

MANEJO DE CULTIVOS ANDINOS DEL ECUADOR

Emilio Rodrigo Basantes Morales



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

MANEJO DE CULTIVOS ANDINOS DEL ECUADOR

EMILIO RODRIGO BASANTES MORALES

Manejo de cultivos andinos del Ecuador

Emilio Rodrigo Basantes Morales

Primera edición electrónica. Junio de 2015

ISBN: 978-9978-301-33-3

Revisión de pares: Marcelo Calvache, PhD.

Víctor Hugo Abril, PhD.

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Grab. Roque Moreira Cedeño

Rector

Publicación autorizada por:

Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Edición y producción

David Andrade Aguirre

daa06@yahoo.es

Diseño

Pablo Zavala A.

Derechos reservados. Se prohíbe la reproducción de esta obra por cualquier medio impreso, reprográfico o electrónico.

El contenido, uso de fotografías, gráficos, cuadros, tablas y referencias es de **exclusiva responsabilidad** del autor.

Los derechos de esta edición electrónica son de la **Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE**, para consulta de profesores y estudiantes de la universidad e investigadores en: <http://www.repositorio.espe.edu.ec>.

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Av. General Rumiñahui s/n, Sangolquí, Ecuador.

<http://www.espe.edu.ec>

Presentación

Manejo de cultivos es la aplicación de técnicas o labores en los cultivos para mejorar la producción de forma sostenible, optimizando el uso de agua, nutrición y cuidando el medio ambiente. A través de la asignatura de cultivos como una materia integradora se ha venido aplicando el aprendizaje interactivo, tanto en el aula como en campo, los métodos y técnicas de manejo de cultivos. En ella se describe las diversas operaciones que van desde la siembra de una buena semilla, ejecución integral de prácticas de manejo de cultivos hasta la cosecha.

Entre las labores generales del manejo de cultivos se menciona la preparación del suelo, siembra, fertilización o corrección del suelo, germinación, técnicas de cultivo (labores y operaciones), cosecha y almacenamiento. Instalación de ensayos experimentales para la ejecución de actividades del crecimiento y desarrollo de la planta. Elaboración de curvas de crecimiento del cultivo y empleo de técnicas tradicionales e isotópicas para determinar los requerimientos nutricionales de cultivos. En esta obra de cultivos se da énfasis en el seguimiento de cultivos de la región andina y de cultivos tropicales: palma africana, arroz, yuca, cacao, soya, banano entre otros.



Es necesario tener presente que la agricultura en nuestro país es una labor dinámica y vital de la economía, que emplea una fuerte cantidad laboral de la población y como generador de divisas en un porcentaje considerable. La exportación de productos agrícolas es la que más divisas genera después del petróleo. Los principales productos ecuatorianos de exportación son: los

productos tradicionales como banano, café, cacao y productos no tradicionales como camarón, flores, atún, madera, pescado, etc.

El Ecuador es un país eminentemente agrícola, donde el Sector Primario de la Economía “Agricultura, silvicultura, caza y pesca” es el encargado de proveer de alimentos, materias primas industriales y de excedentes exportables para el intercambio internacional con bienes de capital, materias primas y bienes de consumo importados.

La producción de alimentos requiere de una serie de técnicas oportunas para manejar el suelo, agua e insumos químico-orgánicos que conduzcan a lograr buenas cosechas y sin causar daño al ambiente. La rotación y asociación de cultivos, la plantación de una cubierta vegetal para control de la erosión y el aporte materia orgánica, son algunas prácticas agrícolas que se deben implementar con el fin de mantener y mejorar la fertilidad del suelo. Otras prácticas favorables para los cultivos son: la plantación de setos o barreras vegetales alrededor de los cultivos, que atraen insectos perjudiciales para los cultivos y contribuyen a la biodiversidad; el uso de abonos verdes y empleo de bacterias nitrificantes (*Rhizobium*) para aporte de N por fijación biológica, son también beneficiosas.

Ecuador tiene gran diversidad de producción de cultivos, debido a sus variadas características de suelo, clima y ubicación geográfica, siendo la Costa y la Sierra las de mayor producción. Los principales productos que se cultivan son: el arroz, el trigo, la cebada, el maíz, las arvejas (guisantes), los frijoles, las habas, las lentejas, papas y otros tubérculos y raíces, la yuca, la cebolla, la col (repollo), el tomate, el aguacate, la naranja, la mandarina, la naranjilla, la piña, el limón, la higuera, el maní, la soja, la palma africana (palmitos y aceite de palma), el algodón, el abacá, el café, el cacao, el banano, el plátano, la caña de azúcar, soya entre otros.

La superficie total del Ecuador es de 260 mil kilómetros cuadrados, donde la región de la Costa cuenta con la mayor presencia de cultivos permanentes 67.12 %, seguido por la Sierra con 23.94 % y el Oriente con 8.94 %. Para el caso de cultivos transitorios la tendencia es igual es decir en la Costa hay un 59 %, seguido por la Sierra con 40% y el Oriente con 4.8%, Unidad de Estadísticas Agropecuarias-INEC ESPAC (2013).

En la producción de alimentos se deben diferenciar tres tipos fundamentales de cultivos, como son: los perennes, de ciclo intermedio y de ciclo corto. Entre los perennes económicamente se destacan, coco, cacao, café, naranja, limón, mandarina, mango, aguacate, níspero, guanábana, durazno, merey, onoto, piña, sisal y palma aceitera, entre los de ciclo intermedio encontramos: plátano, uvas, caña de azúcar, apio, yuca, etc. Finalmente están los cultivos de ciclo corto, que son todos los cultivos cuyo ciclo vegetativo comprende entre los 60 a 180 días. Se citan al: maíz, arroz, sorgo, frijoles, papas, batata, ajonjolí, girasol, soya, maní, algodón, cebolla, ajo, zanahoria, remolacha, ají, pimentón, tomate, melón, repollo, lechuga, coliflor, acelga, berenjena y pepino, entre otros.

Los cultivos perennes tienen la propiedad de florecer periódicamente y producir los frutos o excepcionalmente producir permanentemente como: coco, palma aceitera y cacao. Los de ciclo intermedio se reproducen en su mayoría por hijuelos, como: plátano, caña de azúcar y los de ciclo corto son cultivos que biológicamente desaparecen con la producción del fruto y para volverlos a sembrar debe hacerse por medio de semillas, entre éstos maíz, arroz, sorgo, patilla, melón, frijoles, girasol, tomate, ají, etc.

Esta obra analiza los métodos y técnicas de manejo de cultivos en las zonas andinas del Ecuador.

Emilio Rodrigo Basantes Morales, Ing. Agr. MSc.

Docente de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE

Capítulo

1

LEGUMINOSAS

Las leguminosas son cultivos que tienen gran importancia económica, ecológica y social; tanto como grano seco, tierno, procesado o para la agroindustria. Pertenecen a este grupo cultivos como el fréjol común, arveja, haba, chocho, lenteja; la soya, maní y guandúl (*Cajanus cajan*). Las cuatro primeras son representativas a nivel de la Sierra y las tres últimas en la Costa. Su importancia está por el aporte de N al suelo proveniente de la fijación biológica, mejoran la calidad organoléptica de los potreros, son fuente de proteína para alimentación y producen sustancias tóxicas para el control de plagas.

FRÉJOL

Phaseolus vulgaris L.

El fréjol o fríjol común es conocido con los nombres de: *poroto*, *judía*, *habichuela*. Por la superficie cultivada a nivel mundial es la tercera leguminosa más importante, superado solamente por la soya (*Glycine max* L. Merr) y el maní (*Arachis hipogea* L.).

humedad	10-12 %	Fósforo	247 mg
Hidratos de C	58-60 %	Vitamina A	2 mg
Proteína	21-26 %	Vitamina B	0.57 mg
Grasa	1-2 %	Vitamina B2	0.17 mg
Fibra	3 %	Vitamina C	3 mg
Ceniza	3 – 3.5 %	Niacina	2.1 mg
Ca	86 mg	Hierro	7.6 mg

<http://www.depadresahijos.org/INCAP/leguminosas.pdf>

El fríjol es una especie que presenta gran variabilidad genética, existiendo miles de cultivares que producen grano de los más diversos colores, formas y tamaños. Aunque el cultivo se destina mayoritariamente a la cosecha de grano seco, el grano en verde tiene una importante utilización hortícola, de ahí que se siembra en una gran variedad de suelos, clima y durante todo el año, así como su acomodo a los problemas bióticos y abióticos de la zona cultivable. Por otra parte, por su gran aporte en proteína, carbohidratos y minerales para la alimentación, tiene gran posibilidad de uso en la agroindustria y exportación. Aparte que contribuye en la nutrición de cultivos por la fijación biológica de N.

El frijol es una fuente rica en proteínas e hidratos de carbono, además es abundante en vitaminas del complejo B, como: *niacina*, *riboflavina*, *ácido fólico* y *tiamina*. También proporciona hierro, cobre, zinc, fósforo, potasio, magnesio y calcio, y presenta un alto contenido de fibra.

Entre sus bondades, el fréjol es importante para el desarrollo cerebral (por su contenido de hierro), y por otra parte ayuda a corregir desórdenes biliares, gota, enfermedades reumáticas, disminuye la tasa de colesterol y es eficaz contra la anemia.

En el Ecuador comúnmente se lo encuentra al frijol bajo dos métodos de cultivo: **asociado con maíz** (casi un 45%) y como **monocultivo**. El fréjol voluble asociado al maíz es un cultivo predominante de la Sierra, con eventuales rotaciones con papa, arveja, hortalizas. En tanto que el fréjol arbustivo se rota con maíz, hortalizas (arveja tierna, zanahoria, pimiento) en la Sierra o con fruta (sandía) en la Costa, es decir es más dinámico en el sistema.

En nuestro país, la producción de fréjol está concentrado en un alto porcentaje (70-80%) en los pequeños y medianos agricultores, con propiedades que fluctúan entre 0.5 a 20 ha., donde se practica como monocultivo y en asociaciones con maíz principalmente.

El área cultivada corresponde aproximadamente a 225 000 ha., de las cuales el mayor porcentaje (84 %) es destinado para grano seco y el resto para consumo del grano tierno. Los principales problemas del cultivo se deben a pérdidas causadas por factores climáticos (lluvia, sequía, granizo, helada), plagas y a la falta de uso de semilla certificada. Las provincias más

productoras de fréjol en la Sierra son: “Imbabura (17%), Azuay (15%), Loja (14%), Chimborazo (11%), Carchi (9.5%) y en la Costa: Guayas (7.7%) y los Ríos (2.6%), y 2% en el Oriente”. Fuente: <http://en.calameo.com/books/003409372ae28c571f29>

Descripción de la planta

Hábitos de crecimiento

La planta presenta una raíz pivotante con raíces secundarias y terciarias. Su tallo es erecto, semipostrado o postrado según el hábito de crecimiento. Las hojas tienen forma acorazonada, son opuestas, simples y compuestas trifoliadas. Inflorescencias laterales o terminales. Es una especie dicotiledónea anual, de forma arbustiva o de crecimiento indeterminado. Su altura varía entre los 30 a 80 cm (arbustivos) y más de 1 m (voluble). El fréjol de *tipo voluble o arbustivo* es la leguminosa de grano comestible más importante que se cultiva en el país.

El fréjol presenta dos hábitos de crecimiento: **determinado** e **indeterminado**. El tipo determinado, es el denominado arbustivo, se caracteriza por que la planta es más pequeña, erecta, muy ramificada y el tallo principal termina en una inflorescencia. El tipo indeterminado llamado voluble tiene la capacidad de enrollarse en un soporte y presenta varias inflorescencias en el tallo principal. El tipo de fréjol voluble, de porte bajo, puede tener de 15 a 20 nudos, y en condiciones favorables, los fréjoles volubles pueden continuar creciendo por largo tiempo.



Fotos: Módulo de cultivos IASA I, (2012).

Según el hábito de crecimiento y orientación de sus ramificaciones, los fréjoles se clasifican:

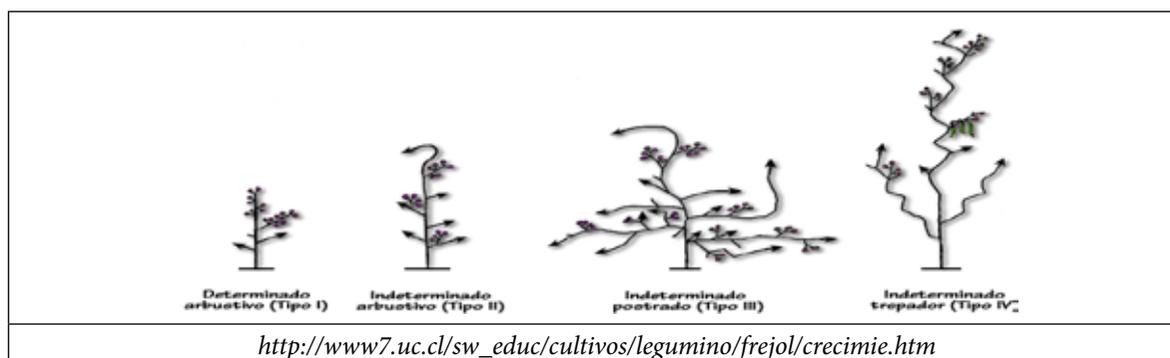
Tipo I - Determinado arbustivo, con ramificación erecta y cerrada. Tallo principal y ramas terminan en inflorescencia, la altura planta varía entre 15 - 50 cm, floración rápida y madurez de vainas concentradas.

Tipo II - Indeterminado arbustivo, con crecimiento y ramificación erecta y cerrado. El tallo principal continúa creciendo luego de la floración.

Tipo III - Indeterminado o voluble, con ramificación abierta. El tallo principal y ramas presentan aptitud trepadora (guías en la parte terminal). Guías: prolongaciones de los tallos. Aparecen luego de la floración. Floración más prolongada.

Tipo IV - Indeterminado, trepador. El tallo principal tiene entre 20 y 30 nudos; puede alcanzar hasta 2 m de altura si es guiado. La floración se prolonga varias semanas. Presenta vainas secas en la base, flores en el ápice y baja cantidad de ramas.

El **fréjol arbustivo** o de mata, se siembra mayoritariamente en monocultivo y prevalecen los hábitos I, II y en menor grado el hábito III. Los colores más cultivados son rojo moteado (80%), rosado moteado (10%), canario, negro, blanco (10%).



Fréjol **voluble** o trepador: Este tipo de fréjol generalmente está asociado con maíz suave (99%), es de hábito de crecimiento tipo III y IV. Posee características de agresividad (vuelcan al maíz) y tardíos (> 6 meses), de colores canario, bayo, rojo y mixtura, de grano grande o pequeño, según la zona.

Fijación biológica

El fréjol como todas las leguminosas forma nódulos en las raíces, donde se realizan las reacciones de óxido reducción del N_2 de la atmósfera a N aprovechable por la planta, favorecidas por las bacterias de *Rhizobium* que vive en simbiosis con la planta hospedera.



Nódulos bacterianos en la raíz

Los *Rhizobium* son bacterias que viven en el suelo en forma libre o asociada a las leguminosas. Numerosos factores ambientales y microbiológicos tienen profundo efecto en el proceso de infección radicular por esta bacteria, tales como: temperatura, pH, nutrición mineral, número de *Rhizobium*, competencia y especificidad de la estirpe de *Rhizobium*, antagonismo de otros microorganismos e inoculación tardía. La infección se da cuando la planta hospedera secreta, por sus raíces, sustancias que estimulan el desenvolvimiento y multiplicación de los *Rhizobium* de la rizosfera (parte del suelo inmediata a las raíces donde tiene lugar una interacción dinámica con los microorganismos). Estos entran en la raíz por los pelos absorbentes o por las rupturas del tejido de la raíz y se forma el bacteroide o módulos.

Condiciones de clima y suelo

- Precipitación: 350-600 mm. La falta de agua formación y llenado de vainas afecta al rendimiento. El exceso afecta al crecimiento de la planta y favorece el ataque de enfermedades.
- El fréjol arbustivo es más un cultivo de secano.
- Altitud 1200-2400 m (áreas de valle) e inclusive hasta 2780 m. – fréjol arbustivo. Fréjol voluble 2000-2900 msnm (Callejón interandino donde se siembra maíz).
- Luz: 10 -12 horas
- Temperatura: mínima 10 -12 °C y máximas de 30-32 °C
- Suelos: prefiere franco arenosos-limosos, aireados, con buen drenaje. Ricos en M.O.
- pH: 6.5 - 7.5. No es tolerante a la salinidad.

Ciclo del cultivo

Arbustivo : 80 a 90 días → grano tierno

110-120 días → grano seco

Voluble: 160 a 180 días → en verde (tierno)

180 a 195 días → en grano seco.

Variedades de fréjol

Existen más 50 especies de fréjol en el país entre ellas: el cargabello, rojo moteado, canario, calima negro calima rojo, jema, toa y blanco panamito como las más apetecidas por el mercado. El período de consumo recomendado del fréjol es de dos años después de que ha sido cosechado.

Fréjol cargabello es una variedad que produce un grano de color rojo con pintas crema; es de tamaño grande y se produce en las provincias de Imbabura, Carchi y Pichincha. Su siembra está recomendada de noviembre a enero y su cultivo de julio a septiembre.

Fréjol calima rojo tiene grano de color rojo con crema (rojo moteado) de tamaño mediano; se lo puede cultivar desde el clima tropical hasta el templado y se produce en la zona norte en las provincias de Imbabura, Carchi y Pichincha.



Fréjol toa es una especie mejorada, los granos se caracterizan por ser grandes de color rojo moteado y tiene gran demanda en Colombia.

Fréjol canario. Fréjol voluble (2600-2900 m.s.n.m.) ciclo del cultivo 180-210 días, en asociación con maíz. Conocido como el rey de los fréjoles por su sabor y textura. Los granos son grandes o medianos y de color amarillo. Hay varias especies parecidas que poseen tonos amarillentos. Iniap 480 e Iniap 420 (canario del Chota).

Fréjol calima negro. En Ecuador se cultivan varias clases de fréjol negro, las más populares son el *calima* y el *carao*. esta especie es muy apetecida en países como Cuba, México, Brasil, Colombia y Venezuela. En el país también se lo consume aunque la producción está direccionado básicamente para la exportación a Europa, donde tiene creciente demanda. Se cultiva en climas cálido y templado.



Fréjol panamito blanco los granos se caracterizan por el color blanco, la forma ovalada y semiaplastada. Se consume en seco y tierno, se cultiva en Azuay, Loja y en Chimborazo.

Bolón. Fréjol voluble de varios colores: bayo, amarillo, bola-ojo negro, bola-canario, blanco.



Fuentes: INIAP (2007). <http://www.elcomercio.com.ec/actualidad/negocios/variedades-de-frejol-se-consumen.html>. http://www.sica.gov.ec/cadenas/frejol/docs/frej_esp.htm

Manejo del cultivo

Siembra

Para la siembra previamente se debe realizar la preparación del suelo, la cual consiste en pasar un arado con anticipación a la siembra, luego 2 pases de rastra y surcado; sin embargo, debe tomarse en cuenta que la preparación del suelo va a depender del tipo de suelo a fin de no compactar, ni dañar la estructura el suelo.

Desinfección de semilla: Benlate, Arazán o Cerezán. Dosis 2 g / kg semilla.

Propagación

El fréjol se propaga por semilla.

Cantidad de semilla: 45 a 60 Kg/ha de fréjol arbustivo.

La densidad recomendada es de 111.111 y 133.333 plantas/ha, que se consigue sembrando a 60 o 50 cm. entre hileras y 30 cm. entre plantas (2 pl/sitio); y que además facilita la deshierba con azadón o pala.

Zonas agroecológicas

El fréjol arbustivo se siembra desde los 20 msnm (Litoral) y en la Sierra (900 a 2200 msnm). La mayor producción del fréjol se localiza en los valles semiáridos de la Sierra (1200 a 2400 msnm.) pero también se adaptado a los 2780 m, con temperaturas entre 14 y 25 °C. Mayormente se siembra en suelos planos, aluviales o de menor pendiente, con diferente textura y pH ligeramente ácido a alcalino.

El fréjol voluble se siembra entre los 2200 y 2800 msnm, denominada la franja maicera de la Sierra; donde la temperatura fluctúa entre 12 °C a 18 °C. Suelos de diferente pendiente, textura y pH ligeramente ácidos.

