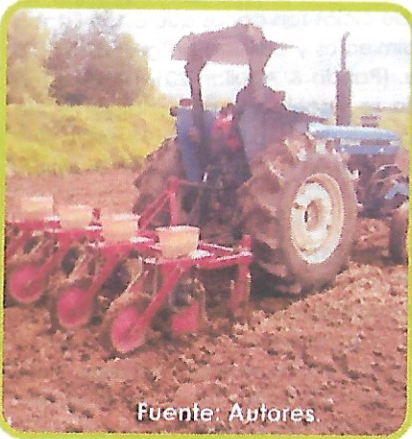


### 1.2.8. Siembra

La siembra debe ser realizada inmediatamente de concluida la preparación del suelo. De esta forma las semillas dispondrán de humedad adecuada y se reducirá la competencia por malezas. Las semillas de quinua son pequeñas y deben ser sembradas cuidadosamente para lograr una buena germinación y establecimiento del cultivo. La quinua puede ser sembrada directamente o por trasplante (Pando & Aguilar, 2016).

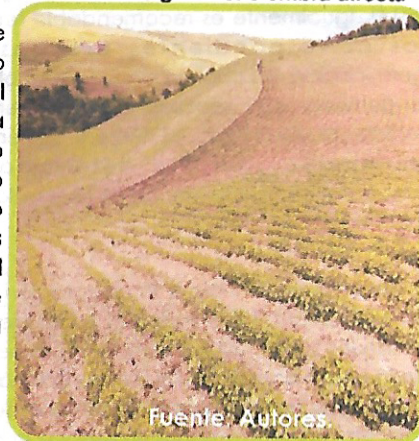
**Siembra directa manual:** es una labor que se realiza ya sea con la mano o con elementos como un tubo el cual consiste en regar la semilla sobre el surco, la distribución de la semilla se realiza a chorro continuo, posteriormente se va tapando con una capa muy fina de tierra empleando implementos simples que faciliten un ligero desplazamiento de suelo del área cercana a las semillas estos pueden ser ramas vegetales, el espesor de suelo para cubrir la semilla no debe sobrepasar los 2 cm evitando ahogamiento de la semilla y la no germinación de la misma.

Figura 11. Siembra mecanizada.



Fuente: Autores.

Figura 10. Siembra directa



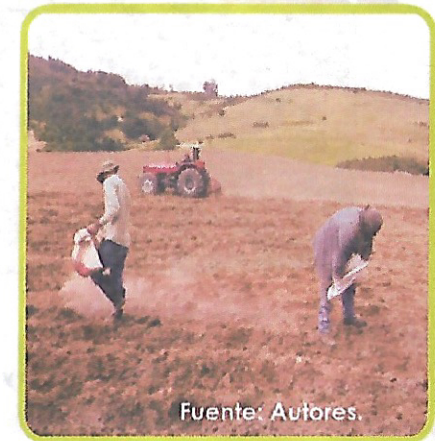
Fuente: Autores.

**Siembra mecanizada:** La quinua puede ser sembrada con una máquina sembradora de cereales de grano pequeño o con una de pastos. Es importante regular la sembradora cada vez que se realice la siembra porque el tamaño de los granos de quinua depende de la variedad y del lugar de producción. Igualmente revisar la profundidad del tapado y el distanciamiento de los dispositivos que abren y tapan el surco o línea de siembra (Pando & Aguilar 2016).

### 1.2.9. Fertilización

La fertilización es muy importante en el cultivo de la quinua debido a su alta demanda de nutrientes para esto es importante basarse en un análisis de suelos de acuerdo a los protocolos establecidos. Lo cual permitirá proporcionar la nutrición adecuada para lograr altos rendimientos y calidad.

Figura 11. Siembra mecanizada.

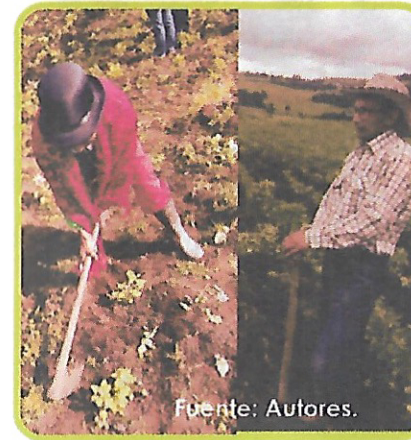


Fuente: Autores.

