



Cultivo de la Quínoa en zonas áridas

(1). Establecimiento.

Andrés Zurita-Silva. INIA Intihuasi - Centro Experimental Huasco
Francisco Alborno G. Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad
Católica
Enrique Veas L. - Hernán Cortés T. Agrodynamis Consultores

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - INFORMATIVO N°73

Preparación del suelo

La quínoa se caracteriza por presentar semillas (aquenios) de tamaño pequeño (2 mm). El objetivo de esta labor clave es entregar las condiciones adecuadas para el establecimiento y desarrollo de las semillas. Esto se realiza en cada nuevo ciclo del cultivo, de tal manera de dejar un suelo parejo, sin terrones e incorporando los rastrojos del cultivo anterior.

Esta labor además permite **controlar malezas** presentes en el terreno. Mediante aplicaciones de herbicidas (previo al uso de maquinaria), para controlar el mayor número de especies que, de otra forma, podrían verse favorecidas con el paso de arado, como malezas con rizomas (chépica, maicillo, chufa). Durante la preparación se pueden incorporar fertilizantes, o productos como cal y yeso como mejoradores del suelo.

En esta etapa se define el formato para la distribución de las plantas, ya sea en *camellones*, *mesas* o *platabandas*.

Estas labores se realizan con implementos que permitan voltear el suelo, de tal manera de evitar la compactación. Si aumenta la compactación de los suelos, éstos van perdiendo su capacidad de absorber agua, lo que deriva en pérdidas de agua, suelo y fertilizantes debido a la escorrentía que se genera en la superficie.

Las labores de preparación se dividen en labranza primaria y labranza secundaria:

a) Labranza primaria

Corresponde a la preparación de la **cama de raíces**, ya que se trabaja el suelo a mayor profundidad que durante la labranza secundaria. Esto se realiza con arados. Existen distintos tipos de arados según las

condiciones y la profundidad de trabajo requerida:

Arado de disco. Implemento conformado por un número de discos que van volteando el suelo, lo que permite el rompimiento de los terrones. En suelos muy pedregosos, el uso de arados de disco es restringido, ya que los discos se van dañando a partir del golpe con las piedras.

Arado de vertedera. Implemento que corta y volteo el suelo a través de estructuras tipo rejas.

Arado cincel. Implemento formado por barras metálicas que penetran el suelo, que, a diferencia de los anteriores, no lo voltean. Se recomienda especialmente para suelos pesados con altos contenidos de arcilla, ya que así se evita que el suelo se pegue a los discos o a la vertedera.

b) Labranza secundaria

Corresponde a la preparación de la **cama de semillas**, y cuyo objetivo es dejar el suelo mullido y permitir un contacto íntimo entre el suelo y las semillas para aportar el agua necesaria para su germinación. Se utilizan implementos conocidos como rastras, los que van rompiendo los terrones dejados por el paso del arado. A diferencia del arado, los discos de la vertedera no penetran en el suelo, sino que ejercen una presión superficial de tal manera de romper los terrones.

Una preparación de suelo recomendada para la zona consistirá en roturado con arado de discos, enterrando rastrojos en el suelo, lo que debe realizarse como **mínimo un mes antes de la siembra**; luego mullir el suelo con rastra de discos, para facilitar la descomposición del rastrojo. En suelos con alta incidencia de malezas se recomienda realizar esta labor **dos veces**, para controlar la mayor cantidad de malezas antes del establecimiento del cultivo.



Figura 1. Instalación de líneas de riego sobre melgas en pre-siembra. Suelo mostrando acumulación superficial de sales en riego pre-siembra. Semillas al momento de la siembra en la melga.

Se recomienda rotar la siembra de quinoa con cultivos que no sean de la familia Amarantacea, y de preferencia utilizar suelos en los que se haya sembrado hortalizas o tubérculos para aprovechar lo mullido del suelo. Dentro de las posibles rotaciones se puede recomendar: papa-quinoa-maíz-hortalizas, evitando el monocultivo de quinoa, pues esto puede acentuar deficiencias nutricionales e incrementar la incidencia de plagas y/o enfermedades.