Generalmente el fréjol voluble está asociado (maíz + fréjol) y se adapta a las zonas templadas, con precipitaciones entre 600 y 900 mm, donde se puede presentar heladas, granizadas, sequía o excesos de lluvia; es decir resiste a zonas de alto riesgo climático.

Época de siembra

Está en relación a las condiciones climáticas de la zona, pero en general se hace entre septiembre hasta diciembre. El fréjol requiere desde el inicio hasta los dos primeros meses después de la siembra de buen contenido de humedad del suelo y al final del ciclo, bajas precipitaciones para favorecer la maduración y cosecha.

Zonas de cultivo	Época de siembra	Distancia de siembra	
En Imbabura	Octubre a marzo.	<i>Arbustivo</i>	<i>Voluble</i>
Pichincha	Diciembre - enero. Abril-mayo, con riego.	Entre surcos: 50 a 60 cm.	Siembra en asociación con maíz.
Cotopaxi y Azuay	Octubre- noviembre	Entre plantas: 30 a 40 cm.	
Chimborazo	Abril-mayo		Entre surcos: 0.8 a 1.0 m.
Los Ríos	Enero		Entre plantas: 50-80 cm.
El Oro	Febrero-marzo	Semillas/sitio: 2 a 4	Prof. de semilla: 3-5 cm.
Napo-Sucumbíos	Junio	Prof. de la semilla: 3-5 cm.	
Morona Santiago	Julio-noviembre		

En general, las variedades volubles se siembran en los meses de septiembre a enero en asociación con maíz. Las variedades arbustivas se pueden sembrar todo el año si existe riego.

Fertilización

La fertilización debe basarse en los análisis del suelo, a fin de cubrir los requerimientos del cultivo en base a los elementos que necesita el cultivo, manteniendo un balance nutricional entre el suelo y la planta, para lo cual previo a la siembra habrá que hacer correcciones del suelo sobre la acidez y de materia orgánica.

También se puede tomar las recomendaciones de fertilización de acuerdo a los manuales o guías del manejo de cultivos, basados en la absorción o extracción de nutrientes del cultivo en función de las etapas fenológicas, que han sido determinadas a través de curvas de crecimiento de cultivos.

Se puede utilizar las siguientes recomendaciones en kg/ha, tomando en cuenta que el fréjol responde a la fertilización N, P, K, Ca, S, Zn y Mn.

- 50-90-40;
- 40-60-50-20
- 3.5 sacos 18-46-0 + 1 KCl o 3 de SA (sulfato de amonio);
- 50 kg SA+2 sacos K₂SO₄ + 1 urea + 3 sacos 18-46-0.

Riego

El fréjol es un cultivo de secano o secano temporal, cuyas necesidades están en el orden de 400 a 500 mm de agua por ciclo, y si no se cubre esas necesidades serán necesarios dar riegos oportunos según la época del cultivo y tipo de suelo. En condiciones secas aproximadamente un riego cada 8 días, especialmente en floración y llenado de vainas. Para la frecuencia de riegos hay que considerar: textura, drenaje del suelo, pendiente y profundidad de riego.

Control de malezas

Un **herbicida** es un producto fitosanitario utilizado para eliminar plantas indeseadas, dentro un cultivo comercial. Algunos actúan interfiriendo con el crecimiento de las malas hierbas y se basan frecuentemente en las hormonas de las plantas.

Pre emergente. Se pueden utilizar los siguientes herbicidas según la presencia del tipo de maleza y deben ser usados de acuerdo a las instrucciones de la etiqueta del producto: 1 kg/ha de Afalón (Linurón); 2lts/ha Lazo, Karmex. Gramoxone: 2 l/ha. Aplicar en terreno listo para siembra.

Pos emergente. Medios mecánicos o manual dos limpias.

Control de plagas y enfermedades

Medidas preventivas: Buena preparación del suelo y control de malezas. *Desinfección semilla. Benlate, Vitavax, 2-3 g/kg semilla.*

Roya (*Uromyces phaseoli*). Uso de variedades resistentes; Yunguilla, Vilcabamba, Blanco Imbabura, Chaupeño. Fungicidas a base de S o Mancozeb (Dithane M-45; 2 a 4 g/l) con tres aplicaciones cada 10 días, Antracol 1kg/ha.

Curativos: Plantvax 0.6 Kg/ha, en dos aplicaciones cada 20 días. Bayleton.

Ascoquita (*Ascochyta sp. phoma exigua*). Lesiones concéntricas, anillos, color gris oscuro: hojas, tallos. Carbendazin, Hexaconazole 500 cc/ha; Antracol 0.5Kg/ha.

Antracnosis, (*Collectotrichum lindemutianum*). Ataca a toda la parte aérea de la planta; lesiones alargadas o circulares hundidas, café oscuras, necrosis; en vainas, color café, borde rojizo. Control uso de semilla certificada, rotación cultivos. Fungicidas: Maneb, Zineb, igual para Ascoquita.

Otras enfermedades fungosas, virosis, nematodos.

Mancha angular *Isariopsis griseola*, cenicilla *Oidium balsamii*, *Cercospora vanderisti*, mancha gris. Emplear semilla sana, rotar cultivos, quemar basuras.

Virus del B C M V, mosaico común.

Nemátodos, ocasionan daño en las raíces. Control: Buen drenaje, desinfección semilla y variedades resistentes.

Oídio, cenicilla *Erysiphe polygoni*. Polvo blanco, ceniza, la clorofila se va destruyendo. Usar productos a base Azufre (Elosal, S micronizado, Kumulus), 1 a 3 k/ha.

Bacterianas. Pudriciones de raíz, *Fusarium, Rhizoctonia. Pseudomonas*, Pudrición total o parcial tallo y raíz, marchitamiento, sarna o costra negra. Combate: rotación de cultivos, siembra y buen drenaje. Desinfección semillas (fungicidas). Orthocide (Captan) 0.5-1kg/ha. Momento de la siembra, pesticidas a base de Cu, en planta. Kocide 300g/200 l agua.

Insectos del suelo.

Se citan algunos géneros como: *Agrotis sp, Feltia subterranea* y *Spodoptera*. Los *Agrotis sp* son trozadores y cortadores, ataca el tallo y cuello raíz, marchitamiento, propicia ataque de hongos. Larvas nocturnas. Control: riego

abundante. Plaguicidas como: Sevin 1-2 kg/ha, a la base de los tallos, c/10-15 días. Endosulfan (Thiodan) 1.5 l/ha a la base del tallo. Endrin (insecticida usado en algodón, maíz, arroz), Thiodan (500 cc en 200 l agua/ha).



Insectos del follaje, barrenador del tallo, minador hoja, perforador vainas.

Minador de la hoja (*Lyriomiza sp.*). Generalmente hay mayor incidencia bajo condiciones de clima seco, $>T$ °C. Causan daño en las hojas inferiores, construyen galerías abundantes, las hojas terminan por secarse y caerse. Barrenador de tallos y vainas (*Epinotia sp.*), falso medidor o enrollador de la hoja: *Trichoplusia*. Áfidos (*Myzus sp.*), pulgones (*Aphis sp.*), loritos verdes (*Empoasca kraemen*). Endosulfan (Thiodan) 1.5 l/ha. Orthene 0.5 kg/ha, Karate, Monitor 400ml/ha, Sevin 0.5-1 kg/ha, Diazinon 300 cc en 200 l agua. Evisect, 1-2 g / l agua. Aplicar al follaje y repetir cada 10-15 días, según la necesidad.

Ácaros, arañitas rojas (*Tetranychus sp.*)

Se desarrollan más en clima caluroso y seco. El ácaro vive en el envés de la hoja, su presencia se detecta porque aparecen puntos blancos en el haz de la hoja. Más tarde las hojas superiores se cubren de telaraña, se produce caída del follaje. Ninfas y adultos chupan la savia de las hojas, generando amarillamiento de los bordes y doblamiento hacia el envés. Control, productos a base de S-Elosal 1 kg/ha en 200 l agua.

Mosca blanca *Trialeurodes vaporarium* y *Bemisia tabaci*

Hay más de 1200 especies pero las que se reportan son: *Trialeurodes vaporarium* y *Bemisia tabaci*. Las moscas opositan en el envés de la hoja en posición de círculo o vertical (estado de huevo 2-12 días). El adulto se cubre de polvo blanco (dura 14 días). Adulto y ninfas se alimentan de la savia, producen solución azucarada (10-25 gotas de melaza/hora), lo que permite el crecimiento de Fumagina.

Control: Insecticidas, piretroides, carbonatos y clorados. Karate; Lambda 150cc/200 l agua, mejor en estado ninfal (no adultos). Aceite agrícola 5ml/l H₂O, Cofidor 1.5 ml/l de agua, Chers 1gl/l de agua.

Gorgojo del fréjol *Acanthoscelides obtectus* y *Zabrotes subfaciatus*. Son insectos cosmopolitas su infección puede ocurrir desde el campo por

las cosechas tardías o en bodegas sin limpieza. Las larvas causan daño consumiendo el grano internamente.

Por la forma de ataque se dificulta mucho su control químico y solo es efectivo el uso de *fosfamina* (fosfina, fósforo de H e hidrógeno fosforado). Sus nombres comerciales incluyen Phostoxin, Gastón, Detia, Gas XT. La *fosfamina* es un gas que mata por asfixia, tanto adultos fuera del grano, como larvas dentro del grano. Dosis, 3-5 pastillas de 3g de fosfuro de H /tn de grano.

Cosecha y rendimiento

Es manual y se efectúa arrancando las plantas, luego se secan y trillan. Puede realizarse en fresco, para consumo en verde o seco cuando el grano en el campo tenga 16 a 20 % de humedad, a fin de evitar pérdidas por desgrane en el campo y luego secar 14-16 % para poder almacenar sin riesgo. Rendimiento aproximado de 500, 3000 y 3500 kg/ha, según la variedades, localidad y manejo técnico del cultivo.



La producción de fréjol voluble en asociación con maíz puede considerarse de tipo “orgánico”, ya que bajo este sistema se emplean bajos porcentajes de agroquímicos.

Almacenamiento

Secado al sol, con una humedad del grano 13-14%. El grano seco se guarda en recipientes cerrados y bodegas o en lugares secos y frescos. Lugares limpios, desinfectados y ventilación adecuada. Se sugiere colocar los sacos apilados sobre parrillas de madera que permitan el fácil manipuleo.

Mercado

El *fréjol arbustivo* está orientado mayormente al mercado externo (Colombia) e interno (Sierra y Costa). Los colores rojo moteado son para exportación en grano seco y en menor grado para consumo en tierno. Otros como los rosado moteados (norte), crema moteado, cremas, blancos grandes (sur) para consumo local. En volubles, los más preferidos son los colores

canarios, de grano redondo y grande, en la Sierra. Los bolones bayos, rojos sólidos y mixturas (norte y centro), para consumo en tierno o grano seco, y son para el mercado interno.

Arveja

Pisum sativum L.

La arveja es una leguminosa perteneciente a la familia Fabácea, del orden de las Fabales. Es un cultivo de gran importancia en Ecuador, se consume en verde y en estado seco. En grano tierno es un producto de consumo masivo, tanto que en el año 2011, la producción de arveja fue de 639 toneladas métricas de grano seco y 11 769 toneladas métricas en vaina verde, lo cual colocó a este rubro en el tercer lugar dentro del grupo de leguminosas de grano, después del fréjol y el haba (INEC, 2011). Como planta silvestre se encuentra en muchas regiones del sur de Europa y es cultivada en todo el mundo, aunque no se ha definido su verdadero origen. La arveja fue la planta con la que Gregorio Mendel, en 1860, estudió los caracteres de la herencia y reconociéndose en ella la presencia de algunos rasgos dominantes y recesivos; y cuyos resultados de sus experimentos llevaron a las leyes básicas de la herencia o de Mendel y que dio lugar a la genética.

ELEMENTO	Grano fresco	Seco %
H ₂ O	78,0 %	10.6
Carbohidratos	14,0%	62
Proteínas	21,0%	22
Lípidos	0,5%	1
Na,	2 mg	0.1
K	300 mg	0.903
Ca	25,0mg	0.084
P	120,0 mg	0.4
Fe	2,0 mg	0.006
Vitamina a y c	50 y 23 mg	-
Vitamina b1, b2, b3	3; 0.15 y 78 mg	-

<http://repositorio.utn.edu.ec/tesis%20final.pdf>. Vaca, R. 2011.

La arveja es muy apreciada y valorada por su calidad nutricional y el aporte a la salud de los consumidores. Es rica en proteínas y carbohidratos, bajo en grasa y buena fuente de fibra, vitaminas A, B y C. La fibra de la arveja es soluble en agua, promueven el buen funcionamiento intestinal y ayudan a eliminar las grasas saturadas. Además, la arveja proporciona energía que hace permanecer más tiempo la glucosa en la sangre. En su estado fresco es tal vez el vegetal más rico en hierro y tiamina (vitamina B1), esencial para la producción de energía, la función nerviosa y el metabolismo de los carbohidratos.

<http://naturalmedicina.net/alverja.html>

Descripción de la planta

Es una planta anual erecta, decumbente o trepadora por zarcillos. Es una planta pequeña cuando su altura es menor de 0,5 m; semi-trepadora cuando alcanza 0,8 a 1 m; y trepadora o enrame cuando es mayor a 1,3 m. Las variedades bajas son las mejores para grandes extensiones, ya que no necesitan tutores, además son de floración uniforme.



Las hojas tienen pares de folíolos y terminan en zarcillos, que tienen la propiedad de asirse a los tutores que encuentran en su crecimiento. Contienen *estipulas* de diferentes formas.

Raíz: El sistema radicular es poco desarrollado en conjunto, aunque posee una raíz pivotante que puede llegar a ser bastante profunda.

Tallos: El rendimiento depende de la ramificación, pudiendo ser de ramificación laxa (escasa), semi-compacta, compacta y muy compacta.

Las flores son de variados colores: blancas y violáceas. El sitio donde aparece la primera flor, sirve como referencia, para determinar si la variedad es precoz o tardía. Las precoces, dan frutos en un ciclo corto en las primeras inflorescencias entre el octavo y décimo nudo del tallo, las semitardías entre el décimo y décimo tercer nudos, y las tardías, después del 13° nudo.

La **inflorescencia** es *racemosa*, con brácteas foliáceas, que se inserta por medio de un largo pedúnculo en la axila de las hojas.

Fruto: Las vainas tienen de 5 a 10 cm de largo y contienen de 4 a 10 semillas; son de forma y color variable, según la variedad. Es resistente a enfermedades. El fruto por lo general es verde y puede ser liso (para conservas) o rugosas (consumo directo). Los guisantes verdes se consumen con o sin vaina.

Variedades

Locales: *Rosada y Verde*

Mejoradas:

- INIAP-431, hábito, crecimiento erecta enana
- Andina (verde): INIAP-432, crecimiento erecta enana
- Lojanita (crema): INIAP-433, crecimiento decumbente
- Roxana (crema): INIAP-434, crecimiento decumbente
- Esmeralda (verde), decumbente
- INIAP 436 Liliana, decumbente

Características morfológicas	Arveja INIAP 436 Liliana
Hábito crecimiento	Decumbente
Días a la floración	68
Días a la cosecha en verde	52
Días a la cosecha en seco	121
No. vainas /pl	16
No. granos / vaina	5
Rendimiento en tierno Kg/ha	5000 – 8100
Rendimiento en seco kg/ha	1310-1990
Adaptación	2000-3300

INIAP, (2010).

Condiciones de clima y suelo

- Altitud: 1700-3000 msnm
- Precipitación: 400 a 600 mm durante el ciclo. Es un cultivo de secano de preferencia.
- Temperatura: El desarrollo vegetativo tiene su óptimo crecimiento con temperaturas comprendidas entre 12 y 18 °C, estando el mínimo entre 6 y 10°C y el máximo en 25 °C. En altas temperaturas la planta crece muy mal vegetativamente.
- Suelos: Francos, franco arenosos, con buen drenaje.
- pH: 6 – 7.2

Es un cultivo temporal o de secano, no requiere de mucha fertilización y es un mejorador de los suelos, no tolera la acidez. Dentro de la rotación puede ocupar cualquier lugar, pero es preferible después de los cereales.

La arveja es muy sensible a las bajas temperaturas en la etapa de germinación, por lo que no es recomendable sembrar en épocas de lluvia y excesivo frío. Una vez emergida la planta,

tolera el frío, aún con temperaturas de 0°C. No tolera las fuertes heladas. La



etapa posterior a la floración (formación del grano) es muy sensible a altas temperaturas (34 °C) y heladas, que provocan abortos de semillas y caída de frutos, especialmente en condiciones de escasa humedad.

La arveja no requiere labores demasiado profundas, pero sí el suelo suelto, bien aireado y mullido. Hay que evitar los suelos pesados excesivamente arcillosos, húmedos. En exceso de humedad, es frecuente la pudrición de la semilla y germinaciones largas.

El cultivo va bien en los suelos que son idóneos para el fréjol; es decir, suelos ligeros limosos. En suelos calizos puede presentar síntomas de clorosis (amarilleo) y las semillas suelen ser duras. Es medianamente resistente a la salinidad. Las etapas fenológicas de la arveja desde germinación están en función de la temperatura. De forma general, la arveja necesita acumular a la emergencia entre 120 y 166 °C, mientras que a floración, necesita acumular entre 650 y 700 °C (Prieto y Antonelli, 2008).

Manejo del cultivo

El **cultivo**: las semillas generalmente germinan a los 8-10 días.

Ciclo vegetativo en tierno: entre los 80 a 115 días. En seco de 115 a 130 días.

Rotación de cultivos: se recomienda rotar con cereales (maíz, trigo, cebada, avena, quinua.), para evitar pudriciones de la raíz causadas por hongos del suelo.

Preparación de suelo

Buena preparación y con la debida anticipación, es indispensable. Si la siembra es en líneas, se debe trazar con la ayuda de cordeles, y se colocarán las semillas uniformemente. Distancia entre líneas depende de la variedad, recomendable de 20 a 25 cm entre hileras, con sembradora de granos. Otra forma común (económica) es al voleo, en franjas de 6 a 8 m., luego tapar la semilla con una rastra de clavos a tracción animal.

Desinfección de semilla: Antes de efectuar la siembra se recomienda recubrir las semillas con fungicidas a base de metalaxil más fludioxonil o una mezcla de insecticida y fungicida, como: piretroides, Diazinon (insecticida nematicida), y Captan, Benlate, Arazán o Cerezán. Dosis 2-3 g / kg semilla.

Siembra

Época: abril a julio o de acuerdo a la zona. La siembra es directa, a una profundidad de 4-5 cm y puede realizarse de forma manual o mecanizada, en ambos casos se realiza a chorrillo. La densidad al voleo es de alrededor de 100 Kg/ha y por surcos 70 kg/ha. (40 a 60 cm entre surcos).

- Sistema manual: monocultivo (golpes o chorro continuo)
- Distancia entre surcos: 40-60 cm (enanás), 80 cm decumbentes.
- Distancia entre sitios: 25 a 30 cm; y 5 a 6 semillas por golpe.
- Semillas por metro lineal: 8-10 (chorro continuo)

Fertilización: Recomendable hacer en base al análisis de suelo. 40-70-50. Más 40 kg/ha de Ca. Hay que aplicar B foliar 1kg/ha o al suelo 3-5 kg /ha.

Riegos. Oportunos según las necesidades del cultivo, especialmente en la floración y llenado de vainas, lámina de 2-3 litros. No resiste al exceso humedad.

Control de malezas

Antes de realizar la siembra se recomienda aplicar 2 litros de glifosato ha⁻¹ y sembrar de 8 a 10 días después.

Preemergencia: Metribuzina (Sencor) 35 pm; 600 g en 400 l de agua/ha, sobre suelo húmedo.

Postemergente. usar propanil 6-8 l/ha. medios mecánicos o manual dos limpias. Durante el desarrollo del cultivo 2 a 3 controles manuales de malezas.

Combate de plagas

Aplicar pesticidas solamente cuando el nivel de incidencia sea significativo.

Trozadores (*Agrotis* sp): Endosulfan (**Thiodan o palmarol**) 2.5 cc / l de agua.

Para mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*, usar **aceite** agrícola 5 ml/1 de agua. Confidor 1.5 ml/1 de agua.

Pulgón o áfidos (*Macrosiphum pisi*) o barrenador del tallo (*Melanogromyza* sp), se debe usar clorpirifos (**Lorsban**), 400 cc en 200 l de agua. **Pirimor** 1.5 g/1 de agua.