### 1.2.10. Aplicación de enmiendas

Se realizan las correcciones respectivas con respecto a la aplicación de enmiendas según resultado análisis de suelos, la quinua responde bien a suelos con un pH que oscila entre 5.5 – 7.8 de lo contrario si se encuentra por debajo de este rango es necesario emplear rocas fosfóricas y/o cal dolomítica. Igualmente es recomendable hacer aplicaciones de materia orgánica.

Figura 13. Deshierba con azadón.



Fuente: Autores.

### 1.2.11. Labores culturales

Dentro de las labores culturales es importante el manejo de las arvenses ya que estas compiten por nutrientes y espacio generándole competencia a la quinua, por esta razón se recomienda un deshierbe oportuno, labor que se realiza manualmente o con azadón, posteriormente es necesario realizar un aporque el cual consiste en levantar el surco permitiéndole a la planta fijar mejor sus raíces evitando el volcamiento en etapas adultas. El aporque al igual que la deshierba se pueden realizar con herramientas como el azadón y/o con un arado mecanizado o de tracción animal.



Figura 14. Deshierba manual.

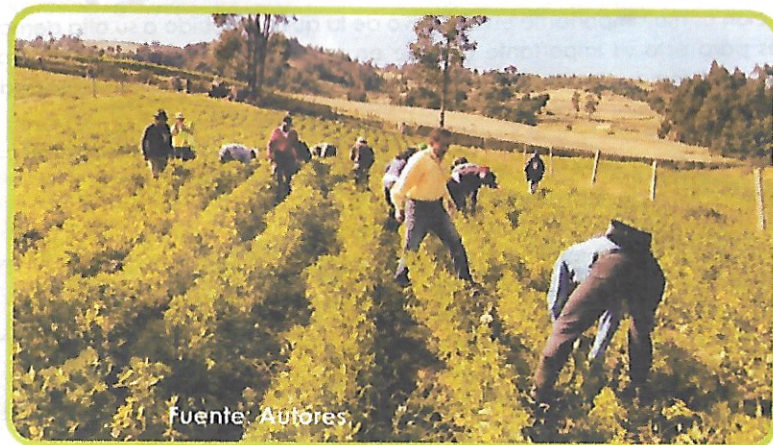
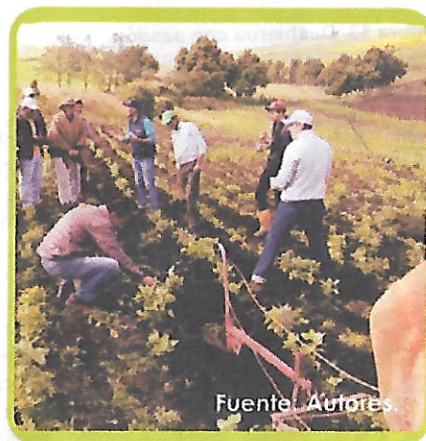
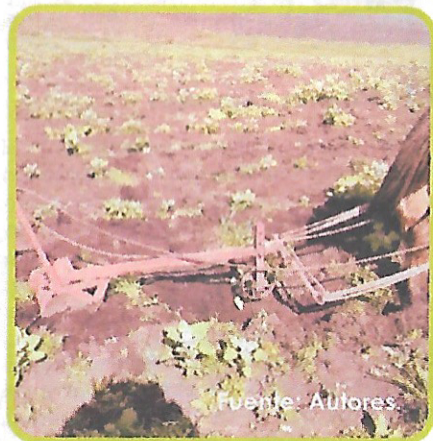


Figura 15. Surcado y aporque con tracción animal.



### 1.2.12. Heladas

Las plantas y el suelo ceden a la atmósfera durante la noche el calor recibido en el día a partir de un balance de energía negativo sobre los 2.500 msnm, especialmente en los meses secos del año. Para disminuir el efecto negativo de las heladas se debe utilizar cercas vivas, aplicación de riego y selección de variedades resistentes.

### 1.2.13. Abonos orgánicos

- Humus de lombriz
- Caldo aeróbico de estiércol: es uno de los caldos microbiológicos más sencillos y económicos de producir en la finca.

#### Materiales

- Una caneca plástica o recipiente de cualquier tamaño de color diferente a rojo o amarillo porque los elementos que usan para fabricar estos recipientes de estos dos colores son tóxicos.
- Agua limpia de manantial o aljibe (no tratada).
- Estiércol de bovino fresco.