Una vez que se acerque la fecha de siembra, se procederá nuevamente a desmenuzar el terreno pasando una rastra (cuidando de no reseca el suelo), de tal manera que quede en condiciones óptimas para recibir a la semilla, y finalmente una niveladora o tablón, dejando el suelo bien nivelado y los terrones desmenuzados.

Siembra de la Quinoa

La última labor pre-siembra es definir la disposición y estructura del cultivo, el cual variará dependiendo de los implementos disponibles. Esta disposición puede ser en surcos, platabandas, mesas o asociado a otros cultivos. Existen variadas formas de siembra para la quinoa: en línea, a charro continuo, por golpe, al voleo, incluso por trasplante. Nosotros utilizamos la siembra en surcos a 50 cm (máximo 75 cm), y melgas de no más de 20 cm de altura.

La recomendación de la forma de siembra, se realiza en función del tipo de cosecha: **manual o mecanizada**, de la **incidencia de malezas** en el terreno, y de la **condición de irrigación** del cultivo:

secano o artificial.

La época más oportuna dependerá de las condiciones ambientales del lugar de siembra. En nuestros ensayos en Atacama y Coquimbo, el momento óptimo para la siembra es a salida de invierno (julio-agosto). Siembras a inicios de invierno tienden a disminuir el crecimiento y alargar el ciclo vegetativo. Por ello, la época dependerá de la disponibilidad de agua que tendrá el cultivo: si existe riego, la época se puede retrasar hasta fines de primavera, y si se cultiva en secano, podría aprovechar el agua que pudiera quedar en el suelo, en especial en zonas costeras o libres de heladas.

Un período crítico en el cultivo es el establecimiento, porque la germinación es sensible a las condiciones ambientales, entre las cuales están suelos heterogéneos, formación de costras, baja temperatura del suelo y exceso de humedad. La combinación de estos factores causa efectos negativos sobre el rendimiento.

Las condiciones óptimas incluyen uso de semillas con buen poder germinativo (verificar con 100 semillas y contabilizar germinación), a una profundidad superficial (2 a 3 cm) dado el pequeño tamaño de la semilla, y cuando la temperatura del suelo sea superior a los 5°C. Se debe evitar la presencia de malezas como se indicó previamente, dado que **no se recomienda el uso de herbicidas post emergencia en la quinoa**, por la sensibilidad a los existentes en el mercado.

No se recomienda la siembra directa al voleo, ya que presenta problemas como dificultad de control de malezas, des-uniformidad de germinación, manejos de plagas y enfermedades, entre otros.



Lo recomendable es la siembra a chorro continuo en surcos a 50 cm., con una densidad de 10 kg de semilla por ha., variando según el tipo de suelo y humedad. La densidad óptima de plantas a alcanzar es entre 150.000 a 200.000 plantas/ha, lo que significa dejar 15-20 plantas por metro lineal.

La mecanización es necesaria en grandes superficies, y si se requiere ahorrar mano de obra, así como obtener precisión y uniformidad en la siembra. Las sembradoras deben cumplir ciertas características en función a la densidad de plantas por hectárea, distancia entre ellas, así como la profundidad exigida por esta planta. Las sembradoras de granos y de hortalizas con una adecuada regulación realizan bien esta función.

Suelo y Fertilización de la Quínoa

¿Cómo podemos conocer nuestro suelo y saber cuánto fertilizar? Mediante un *análisis de suelo*, el cual es una herramienta fundamental que permite conocer características químicas del suelo, como el pH y la conductividad eléctrica, así como los aportes nutricionales que será necesario entregar a la quínoa. Este diagnóstico es muy útil al momento de establecer y planificar labores como la preparación de suelos, fertilización y riego.