Enfermedades

- Antracnosis (*Colletotrichum pisi*), **carbendazin** (bavistin) 200 cc en 200 l de agua.
- *Ascoquita pisi*, se recomienda Hexaconazole (anvil), 200 cc en 200 l de agua.
- Ceniza u oídio (*Erysiphe sp.*) hexaconazol (anvil), 200 cc en 200 l de agua; elosal (azufre) 500 g en 200 l agua. *alternaria (alternaria sp)*, se puede usar **clorotalonil** (daconil) 250 g en 200 l agua.

Cosecha

Para **grano verde** o tierno: Forma manual, cuando las vainas estén completamente verdes y desarrolladas, 2 cosechas.

Para **grano seco** y semilla: La cosecha se inicia cuando las plantas presentan amarillamiento (secamiento de vainas). Forma manual, arrancando las plantas secas para hacer parvas, secar al sol y hacer la trilla.



El **secado** del grano se debe hacer a la sombra.

Almacenar el grano bajo una humedad inferior al 13 %, en lugares frescos y secos. No se ha observado daño por gorgojo.

Haba

Vicia faba L.

Originaria de Asia Central y del Mediterráneo, tiene gran importancia en el mundo por su contenido proteico (alrededor del 25 %), carbohidratos (58 %) y minerales como el calcio, siendo la cuarta leguminosa más cultivada. Por su adaptación a las alturas representa una buena opción para el mejoramiento de la fertilidad del suelo ya que el haba fija entre 150 a 200 kg de N/ha/año, lo que contrarresta el uso de fertilizantes nitrogenados y si se siembran asociados se reduce el nivel de incidencia de plagas.

Características generales

El haba es un cultivo anual, arbustivo y con un sistema radicular bien desarrollado. **Raíz** principal profunda vigorosa, y muchas raíces secundarias. Tipo *axonoforma* (raíz principal más gruesa y otras que salen de la principal más delgadas). Resistente a las heladas, crece bien sobre los 3000 msnm, pero no resiste la sequía y temperaturas mayores a los 28 °C (no hay formación de grano). La semilla, se puede guardar por varios años sin que pierda la *viabilidad*. En fin el cultivo por su rusticidad, precocidad y gran resistencia a bajas temperaturas, constituyen el cultivo ideal de los *páramos andinos*.



Tallos de sección cuadrangular, huecos, más o menos erectos, longitud variable que alcanza hasta 1.50 metros, ramificados en la base.

Hojas: alternas, compuestas, pinnadas con 24 pares de folíolos glabros.

Flores, agrupadas en racimos cortos, axilares y de corola blanca. Una característica del haba es que las flores aparecen en mayor número en la mitad superior de la planta, pero abortan con mayor facilidad, por lo que, los frutos que se producen son pequeños, siendo los mejores los que se encuentran en la mitad inferior. La duración de periodo de floración es más importante en el haba, siendo más productiva cuanto más largo sea el período vegetativo de floración.

La fecundación es **autógama**, aunque hay cierto porcentaje de **alogamia**, que depende del medio, dirección del viento, insectos que permiten la fecundación cruzada.

Los frutos se encuentran en una vaina en número de 1 a 4 por nudo. Son carnosos, de color verde cuando tiernos y coriáceos negros en la madurez. Las vainas verdes están tapizadas interiormente de un tejido blanquecino, aterciopelado (tejido esponjoso parenquimatoso). El número de semillas por vaina es variable, pudiendo contener de 3 a 10 semillas.

Valor nutricional

El haba es una legumbre que se puede consumir tanto fresca como seca. El valor nutritivo es similar, pero más concentrado en las habas secas. Contiene

vitaminas del grupo B y minerales como el potasio, fósforo, calcio y hierro. El aporte de vitamina B1 es superior a muchos cereales y carnes, y destaca también el contenido en riboflavina y vitamina A. El contenido de proteína varía según sea el haba verde o seca, pues ésta es móvil. La testa (cáscara) del haba verde **contiene antioxidantes**.

Comparación de las propiedades nutricionales entre habas frescas y secas. Composición por 100 g de grano seco y fresco.

	Agua	kcal /g	Proteína	Grasa	Carbohidratos	Fibra	K	Ca
	%	(g)					mg	
Seca	13.8	317.0	19.4- 25	5.0	55.0	15.0	760	104
Fresca	77.1	54.2	4.60	0.4 – 1.2	8.6 – 11.7	1-4	320	15
	<i>Fe</i>	<i>P</i>	<i>Mg</i>	<i>Vitamina B1</i>	<i>Vitamina C</i>	<i>Niacina</i>	<i>Tiamina</i>	<i>Folatos</i>
	(mg)							(mcg)
Seca	4.2-9.5	380.0	160	0.35		5.4	0.45	140
Fresca	1.70	37.8	28	0.17	12	2.8		78

Fuente: <http://www.dietas.net/nutricion/alimentos/el-haba.html>

Valor Nutricional: www.habamex.com.mx/.../index.php?...id...

El **folato (vitamina B9)** o ácido fólico es necesario para la formación y crecimiento de los glóbulos rojos sanguíneos y se puede encontrar en las verduras y el hígado. Los granos secos poseen mayor contenido de proteína (19 a 25 g /100 g), pudiendo superar al de la carne, pero la calidad nutricional de esta proteína es inferior, incompleta, por ser deficiente en *metionina*, aminoácido esencial que se encuentra en cereales y tubérculos, de ahí que cuando están ambos alimentos en un mismo plato (habas con arroz o con patata), aumenta la calidad de la proteína del plato.

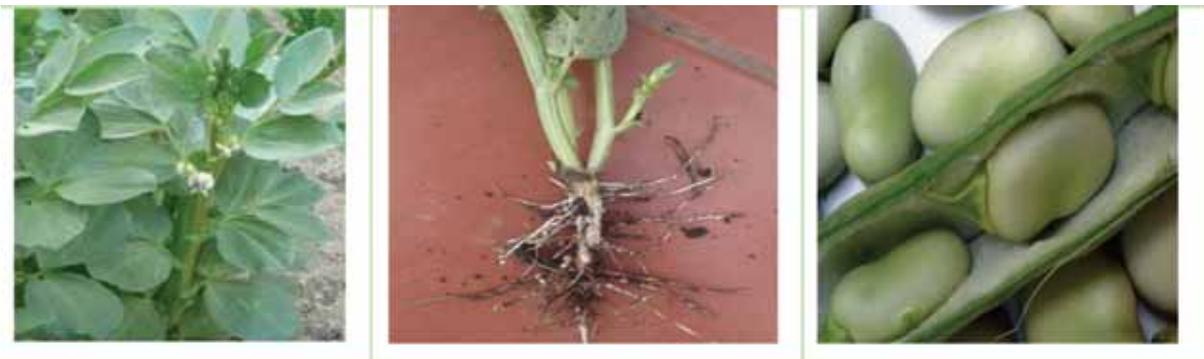


Foto. Ensayo en haba. Arturo, C. (2014). V nivel Cultivos IASA1. Nódulos para FBN.

Condiciones de clima y suelo

- Altitud: 2600-3000 m. y toleran hasta 3600 m.
- Precipitación: 500-800 (1000) mm. Temperatura: 7 a 14 °C
- Suelos: Francos arcillosos, con buen drenaje;
- pH: 5.5 – 7.5

Requiere de suelos ricos en K y Ca. Los suelos orgánicos negros-andinos y de buen drenaje, son mejores que los arenosos en éste cultivo. Las habas soportan temperaturas bajas y tienen resistencia a heladas y sequías. Mucha humedad en el suelo o en el ambiente es perjudicial, porque facilitan el ataque de hongos a las hojas y raíces.

Las habas se adaptan bien a las zonas frías del Ecuador y zona andina de América. En alturas menores a 2200 m. las flores se caen y los rendimientos bajan.

Tipos y variedades

En el Ecuador, se desarrollan bien de acuerdo a las preferencias del mercado y a la costumbre de sus usos.

- La zona norte: Carchi e Imbabura
- La zona central: Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua
- La zona sur: Bolívar, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja
- Variedades mejoradas
- INIAP-440 Quitumbe (grano mediano)
- INIAP- 441 Serrana (grano grande).
- Variedades locales: Sangre de Cristo, Chaucha.

Manejo del cultivo

Época de siembra: septiembre a enero (con riego otros meses del año).

Ciclo de Cultivo: En tierno: 170 a 200 días. En seco: 210 a 230 días.

Rotación de cultivos: Se recomienda rotar con cereales, para evitar pudriciones de la raíz por hongos.

Debido a su rusticidad, la planta no exige mucha preparación del suelo; a veces se la siembra en suelos sin rastrillar y hasta en suelos que han sido cultivados, bastando una sola arada y una rastrillada, y la apertura de surcos a la distancia de 80 centímetros entre surcos. Se recomienda sembrar después

de cereales (trigo, cebada, avena) con lo cual se evita el ataque de hongos, como *Fusarium* y *Rhizoctonia*.

Preparación del terreno y siembra

- Arada, aplicación MO 2-5 tn ha⁻¹, rastra y surcada.
- Cantidad de semilla: 80-90 Kg/ha
- Sistema: Monocultivo.
- Distancia: entre surcos: 70-80 cm.
- Distancia entre plantas:
 - a 25 cm. 1 semilla/golpe;
 - a 50 cm. 2 semillas/golpe, y a 75 cm. 3 semillas/golpe.

Se deben colocar las semillas al fondo del surco, a continuación se tapa con tierra, labor desempeñada por el mismo operario que siembra.

En nuestro medio se acostumbra sembrar con espeque, que es un trozo de madera afilado en su extremo, con el cual se hace un hueco en el declive del surco y se depositan 2-3 semillas en cada hoyo, tapando luego con el pie. No dejar muy profunda la semilla, hay peligro de que la semilla se muera por asfixia o se pudra y aún retarde la germinación (poner una capa de tierra no mayor a 2-3 veces el diámetro de la semilla, esto es 1-2 cm. de tierra).

Desinfección

La desinfección del suelo y semilla protege del ataque de hongos e insectos. Pudrición radicular: Benlate (Benomyl), Vitavax. Dosis: 2-3 g / kg semilla.

Fertilización. Realizar un análisis de suelo. Se debe tomar en cuenta la necesidad de P, Ca y B. Recomendación general: 40-90-50 kg/ha de NPK.

Control de malezas

Manual: 2 deshieras y un aporque.

Control químico: En preemergencia, aplicar: **Metribuzina** (Sencor) 35 PM; 600 g en 400 l de agua, sobre suelo húmedo. Mezcla de 1 kg de Linurón (**Afalón**) más 2 l de Alaclor (**Lazo**) en 400 l de agua, en suelo húmedo.



Combate de plagas

Aplicar pesticidas solamente cuando el nivel de incidencia sea significativo.

Trozadores (*Agrotis* sp): Endosulfan (Thiodan o palmarol) 500 cc en 200 l de agua.

Pulgón o Áfidos (*Macrosiphum* sp.); barrenador del tallo (*Melanogromyza* sp), y minador de hoja (*Liriomiza huidrobensis*) se recomienda usar Lorsban, 400 cc en 200 l de agua; o Dimetoato (Sistemin, Perfektion) 300 cc en 200 l de agua.

Enfermedades

Las principales enfermedades son: *mancha chocolate*, *roya*, *alternaria* y *virus*. Reducen la producción considerablemente, y son significativas antes de la *floración*.

Botrytis (*Botrytis fabae*). La enfermedad se desarrolla principalmente en las hojas. Condiciones óptimas de temperatura entre 18 y 20 °C y de humedad entre el 90 y 100%. Control con Captan, Benomyl (**Benlate**) 100 g en 200 l de agua.

Para **roya** (*Uromyces fabae*) **Plantvax** 200 g en 200 l de agua, y para *Aternaria*, Daconil (**Clorotalonil**) 250 g en 200 l de agua o carbamatos.



Riegos

El cultivo de haba es de secano temporal y requiere de 500-800 mm de lluvia durante el ciclo. El exceso lluvia causa asfixia, detiene el crecimiento y pudrición de la raíz. Aunque el haba es resistente a la sequía, sin embargo necesita riegos oportunos (hasta la floración), sin causar encharcamientos.

Cosecha y trilla

Para grano verde o tierno:

Forma manual, cuando las vainas estén completamente verdes y desarrolladas, 2 cosechas; la primera se recoge hasta el 70% y la segunda después de 15 días.

Para grano seco y semilla:

Generalmente se realiza en forma manual cuando las vainas están secas (negras). Arrancando las plantas para hacer parvas, secar al sol y hacer la trilla, con máquinas desgranadoras, por pisoteo de animales o golpeando con varas. Rendimiento en seco: 1.4 - 2.5 tn/ha.

Almacenamiento.

El grano seleccionado por tamaño y uniformidad, se almacena a una humedad inferior al 13 %, en lugares frescos y secos. No se ha observado daño por gorgojo.

Asociación del cultivo: papa con haba

Preparación del terreno se hace con suficiente tiempo para que se pudran los restos de cultivo de la cosecha anterior. Normalmente una arada y una rastra son suficientes en suelos con buen contenido de materia orgánica.

Siembra de la papa. Las distancias sugeridas van desde 0.90 a 1.10 m entre surco y 0.30 a 0.40 m entre plantas. A esas densidades y dependiendo del tamaño, se necesitan entre 25-30 quintales de semilla de papa por hectárea. *A los 30-40 dds de papa*, se hace una limpia rápida o rascadillo para eliminar las malezas.

Alrededor de los 60 días se hace un aporque de la papa, para favorecer el desarrollo del tubérculo.

Siembra del haba. Se la realiza al momento del aporque (60 días) de la papa. Se coloca una línea de habas en medio de los surcos de papa, 2-3 semillas por sitio distanciados a 40 cm entre sitios. A esta densidad se necesita aprox. un quintal de semilla de habas por hectárea.

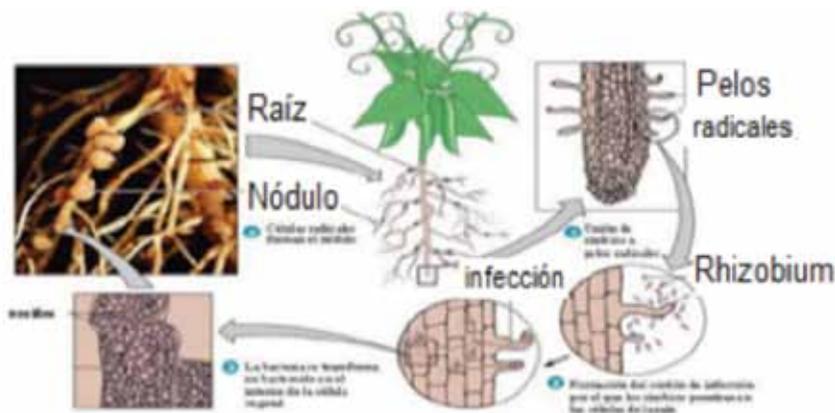
Cosecha de la papa. Al momento de cosechar las papas, se hace una deshierba al terreno, la cual ayuda al crecimiento de las habas. Todo el resto de la cosecha y las malezas se incorporan al suelo.

Cosecha de las habas. Unos meses después de sacar la papa, viene la cosecha de habas, que puede ser en verde y luego en seco, para el consumo familiar. Todo el follaje del haba se deja en el terreno como restos de cultivo para incorporar en la próxima siembra. El haba se cosecha en vaina para su

golpeo. En condiciones adecuadas se obtiene alrededor de 20 quintales de haba / ha, siendo un ingreso extra para el agricultor.

Características del sistema de siembra: papa-haba

El sistema de siembra: **papa-haba** es una buena opción para el mejoramiento de los suelos, donde por varios años se ha cultivado papas. Bajo este sistema el haba tiene aporte en términos de fijación de nitrógeno y de materia orgánica, por lo tanto se mejora la fertilidad del suelo. La presencia de más cultivos en el mismo suelo, permite crear una barrera protectora contra las lluvias, y actúa en el control de la erosión. En el sistema papa-haba se obtienen dos cultivos de un mismo terreno mejorando el ingreso total por área cultivada. Si hay mayor cobertura vegetal sobre el terreno, habrá menor evaporación, resultando mayor duración del contenido de humedad en el suelo. Se reporta que las habas fijan alrededor de 200 kg N/ha/año, contribuyendo a reducir la aplicación de fertilizantes a base de N. Por último bajo este sistema de siembra de dos cultivos, se reduce significativamente el nivel de plagas en comparación con parcelas de monocultivo. Y el control de malezas se ve favorecido debido a la cobertura que van creando ambos cultivos durante su desarrollo.



Proceso de formación de nódulos (Palma, 2009).

LENTEJA

Lens esculenta L; Lens culinaris M.

La lenteja ha sido cultivada desde tiempos muy antiguos en el cercano Oriente, Asia subtropical y el Mediterráneo. Se dice que es originaria de Egipto, del centro y sur de Europa, Etiopía, Afganistán y la India. Esta leguminosa es utilizada principalmente para la alimentación humana por tener alrededor del 25% de proteínas y un alto contenido en *hierro*, pero también ha sido utilizada como forraje en estado verde y seco.

	H de carbono	65%
	Grasas	0.8 mg/Kg
	<i>Vitaminas</i>	
	Riboflavina	0.33 mg
	Tiamina	0.46 mg
	Niacina	1.3 mg
	<i>Proteínas</i>	
	Globulinas	70 %
	Gluteínas y Albúminas	10-20%
	http://www.infoagro.com/herbaceos/legumbres/lenteja.htm	

Características morfológicas

La lenteja es una planta anual y herbácea (30 a 70 cm) con tallo débil, corto y ramificado. Las hojas son imparipinnadas con zarcillos y folíolos pequeños, ovales y alargados. Las flores están en racimos axilares de color azul blanquecino. El **fruto** está en forma de legumbre con 1-3 semillas que son las lentejas. La raíz es ramificada, profunda, desarrolla nódulos fijadores de nitrógeno. La lenteja es un *cultivo de secano*, de tal forma que, el agua necesaria para su crecimiento vegetativo es compensada con la humedad residual de la atmósfera o procedente del ciclo anterior de lluvias.

Contenido nutritivo para cada 100 gramos de legumbres crudas

Legumbre	Proteína	Lípidos	H de C	Kcal.	Sodio	Potasio	Hierro	Calcio	Fósforo
	g				mg				
Garbanzos secos	20,9	6,3	46,9	316	6	881	6,4	142	415
Porotos secos	19,2	1,8	61,5	133	24	1406	3	228	407
Habas frescas	5,2	0,4	4,5	41	17	200	1,7	22	93
Lentejas secas	18 - 22,7	1	51	291	8	980	8	57	376
Lupinos	17,4	2,4	7,1	114	-	-	5,5	45	100
Arvejas frescas	5,5	0,6	6,5	52	1	193	1,7	45	97
Arvejas secas	21,7	2	48,2	286	38	990	4,5	48	320
Soja seca	36,9	19,1	23,2	407	4	1740	6,9	257	591

http://www.pasqualinonet.com.ar/las_lentejas.htm

http://es.wikipedia.org/wiki/Phaseolus_vulgaris

Zonas de cultivo

Callejón Interandino. Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo y Bolívar.

Altitud: 2000 a 2800 m.

Clima: Climas frescos. Precipitación 400 a 700 mm, el exceso de humedad es perjudicial. Temperatura promedio entre 13 y 17 °C.

Suelo: Franco o franco arenoso, pH 5.6 a 7.5.

La M.O y Fe mejoran la calidad de la lenteja

Varietades. Locales: Nacional, Alausí, Putza.

Mejoradas: Colección INIAP: E - 141 (INIAP - 406) precoz-grano crema.; E-112 y E- 115.

Manejo del cultivo

Ciclo del cultivo.

variedades precoces: 120 - 150 días.

variedades tardías: 190-220 días

Preparación del terreno: Arada, rastrada, surcada desde 30 a 40 cm entre surcos.

Sistemas de siembra: Al voleo y chorro continuo a lo largo del surco. La semilla se deposita a 3-4 cm de profundidad.