#### Preparación

Se llena hasta un poco menos de la mitad de la caneca con el estiércol de bovino, posteriormente se agrega agua hasta completar tres cuartas partes de la capacidad de la caneca, esto con el fin de dejar un espacio de rebosamiento a la mezcla y evitar que se derrame, debe agitarse todos los días para oxigenarla y evitar problemas de putrefacción; se recomienda tapanla con un lienzo para evitar que caigan objetos extraños o animales dentro de la mezcla. Este producto está listo a los 30 días aproximadamente, condición que puede variar dependiendo del clima.

#### Usos

Como abono foliar, como biofertilizante, actúa en algunos casos como repelente de insectos, es excelente como activador y estimulante de los procesos microbiológicos de suelo.

#### Dosis

- Aplicación foliar: Relación 1:3 Diluir 3 partes de agua por una de caldo, o sea que para una bomba de 20 litros de agua se toman 5 de caldo aeróbico de estiércol.
- Aplicación al suelo: 1:1 Diluir al 50% o sea, 10 litros de agua y 10 litros de caldo.



### 1.3. Control de plagas y enfermedades

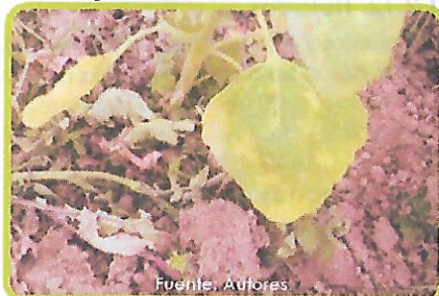
#### 1.3.1. Enfermedades de la quinua

Las principales enfermedades de la quinua son:

- Mildiu (*Peronospora variabilis*)
- Podredumbre marrón del tallo (*Phoma exigua* var. *foveata*).

El mildiu es el patógeno más severo en la quinua. Los mayores daños de la enfermedad se presentan en las hojas, provocando la reducción del área fotosintética de la planta, y en consecuencia afecta negativamente el desarrollo de la planta y el rendimiento. La enfermedad provoca el enanismo (infección sistémica) y la defoliación prematura, los cuales se traducen en la reducción del rendimiento entre el 10 y el 30%.

Figura 16. Planta con síntomas de mildiu



Fuente: Autores

Tabla 2. Principales enfermedades en la quinua

ENFERMEDAD	NOMBRE CIENTIFICO	CAUSANTE	SINTOMAS	CONTROL
Mildiu	<i>Peronospora</i>	Hongo	Manchas en hojas y	Variedades
	<i>farinosa</i>		tallos, primero verdes, después amarillos	resistentes Uso de productos cúpricos.
Mancha foliar	<i>Ascochyta hyalospora</i>	Hongo	Manchas necróticas en hojas	Semilla desinfectada
Podredumbre marrón del tallo	<i>Poma exigua</i>	Hongo	Lesiones color marrón en tallo y panojas	Drenaje y rotación
Mancha ojival	<i>Poma</i> sp.	Hongo	Lesión ojival en tallo	Variedades resistentes
Mancha bacteriana	<i>Pseudomonas</i> sp.	Bacteria	Manchas irregulares húmedas en tallos y hojas. Luego marrón oscuro con lesiones profundas.	Semilla desinfectada
Nematodos	<i>Nacobbus</i>	Falso nematodo		Rotación de cultivos

#### 1.3.2. Control cultural de enfermedades

Se recomienda emplear semillas sanas y procedentes de semilleros donde no ha habido desarrollo de este hongo. Hacer rotación de cultivos, suelos con buen drenaje, eliminación de plantas enfermas, aplicar el control cultural descrito previamente, se puede emplear biofungicidas y otros productos recomendados en la producción orgánica de la quinua, estos son productos biodegradables y no dañan el medio ambiente, desinfectar o tratar las semillas con *Trichoderma* spp. o *Bacillus subtilis*. Estos microorganismos competirán con los patógenos que se encuentren sobre la superficie de la semilla además promoverán un mejor desarrollo radicular.

#### 1.3.3. Manejo de insectos

Las plagas de insectos causan daños en el cultivo de quinua, y pueden reducir el rendimiento entre 8 y 40%, dependiendo del tipo de insecto, la incidencia y la época de cultivo. Los principales problemas durante el desarrollo vegetativo son el ataque de gusanos de suelo o cortadores de plantas tiernas (*Copitarsia* sp, *Feltia* sp) e insectos de hojas (*Epitrix* sp, *Diabrotica* sp, *Empoasca* sp) minadores y masticadores. (Pando & Aguilar, 2016).