En primer lugar, tenemos el pH del suelo, medida que representa el nivel de acidez o alcalinidad del suelo. Este parámetro se mide en una escala que va desde 0 hasta 14, donde los valores inferiores a 7 corresponden a una situación de acidez, mientras que los valores superiores a 7 representan una situación de alcalinidad.



Figura 2. Escala de pH.

Gracias al pH, el productor puede determinar la disponibilidad de los nutrientes una vez fertilizado el suelo, así como optimizar la selección de fertilizantes. Por ejemplo, suelos con pH >7,5 afectan la disponibilidad de fósforo y hierro, a pesar de la fertilización. Esto obliga a realizar aplicaciones repetidas de estos nutrientes para asegurar que las raíces puedan absorber. Otro ejemplo es al seleccionar fertilizantes nitrogenados, ya que en su forma nítrica (como nitrato) tienden a aumentar el pH del suelo, mientras que aquellos en la forma amoniacal (como la urea), tienden a disminuirlo, aumentando la

disponibilidad de fósforo si el pH llega al rango 6,5-7,5.

Otro parámetro del análisis de suelo, es la **conductividad eléctrica (CE)**, medida de concentración de sales en el suelo, o sea, su salinidad. Aquellos suelos con valores de conductividad eléctrica menores a 4, no representan problemas para el establecimiento de la quínoa, dada su condición de planta facultativa halófila ("amante de la sal"), mientras que aquellos muy salinos (> 8 dS m⁻¹), deben ser manejados de manera específica para asegurar buenos rendimientos, como se muestra a continuación.

Cuadro 1. Interpretación de los valores de CE según el análisis de suelo. Fuente: Elaboración propia.

Tipo de suelo	Valor CE (dS m ⁻¹)*
No salino	0 - 2
Ligeramente salino	2 - 4
Moderadamente salino	4 - 8
Muy salino	8 - 16
Extremadamente salino	> 16

*Medida en extracto saturado

Estos manejos incluyen el *lavado de sales*, llevando suelo a capacidad de campo para permitir el desplazamiento de las sales de la zona de raíces, y la *parcialización de los fertilizantes*, ya que éstos aumentan la salinidad y por ende en suelos moderadamente salinos (>4) la fertilización debe realizarse de forma parcializada.

Un tercer parámetro determinado con el análisis de suelo, es la **Relación de Absorción de Sodio (RAS)**. Esta medida representa la abundancia de sodio con respecto a otros elementos en el suelo. Aquellos suelos con valores de RAS >13 se encuentran en una situación donde domina el sodio, por lo cual las partículas de suelo se encuentran dispersas, disminuyendo de manera importante la infiltración de agua después del riego. Los suelos con esta condición deben ser remediados primero con la adición de cal, seguida de un lavado con abundante agua. Dada la tolerancia a la sal en quínoa, sus mecanismos de exclusión de sales le permiten tolerar estos suelos.

Finalmente, el análisis de suelo entrega una referencia sobre los niveles de nutrientes presentes en la parcela. Como todos los cultivos necesitan nutrientes esenciales para su desarrollo óptimo, algunos de ellos ya están en niveles suficientes, en el suelo, el agua de riego o ambos, pero es necesario identificar cuáles de ellos necesitan ser suplementados por fertilización, en niveles adecuados para evitar gastos innecesarios.

En el **Cuadro 2** se presentan los valores adecuados de

nutrientes en un suelo con buena fertilidad. Si los valores son inferiores, entonces se debe aplicar el o los nutrientes deficientes a través de fertilización, ya sea con fertilizantes químicos y orgánicos. La adición de compost y materia orgánica puede llegar a mejorar significativamente el suelo, mejorando su estructura, aireación, drenaje, retención de nutrientes y agua. El compost también es útil en la recuperación de suelos erosionados y degradados.

Cuadro 2. Valores adecuados de nutrientes en el suelo para la mayoría de los cultivos.