Cantidad de semilla 70 a 90 kg/ha

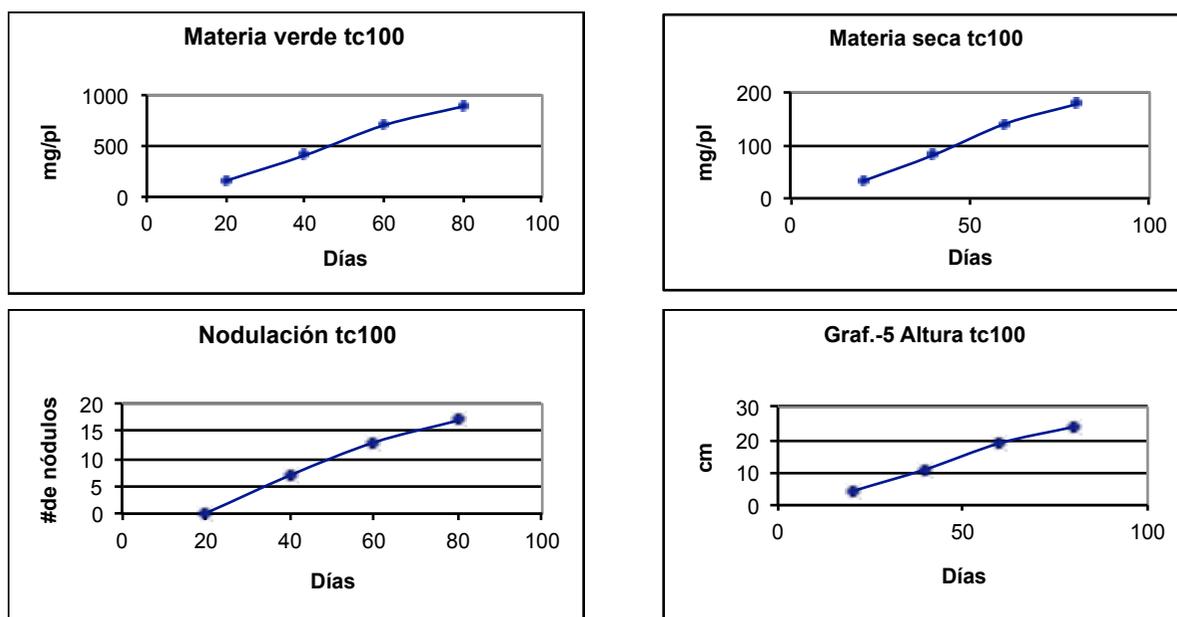
Por ser un cultivo de secano se recomienda sembrar en la época desde enero a marzo.

Distancia entre surcos de 30 a 40 cm. a chorro continuo colocando un número de semillas de 20-25 por metro lineal. También dos semillas por golpe cada 10-15 cm.

Se recomienda la siembra a profundidades de 4-5 cm ya que ha observado mayor producción de materia seca, frente a otras siembras más superficiales o más profundas.

La fertilización recomendada corresponde a **36-92-50** de NPK en Kg/ha. Sin embargo, lo mejor es hacer una recomendación en base al análisis del suelo.

La lenteja es un cultivo tolerante a la sequía, pero con limitada tolerancia a la salinidad que sobrepase los 5 mmhos/cm . Aplicaciones de zinc al cultivo, a la dosis de 5 ppm, han sido favorables ya que aumenta la supervivencia de los *Rhizobium* de lenteja, y aumenta el número y el contenido de hemoglobina de los nódulos de las raíces, resultando de ellos un aumento de la fijación del nitrógeno y de la producción de materia seca.



Fuente: Trabajo con estudiantes de Cultivos V nivel IASA. 2010.

Estudios realizados en Siria, en suelos con alto pH y bajo contenido en fósforo, han revelado que se necesita un nivel disponible de fósforo de 10 ppm en el suelo, durante los periodos que reciben niveles normales de

lluvia, pero que, cuando la precipitación es escasa, es necesario para lograr producciones altas, un nivel de 10-20 ppm. Esto demuestra la importancia de la fertilización fosfórica en la lenteja, principalmente durante los años de lluvia escasa. Las aplicaciones de potasio han tenido respuesta poco efectiva (Infoagro, 2014).

Combate de malezas

Las lentejas sufren mucho la competencia de las malas hierbas, y las reducciones de cosecha pueden llegar a ser muy significativas.

Manual: Una deshierba y un medio aporque

Herbicida: En preemergencia, aplicar *Linurón* (Afalón), linurex o Lorax: 0.8-1 kg/ha en 400 L agua, en suelo húmedo.

Plagas y enfermedades

Se recomienda aplicar pesticidas solamente cuando el umbral económico de población de las plagas pueda causar daño al cultivo.

Para pulgón o áfidos (*Macrosiphum sp.*), es recomendable usar Lorsban, 400 cc en 200 l de agua.

Gorgojo de la lenteja (*Bruchus sp.*): hay varias especies que atacan a la lenteja como el *B. lentis* y el *B. signaticornis*, efectuando la puesta sobre las legumbres en el campo y penetrando las larvas en el interior de los granos. Con los granos van los insectos al granero de donde salen de nuevo los adultos en primavera y se dirigen otra vez al campo.

Enfermedades

De todas las leguminosas, las lentejas son las que menos se ven afectadas por las enfermedades. De todas maneras siempre pueden verse algo perjudicadas por la presencia de podredumbre de raíz, mildiu, roya o *ascochyta*. Se recomienda para roya usar Oxicarboxin (*Plantvax*), 200 g en 200 l de agua.

Cosecha

Manual, arrancando las plantas secas (grano 16-18% humedad), emparvándolas para luego trillar, usando animales, varas o trilladoras estacionarias.

Rendimiento 1.5 a 2 tn/ha. Una cosecha de lentejas de unas 2 tn de grano/ha puede consumir alrededor de 95-100 kg de N por hectárea. Aproximadamente el 75% de las necesidades de N es dada por la fijación simbiótica del *Rhizobium*.

Almacenamiento, se recomienda almacenar el grano en recipientes cerrados y en bodegas limpias, secas y desinfectadas, con circulación de aire y sin humedad. El grano debe alcanzar un contenido inferior al 13% de humedad.

CHOCHO

Lupinus mutabilis Sweet

Descripción

El chocho es originario de América, Zona Andina y es una legumbre conocida como “altramuz” o “tarwi”. Es un cultivo importante para la alimentación humana por su alto valor nutritivo (**proteínas, P y Ca**). El contenido de alcaloides en las semillas puede ser utilizado como insecticida (para el control del “cogollero”, *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz).

Composición química y valor nutritivo (En 100 g de porción comestible)*			
	Chocho cocido con cáscara	Chocho cocido sin cáscara	Chocho harina
Energía kcal	151	277	458
Agua g	69.7	46.3	37.0
Proteína g	11.6	17.3	41-49.6
Grasa g	8.6	17.5	27.9
Carbohidratos g	9.6	17.3	12.9
Fibra g	5.3	3.8	7.9
Ceniza g	0.6	1.6	2.6
Calcio mg	30	54	93
Fósforo mg	123	262	440
Hierro mg	1.4	2.3	1.38
Tiamina mg	0.01	0.60	.
Riboflavina	0.34	0.4	-
Niacina mg	0.95	2.10	.
Acido ascórbico	0.00	4.6	.

*Ministerio de Salud Pública. Ecuador. 2008. <http://www.zapalloverde.com/articulos/82-el-chocho-rica-fuente-de-proteinas>

El chocho es una leguminosa de alto valor nutritivo, el grano contiene 41 y 50 % de proteínas como harina, además de otros elementos como P, grasa y carbohidratos.

La soya que es un cultivo de fama mundial, contiene alrededor de 36%. Otros granos leguminosos como el fréjol, la lenteja, la arveja contienen entre el 18 y el 25%, mientras los cereales como el trigo, la avena, el maíz, alcanzan apenas 8 a 13%.

Las proteínas y el aceite (14 a 24%); constituyen más de la mitad del peso del chocho (similar a la carne y a la leche vegetal). La proteína del chocho tiene cantidades adecuadas de *lisina* y *cistina*, pero contiene sólo de 23 a 30% de la *metionina* requerida para el óptimo crecimiento de los animales.

El chocho no tiene alto contenido de fibra (5.3/100 gramos del grano cocido con cáscara), pero se estima que puede constituir una importante fuente de minerales y vitaminas: Ca, P, Fe, Riboflavina (Vitamina B2), Niacina (Vitamina B3) y Ácido Ascórbico (Vitamina C).

El aceite de chocho es de color claro, lo cual le hace aceptable para el uso doméstico; es similar al aceite de maní y relativamente rico en ácidos grasos

no saturados, incluyendo el ácido linoleico. Además por ser una leguminosa, tiene la capacidad de fijar nitrógeno en el suelo, por lo tanto es adecuado para rotación de cultivos, y también es empleado como abono verde.

Descripción botánica:

- Familia: Papilionácea. Género: *Lupinus* Especie: *mutabilis*
- **Altura** de planta: 0,8 - 1,50 m.
- **Raíz:** Pivotante con presencia de nódulos bacterianos (*Rhizobium lupini*)
- **Tallo:** Cilíndrico pudiendo llegar a 1,50 m de altura.
- **Hojas:** Palmilobuladas
- **Inflorescencia:** En papillón. Color blanco o morado.
- **Semillas** forman vainas : Semillas de color blanco, marrones y negras ($\Phi = 1\text{cm}$)

Las semillas contienen un **alcaloide amargo y venenoso (lupina)**, lo que impiden su consumo directo. Estas sustancias tóxicas, **alcaloides** están distribuidas en toda la planta. La parte aérea es el lugar de síntesis y luego son transferidos a los frutos y semillas durante la maduración. Su concentración disminuye con la edad de la hoja.

Ecología y adaptación

- Las provincias de mayor producción del chocho son Cotopaxi y Riobamba.
- Temperatura promedio anual: 7°C - 14°C
- Precipitación anual: 300 - 600 mm en el ciclo. Siendo cultivado en zonas de secano, es susceptible al exceso de humedad (> 1000 mm) y moderadamente susceptible a la sequía durante la floración y envainado.
- Zonas templadas-frías en Valles Interandinos y Altiplanos, desde los **2000-3500 m**. Es tolerante a heladas.
- Aconsejable 2600 - 3200 msnm, en áreas agroecológicas secas.
- Tipo de suelo: Francos arenosos, arenoso, aunque se adapta suelos F. arcillosos. Con balance adecuado de nutrientes y buen drenaje,
- pH: 6 - 7.5. En suelos ácidos, la fijación de nitrógeno por el *Rhizobium* es muy escasa.

- Es aparentemente indiferente al fotoperiodo, aunque se cultiva más en condiciones de días cortos.
- Ligeramente tolerante a las heladas, aunque no tolera las heladas en la fase de formación del racimo y madurez.

Características del cultivo

- Origen: Ubicado en la región andina de Ecuador, Perú y Bolivia, ya que en ella se encuentra la mayor variabilidad genética
- Necesita de una fertilización baja, pero con alto fósforo y calcio.
- Fija nitrógeno bacterias *Rhizobium lupini* en los suelos mejorando la calidad de estos
- Es resistente a sequías, heladas tempranas. Poco susceptible a plagas.
- El cultivo se caracteriza por su relativa rusticidad y capacidad de producción, por su adaptabilidad a medios ecológicos marginales, los que pueden llegar hasta los 3600 msnm
- El chocho se adapta a suelos pobres y marginales, con escasas posibilidades productivas.

Variedades

Existen variedad promisorias y ecotipos de color blanco mediano. Las variedades mejoradas corresponden a INIAP 450 Andino e INIAP 451 Guaranguito. Ciclo de cultivo: 180 a 240 días.

Manejo del cultivo

Siembra

Preparación del suelo: Arada, rastra.

- Distancia entre surcos: 70 a 90 cm.
- Distancia entre sitios: 50 cm
- Semillas por sitio: 3 a 4.

Cantidad de semilla: 50-80 kg/ha. Sistema manual.



Desinfección semilla: *Vitavax* + *Benlate*.

Aporque: Uno al inicio de la floración (40 - 60 cm de altura).

Variedades

- INIAP 450 Andino.
- INIAP 451 Guaranguito (Prov. Bolívar)

Ciclo del cultivo

- Duración del ciclo: 7-9 meses
- Época de siembra:
- En el norte de la Sierra de Septiembre a Noviembre y
- En la parte central de la Sierra de Diciembre a Marzo

Control malezas

Preemergencia: Metribuzina (Sencor) 1.5 - 2.5 cc /litro agua. Mezcla Sencor + lazo en dosis de 250-950 g/ha. Respectivamente.

Cosecha: Manual. Cortar los racimos de vainas con hoz o manualmente, cuando alcancen un color amarillento.

- Rendimiento 2-3 tn/ha

Enfermedades

Antracnosis (*Colletotrichum* sp.). Lesiones oscuras, hundidas, bien delimitadas por una o más anillos concéntricos, secándose posteriormente las zonas atacadas como una quemadura. Otras veces, **manchas irregulares** de tejido muerto, de color marrón claro a lo largo de las venas de las hojas. Las plantas afectadas tendrán un aspecto como si hubiesen sido quemadas por el sol.



Roya (*Uromyces lupini*), Cercospora y Ascochyta. Control: Oxicloruro de Cu: 0.6-1.0 g/l agua; Bavistin 1.5 cc/l agua (200-300 litros agua/ha).

Almacenamiento

Una vez trillado se seca el grano hasta obtener un porcentaje de humedad del 12-13%. Luego se clasifica utilizando un tamiz de 8 mm de diámetro para eliminar impurezas y separar el grano de primera calidad. Por último se almacena el grano en ambientes secos, frescos y ventilados.

Eliminación de alcaloides

Realizar tres procesos: hidratación (14 horas), cocción (45 minutos) y desamargado (3-4 días con agua en movimiento).

Control de plagas



Plaga: Orden: Díptera.
 Familia: Agromyzidae.
 Género: Melanogromyza
 N. C: *Melanogromyza sp.*



Fuente: Trabajos experimentales desarrollados por estudiantes V Nivel del IASA, Materia de Cultivos. 2010.

<p>Control: Evisect 3 g / l agua</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Beauveria bassiana</i> -- 109 UFC • Malathion ----- 0,8 L /200L agua 	<p>A los 15-30 días: Endosulfan (Thiodan): 2.5 cc/l agua. Lorsban 2 g/l agua. Controlan trozadores (<i>Agrotis</i>) y cogolleros (<i>Capitarsia sp.</i>)</p>	
<p>Polilla del chocho (<i>Crociosema aporema</i>), (Díptera: Tortricidae) es una plaga del grano a la cosecha. Para evitar los daños , las cosechas deben ser oportunas.</p>		

Fertilización

- 40-80-60 con 60 Kg de calcio
- Aplicar fertilizante foliar 3 Kg hasta la floración.
- El cultivo extrae P y Ca. Es por esto que empobrece los suelos.
- Deficiencia: Ca y B.
- En suelos francos, especialmente después de papa, no se recomienda fertilizar.
- Foliareos químicos: 2 Kg/ha en la floración.

Formas de utilización del chocho

El chocho se considera apropiado para los niños en etapa de crecimiento, mujeres embarazadas o que dan de lactar. Combinado con cereales como la quinua o amaranto, es capaz de reunir las cualidades de la leche, la carne, el queso y el huevo. Industrialmente la harina de tarwi que se usa hasta en 15 % en la panificación, por la ventaja de mejorar considerablemente el valor proteico y calórico el producto.



Se utiliza en la alimentación humana previa eliminación del sabor amargo, en guisos, ceviches, en purés, en salsas. etc. En la sierra es muy usual hacer “ceviche de chocho”. También puede ser utilizado en panificación en forma de harina o de puré. Tradicionalmente los campesinos procedían a *desamargar* los granos de “chocho” haciéndolo hervir por espacio de una hora aproximadamente y dejándolo en bolsas o sacos en la corriente de una acequia o el río, por más de una semana.

Medicinal: Los alcaloides (*esparteína, lupinina, lupanidina*) se emplean para controlar ectoparásitos y parásitos intestinales de los animales.

Como combustible casero los residuos de la cosecha (tallos secos) se usan como combustible por su gran cantidad de celulosa que proporciona un buen poder calorífico.

Otros usos del cultivo



Se usa como protector de otros cultivos de altura, en calidad de cortinas rompe vientos y como abono verde, ya que en estado de floración la planta puede ser incorporado al suelo para mejorar la fertilidad del suelo-N de la FBN, y aporte de materia orgánica a largo plazo, mejorando la estructura y retención de agua del suelo.

Ocasionalmente los agricultores utilizan el agua de cocción del chocho como laxante y para el control de plagas en plantas. Los residuos de la cosecha (tallos secos) se usan como combustible por su gran cantidad de celulosa que proporciona un buen poder calorífico.

El cultivo tiene potencial productivo y perspectivas de uso como oleaginoso, fuente de proteína, fijador de nitrógeno y productor de alcaloides con uso en sanidad animal y vegetal.

Capítulo

2

CEREALES

TRIGO

Triticum vulgare L.

Características

El trigo es originario de los países asiáticos (Occidental, Central Mediterráneo). Introducido al Ecuador en 1535 por fray Jodoco Ricke y se cultiva a lo largo de toda la Sierra desde altitudes de 1800 a 3500 m.

La producción mundial de trigo es alrededor de 567 millones de TM, siendo los principales productores: China 17.30%, EE.UU. 11.50%, India 9.40%, Rusia 7.9%, Canadá 20.10%, Francia 16.30%, Australia 9.90% y Argentina 5.50%.

El trigo junto con el arroz y la cebada, es el cereal de mayor importancia en Ecuador. El consumo nacional de trigo supera las 450 000 TM/año, resultando en un consumo *per cápita* superior a 30 kg/año (SICA, 2002). Sin embargo, el Ecuador importa el 98% de los requerimientos internos de trigo y tan solo el 2% (9000 TM) es producido a nivel local (Banco Central del Ecuador, 2007). En el país se cultivan cerca de 28.890 hectáreas, cuyos rendimientos están alrededor de 0.6 a 3 tn/ha.



La baja productividad del cultivo es afectada por la falta de semilla certificada, la alta incidencia y severidad de enfermedades foliares, uso de variedades susceptibles, inadecuada fertilización, abonamiento y control químico de malezas.

Los principales problemas fitosanitarios en los cultivos de trigo y cebada en Ecuador, lo constituyen la roya amarilla y roya de la hoja, que constituye en un problema serio, ya que las nuevas variedades pierden su resistencia a estas enfermedades. Por otra parte, la sequía es otro factor más limitante en

la producción triguera, ya que año tras año se registra la presencia de déficit hídrico lo cual deriva en una caída drástica de los rendimientos de trigo.

Valor nutricional

El grano contiene en su interior el **germen** del trigo, que es rico en *vitamina E, ácido linoleico, fosfolípidos, aminoácidos* (arginina, lisina, fenilalanina, metionina, triptófano), elementos indispensables para un buen equilibrio del organismo y que no puede sintetizar. El contenido proteico del germen de trigo es tres veces superior a la carne, al pescado y cinco veces a los huevos.

<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo3.htm>

Grano de trigo (100 g)	%
Carbohidratos	70
Proteínas	16
Humedad	10
Lípidos	2
Minerales	2

Variedades de trigo

Ciclo del cultivo: 90-120 días (var. precoces); 160-210 días (tardías).

- El INIAP ha generado variedades para las condiciones agrícolas de la Sierra.
- INIAP Vivar 2010. Grano blanco. Azuay, Cañar y Loja.
- Cojitambo-92". Ciclo: 180 días Grano color café claro. Resistente al vuelco, espiga blanca, barbada, proteína 12.7 %. Adapta en todo el país-Sierra. Clima templado. 2200-2800 msnm. Rendimiento 3-4 tn/ha.
- Antisana (2500 a 2700 msnm)
- Chimborazo 78 (2800 a 3200 msnm). Color del grano café oscuro. Espiga blanca, sin barba. Cañar, Carchi e Imbabura.
- Altar (cultivar de 2800 a 3200 msnm)
- Tungurahua (cultivar de 1800 a 2800 msnm)
- INIAP-Zhalao2003.Grano blanco. Azuay
- INIAP San Jacinto y Mirador 2010. Grano blanco. Bolívar y Chimborazo
- El "carnavalero".

La variedad "INIAP Vivar 2010", es un material con características de alta productividad, resistencia y facilidad de adaptación a los pisos climáticos. La planta tiene una altura de 85 a 95 cm, posee un tallo tolerante al volcamiento y un tipo de espiga barbada y compacta de color blanco con medidas de entre 9 a 12 cm y 57 granos por espiga. Su grano es ovalado, de color blanco,

con un peso de 46,1 g por cada 100 granos. Rendimiento promedio superior a los 120 quintales por hectárea (qq/ha) y tiene un ciclo vegetativo de 165 a 175 días. En cuanto a su valor nutricional, es un trigo con un porcentaje de proteína sobre el 13%.