Antes de determinar las medidas de control se debe evaluar en el campo la "incidencia" y "severidad". La incidencia, es el número de plantas con insectos plaga, sobre el total de plantas evaluadas (porcentaje). La severidad, es el número de insectos plaga por planta evaluada (Pando & Aguilar, 2016).

##### 1.3.3.1. Control biológico

Es muy importante propiciar el desarrollo de controladores biológicos para reducir las poblaciones de insectos dañinos, se pueden emplear productos como *Bauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Bacillus thuringiensis*.

##### 1.3.3.2. Control cultural

El uso de trampas luz y feromonas para el control de adultos, rotación de cultivos, riego prolongado.

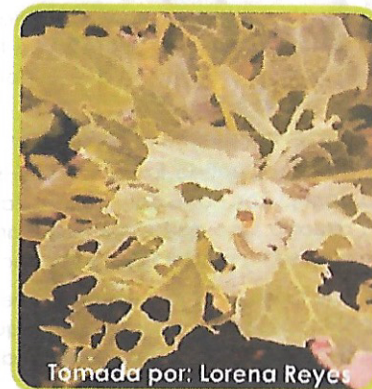


Figura 17. Plagas de la quinua

Tomada por: Lorena Reyes



### 1.3.3. Toma de datos

Es de importancia la toma de datos climatológicos (precipitaciones, humedad relativa, radiación solar, temperatura y humedad del suelo), ya que estos nos permitirán planear y tener en cuenta las fechas de siembra, épocas de riego, manejos de plagas y enfermedades así como la época de cosecha.

Figura 18. Equipos para toma de datos climatológicos.



Fuente: Autores.

## 2. COSECHA Y POSCOSECHA

La cosecha se realiza una vez las plantas llegan a su madurez fisiológica, reconocible porque las hojas inferiores cambian de color y empiezan a caer, dando una coloración amarilla característica a toda la planta. El grano, al ser presionado con las uñas ofrece resistencia que dificulta su penetración.

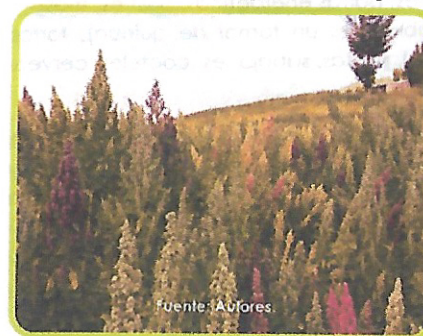
Es conveniente asegurarse de la maduración para determinar la fecha de cosecha ya que, al adelantarla y exponerla a lluvias tardías, se corre el riesgo de fermentaciones en las parvas que oscurecen el grano. Si por el contrario se realiza muy tarde, se desgrana fácilmente (Tapia & Fries 2007).

Los trabajos de la cosecha se dividen en:

- Siega o corte: Cuando la semilla esté saraza, es decir no totalmente seca, se debe cortar la panoja con hoz o con tijera podadora, acumularlas en manojos y llevar a un sitio o pieza aireado. Uno de las primeras características que nos indican la maduración es cuando empieza a perder hojas y la panoja toma un color amarillo seco.
- Secado de panojas bajo cubierta: Se dejan las panojas amarradas, colgadas por varios días o colocadas sobre mesones hasta que estén completamente secas y listas para ser llevadas a la trilla. Es posible darle horas de sol para terminar el secado.

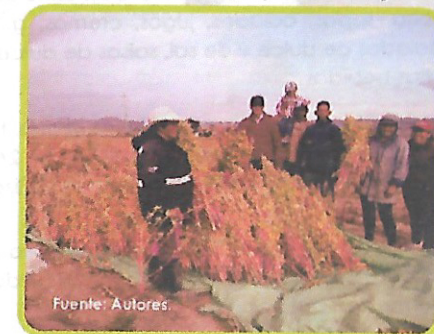
- Garroteo o trilla mecánica: Cuando es manual, utilizamos un plástico en el suelo para que el grano salga totalmente limpio, libre de piedras, terrones o polvo; encima del plástico colocamos las panojas y luego se golpean con una vara o garrote para que salga el grano.
- Mecánica: Puede ser con máquina trilladora o con una pica pasto, adaptadas.
- Venteado y limpieza: Manual o con máquina aventadora para eliminar residuos vegetales u otro tipo de elementos y dejar el grano completamente limpio.
- Secado del grano.
- Empaque: Para venta de la semilla, o para consumo. Debe utilizarse empaques bien tupidos de fibra sintética o de fique biodegradables si se vende por bultos.