Nutriente	Contenido (ppm)	mínimo
Nitrógeno		30
Fósforo	30 - 50	
Potasio	125 - 175	
Calcio	> 400	
Magnesio	> 30	
Azufre	> 10	

Los fertilizantes más utilizados corresponden a aquellos que aportan nitrógeno, fósforo y potasio (**N-P-K**), que son los nutrientes más demandados por los cultivos. En el nitrógeno, los productos utilizados son urea, nitrato de potasio, nitrato de calcio o nitrato de magnesio. Por otra parte, el fósforo es aportado como superfosfato triple, y, en menor medida, como fosfato de potasio. Mientras que el potasio es aportado ya sea como nitrato de potasio o fosfato de potasio. No se recomienda el uso de cloruro de potasio, conocido como muriato de potasio, ya que aporta cloruro al suelo, que se acumula y aumenta la salinidad del suelo, lo que obliga a aplicar mayores volúmenes de riego para lavar sales.

También es necesario considerar aplicaciones de calcio, magnesio y azufre, ya que en ciertas condiciones la concentración en los suelos puede ser limitante, afectando el rendimiento. Dentro de los productos que aportan calcio se encuentran la cal, el yeso y el nitrato de calcio. El magnesio puede ser aportado como nitrato de magnesio o utilizando un producto llamado dolomita. Finalmente, el azufre se aplica como azufre elemental o algún sulfato.

La quinoa es una planta de exigencia media a baja en cuanto al requerimiento de nutrientes. La demanda nutricional principal está dada por nitrógeno y calcio, moderadamente en fósforo y poco potasio. La fertilización equivalente en promedio corresponde a la fórmula **90:60:40** (hay quinoas que demandan menos). Los niveles a utilizar dependerán del contenido de nutrientes de los suelos donde se cultivará la quinoa

y del historial del terreno, por la rotación utilizada.

La fertilización nitrogenada puede realizarse dividida en tres partes: la 1ª a la siembra como fertilización de fondo, la 2ª después del primer desmalezado y la 3ª en floración, esto permitirá un mejor aprovechamiento del nitrógeno y evitará pérdidas (por lixiviación y volatilización). La fertilización con fósforo debe ser realizada en una sola aplicación a la siembra (de fondo).

El cultivo responde bien a la aplicación de materia orgánica y enmiendas, la que debe realizarse al momento de preparar suelo, para que alcancen a descomponerse, en dosis de 5-10 T/ha. Esto facilitará la retención de humedad, mejorará la estructura y aireación del suelo, y favorecerá tanto el desarrollo de un buen sistema de raíces como de microorganismos asociados.

Para aplicar los fertilizantes, además de aplicaciones al suelo, se hacen a través del riego (fertilización) o aplicaciones foliares. En el primer caso, los fertilizantes pueden ser distribuidos al voleo e incorporados durante la aradura, o pueden aplicarse en bandas paralelas al surco de siembra, distanciadas alrededor de 5 centímetros.

La distribución de fertilizantes a través del riego requiere que el predio cuente con sistemas tecnificados (goteo, aspersión, cintas). En el cabezal de riego se incorporan estanques donde se concentran los nutrientes, los que, con cada riego, se inyectan a la línea principal para diluirlos y distribuirlos de manera uniforme en la parcela.

La aplicación de fertilizantes vía foliar requiere del uso de equipos presurizados, como bombas de espalda o nebulizadoras, de tal manera de asperjar los fertilizantes diluidos sobre el follaje.

COMITÉ EDITORIAL Centro Regional Intihuasi.
INIA Intihuasi, Colina San Joaquín s/n, La Serena
 Fono: (56-51) 2223290 - Anexo 2118

Fotografías pertenecientes a los autores.
 Permitida la reproducción total o parcial de esta publicación citando la fuente y autor.

www.inia.cl

Año 2018

Financiado por FIC-Atacama BIP-
 3043272-0

INFORMATIVO N°73