El carnavalero es un trigo de grano rojo y espiga barbada y blanca, compacta y resistente al fuerte viento andino. Zonas agroecológicas trigueras de los cantones Guaranda, Chimbo, San Miguel y Chillanes. www.iniap.gob.ec/..pdf (2011).

Variedades criollas

- Negro, Crespo, Izobamba, Samacá, Itac, Zugamuxi

Características botánicas

Al igual que los otros cereales, el trigo es una *planta monocotiledónea*, que pertenece a la **Familia** Poaceas (gramíneas). Especie del género *Triticum*.

Variedades más cultivadas: *Triticum durum*, *T. compactum*, y *T. aestivum* (el trigo harinero o cereal panificable).

Clasificación según el número de cromosomas.

Grupos de especies que poseen $2n = 14$ cromosomas. *Triticum monococcum*, originaria del Caucazo y Asia Menor, que se cultiva en Francia.

Grupos de especies que poseen $2n = 28$ cromosomas (*tetraploides*: que tienen 4 conjuntos de cromosomas por núcleo). *Triticum diccocooides*, *T. diccoccum*, *T. túrgidum* o trigo redondillo; *T. Polanicum* o trigo de Polonia; *Triticum durum* o trigo duro.

Grupos de especies que poseen $2n = 42$ cromosomas (*hexaploides*).

Triticum vulgare o trigo blando que es que se cultiva en Ecuador siendo el más común el *Triticum compactum* o trigo erizado.

Triticum aestivum, nombre común: Trigo harinero.

Morfología de la planta

El trigo es una planta herbácea, hojas largas, posee dos estípulas en el vértice de la parte envainadora de la hoja, cubiertas por fino vello y una lígula corta y transparente.

Raíz fasciculada poco desarrollada en suelos pesados. Como en todas las monocotiledóneas, las primeras raíces del trigo dejan de crecer, se atrofian y mueren, estas raicillas se las llama *seminales*. Las raíces que sirven a la planta durante todo el ciclo hasta la maduración son las *raíces coronarias*, y que nacen en los nudos que están en contacto con el suelo, son muy numerosas y se forman a manera de cabellera.

El **tallo** del trigo es una caña hueca, cilíndrica (6 *nudos*) que se alarga en la parte superior y alcanzan alturas entre 50-150 cm., dependiendo de la variedad, suelo, clima y nutrición.



En el último nudo nace la espiga y en cada nudo brota una hoja.

El **macollamiento** es el ahijamiento o incremento del número de tallos o brotes por cepa y es importante en el rendimiento. Los *macollos o ramas laterales* nacen en la axila de una hoja o en el nudo del coleoptilo (nudo basal o corona). Los macollos comparten la misma masa radical con el tallo principal.

Las hojas se componen de una vaina que abraza al tallo, un limbo acintado. Las hojas de la base son estrechas y enrolladas en espiral, las situadas más arriba son más anchas (2-3 cm.) y largas hasta 30 cm. Los limbos tienen en la base dos aletas como prolongaciones, llamadas **aurículas**, las cuales son *características diferenciables* de la cebada y avena, en las primeras fases de desarrollo.

La **espiga** se forma en el brote terminal del tallo y está formada por un raquis, que lleva insertado alternativamente a la derecha e izquierda, las espiguillas. Cada espiguilla posee varias flores, rodeadas por dos *brácteas o glumas* (palea). Cada espiguilla contiene



varias flores (2-5). La flor da lugar a un fruto único, denominado grano, que lleva un embrión o germen junto a la sustancia de reserva.

La planta del trigo es **autógama**, es decir, que la *fecundación de la flor tiene lugar antes de su apertura*. Cuando las anteras aparecen al exterior, la flor ya ha sido fecundada. Por ser una planta autógama, cada variedad de trigo *conserva sus características agronómicas* de forma constante.

Los términos **autogamia**, significa polinización de una flor por medio de su propio polen. **Alogamia**, ocurre cuando el polen llega al estigma procedente de otra flor, pudiendo ser del mismo pie o de otra planta.

Condiciones de clima y suelo

- Altitud: 800 a 3000 m
- Precipitación: 500 a 700 mm.
- Luz: 1500 a 2000 horas durante el ciclo del cultivo (4 -7 meses).
- Temperatura: 8 -14 °C y máximas de 30 °C
- Suelos: sueltos, bien drenados. Ricos en M.O.
- pH: 6 - 7.5. El trigo no resiste a suelos ácidos; prefiere suelos neutros o ligeramente alcalinos. Los microorganismos beneficiosos del suelo prefieren también los suelos neutros o alcalinos.

Descripción del cultivo

En el **ciclo vegetativo** del trigo se distinguen tres períodos:

Vegetativo, comprende desde la siembra hasta el comienzo del encañado (ahijamiento y macollado).

Reproducción, desde el encañado hasta la terminación del espigado.

Maduración, va desde el final del espigado hasta el momento de la recolección.

La temperatura óptima para la germinación es 20-25°C, pero puede germinar desde los 4 °C hasta los 30 °C. El poder germinativo del trigo se mantiene de 4-10 años, aunque el período de utilización no debe sobrepasar los dos años ya que va perdiendo su vigor.

Ahijamiento. El tallo del trigo es una caña (*con nudos y entrenudos*) y cada nudo tiene una yema que origina una hoja. De los nudos (segundo nudo = *nudo de ahijamiento*) en contacto con la tierra, salen otros tallos secundarios llamados “hijos” o macollos, y raíces adventicias hacia abajo.

Macollado. Comienza cuando el trigo tiene tres o cuatro hojas. Se denomina “*madre*” a la planta principal que salió del grano, “*hijos*” a los tallos secundarios, y “**macollo**” al conjunto de todas ellas. No existe un límite de ahijamiento definido, ya que una sola planta puede tener varios hijos (8 a 20). A bajas *temperaturas el nacimiento de “hijos” y el crecimiento de las hojas se paraliza*, después del frío sigue amacollando el trigo, y con temperaturas altas comienza a encañar.

Encañado. Tiene lugar una vez que comienzan a elevarse las temperaturas, los nudos pierden la facultad de emitir hijos y *comienzan alargarse los entrenudos del tallo*. El encañado consiste, por tanto, en el crecimiento del tallo por alargamiento de los entrenudos.

La caña sigue alargándose durante el espigado y hasta el final de la madurez. La fase de encañado es de gran actividad fisiológica que no finaliza hasta la madurez. La extracción de agua y nutrientes del suelo es muy elevada, sobre todo en N.

Espigado. Es el periodo de máxima actividad fisiológica, donde la transpiración y extracción de agua y nutrientes del suelo. *Los azúcares de las hojas inferiores emigran a los granos de trigo que se forman mientras las hojas se van secando*. Aquí ocurre el transporte de las sustancias de reserva a los granos de trigo, por lo que las raíces desecan el suelo para tomar agua, por ello el riego o lluvias en esta fase es crucial. En esta fase las heladas son también un peligro.

Maduración. En esta fase los estambres se van secando y se caen, mientras que el ovario fecundado va creciendo y se convierte en un grano, inicialmente de color verde, hinchado y lleno de un líquido lechoso. La maduración comprende, tres fases: **madurez láctea**, comienza cuando las hojas inferiores están secas y las tres superiores con el resto de la planta está verde; luego viene la “**maduración pastosa**”, en la que sólo se mantiene verdes los nudos y el resto de la planta toma su color típico de trigo seco, tomando el grano su color definitivo. Luego de 3 a 4 días de la fase pastosa, llega el cereal a su “**madurez completa**”.

Por último se alcanza la “senescencia”, en el que toda la paja está dura y quebradiza; así como el grano, saltando muy fácilmente de las glumillas y raquis. Durante los vientos secos o calor excesivo el grano de trigo madura precipitadamente y no se acumula en la semilla, las sustancias de reserva que se necesitan para un adecuado grosor del grano.

FASES DE CRECIMIENTO DEL TRIGO Y CEBADA								
	Crecimiento		espigado		maduración			Ciclo total, días
	Germinación	Macollado	Encañado	Espigado	Grano lechoso	Grano pastoso	Grano duro	Según la zona puede llegar
No. días	10	25	30	20	25	20	25	
Acumulado	10	85 días			155 días			160 -180

Función de los minerales

Nitrógeno. Los mayores rendimientos se logran cuando se aporta una mayor cantidad de N al inicio del macollado y una mayor cantidad durante el crecimiento de los tallos. El aporte de N demasiado temprano produce un exceso de espigas de reducido tamaño y estériles. Lo más relevante es para la fase de encañado (Walldren and Flowerday, 1979). La aplicación nitrogenada tardía provoca una baja en la fertilidad de las espigas. Para producir una tonelada de grano se estima que el cultivo extrae de 24-31 kilos de N/ha.

Fósforo. El P es frecuentemente inmovilizado en el suelo especialmente por Ca, Fe y Mn. Por tanto, debe ser aportado en cantidad suficiente al mismo o se debe corregir al suelo. El P favorece y anticipa la granazón y maduración del grano. Las cenizas del grano de trigo contienen el 50% de P₂O₅.

El P da más rigidez a la planta, mejora la resistencia a las heladas, al encamado, maduración anticipada (1-2 semanas), siendo además un elemento importante en la fecundación de la flor y la granazón. La deficiencia de fósforo se manifiesta por la coloración purpúrea de las hojas y tallos.

Potasio. El K ayuda la formación de almidón y desarrollo de las raíces. Reduce la transpiración y aumenta la resistencia a la sequía. Da mayor resistencia al frío. La extracción de K es máxima durante el periodo del encañado. Los síntomas de deficiencia de K ocasionan un crecimiento

dislocado, los ápices amarillentos y torsión de las hojas. Reduce la formación de almidón en el grano y una disminución en la superficie de las hojas.

Calcio. Es indispensable para el desarrollo del trigo, influye en la formación y madurez de los granos, aunque no influye tanto en la producción como el N, P y K. Se halla en mayor cantidad en las hojas y cañas, que en el grano. Los síntomas de carencia se manifiestan en las hojas jóvenes teniendo coloraciones amarillentas, son secas y corchosas, con espigas pequeñas e incompletas. En fin el *Ca* y *K* influyen en la madurez y formación del grano.

Magnesio. Su carencia se manifiesta primero en las hojas viejas y se presenta en suelos muy ligeros o pobres o debido a un exceso de potasio.

Abono orgánico. Es de gran importancia por su efecto corrector del suelo, lo que aumenta la retención del N amoniacal, Ca y K. Mejora la estructura en suelos arenosos y da soltura a los arcillosos, que son poco permeables y difíciles de labrar. Aumenta las reservas hídricas del suelo. Se recomienda aplicar 10 a 20 tn MO/ha, y en regadío pueden emplearse 30 tn/ha.

Manejo del cultivo

Preparación del terreno. La preparación del suelo depende de la clase suelo, topografía y cultivo anterior, por lo general debe darse una labor de arada con anticipación y dos rastras.

Época de siembra. Debe realizarse en al inicio de la época lluviosa de la zona y planificar que la cosecha coincida con un tiempo seco. Octubre a noviembre (norte) y enero a marzo en la parte central.

Sistemas de siembra

Mecanizada (sembradora y boleadora) y manual (al voleo) o en hileras (chorrillo), en este último caso, la siembra debe realizarse en hileras separados a una distancia entre 15 y 20 cm., a una profundidad de siembra de 3-6 cm.

La siembra mecanizada tiene ventajas sobre la siembra al voleo o a chorrillo.

- Ahorro de semilla entre el 30-50%.
- Uniformidad en la distribución de los surcos.

- Establecimiento de la profundidad de siembra según las necesidades.
- Permite el laboreo entre líneas.

Para la siembra mecanizada se requiere de áreas de extensión suficiente y terrenos de escasa pendiente y buena preparación del terreno.

Desinfección semilla. 1-2 g de Carboxin + Captan (Vitavax 300) por kg de semilla

Cantidad de semilla. 100 a 140 kg/ha (2.2 a 3 qq), según el método de siembra. Semilla registrada o certificada. Con esto se emplea una densidad de 300-400 semillas/m², con un mínimo de 85 % de poder germinativo.

Fertilización: Recomendable 80-60-50-20 S. El N debe fraccionarse: 40 % siembra y 60 % a los 30-45 dds (macollamiento).

Control de malezas: Mejor control de malezas es una buena preparación del suelo antes de la siembra. Otra forma es el uso de herbicidas:

- **Pre emergentes:** Linurón 50% (**Afalón**) 1.2l/ha. Aplicar inmediatamente después de la siembra y con humedad en el suelo.

- **Post emergencia,** para el control de malezas de hoja ancha, use **2-4-D** (amina o éster) (**Aminapac, Esterpac, Dacocida, Ecuamina**) aplicar al inicio del macollo del cultivo (30-45 dds). Se recomienda 1 a 2 l/ha en 200-300 l de agua. *Dacocida 4D* es un herbicida sistémico, tipo hormonal, ampliamente conocido por su gran efectividad para combatir malezas de hoja ancha (dicotiledóneas).

- Se debe realizar un desnabe a los 50-60 dds

Control de plagas

Recomendable realizar una buena preparación del suelo y control de malezas.

Las plagas que pueden existir en el cultivo son: El trozador *Agrotis spp*; **Áfidos** o pulgones, chinches *aelia sp.*; cutzo (*Phyllophaga sp*).

Combate de insectos con Thiodan 2.5 kg/ha en 400 l agua. incorpore el insecticida al suelo con la rastra. con bombas de mochila de mano, use 600 l de agua/ha.

Para el control del pulgón de la hoja de espiga, aplicar 3.5 kg de Malathion 25%; 1 kg/ha de Diazinon 40%.

Control de enfermedades

Las **Royas** son las enfermedades más importantes del trigo y son provocadas por hongos basidiomicetos del orden de los Uredales y del género *Puccinia*. Tenemos la **roya amarilla**, lineal o roya de las glumas (*Puccinia striiformis* o *glumarum*), **roya naranjada** o de la hoja (*Puccinia. Triticina*); **roya negra**: *P. graminis*; Síntomas: aparición de pústulas amarillas, generadoras de esporas localizadas en la superficie de la hoja. Control: uso de variedades resistentes, abonados equilibrados sin exceso de N, siembras claras en líneas. Dithane. M-45, **Plantvax** y TILT® 250 CE que es un fungicida sistémico que controla enfermedades como cenicillas, royas, manchas foliares y carbones que atacan a los cultivos de trigo, cebada, plátano, nogal, clavel y rosál.

Fusarium de la espiga (*Fusarium spp.*), es un hongo que se mantiene en estado de espora en las semillas y en el suelo. Ataca a la planta en la germinación y se desarrolla mejor a temperaturas < a 10 °C. En la época del espigado, aparecen unas rayas pardas oscuras sobre las vainas de las hojas.

Septoriosis o mancha de la hoja *Septoria tritici*. Síntomas: manchas amarillas, picnidios, secamiento de la hoja. Recomendable desinfectar la semilla.

Caries o tizón del trigo. *Tilletia caries* y *Tilletia controversa*. Ataca al grano y aparece en el espigado, como un polvillo negro de mal olor que altera el sabor y aspecto de la harina. Los granos atacados son más pequeños y redondos, cuyo interior está totalmente destruido y sólo subsiste la envoltura externa. La temperatura óptima de esporulación es de 5-8 °C. Control: Desinfectar la semilla con Carboxin o Maneb.

El carbón del trigo. (*Ustilago tritici*) aparece antes de que la espiga emerge de la vaina, destruyendo completamente todas las envolturas florales y las espiguillas. La última hoja se vuelve amarilla. Polvo negro de esporas que se diseminan con el viento. **Combate:** eliminar las espigas con señales de carbón (*última hoja amarilla*), antes del espigado, procedimiento impracticable en grandes extensiones. Eliminar semilla proveniente del cultivo infestado, desinfectar semilla. **Control general:** es posible controlar con aplicaciones preventivas de **Bayleton** 0.5 más 2.5 kg/ha **Dithane** M-45.

Las **enfermedades virosas** más comunes son el enanismo amarillo, el cual es transmitido por pulgones.

Cosecha y almacenamiento

La cosecha se realiza cuando las plantas estén completamente maduras (grano cristalino), % humedad 22 % para evitar pérdidas por desgrane. Cosecha puede ser mecanizada o manual.



La cosecha incluye la *siega*, que consiste en el corte de los tallos formando *gavillas* de unos 5 kg de peso, luego se unen para formar parvas y se procede a la *trilla*. Después de la trilla el grano se lo debe limpiar, secar y clasificar, para después ensacar y comercializar.

En la cosecha con máquina combinada (corta, trilla y limpia), es conveniente que la humedad del grano sea baja, para evitar que se quemé una vez almacenado.

Para almacenar se guarda el grano (13-14 % humedad) en bodegas limpias, desinfectadas y protegidas contra la humedad y los ratones.

Rendimiento

Variedades mejoradas: 2.2 a 4.5 tn /ha.

Variedades criollas: 0.6 a 1 tn/ha.

Calidad del grano

Granos libres de impurezas, granos dañados o quebrados.

Que tengan alto % de germinación.

Que la humedad no sea mayor al 14%.

Que no haya demasiado grano flotante.

En lo posible granos de tamaño uniforme. No se mezcle con otras variedades.

CENTENO

(*Secale cereale*).

Se adapta a suelos ácidos y arenosos. Clima templado frío. El centeno tiene un ciclo parecido al del trigo y sus labores preculturales y de manejo son aplicables del mismo cultivo. Se recomienda una fertilización de 50-70-60 kg de NPK ha⁻¹.



Glosario de términos

Materia seca (MS)

Expresa el contenido de MS de un alimento y se obtiene secando la muestra en una estufa con circulación forzada de aire a 60°C hasta peso constante, para eliminar el contenido de agua. Su valor es importante, pues los resultados de todas las demás determinaciones se expresan en base seca.

Proteína bruta (PB)

Se obtiene a partir del contenido de nitrógeno total de un alimento, determinado por el método Kjeldahl, multiplicado por el factor 6,25 (debido a que las proteínas contienen un 16% de N en promedio). El valor de PB incluye a la proteína verdadera y a otros compuestos nitrogenados no proteicos.

Consultar y realizar costos de producción

Total gastos.....

Rendimiento/Ha.....

Ganancia.....

Costo producción / kg.....

CEBADA

Hordeum vulgare L.

La superficie cultivable del Ecuador es 276,840 km². Los cultivos anuales ocupan alrededor del 6 %, cultivos perennes 3 %, praderas y pastos: 17 %, bosques y monte bajo 51 % y otros el 23 %. De las 26'079.700 hectáreas, las 11.000.473 son bosques naturales, el 70% son productores y los demás son bosques protegidos. El 80% de los bosques naturales pertenecen a la Región Amazónica, el 13% a la Costa y el 7% en la Sierra. La superficie sembrada de cebada en Ecuador llega alrededor de 50.000 Ha: Chimborazo, Cotopaxi, tienen (60%), Pichincha e Imbabura (18 %) y 22% las demás provincias de la Sierra.

Características generales

Origen: procede de la parte occidental del Asia y se cultiva en todo el mundo. En el país es siembra en la zona de clima templado y frío. Es una planta *diploide* (2n=14 cromosomas).



Las especies de cebada más cultivadas son: *Hordeum distichum* L., empleada para la elaboración de cerveza y *Hordeum tetrastichum* L., usada para forraje, alimentación animal. Según el número de espiguillas, hay *cebadas de dos, cuatro y seis carreras*.

La cebada es una planta monocotiledónea anual que en Ecuador se cultiva en las zonas altas, donde es un alimento de subsistencia para el campesino, que consume como “arroz de cebada” y “máchica”. El grano en general es para consumo humano y fabricación de la cerveza y malta.

El grano de cebada está compuesto por un 3.5 % de germen, un 18% de pericarpio y un 78.5 % de endospermo (incluyendo la aleurona-proteína). El germen es rico en azúcares (sacarosa, fructosa). La tendencia es reducir el contenido en proteína y un aumento en la concentración de almidón.