Figura 19. Cultivo de quinua en Boyacá



Fuente: Autores.

Figura 20. Cosecha de quinua en Boyacá.



Fuente: Autores.

## 3. TRANSFORMACIÓN

### 3.1. Proceso de Desaponificación

Para consumo humano y animal: Para consumir la quinua debemos pasar por el proceso de desaponificación que puede ser por escarificado en seco con máquina desaponificadora o por lavado con agua y luego secado al sol o con máquina secadora.

#### 3.1.1. Mecanizado en seco

Donde se elimina del grano de quinua la saponina o jabón natural, mediante frotación. Esta saponina vuela, es succionada mediante un motor y es transportada a una bolsa de tela donde se va acumulando.



### 3.1.2. Mecanizado húmedo

Se realiza por medio de agua y licuadora, se coloca una taza de granos de quinua en la licuadora más dos tazas de agua. Se prende a baja velocidad y se apaga inmediatamente, para evitar que se rompa el grano. Esta operación se repite 10 veces. Luego se cuela y se vuelve a colocar el grano en la licuadora con más agua limpia. Se prende a baja velocidad y se apaga inmediatamente. Esta operación se repite hasta que no se vea espuma. Es de aclarar que las quinuas dulces se desaponifican más rápido que las quinuas amargas porque el contenido de saponinas es más bajo.

### 3.2. Usos

Como alimento se usa especialmente para consumo humano en forma de panes, galletas, ponqués, cereales integrales, snacks extruidos, dulces, barras energéticas, postres, masato, chicha, sopas, coladas, jugos, cremas, guisos, tabien (es un tamal de quinua), tortas, ensaladas de dulce y de sal, salsas de dulce y de sal, pastas, sabajones, cocteles, cerveza y otras bebidas.

Formas diferentes de consumirlo: en grano, hojuelas, harina, extruidos y pastas; también se consumen las hojas las cuales poseen un 26% de proteína, en forma de ensalada verde y en cremas; tallos y hojas frescas se utilizan como hortalizas, semillas germinadas en ensaladas.

Por su alto valor nutricional es ideal en la dieta de los bebés, estudiantes, deportistas, personas convalecientes, de la tercera edad, pacientes con sensibilidad al gluten y a la enfermedad celíaca.

En su uso etnomedicinal se tiene para el tratamiento de abscesos, hemorragias y luxaciones haciendo una pasta mezclada con alcohol; para combatir las afecciones hepáticas, las anginas y la cistitis. Es un analgésico dental y tiene la cualidad de ser antiinflamatorio, cicatrizante y regenerador celular. Se aplican compresas de quinua negra combinada con algunas otras plantas como la suelda consuelda para curar las fracturas de huesos; es refrigerante, diurético y contra los cólicos.

Tallos, hojas y todo el material proveniente de la cosecha se emplea como suplemento para animales en forma directa, en ensilaje y como bloque nutricional.

### 3.2.1. Usos gastronómicos

La quinua puede usarse en la elaboración de diferentes platos tales como:

#### Manjar de quinua

Ingredientes:

- 2 tazas de quinua en grano, sin saponina
- 4 tazas de agua
- 2 tazas de leche caliente o 4 cucharadas de leche en polvo
- Azúcar o panela pulverizada al gusto
- Uvas o coco rallado si se desea

Coloque al fuego una olla con 4 tazas de agua, agregue la quinua y la canela, hierva durante 20 minutos, sáquele el agua que sobre (que le sirva para preparar otras recetas), agregue los demás ingredientes y sirva inmediatamente caliente, o deje enfriar y sirvaso frío.

#### • Colada de harina de quinua

Ingredientes: (4 porciones)

- 4 cucharadas soperas de harina de quinua
- 4 tazas de agua
- Panela pulverizada al gusto
- 1 Astilla de canela
- Queso rallado si lo desea

Colocar al fuego en una olla todos los ingredientes excepto el queso, dejar hervir por 10 o 15 minutos. Servir caliente agregándole el queso, o servir frío.

#### • Jugo de quinua

Ingredientes: (4 porciones)

- Media taza de grano de quinua cocinado
- Fruta: un banano o cualquier otra fruta
- 3 vasos de agua hervida fría
- Azúcar o panela pulverizada al gusto

El grano de quinua se ha cocinado previamente (en una olla se coloca una parte de grano de quinua por 4 partes de agua, se lleva al fuego y que hierva por 20 minutos), cuando esté frío se llevan todos los ingredientes a la licuadora y se agita a alta velocidad se sirve inmediatamente.