Variedades

- **Atahualpa 92**, de dos hileras, para consumo humano, 3t/ha
- **dorada**, para consumo humano
- **I-Calicuchima 92**, de 6 hileras, para malta.
- **Riobambeña**, de 6 carreras, consumo humano y animal
- **Duchicela**, para consumo humano e industria cervecera.
- **I-Shyri 89** 3,5 t/ha. .
- **I-Cañicapa 2003**
- **I-Pacha 2003**
- **Chilena**, para cerveza
- **Terán 78**

INIAP Guaranga 2010'' es una nueva variedad de cebada que posee rendimientos promedio de 3 a 4 toneladas por hectárea, es resistente a roya amarilla, de grano grande, tiene amplia adaptación a los distintos sitios de la Sierra, desde los 2400 hasta los 3 500 m.s.n.m.

INIAP Shyri 89. Resulta de cruzamientos realizados en 1983, por ICARDA/CIMMYT - México entre tres variedades de cebada, una de las cuales fue ecuatoriana Terán78. Es de amplia adaptación, buen tipo agronómico y resistencia o tolerancia a las royas y escaldadura.

INIAP – Atahualpa 92

En las zonas de Cotopaxi, Chimborazo y Cañar existe preferencia por el cultivo de variedades de cebada de *grano desnudo*; este tipo de cebada tiene alta demanda para la elaboración de productos de consumo popular como máchica y pinol. Posee tolerancia a las royas, es de tallo resistente al vuelco, de buen potencial y estabilidad de rendimiento.

INIAP – Calicuchima 92

Posee características similares de la variedad CLIPPER, la cual se ha reducido considerablemente en los últimos años, debido a su alta susceptibilidad a las royas o polvillos y al escaldado. La variedad es para uso en la industria de malta.

Variedades criollas: Clipper, pelada y común.

Características	INIAP-SHYRI 89	INIAP – ATAHUALPA 92	INIAP – CALICUCHIMA 92	CLIPPER
Germinación			77 – 98 %	77 – 91 %
Ciclo Vegetativo (en días)	150 a 154	150 – 155	140 – 150	
Días al espigamiento:	80 a 84	75 – 80	75 – 80	
Altura de la planta:	100 a 105	70 – 100 cm	70 – 115 cm	
Densidad de la espiga:	Compacta			
Tipo de espiga	Dos hileras	Dos hileras (díctica)	Seis hileras (hexástica)	
Grano:		<i>grano desnudo</i>	Amarillo claro	Amarillo
No. granos por espiga:	26 a 30			
Color de grano	Amarillo			
Tallo	R al vuelco	Resistente al vuelco	Resistente al vuelco	
Peso de mil granos:	52 a 54 g	35 – 48.2 g	35 – 48.2 g	
Peso hectolítrico: kg/hl	61 a 64			
Rend. de grano (Kg/ha)	1533 a 4937	1560 – 3600	1676 – 5148	
Adaptación: msnm	2500 a 3500	2500 – 3380	2500 – 3350	
Proteína soluble:	4.8 %			
Proteína Total:	13.7 %	14.25 %	9.4 – 12.4	10.1 – 13.2
Fibra:	6.0 %	1.99 %	1.99 %	

Las variedades citadas son tolerantes a: Roya amarilla: (*Puccinia striiformis*), Roya de la hoja: (*Puccinia hordei*); Escaldadura: (*Rhynchosporium secalis*), Susceptible a Carbón: (*Ustilago hordei*).

Fuente INIAP, Sta., Catalina

Botánica

Es una planta herbácea, monocotiledónea, de hojas estrechas y color verde claro, se caracteriza por poseer dos *estípulas* muy desarrolladas que se cruzan por delante de tallo. Sistema radicular superficial. Tallo y hojas igual que el trigo. Su espiga es la *inflorescencia*, donde las glumas y las páleas tienen función protectora del grano. La espiga, en las cebadas de dos carreras es aplastada y las espiguillas van opuestas y alternativamente una a otra. En las cebadas de 4 carreras, la sección de la espiga es más cuadrada, aunque los granos de todas ellas tienen la misma forma.



Etapas de crecimiento

El ciclo vegetativo, corresponde a períodos delimitados por fases definidas que corresponden a cambios en el ritmo de crecimiento. La semilla germina entre los 6 - 10 días.

Período vegetativo, va desde la germinación hasta inicios del encañado (formación de la caña-tallos). Ocurre el ahijamiento que es variable y depende del contenido de N y P. Esta etapa va a tener efecto directo en el rendimiento.

Período de reproducción comprende la etapa final de *encañado y todo el espigado*.

En el **encañado** un determinado número de tallos terminan en espiga mientras que otros se retrasan en su crecimiento. De esta forma se establece una competencia entre los tallos portadores de espigas y los restantes. *Es la etapa crítica para la nutrición de la planta*, requiere de elevadas cantidades de fertilizantes y particularmente de N para la formación de las nucleoproteínas. La duración de esta fase de encañado es variable, pudiendo ser de aprox. 28 a 35 días. La evapotranspiración es alta (> 3 mm/día).

En esta etapa también se procede a la conformación total de la espiguilla por lo que se le denomina **etapa de espigamiento** (maduración de los órganos sexuales, granos de polen y óvulos) y fecundación. Se estima que en esta fase de espigado se elabora las $\frac{3}{4}$ partes de su masa seca total, entre el ahijamiento y la floración. La duración de espigado es aprox. de 30 días.



El período de **maduración**, cierra el ciclo vegetativo y corresponde a la acumulación de almidón en los granos, producto de la actividad fotosintética, que depende del clima y contenido de N.

Condiciones de clima y suelo

- Altitud: 2400-3300 m
- Precipitación: 400 a 600 mm. repartidas durante el ciclo del cultivo.
- Luz: 1500 a 2000 horas durante el ciclo del cultivo (5-8 meses), 8-10 horas luz/día.
- Temperatura: 8 -15 °C y máximas de 30 °C
- Suelos: de preferencia francos, aunque tolera un amplio rango que va desde franco-arenosos a franco arcillosos. Los mejores son un suelo suelto, bien drenado. Ricos en M.O.
- pH: 5.6 – 7.5 es tolerante a la alcalinidad.

Actividades del manejo del cultivo

Semilla	Desinfección: 2-3 g de Vitavax 300 por kg de semilla.
Preparación del terreno	Arada y una cruz con arado de vertedera o discos (2-3 meses antes de la siembra) y luego pasar 2 o 3 pases de rastra (1 semana antes siembra) para nivelar y desmenuzar bien el terreno.
Época	Depende del período de lluvias de la zona, debe contar con suficiente humedad al principio y hacer coincidir con tiempo seco durante la cosecha.
Siembra	Con máquina sembradora-abonadora o manualmente al voleo.
Cantidad de semilla	Emplear semilla certificada. 90-100 kg/ha (2 a 2.2 qq), variedades mejoradas a máquina. Al voleo 100 -120 kg/ha.
fertilización	Recomendable según análisis de suelo. 70-120-50. El N debe fraccionarse: 40 % siembra y 60 % a los 30-45 dds. Si se trata de producir cebada para la cerveza es conveniente rebajar la dosis de N, caso contrario los granos manifestarán un contenido alto de albúmina y gluten. La cebada para este fin no debe tener más de 11% de albúmina.
Control de malezas	<ul style="list-style-type: none"> • Pre emergentes: Igran, 1.6 kg/ha en 400 lt agua, desde la siembra hasta cuando las malezas tengan de 2-3 hojas. • 2-4-D (u-46, esterpac, dacocida) 2-3 lt/ha, aplicando al macollamiento completo del cultivo. Se recomienda utilizar 300-400 lt de agua/ha. (control de malezas de hoja ancha: nabo, rábano, lengua de vaca, llantén)
cosecha y almacenamiento	<p>Manual (hoces), poco antes de que las espigas estén completamente secas para evitar pérdidas por desgrane (grano con 17 % de humedad). Cosecha con máquina, las espigas deben estar completamente secas.</p> <p>Para almacenar guarde el grano seco en bodegas limpias, desinfectadas y protegidas contra la humedad y los ratones.</p> <p>Rendimiento: Variedades mejoradas: 2.5 -3.7 tn /ha.</p>



Control de plagas y enfermedades

Las variedades mejoradas son tolerantes a roya amarilla, roya de la hoja y escaldadura, pero son susceptibles a carbón, por lo cual se recomienda las siguientes medidas preventivas:

Buena preparación del suelo y control de malezas.

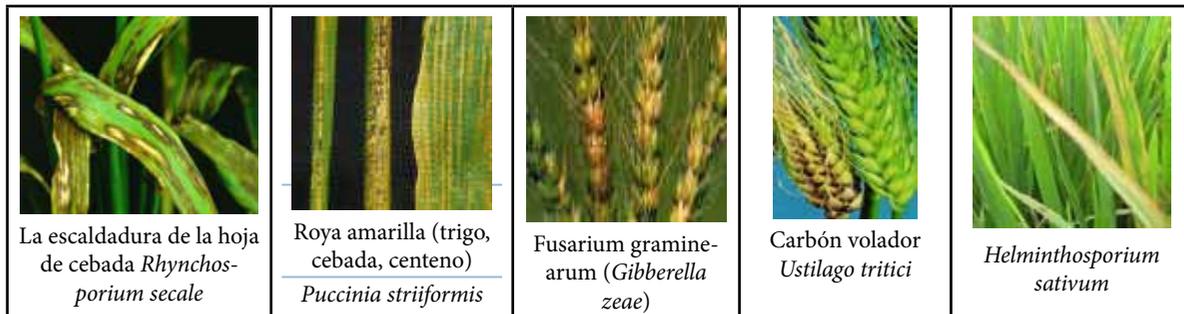
Desinfectar la semilla con **Vitavax** 2-3 g/ kg semilla; o utilizar en seco: 4-6 oz. **Cerezán**. en húmedo 4-6 oz. Cerezán mezclado con 2 lt de agua/qq de semilla.

Enfermedades

Roya amarilla *Puccinia striiformis*, roya negra *Puccinia hordei* que ataca la hoja y la espiga. Si la infección al inicio de la fase de espigamiento es mayor al 20%, se recomienda aplicar:

Bayleton 25% o Plantvax 75%, 750 g disueltos en 200 lt agua. La aplicación debe hacerse entre el período de macollamiento y el inicio del espigado.

Combate: Propiconazol 0.5 l/ha (Tilt) o Cyproconazol en la dosis de 400 a 500 cc/ha.



<http://www.plantprotection.hu/modulok>

Fusariosis, helminthosporium, ataca tanto al trigo y cebada, aparecen primero unas estrías amarillas paralelas en las hojas luego se cubren de un polvillo negro de conidios, consecuencia planta pequeña. Prevenir desinfectando las semillas.

Carbón desnudo y cubierto de la cebada. *Ustilago nuda* y *hordei*, masa negra con esporas en el momento.

Daños ambientales

Heladas y granizo provocan serios daños al trigo, cebada y otros cereales. **La helada** consiste en la salida del agua de la célula a los espacios intercelulares, donde se hiela y transforma en cristales. *Produciendo una deshidratación de las células que puede producir una coagulación del protoplasma, con consecuencias irreversibles.* La resistencia de la planta aumenta con la edad.

Consulta: Determinar los costos de producción

		unidad	cantidad	Costo Unit.	Total/ha	%
Preparación del terreno	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de suelo • Arada • Rastra, 					
Siembra y fertilización	<ul style="list-style-type: none"> • 					
Labores culturales	<ul style="list-style-type: none"> • 					
Cosecha y Poscosecha	<ul style="list-style-type: none"> • 					
Total costos directos						
Costos indirectos Imprevistos						

MAIZ

Zea mays L.

Características generales

El maíz es originario de América. Su antecesor silvestre del *Zea mays* está en Paraguay, Bolivia sudeste del Brasil. Los centros secundarios de aclimatación se sitúan en la región andina, Centro América y México, en donde se ha observado gran diversidad genética.

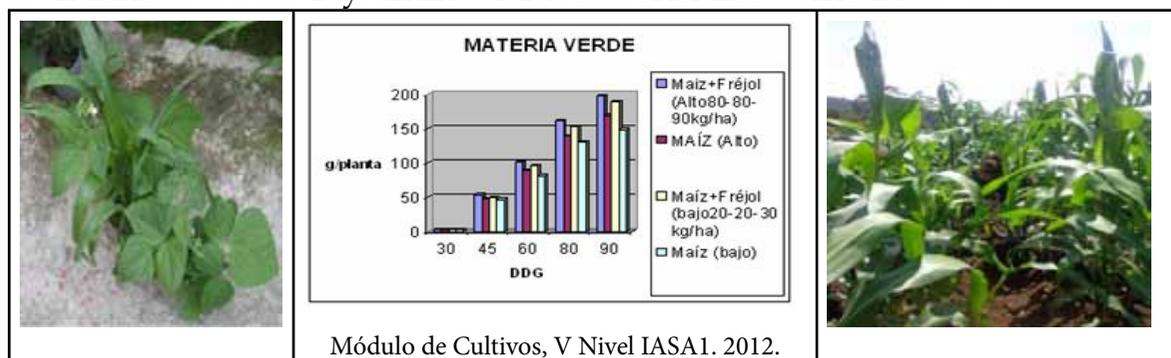
El maíz de altura es uno de los cultivos más importantes de la zona andina, debido al área dedicada al cultivo, y por ser un componente básico de los sistemas de producción y alimentación del hombre andino. Existen múltiples problemas relacionados al maíz en la zona andina, como la baja fertilidad de suelos, plagas, enfermedades, variedades de bajo rendimiento y susceptibles a factores bióticos y abióticos, condiciones climáticas adversas como heladas, granizadas, déficit hídrico en los periodos críticos del cultivo, entre otros.

Es un cereal que se adapta ampliamente a diversas condiciones ecológicas y edáficas, por eso se cultiva en todo el mundo. Y las razones que hacen del maíz un cultivo popular son:

- Su alto contenido de nutrientes en forma concentrada
- Su fácil transporte y cosecha
- La envoltura de hojas protege los granos contra daños por pájaros y lluvias.
- No hay muchas pérdidas de granos durante su manejo
- Existen cultivos con diferentes períodos vegetativos.

Se usa tanto para la alimentación humana, animal e industrial. Industrial se procesa gran número de productos y subproductos como aceites, celuloide, explosivos, plásticos, jabón, glicerina, emulsiones, productos medicinales y farmacéuticos. Importante en la alimentación animal, tanto como forraje, balaceados, granos enteros molidos o quebrados, que son sumamente nutritivos.

Es una buena fuente de almidón, aunque su contenido proteico sea bajo, Contiene *vitamina B* y amino ácidos esenciales como la *lisina*.



Variedades

De acuerdo al ciclo del cultivo la variedad es *precoz*, *intermedia* y *tardía*.

Existe una larga lista de variedades que cambian de región y de país a país. Para escoger una variedad lo importante es saber datos de adaptación a la altura msnm, condiciones de clima, heladas, lluvia, riego, ciclo del cultivo, principalmente.

Variedades en uso: Hay variedades forrajeras y producción de grano. La particularidad del forrajero es que debe tener menos *cantidad de lignina* por lo que es más digestible, por ejemplo: la var. 176 - "morochillo".

INIAP-122 Chaucho mejorado. Características: Grano amarillo, textura harinosa, porte bajo (1,20-1,40 m), resistente al acame, precoz, buena calidad de grano. Utilizado para choclo principalmente. Zonas Templadas Provincia de Imbabura. Tolerancia a: *Helminthosporium*, *Puccinia* y *Fusarium*. Rendimiento esperado: 3800 kg/ha. 85 qq/ha

INIAP-180 e INIAP-176 (Grano mediano, amarillo duro-morochillo); ciclo tardío, de 240 a 260 días. Templado de los Valles bajos de la Sierra, entre 2000-2500 msnm. Uso para consumo animal en forma de forraje, balanceados y para ensilaje (produce alrededor de 50 t/ha con grano en estado pastoso o cao). Resistencia: *Helminthosporium*. Tolerancia: *Cercospora*, *Puccinia* y *Diplodia* sp. Rendimiento esperado: 5000 kg/ha

INIAP-101 (blanco harinoso-consumo: choclo); precoz. Condiciones cultivo: Zonas clima Templado. Tolerancia: *Puccinia*. Rendimiento esperado: 3500 kg/ha. 80 qq/ha

INIAP-130 -131(Chillos mejorado); 180 a 200 días. Clima: Templado Valle de Los Chillos en la Prov. Pichincha. Características: Grano amarillo de textura harinosa, precocidad tardía (180 días), es consumido en choclo (ciclo 120 días) y en seco (ciclo 180 días) para la elaboración de harina y tostado. Tolerancia: *Helminthosporium*, *Cercospora*, *Puccinia*, *Fusarium* y *Diplodia maydis*. Rendimiento esperado: 4100 kg/ha. 91 qq/ha.

INIAP-153 (Zhima mejorado, es blanco, grande semi-cristalino, con una ligera capa harinosa); tardío de El ciclo es tardío. En choclo es de 120-130 días y a grano seco de 210-220 días. Provincias de Cañar y Azuay con precipitaciones de 600 a 1200 mm distribuidas entre los meses de octubre a abril. Soporta bien la asociación maíz-fréjol. Se consume en mote y también en choclo. Tolerancia a Roya y mancha de la hoja. Rendimiento esperado: 3500 kg/ha.

INIAP-160 (Grano mediano blanco, morocho); tardío, de 205 a 250 días. Clima Templado. Valles de la provincia de Pichincha. Se usa para choclo en tierno y en seco para morocho y mote. Tolerancia: *Cercospora* sp., *Puccinia* y *Fusarium*. Rendimiento esperado: 4000 kg/ha. 88 qq/ha.

INIAP-192 (Chulpi mejorado es amarillo dulce).

Cultivares primitivos: Chaucho, Mishca, Chillos, Morocho, Canguil, Chulpi.

Las variedades para la producción de grano, se caracterizan por:

- Granos de color blanco. Para la elaboración de cereales
- Granos con alta cantidad de carbohidratos. Altos para alimentación animal.
- Granos de estructura cerosa, con alto contenido de *amilopectina*. Alimento para ganado.
- Granos con alto contenido de azúcar, se consume como choclos.
- Granos con alto contenido de aceite, importante para la industria.
- Granos alto contenido de proteína y lisina. Uso industria y consumo humano.



- Granos con mayor proporción de almidón duro o cristalino. Elaborar canguil.

Consejos para la selección de semilla de la propia cosecha

- Ciclo vegetativo. Precoz, intermedia o tardía para madurar.
- Número de mazorcas por planta.
- Altura de las mazorcas en la planta. Facilitar la cosecha. 1 a 1.20 m.
- Resistencia de la planta al acame.
- Inclínación de las mazorcas maduras. Exceso de lluvias provoca pudrición.
- Tamaño de la planta, en general las precoces son plantas más bajas (climas fríos y áridos). Plantas altas son tardías, crecen regiones húmedas y calientes.
- Capacidad de *macollamiento*. Preferida en regiones lluviosas.
- Resistencia a enfermedades.
- Destino. Para producción de forraje se requiere plantas con abundante follaje.

Selección de la semilla

- En la bodega a las mazorcas se realizará una segunda selección:
- Las mazorcas deben tener suficientes granos, forma cilíndrica (climas cálidos) o cónica, pero sin demasiada agudeza en la punta (climas templado y frío).
- Debe tener llena la punta y la base o sea que tiene buena fecundación.
- En la parte central los granos deben ser de forma regular extendiéndose hasta los extremos.
- Debe tener sus hileras juntas. Los surcos entre las hileras deben ser lo más angostos y menos profundos.
- Debe guardar relación entre la longitud (l) y circunferencia (c) de la mazorca. Esta medida es en el tercio medio. Ejemplo: Longitud = 4 cm, circunferencia = 3 cm, entonces $4/3 = 1.3$

- La coloración de los granos ha de ser uniforme.
- Su tamaño es signo de potencia como reproductor. El embrión contiene la mayor cantidad de grasas y proteínas, los granos de germen más grande, son los más nutritivos.
- El germen debe ser de un color crema claro en el maíz blanco, y de tinte más oscuro en el maíz amarillo. Un maíz oscuro indica que se ha helado.
- Condiciones internas (prueba de germinación), se toma dos granos de la base, dos del tercio medio y dos de la punta, y se hace las pruebas de germinación, observándose a los 4 a 8 días vigorosidad de la plúmula.
- Cuando se trata de adquirir semilla de maíz se tomará 100 granos de la muestra y se someterá a la prueba de germinación. Para calificar de buena calidad deberá germinar por lo menos el 95%, con plúmula y radícula bien desarrollada.

<ul style="list-style-type: none"> • El valor agrícola (v a) de una semilla. $v.a. = \frac{\text{coef. pureza} \times \text{poder ger}}{100}$	<ul style="list-style-type: none"> • El coeficiente de pureza (CP). $CP = \frac{\text{peso.muestra.} - \text{peso.impurezas}}{\text{peso.muestra}} \times 100$
---	--

Ejemplo: Determinar el valor agrícola de una semilla de maíz, de una muestra al azar, de 120 g de peso, que tiene 12 g de impurezas. Poder germinativo 95%

$CP = ((120 - 12)/120) \times 100 = 90 \%$	$V.A. = (90 * 95)/100 = 85.5$
--	-------------------------------

Desinfección de la semilla

Una vez que se ha seleccionado la semilla conviene desinfectarla antes de ser sembrada, a fin de evitar que se propague las enfermedades. Esta desinfección puede ser por vía seca, que consiste en aplicar productos en polvo, de fungicidas. Estos productos son: carbonato cúprico a razón de 3 g/kg semilla, **Arasan y Ceresan** (2g /kg semilla), **granosan** (1g /kg semilla), Vitavax 2-3 g/kg. En todo caso observar la recomendación de la casa comercial.

Características botánicas

El maíz es una planta monocotiledónea, pertenece a la familia de la gramíneas y comprende 3 géneros: *Tripsacum*, *Euchlaena* y *Zea*, todos de origen americano. Planta diploide ($2n=20$), que normalmente presenta 10 pares de cromosomas e incluye diferentes variedades. Planta monoica, alógama. Se dice que la fecundación es *alógama* cuando el polen procede de los estambres de otra flor, ya sea de la misma planta o de otro pie diferente.

Sistema radicular fibroso, se distingue 3 clases de raíces: temporales, permanentes y adventicias o de anclaje. Las temporales son aquellas que nacen cuando germina el grano casi al mismo tiempo que la plúmula y luego son reemplazadas por las *raíces permanentes*. Las cuales pueden llegar a profundizar hasta 2 m, si las condiciones son favorables.

Las raíces permanentes se dividen en principales, laterales y capilares. Las raíces adventicias, brotan de los 2 o 3 primeros nudos del tallo, por encima del suelo y a veces del 5 o 6 nudo, si se trata de plantas caídas o de algunas plantas de clima tropical. En fin el *sistema radicular*, está formado por una masa de raíces completamente entrelazadas puede alcanzar un radio hasta 1.3 m. El crecimiento de las raíces está en relación con el de la planta, humedad y compactación del suelo, deteniéndose cuando está en exceso o deficiencia agua.

El tallo es verde claro, morado o depende de la variedad. Es cilíndrico en la base, es simple, recto, robusto, nudoso (8 a 38 nudos). Entrenudos de 15 a 20 cm de largo. Altura de la planta alcanza de 1 a 3 m. o más. Tallo herbáceo *macizo y lleno de médula*, característica diferente a los tallos de las otras gramíneas.

Estructura tallo: epidermis, la pared y la médula. La epidermis es una capa impermeable y



transparente que le sirve de protección. *La pared*, está formada por una capa leñosa, dura y maciza, que no es otra cosa que los haces vasculares, unidos entre sí, formando unos canales por donde circula la *savia elaborada*, que va desde las raíces a las hojas y mazorca. *La médula*, es una sustancia suave como masa que llena la parte central del tallo. Aquí se almacenan las sustancias y el agua.

Las hojas son alternas sésiles y envainadoras, de forma lanceolada, ancha y áspera en los bordes, vainas pubescentes; lígula corta. Llegan hasta 1m de longitud y su número es variable entre variedades, pudiendo tener de 8 a 30 hojas (variedades tardías y forrajeras).

La hoja consta de 3 partes: la vaina, el limbo y la lígula. *La vaina* sale del nudo y envuelve el tallo. *El limbo*, es la parte más grande de la hoja, está constituida por una vena central definida, venas paralelas y el tejido intracelular. *La lígula*, es una saliente en forma de collar, situada entre el limbo y la vaina, cuya función es la protección contra el agua y polvo que no penetre al tallo y vaina, en los extremos están *las aurículas*.

La estructura de la hoja consta de: *cutícula* impermeable y estomas; *el mesófilo* que contiene cloroplastos, el haz vascular (venas paralelas) y *epidermis inferior* que es más gruesa que la superior y contiene mayor número de estomas.

Inflorescencias

El maíz es una *planta monoica* o sea que en el mismo pie hay flores masculinas y femeninas pero separadas. Esta disposición hace que la *polinización sea cruzada*, pero también puede ocurrir en un 5% autofecundación en condiciones normales. *Las flores masculinas* aparecen antes que las femeninas y están en la parte superior del tallo, sobre una panícula, cuyo número es variable, son largos, delgados y en forma de espiga. Se calcula 2000 granos de polen/antera (15 a 50 millones de grano de polen/espiga de maíz) que es mucho polen para formar una mazorca, ya que basta un grano de polen para formar una mazorca.

Las flores femeninas salen de las axilas de las hojas, componen un apéndice (espigas de flores unisexuales con eje carnosos), lleva de 8 a 26 series

longitudinales de espigas insertadas en un eje esponjoso, conocido como *zuro* o *tuza*. Los ovarios terminan en unos *estilos* largos, formando una barba blanquecina o rojiza, según la variedad, aunque después de la fecundación se vuelve negra y se seca.

El cabello de la mazorca es receptivo al polen. Es alargado y está cubierto por un mucílago que ayuda a capturar el polen y se mantiene receptivo por 1 a 2 semanas, en caso de que no se haya producido la fecundación. Los vientos muy calientes y secos pueden provocar la desecación de cabellos, marchitamiento y pierden el poder de recepción, con lo cual los **óvulos no se desarrollan dando mazorcas sin grano**.

Los factores que influyen en la polinización son: el viento, la gravedad y abejas. La época de *dispersión del polen* depende de las condiciones del tiempo, *si es frío y húmedo*, se retrasa e impide su salida. Cuando es *seco se acelera*, pero se retrasa la salida de los cabellos u órganos femeninos. Casos de mucho sol, el polen se esparce en 2 a 3 primeras horas de la mañana, pero la diseminación puede ocurrir todo el día, aun cuando haya lluvias y nubosidad. *El polen en contacto con agua estalla y pierde su vitalidad*.

Los casos de *homogamia* ocurren cuando la maduración de anteras y estigma es simultánea. *Dicogamia* cuando la maduración ocurre en tiempos diferentes. En este último caso hay *protandria* cuando son las anteras las que maduran primero y *protoginia* si son los estigmas. En el maíz se dan los dos casos, pero de forma más general se presenta la protandria.

El grano

Es la parte más importante de la planta, presenta variabilidad en forma, tamaño, color, consistencia y composición química. El grano madura (maduración fisiológica) en un lapso entre 50 y 90 días después de la fecundación.

El maíz es una planta monocotiledónea, posee un fruto seco indehisciente y la semilla se encuentra por dentro. Por fuera: Es de color naranja (fruto) y la parte blanquecina ubicada en el extremo inferior es la Semilla. Partes del fruto:

La membrana que protege al fruto se llama **pericarpio**, le sigue el **endospermo** formado por el endospermo córneo, está adyacente al gluten,

es translúcido y se llama así por la presencia de *proteínas*. Debajo de éste se encuentra el endospermo amiláceo, de color opaco por la gran cantidad de almidón que contiene y que utilizará para nutrir al embrión. En el maíz cristalino se advierte que casi todos los granos están formados por almidón córneo.

El germen o embrión está situado en el tercio inferior del grano, y está constituido por la plúmula y la radícula. De la plúmula procede el brote del tallo y raíces permanentes, la radícula da origen a las raíces temporales.

Por último tenemos la caperuza o sombrero que cubre la parte inferior del grano, por la que se inserta en el zuro (tuza) y que sirve de protección al extremo inferior del germen.

Composición química del grano

En general los granos de cereal tienen baja concentración de proteínas y la calidad de éstas se halla limitada por la deficiencia de algunos aminoácidos esenciales, sobre *todo lisina*, por lo que resalta la quinua!

El germen es rico en aceite (30 al 40 %) y 18-20 % proteína. La concentración de cenizas (minerales) en el grano de maíz está alrededor del 1,3 %. La cubierta seminal o *pericarpio* se caracteriza por un elevado contenido de fibra cruda (aprox.87%), la que a su vez está formada fundamentalmente por hemicelulosa (67%), celulosa (23%) y lignina (0,1%).

%	Pericarpio	Endospermo	Germen
Proteínas	3,7	8 -10	18,4
Grasas	1,0	0,8	33,2
Fibra cruda	86,7	2,7	8,8
Almidón	7,3	87,6	8,3
Azúcar	0,34	0,62	10,8

Fuente: Watson, 1987.

El grano de maíz contiene dos vitaminas solubles en grasa, la provitamina A (**carotenoides**) y la vitamina E. Los *carotenoides* se hallan sobre todo en el maíz amarillo, en tanto que el maíz blanco tiene un escaso o nulo contenido de ellos. Las proteínas el maíz tienen un bajo contenido de *lisina* y *triptófano*.

El aceite del grano de maíz está en el germen, con contenidos del 3 al 18 por ciento. El aceite de maíz tiene bajo nivel de ácidos grasos saturados: ácido palmítico y esteárico, con valores medios del 11 y el 2 %, respectivamente. En cambio, contiene niveles relativamente elevados de ácidos grasos poli-insaturados, como el ácido *oleico* y ácido linoleico (cerca del 24 %).

Aspectos fisiológicos

La fisiología del cultivo depende del factor genético, y la forma de crecimiento y desarrollo de la planta depende de las condiciones ambientales: temperatura, humedad y aireación, el maíz germina dentro de los 6 días. Períodos de sequía y temperaturas altas provocan una maduración temprana.

No requiere luz para germinar y no presenta problemas de latencia. La temperatura óptima para la germinación es: 20 a 25 °C, mínima de 10 °C y máxima de 40 °C. El cambio de la fase vegetativa a la reproductiva se produce más temprano cuando el período de cultivo coincide con días cortos de luz. Durante días largos florece tardíamente.

La temperatura, óptima para la floración corresponde a un rango entre 21-30 °C. Altas temperaturas (mayores a 30 °C) durante el crecimiento tiende a provocar el apareamiento de la inflorescencia masculina más temprana que la femenina. Temperaturas menores a 20 °C, sucede lo contrario.

El maíz necesita más agua en sus primeras fases de crecimiento, floración e inicio fructificación. El crecimiento se detiene al tiempo que se estimula la floración. Los excesos de agua provocan amarillamiento. Las heladas y granizo producen trastornos fisiológicos

Condiciones de clima y suelo

- Precipitación: 600 a 1200 mm. repartidas durante el ciclo del cultivo
- Luz: 1000 a 1500 horas durante el ciclo del cultivo (4 meses).
- Altitud: 2200 a 2800 m
- Temperatura: 10-20 °C y máximas de 30-32 °C
- Suelos de preferencia francos, sueltos (no muy arenosos) ni compacto y ricos en M.O.
- pH: 5,6 – 7.5

Manejo del cultivo

Preparación Arada y una cruz, rastra. Nivelado y drenaje. Surcada.

Época de siembra. Depende del período de lluvias de la zona. Octubre a noviembre, pudiéndose extender hasta enero, según la zona.

Sistema de siembra

Surcar a 80 cm en sentido contrario a la pendiente, 2 a 3 granos cada 50 cm. Ralea cuando las plantas tengan de 12 a 20 cm, dejando dos por sitio.

Siembra manual: A piquete (con la ayuda de un palo puntiagudo), se hace hoyos y se deposita 2-3 semillas y se tapa. A tapa pie:

En el surco abierto con arado yunta, se deposita semilla y se tapa.

Con máquina sembradora en grandes extensiones.

Semilla. Emplear semilla certificada. 40 a 50 kg/ha



Fertilización

Es recomendable hacer un análisis de suelo, para realizar un encalado y/o correctivo. Sin embargo, se puede recomendar N120-P100-K80 kg/ha más 20 kg de Mg/ha. El N y K debe fraccionarse: 40 % siembra y 60 % a los 30-40 dds. Aplicar micronutrientes al suelo (4-5 kg/ha).

Deshierba y aporque. 30-40 dds se aplica fertilizante complementario. Medio aporque: a los 30-40 cm altura planta. Aporque 70 a 80 cm altura.

Control de malezas

Gesaprin (preemergente): 2-3 kg/ha

2-4-D amida, es un herbicida selectivo (U-46, esterpac, dacocida) 1.5 lt/ha o 2 kg/ha antes de que el maíz tenga 10 -15 cm de altura. Si las malezas sobrepasan los 15 cm altura, se puede aplicar **gramoxone**, pero como este herbicida no es selectivo se aplica antes de la emergencia del maíz o entre las hileras, sin que llegue al maíz.

Si hay malezas de hoja ancha y angosta se usa un *herbicida residual* en base a **semasín** como el Gesatop, una sola aplicación en preemergencia, dosis de 2-4 kg/ha. Actúa a través de las raíces impidiendo el crecimiento y desarrollo malezas.

Atrazin o gesaprin, 2-4 kg/ha en pre y pos emergencia. Es un herbicida de contacto y selectivo, es recomendable en zonas de poca lluvia.

Despigamiento

El maíz produce polen en exceso para formar mazorcas. Esta sobreproducción agota los nutrientes, por lo que es aconsejable eliminar algunas espigas para ahorrar nutrientes, y aumentar la producción de granos de 5 a 20 %.

Control de plagas



(Diatraea saccharalis) barrenador del maíz



Heliopsis zea. oruga del choclo



Agrotis spp



Spodoptera frugiperda



<http://www.sanidadvegetal.cl/metodos-de-control-de-spodoptera-frugiperda-en-maiz-gusano-cogollero/>.

- Buena preparación del suelo y control de malezas.
- Control: Orthene 1.5 kg/ha. Insecticidas granulados, que pueden ser aplicados junto a la semilla. Larvin 500 ml/50 kg semilla.
- Cogollero *Spodoptera frugiperda*. Gusano de la mazorca (*Heliopsis zea*). Gusano de la mosca del choclo (*Euzesta eluta*) 1.5 a 2 kg de Sevin 85%, polvo mojable en aprox. 800 lt de agua, cuando se vean las oviposiciones sobre el pelo del choclo una vez emergido. Desinfección semilla: 100 g Cerezán en 50 kg semilla,
- Pulgones. 3.5 kg de malathion 25%; 1kg/ha de Diazinon 40%.

Control de enfermedades

La incidencia de enfermedades es muy variable dependiendo del manejo agronómico y de las condiciones climáticas. Por ejemplo la pudrición de mazorca está asociada a factores indirectos que pueden favorecer su ataque, como daño de insectos, pájaros, roedores y siembras tardías.

Tizón o quemazón foliar *Helminthosporium maydis*. El hongo se trasmite en la semilla y en restos de tejidos vegetales, e infecta el cultivo en cualquier etapa. El tizón es favorecido por condiciones de alta humedad relativa y temperaturas entre 18 a 27 ° C.

Roya *Puccinia sorghii*. Pudrición de la mazorca *Fusarium moniliforme*. Carbón desnudo y cubierto de la cebada. *Ustilago maydis*.

Daños ambientales: Heladas, vientos y granizo provocan serios daños.



*Helminthosporium
maydis*



La Negrilla

Roya del maíz:
Puccinia sorghii; *P.
polysora*; *Physopella
zeae*



Podredumbre del tallo
por *Pythium*



Enfermedad por bacteria

<http://despiertaalfuturo.blogspot.com/2013/10/una-enfermedad-devasta-los-cultivos-de.html>

Enfermedad por bacteria, llamada así por RW Goss (patólogo de Nebraska), es producida por la bacteria *Clavibacter michiganensis* subsp, *nebraskensis*. El patógeno ingresa por la herida ocasionada por el granizo u otra causa e infecta el sistema vascular de la planta, produciéndose cicatrizaciones en las hojas, que presentan unas lesiones de color marrón amarillento, salpicado de manchas negras.

La negrilla es un hongo que aparece sobre la melaza (líquido azucarado) que excreta el pulgón, cochinillas y mosca blanca. Es un polvo seco negro que cubre hojas, ramas y frutos. Da un mal aspecto estético y perjudican la función fotosintética de las hojas al cubrirlas de negro y perdiendo vigor.

Cosecha y almacenamiento

La cosecha tiene varios propósitos.

Choclos: mazorcas de maíz dulce, granos en estado de leche, se consideran una hortaliza. **Granos secos:** Se obtienen por desgrane de las mazorcas maduras y secas.

Despunte: Cuando existe escasez de forraje, se despunta el maíz, el corte se hace en el tallo, arriba de la inserción de la mazorca, cuando esta no ha madurado completamente. Esta práctica sin embargo disminuye el rendimiento en un 10-20%, mientras más temprano el despunte, menor será el rendimiento.

Sistemas de cosecha: Manual con o sin corte previo de la planta. Poscosecha: secado, selección de mazorcas, desgranado, clasificación del grano y almacenamiento a 10 oC y 13 % humedad en grano. Para almacenar guarde el grano seco en bodegas limpias, desinfectadas y protegidas contra la humedad y los ratones.

Maíz forrajero: se cortan las plantas enteras, con el fin de picarlos como forraje.

Plagas del granero: Gorgojo (*Sitophilus granarius*), coleóptero que sufre una metamorfosis completa. Se previene, secando bien el grano. Químico, por fumigación a base de bisulfuro de C, extendiendo los granos en el piso. Dosis 100 a 400 g/m de capacidad del troje, se aplica en trapos viejos (pelotas trapo), se colocan en cazuelas distribuidas y se cierran puertas y ventanas, durante 1.5 a 3 días. Luego se abre el granero para ventilar.

Rendimiento

De 3.5 a 5 t/ha para variedades mejoradas y 1 a 2 t/ha para las criollas.

Choclo (150 sacos de primera con 120 unidades, 150 de segunda con 240 unidades y 70 sacos de tercera con 180 u/saco. Forraje 50 t/ha.

Sistemas de producción

- Los sistemas de cultivo más comunes son el monocultivo, la rotación de cultivos y los cultivos intercalados
- Una rotación de maíz con leguminosas (fréjol, arveja y chocho). En general la leguminosa debe preceder al maíz.
- En localidades templadas, el agricultor podría escoger entre, trigo, papa y cebada para establecer un sistema de rotación con maíz
- Un tercer sistema es el de cultivos intercalados o la combinación de 2 cultivos. La siembra de maíz puede combinarse con una leguminosa. Por ejemplo cuando el maíz ya está en pie se puede sembrar fréjol trepador, el cual aprovecha el maíz como guía. En estos casos se debe usar mayor cantidad de fertilizante.
- En el trópico se siembra maíz intercalado con fréjol o caupí (*Vigna unguiculata* L.).



Resultados del ensayo de variedades de fréjol y arreglos de siembra en asociación con maíz Iniap 153

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO	
	MAÍZ (Kg/ha)	FRÉJOL (Kg/ha)
Variedades de fréjol		
INIAP 403 (intermedia)	4291	810
INIAP 412 TOA (precoz)	4656	698
Promedio General	4473,5	754
Surcos separados a 80 cm		

INIAP. 2005

Capítulo

3

CULTIVOS ANDINOS

QUINUA

Chenopodium quinoa Willd

Origen y distribución

La quinua es un *pseudocereal* nutritivo originario de los Andes, denominada grano de los incas, grano de oro, casi eliminada por los conquistadores, redescubierto en nuestra época y que va a acompañar al hombre en sus futuros viajes ínter espaciales, por su excelente valor nutritivo. De ahí que fue declarado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en el 2013 en Nueva York como el Año Internacional de la Quinua, un grano ancestral con alto valor nutritivo para combatir las crisis alimentarias. Para conocimiento, la quinua no es un cereal, pero se consume como un cereal. Los cereales producen sus granos en espigas y sus hojas son largas y angostas (cebada o el trigo), en tanto que, en la quinua los granos están en la panoja y la planta tiene hojas anchas diferente a los cereales.

Los tallos y las hojas de quinua cocidos y comidos con aceite, vinagre y azúcar, tienen la facultad de ablandar el vientre; es contra las inflamaciones, y añadiendo azúcar, es buen gargarismo para las inflamaciones de garganta. La semilla de esta hierba cocida en agua con leche aumenta la leche de las mujeres que están dando de lactar. Tanto las hojas como el grano tienen excelentes propiedades nutricionales. La época oportuna para utilizarlas en la alimentación humana es entre los 50 a 90 días después de la germinación, es decir antes de la floración.