### • Crema de quinua

Ingredientes: (4 porciones)

- Media taza de grano de quinua cocinado
- Fruta: un banano o cualquier otra fruta
- 2 vasos de agua hervida fría
- 1 vaso de leche o 2 cucharadas de leche en polvo
- Azúcar o panela pulverizada al gusto

El grano de quinua se ha cocinado previamente, que esté frío, se llevan todos los ingredientes a la licuadora y se agita a alta velocidad. Esta listo para servir.

### • Ensalada de frutas con crema de quinua

Ingredientes: (4 porciones)

- Una porción de cada fruta como banano, manzana, pera, kiwi, mango, piña, fresa, mora, durazno, Feijoa y otras; todas cortadas y partidas en cuadritos.
- Una taza de grano de quinua cocinado
- Azúcar o panela pulverizada al gusto
- Un cuarto de queso rallado

Mezclar todas las frutas en un recipiente, servir las en 4 platos. Agregar en la licuadora la quinua cocinada, el azúcar o la panela pulverizada y llevar a alta velocidad. Agregar a cada plato la crema de Quinua. Agregar por encima el queso rallado.

### • Arroz con quinua y aceite de pata de res

Ingredientes: (4 porciones)

- 2 ½ tazas de agua
- ½ taza de perlititas de quinua ó quinua lavada
- 1 taza de arroz
- 2 cucharadas de aceite de pata
- Cebolla picada
- Ajos picados
- Ramita de perejil
- Sal al gusto

Sofreír en el aceite de pata la cebolla y los ajos, agregar el agua, sal, arroz, quinua, perejil, cuando seque el agua, tapar y dejar a fuego lento por media hora. Servir caliente.

### • Crema de harina de quinua

Ingredientes: (4 porciones)

- 4 cucharadas de harina de quinua
- 4 tazas de agua
- Sal al gusto
- Cebolla larga y cabezona picada finamente
- ½ cucharadita de mantequilla
- ½ hoja de laurel
- Cucharada crema de leche
- Paquete papas fritas en fosforito

En una olla freír la mantequilla y las cebollas picadas, agregar el agua, sal, la harina de quinua, laurel, dejar hervir por 15 minutos. Servir caliente. Agregarle una porción de crema de leche y papas fritas.

### • Masato de Quinua

Ingredientes: (20 porciones)

- 9 tazas de agua
- ¾ de taza de harina de quinua
- 1 panela
- 1 Guayaba
- Clavos y canela al gusto

Se debe poner al fuego las 6 de las 9 tazas de agua con panela, los clavos, guayaba y la canela. Luego se agrega la harina de quinua disuelta en las 3 tazas de agua restante. Revolver constantemente y dejar hervir durante 10 minutos.

### • Ensalada de Quinua

Ingredientes: (2 porciones)

- ½ Taza de quinua cocida.
- ½ Pechuga de pollo cocida y desmechada.
- ½ Cebolla cabezona picada en cubitos pequeños.
- ½ Pimentón picado.
- ½ Cucharada de mantequilla.
- 1 Tomate en rodajas
- 2 Cucharadas de queso rallado.
- 3 Hojas de lechuga.
- Sal y pimienta al gusto

Sofría la cebolla, el pimentón, la quinua, el queso y el pollo en la mantequilla y sazone con sal y pimienta. Sirva colocando la mezcla anterior sobre una hoja de lechuga y decore con los tomates en rodajas.



## Sopa de quinua con verduras

Ingredientes: (5 porciones)

- 5 tazas de agua.
- 1 ½ tazas de quinua.
- 2 Zanahorias
- 1 Taza de coliflor.
- 1 Libra de arveja verde.
- 3 Papas picadas.
- 4 Trozos de carne o pollo.
- Cebolla larga.
- Sal al gusto.
- Cilantro.

Ponga la cebolla picada junto con el agua al fuego hasta que hierva, agregue el pollo o la carne, las verduras, las papas y la quinua, cocine hasta que estén blandos, adicione sal al gusto, sirva y adicione cilantro si desea.

### 3.2.2. Consumo animal

Para el consumo animal se utiliza la planta de quinua completa como forraje en verde, bien sea suministrado en pastoreo libre o también realizando algún proceso de conservación como el ensilaje.

Las mezclas que se han usado corresponden a: avena-nabo-quinua, avena-vicia-quinua y también maíz – quinua y los resultados son excelentes en ganado de leche principalmente. Los residuos de la cosecha son importantes en la preparación de los bloques nutricionales cuya fórmula es la siguiente:

#### Bloque nutricional para rumiantes

Para preparar 60 kilos

- Melaza..... 30
- Urea..... 6
- Sal mineralizada..... 3
- Azufre..... 2
- Zeolita..... 2
- Cal hidratada..... 4.5
- Fibra (residuos de quinua)..... 12.5
- Contenido en proteína del bloque del 36%

#### • Ensilaje

Cantidades por Ha

- Avena..... 70%
- Vicia..... 10%
- Nabo forr/..... 10%
- Quinua..... 10%

Los animales alimentados con ensilaje y bloque nutricional a base de quinua presentaron mayor producción constante de leche en época de escasez de forraje verde, se redujo a cero las diarreas en animales que habitualmente eran propensos a la alimentación con pastos demasiado tiernos. El estado corporal de los animales fue excelente. Los animales se mantuvieron libres de parásitos externos, no se presentaron problemas de timpanismo los cuales son muy comunes en esta región boyacense.

NOTA: Estas consideraciones se tuvieron en cuenta en dos fincas de minifundio con un total de 6 animales y bajo condiciones de alimentación diferentes en cuanto a la calidad de los pastos. Pero a pesar de esto, los comportamientos fueron similares. Las cantidades suministradas por animal/día fueron de aproximadamente 5 kilos de ensilaje y 0.5 kilos de bloque. (Reyes, 2014).

## 4. ASOCIATIVIDAD

Muchos productores Boyacenses que venían trabajando de manera independiente se asociaron para lograr mejores resultados; pues, corrían grandes riesgos, limitados en su capacidad de inversión y no tenían contactos para la comercialización de sus productos. Al asociarse se han dado cuenta que pueden recibir apoyos locales, departamentales, nacionales e internacionales para poder competir con el nuevo mercado globalizado. Ejemplo de algunas de estas asociaciones en el Departamento de Boyacá son:

- ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS DE TUTA
- ASOCIACIÓN DE PROSUMIDORES AGRO ECOLÓGICOS-AGROSOLIDARIA SECCIONAL SORACA-BOYACA
- AGROSOLIDARIA-ASOCIACIÓN DE PROSUMIDORES AGRO ECOLÓGICOS SECCIONAL TIBASOSA-BOYACA
- ASOCIACIÓN DE MUJERES AGROINDUSTRIALES DE TUNJA
- ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE QUINUA, CULTIVOS Y GRANOS ANDINOS DE SIACHOQUE
- ASOCIACION DE AGRICULTORES QUINUA DEL MUNICIPIO DE SORACA
- ASOCIACION DE PRODUCTORES DE GANADERIA, FLORES Y QUINUA ASOVARGAS
- ANUC – SORA
- ASOCIACION DE PRODUCTORES DEL MUNICIPIO DE TASCO ASOPROAGROT



**Figura 21. Visita técnica Centro Internacional de la Quinua y quinuacultores de Boyacá**

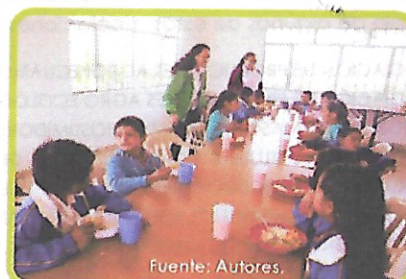


El fortalecimiento de las asociaciones de quinua de Boyacá se logró con el desarrollo del proyecto "Fortalecimiento de las capacidades productivas del cultivo de la quinua en el departamento de Boyacá" aprobado en el marco en el V programa de cooperación técnica y científica Bolivia - Colombia, por el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras de Bolivia a través del Centro Internacional de la Quinua, donde se desarrollaron actividades de producción, transformación y comercialización en el departamento de Boyacá y en el hermano país Bolivia, con el apoyo del centro internacional de la Quinua, Agencia Presidencial de Cooperación Internacional APC - Colombia, Casa de Boyacá y Secretaría de Agricultura

## 5. PLAN ALIMENTARIO ESCOLAR (PAE)

El PAE – CREA ofrece complemento alimentario en las Instituciones Educativas a los niños, niñas y jóvenes, para fortalecer la alimentación que reciben en sus hogares. A partir del 2016 fue incluida la quinua en la minuta escolar suministrada a los niños del Departamento.

Para optimizar el servicio se manejan 21 menús de acuerdo con las necesidades nutricionales de los niños y que cumplen con los estándares exigidos por el Ministerio de Salud. 175.000 estudiantes de 297 instituciones educativas oficiales del departamento son beneficiadas y durante 11 meses se les entregaron aproximadamente 18 millones de raciones.



**Figura 22. Niños beneficiarios del PAE**

## BIBLIOGRAFÍA

- Borges, J. T., Bonomo, R. C., Paula, C. D., Oliveira, L. C., & Cesário, M. C. (2010). Características físico-químicas, nutricionais e formas de consumo da quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*). *Temas Agrários*, 15(1), 9–23.
- Bruno, M. (2006). Documenting domestication. Costa, Sabrina; Manifiesto, M. (2014). Variabilidad genética de *Chenopodium quinoa Willd.* en el Noroeste Argentino y su relación con la dispersión de la Tesis Doctoral.
- Fernandez. (2012). Selección de mutantes de *Chenopodium quinoa Willd.* en la generación M2, cuantificación de saponinas en las variedades Isluga y Barandales adaptadas al Valle de Toluca.
- González, David. (2018). Planteamiento de un Modelo de Predicción de Heladas en Cultivos de Rosa en la Sabana de Bogotá. Universidad Militar.
- Laguna, P. (2002). "La Cadena Global de la Quinua: un reto para la Asociación Nacional de Productores de Quinua"1.
- Lescano Rivero, J. (1994). Genética y Mejoramiento de Cultivos Altoandinos, Puno - Perú.
- López, M. L., & Recalde, M. A. (2016). The first quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) macrobotanical remains at Sierras del Norte (Central Argentina) and their implications in pre-Hispanic subsistence practices. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 8, 426–433.
- Melorse, J., Perroy, R., & Careas, S. (2016). *Guía del cultivo de la quinua. Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015* (Vol. 1).
- Miranda, M., Vega-gálvez, A., Quispe-fuentes, I., & Rodríguez, M. J. (2013). Nutritional aspects of six quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) ecotypes from three geographical areas of Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 72(2), 175–181.
- Mujica, A., & Jacobsen, S. (2006). La quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) y sus parientes silvestres. *Botánica Económica de Los Andes Centrales*, 449–457.



Navruz-Varli, S., & Sanlier, N. (2016). Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Cereal Science*, 69, 371–376.

Ormeño, J. (2015). Agrupamiento de 16 accesiones peruanas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en relación al origen utilizando marcadores SSR, 88.

Otazú, V., Salas, B. (1977). Brown stalk of *Chenopodium quinoa* caused by *Phoma exigua* var. *foveata*. *Fitopatología* 12:54–58.

Otazú, V., Salas, B. (1977). Brown stalk of *Chenopodium quinoa* caused by *Phoma exigua* var. *foveata*. *Fitopatología* 12:54–58.

Pando, L. G., & Aguilar, E. A. 2016. Guía de cultivo de la quinua. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Universidad Nacional Agraria La Molina Lima.

Pinzón, J. 2014. Todo sobre la saponina de la quinua. Investigador autodidacta.

Repo-Carrasco, R., Espinoza, C., & Jacobsen, S. E. (2003). Nutritional value and use of the andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Reviews International*, 19(1–2), 179–189.

Reyes, J. 2014. Bloque Nutricional y Ensilaje. Quinuacultor e investigador autodidacta.

Singh, S. (2010). Understanding the weedy *Chenopodium* complex in the north.

Tapia, M. Gandarillas, H. Alandía, S. Cardoso A. Mujica, A. (1979). Quinua y Kañihua cultivos andinos.

Tapia, M. & Fries, A. (2007). Guía de Campo de los Cultivos Andinos, FAO-ANPE, Lima, Perú.

Vega-galvez, A., Uribe, E., Vega-g, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Mart, E. A. (2010). Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient Andean grain: A review Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.), an ancient Andean grain: a review, (December 2010).

**Elaboró:**  
**COMITÉ REGIONAL DE LA CADENA PRODUCTIVA DE  
LA QUINUA DE BOYACÁ.  
CENTRO INTERNACIONAL DE LA QUINUA BOLIVIA.**

**Autores:**  
**EDNA MILENA AVILA BOHORQUEZ  
MARIA VICTORIA BALLEEN ROBERTO  
ELSA HELENA MANJARRES HERNANDEZ  
JESÚS ESQUISE MAMANI**

**Diseño y diagramación  
Origen Publicidad**

**Tunja, Boyacá  
2019**