Zonas de producción

La encontramos desde Colombia hasta Argentina y Chile, pero las mayores áreas productivas corresponden a Bolivia, Perú y Ecuador. Se ha establecido que la quinua es la especie nativa mayormente distribuida en el callejón interandino y en nuestro país los centros de mayor producción corresponden a la Provincia Imbabura, Carchi, Cotopaxi y Chimborazo, donde se cultiva quinua en un sistema intercalado con maíz, fréjol, papa,

haba, oca, melloco. Aunque, en la actualidad ya se encuentra a nivel nacional grandes extensiones, como monocultivo.

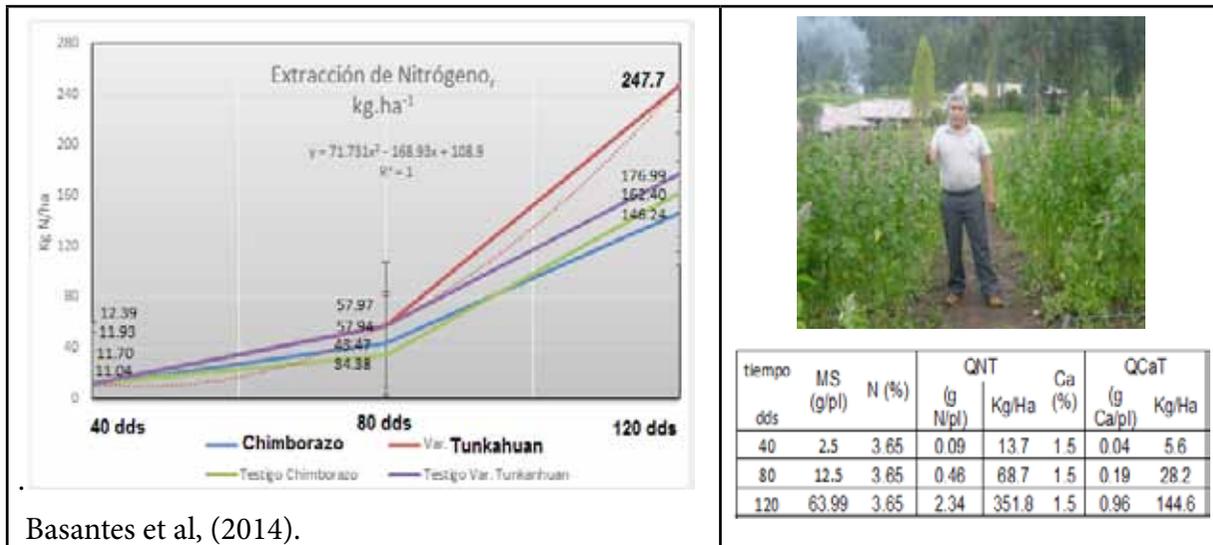
Requerimientos agroecológicos

- La quinua se produce en un amplio rango altitudinal entre los (2200) óptimo **2600 a 3500** msnm. Mayores altitudes puede ocasionar daños a nivel de órganos florales y menores altitudes no hay grano.
- En la germinación, encañado, floración y llenado del grano, la quinua debe contar con buenas condiciones de humedad. Soporta la sequía pero no en exceso.
- Temperaturas entre los **9 a 16 °C**. Resiste a las heladas hasta de - 5 °C.
- Sectores con alta luminosidad son los más favorables para el cultivo de la quinua.
- La quinua se adapta a una amplia gama de suelos: desde franco a arenosa fina o media, pero ricos en MO y de buen drenaje. Debido a que la semilla es muy pequeña los suelos arcillosos y pedregosos, no son ideales.
- pH 6.3 - 7.3

El área cultivada ha ido subiendo de 1200 ha en 1975 a 7000 ha en el 2013 (MAGAP, 2014). Según datos preliminares del Banco Central del Ecuador en el 2008 el país tuvo niveles de exportación: 304 TM equivalentes a US\$ 557 mil. El precio de la quinua en los mercados internacionales fue de US\$ 3,1/kg, muy por encima de la soya (US\$ 0,4/kg) y del trigo. (BCE, 2010).

VARIEDADES	Origen	msnm	Ciclo vegetativo	Color planta	Grano		
					color	tamaño	(saponina)
<i>TUNKAHUAN</i>	Carchi	2200-3400	mediano	Verde	blanco	mediano	<i>dulce</i>
<i>Pata de venado</i>		3000-3600	mediano		crema		<i>dulce</i>
<i>IMBAYA</i>	Imbabura	2400-3200	precoz	Verde	blanco	mediano	amargas
<i>COCHASQUI</i>		2500-3500	tardío	verde	blanco	mediano	amargas
<i>INGAPIRCA</i>	Perú	3000-3600	precoz	verde	blanco	mediano	<i>dulce</i>
<i>SAJAMA</i>	Bolivia	> 3400	precoz		blanco	grande	<i>dulce</i>
<i>CH de Saquisilí</i>	Cotopaxi		tardío	rojo	blanco	pequeño	<i>dulce</i>
<i>Piartal</i>	Carchi			púrpura	blanco	mediano	<i>dulce</i>
<i>Porotoc</i>	Cayambe		tardío	verde	crema	pequeño	amargas
<i>Chimborazo</i>	Chimborazo		tardío	rojo	crema	pequeño	amargas

Fuente INIAP



Basantes et al, (2014).

Manejo del cultivo

Ciclo vegetativo: Alrededor de 5 a 7 meses.

Preparación del suelo: arada y rastra, con la finalidad que el suelo se encuentre libre de malezas.

La semilla debe tener un poder germinativo mayor al 80 %. Se determina el poder germinativo de la semilla, colocando 100 semillas sobre papel bien mojado en la oscuridad, a una temperatura de 6 °C por 3 días. El número de semillas germinadas corresponde al porcentaje de germinación.

Siembra

Para la siembra se emplea de 15-20 kg/ha al voleo. Los sistemas de siembra son generalmente a chorro continuo, en surcos o hileras distanciados de 70-90 cm y entre golpes distanciados de 10 a 20 cm.



MAGAP Cayambe, (2014).

Época de siembra

Generalmente son diferentes épocas de siembra, ya que el agricultor lo considera como un cultivo de subsistencia, donde prepara el suelo para sembrar otros cultivos, como papas, cebada, habas, maíz, etc. Encontrándose cultivos de subsistencia en diferentes periodos vegetativos.

En cultivos comerciales se recomienda sembrar en octubre a enero que coincide con la época de lluvias y con riego hasta abril.

Control de malezas y aporque

Manual: la primera deshierba se hace a los 30 a 40 días después de la siembra (dds) y luego un aporque a los 60dds. En el aporque se puede aplicar el fertilizante complementario.

Para el control químico se usa Afalón (Linurón 50%) 0.8 l/ha o Alaclor (Lazo 480 c.e.); aplicar en preemergencia inmediatamente después de la siembra y en suelo húmedo, controla hojas ancha y angosta.

Fertilización

Recomendable según análisis de suelo. Experimentalmente se ha encontrado que necesita más N con relación a P y K. Se recomienda poner 80-50-50 kg/ha. Responde bien a la aplicación de M.O. (2 a 5 tn /ha).

- **Control de plagas:** Medidas preventivas: Buena preparación del suelo y control de malezas.
- Pulgones, *Tizus sp.*; *trips frankliniella tuberosi*. aplicación de insecticidas. 2.5 kg de malathion 25%; 1kg /ha de Diazinon 40%.
- Gusano del follaje y cortador: *Bacillus thuringiensis* (200 g. ha⁻¹). Control químico: pirimifos metil (insecticida acaricida 100 ml / 100 lts agua).
- La mayor plaga constituyen los pájaros, especialmente cuando el grano está en estado lechoso de la madurez fisiológica.

Enfermedades

Mildiu: tallo y hojas, causada por el hongo *Peronospora effusa*. Se desarrolla en lugares húmedos. Fosetil-aluminio (100g/ha), Cyproconazol (250ml/ha).

Mancha foliar, hongos *Ascochyta hialospora* y *Cercospora*. Mancozeb, 25%; 250 g /ha

Daños ambientales: heladas y granizo provocan serios daños la quinua y otros cereales.

Cosecha y almacenamiento

Importante que coincida con la época de verano. La cosecha manual se hace con hoces, cortando los tallos y se almacenan formando montículos \pm grandes (parvas). Aquí se conserva hasta que se seque e iniciar la trilla. Después de la trilla, limpiar el grano y secado, si se guarda el grano húmedo puede fermentarse y pierde calidad. Para la limpieza de la semilla se puede usar tamices.

Rendimiento

El rendimiento promedios oscila entre 0.75 a 1.8 tn/ha. Pero en campos bien manejados se logra rendimientos de 2 tn/ha y en parcelas experimentales hasta 4 t/ha.

La quinua se cultiva principalmente en lotes pequeños de 100-1000 m². Pero en la actualidad se tiene quinua en mayores extensiones.



MAGAP Cayambe, (2014).

Composición química

La quinua posee aminoácidos esenciales, oligoelementos, vitaminas y no contiene gluten. Es esencialmente rica en proteínas, grasas, minerales (Ca, P y Fe) y carbohidratos, Riboflavina y Vitamina C. La quinua contiene más

proteína que los demás cereales, pero su verdadero valor está en la calidad de la proteína (cantidad y distribución de los a. a. esenciales): histidina, lisina (6.8 mg), metionina (2.1 mg), triptófano (1.3 mg) y treonina (4.5 mg) que son limitantes en los otros cereales. Además que tiene excelente capacidad digestiva, agradable sabor y es de fácil preparación.

Cultivo	Proteína	Grasa	Carbohidratos	Fibra cruda	Cenizas	Kcal /100 g
	%					M S
Quinoa	16-21	6.3	53-70	3.8	3.8	399.0
Arroz	7.6	2.2	80.4	6.4	3.4	372.0
Cebada	10.8	1.9	80.7	4.4	2.2	383.0
Maíz	10.2	4.7	81.1	2.3	1.7	408.0
Trigo	14.2	2.3	78.4	2.8	2.2	392.0
Chocho	39.1	7.0	35.3	14.6	4.0	361.0
Fréjol	21-28	1.1	61.2	5.0	4.7	367.0
Soya	36.1	18.9	34.1	5.6	5.3	451.0
Amaranto	15 - 19	7.3	63.1	5.21	3.6	439.9

Fuente: Koziol, M. (1992) y otros autores.

Como se observa en los datos el nivel de proteínas de la quinua es mayor al del trigo y el doble del arroz, y su valor proteico equivale al de la carne (INIAP, 2013). El contenido de grasa es mucho más alto que los demás cereales. En general la proteína en la quinua es mayor que en cualquier otro cereal, pero menor que en las leguminosas.

La quinua contiene 6.2 % de azúcares libres, quiere decir 2 a 3 veces más que el trigo o la cebada. La quinua por su bajo o libre contenido de *gluten* en la harina, hace posible la preparación de alimentos dietéticos, lo que es ideal para personas con sobrepeso o en recuperación.

Composición del valor nutritivo de la quinua en comparación con alimentos básicos (%).

Componentes (%)	Quinoa	Carne	Huevo	Queso	Leche vacuna	Leche humana
Proteínas	13	30	14	18	3.5	1.8
Grasas	6.1	50	3.2	-	3.5	3.5
H de C	71	-	-	-	-	-
Hierro	5.2	2.2	3.2	-	2.5	-
Calorías 100g	350	431	200	24	60	80

Fuente: Informe Agroalimentario. 2009 MORT-BOLIVIA

Proteínas y Lípidos

La proteína de la quinua, a diferencia del trigo, está constituida por las *albúminas* y *globulinas*, lo cual explica porque el embrión representa gran parte de la semilla. El embrión a más de proteínas contiene lípidos y el contenido de los ácidos grasos de la quinua es muy parecido a la soya.

Ácidos grasos	Quinua	Maní	Soya	Palma
	%			
Palmitico	9.9	9.3	9.4	8.7
Estearico	0.8	2	4.4	2.9
Oleico	24.5	44.7	21.6	18.1
Linoleico	50.2	35.8	55.2	2.9
Linolénico	5.4		9.4	
Laúrico	-	-	-	43.9

Las vitaminas

El contenido de vitaminas en la quinua es superior a otros cereales en especial las vitaminas B2, E y A, mientras el contenido de B3 es menor.

Morfología de la planta

Es una planta herbácea, $2n = 36$ cromosomas, dicotiledónea de 0.8 a 2,5 m de altura. Inflorescencia: panoja. Se la denomina **pseudocereal**, porque aunque botánicamente no pertenece a los cereales verdaderos (*trigo, cebada, maíz, arroz*), es consumido como un cereal, debido a su alto contenido de almidón.



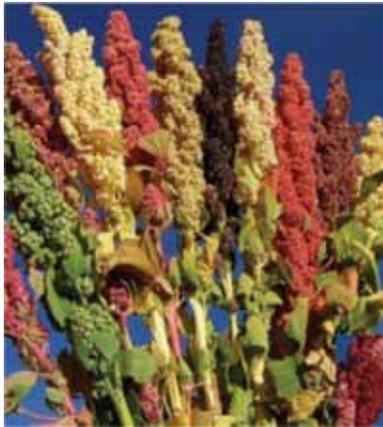
La raíz es fibrosa, pivotante muy ramificada va hasta 0.6 m de profundidad. Desde el cuello nacen raíces secundarias, terciarias y raicillas, encargadas de la absorción de agua y nutrientes del suelo. Mientras más alta sea la planta, más profundo será su sistema radicular.

Tallo erecto, cilíndrico, glabro (liso) angular; Color verde, rojo o amarillo. Generalmente un tallo principal y varias ramas laterales. Pueden ser ramificados según la variedad, las ramas pueden salir del tallo principal o de la base. Más ramificada la planta, menos homogéneo es la madurez del cultivo, distancia de siembra y de la fertilidad del suelo.

Hojas. Alternas, simples, bordes dentados pudiendo ser pronunciados o leves, *polimorfas* (*diferentes formas de hojas en la misma planta*), siendo las inferiores romboidales y las superiores lanceoladas o triangulares, planas u onduladas, algo carnosas. Las hojas inferiores son más grandes que las superiores. El color de las hojas puede ser verde, rojo o púrpura. Están cubiertas de un polvo fino harinoso similar a la espinaca.

Inflorescencia

La inflorescencia de la quinua es una panoja (panícula) de forma *glomerulada o amarantiforme*, con aspecto laxo y compacto.



En la panoja están los frutos (granos) esféricos de 0.8 a 2.3 mm de diámetro, y pueden ser de varios colores: blanco a gris y negro, con tonalidades de amarillo, rosado, rojo, púrpura y morado, incluyendo



vistas mezclas de varios colores en una sola panoja. La panoja tiene un eje central, con ejes secundarios y terciarios, que sostienen a grupos de flores.

El largo entre 15 y 30 cm. Si los glomérulos (grupos de flores) nacen directamente del eje secundario, la panoja es *glomerulada*. Si los glomérulos nacen de ejes terciarios, la panoja es *amarantiforme* (los glomérulos parecen como dedos). Si los ejes y los pedúnculos son cortos, *la panoja es compacta* si son largas, *es laxa*.

Fruto y semilla

Las flores son pequeñas, carecen de pétalos; pueden ser hermafroditas (estambres y pistilos), femenina (pistilos) y androestéril (*estambres y pistilos estériles*), que pueden estar presentes en la misma planta.

El fruto es un *aquenio* compuesto por el *perigonio* que cubre la semilla. Este perigonio tiene forma de estrella, frotándole se desprende fácilmente de

la semilla. En estado maduro su color puede ser gris, amarillo, rojizo, café o negro. Los frutos de la quinua cultivada tienen un borde afilado, mientras las quinuas silvestres lo tienen redondeado.

La semilla es pequeña, aproximadamente de 2 mm de diámetro y 1 mm de espesor. El color puede ser amarillo, café, crema, blanco o translúcido.

El fruto de la quinua está formado por tres capas

- El **pericarpio** que está pegado a la semilla y contiene **saponina** en un rango de **0.2 - 5.1 %**.
- El **epispermo** que es una membrana delgada bajo del pericarpio y que cubre al embrión. El **perisperma** es el tejido de reserva diploide que contiene granos de almidón.
- El **embrión** está formado por dos cotiledones y la radícula.

Cabe destacar que el embrión presenta la mayor proporción de la semilla (30% de peso), mientras que en los cereales corresponde solamente al 1 %. *De allí resulta el alto valor nutritivo de la quinua.* Los granos se clasifican según su tamaño en grandes (2.2 - 2.6 mm) medianos (1.8 - 2.1 mm) y pequeños (< 1.8 mm).

La capa externa que la cubre al fruto es rugosa y seca, se desprende con facilidad al ser puesta en contacto con agua caliente, en esta capa (pericarpio) *se almacena la sustancia amarga denominada saponina que al ser lavada se elimina en forma de espuma.* El grado de amargo dado por la **saponina** varía según los tipos de quinua y está entre **0.16 a 6 %** dependiendo de la variedad.

Fecundación

La quinua es **autógama** (*autofecundación*) con mínimo porcentaje de **allogamia** (*cruzamiento con otras plantas*). El porcentaje de cruzamiento depende de la variedad y de la distancia a las plantas con que se pueda cruzar, y oscila entre 2 al 10 %.

Las saponinas

Las saponinas son glucósidos y hay dos grupos de saponinas, **esteroides y triterpenoides**. La saponina de la quinua es del grupo de los esteroides. Resulta del metabolismo secundario de la planta y son sustancias polares, que se disuelven en agua y bajan la tensión superficial. Son tóxicas con propiedades semejantes a las del jabón. Se puede extraer la saponina frotando el grano con agua caliente, fría o alcohol, de manera que la saponina se desprenda del *pericarpio y perisperma*.

Los metabolitos secundarios de las plantas tienen acción ecológica entre la planta y su ambiente, que cumplen funciones de defensa, sirven para atraer a los polinizadores, y actúan como agentes alelopáticos. La saponina se encuentra ampliamente distribuida en diferentes órganos de la planta y en más de 500 géneros, como la espinaca, las habas, el espárrago, la alfalfa, la soya, los tomates, la papa, el té, la yuca, y la avena, entre otros.

Niveles de saponina en la quinua

Los niveles de saponina en quinua son de: 0 a 6 %, y se define como:

Quinuas libres de saponina o *quinuas dulces* a las variedades que tienen 0 % (< 0.05 % de saponina). Los granos con solamente 0.11 % de saponina se percibe como amargo.

Quinuas amargas: variedades que tienen > 0.16 % de saponina



Propiedades y uso de las saponinas

Las saponinas pueden ser negativas para los seres humanos, por lo que se debe eliminar la saponina del grano mediante un lavado o escarificación.

Son negativas para peces y anfibios.

Entre las características positivas de la saponina, puede ser para aprovechar en usos industriales, farmacéuticos y agronómicos.

También se han reportado que el extracto de saponina sirve como repelente natural.

Características fisiológicas

- El fotoperiodo de la quinua es variable y depende de su origen. Necesita días de 10 horas de luz para inducir la floración y también para la maduración del fruto.
- La quinua es una planta tipo C3, pero se comporta como una planta C4.
- Plantas tipo C4, como caña de azúcar, amaranto o maíz, son más eficientes en aprovechar CO₂ y agua para producir masa vegetal.
- Plantas tipo C3 necesitan 2 a 3 veces más agua que las plantas tipo C4 para producir la misma cantidad de masa vegetal. Aprovechan solamente el 30 % del CO₂ del aire, comparado con plantas C4, que fijan 80% -100 % del CO₂.

Tipos de maduración

Madurez morfológica (estado lechoso). Todas las sustancias de reserva necesarias para la germinación ya están almacenadas en el grano. La planta está todavía verde, el grano es suave y aplastándole, sale una masa lechosa. El contenido de agua es de alrededor de 50 %. Es una fase crítica para daños por sequía.

Madurez fisiológica (estado de masa) La planta pierde su coloración original, se torna amarilla. Ha soltado casi todas sus hojas, comenzando con las basales. El grano presenta resistencia a la uña. El contenido de agua es de 20-25 %. Es el momento apto para la cosecha manual con un secado final en parvas.

Madurez tecnológica (estado de madurez completa). La planta está completamente amarilla, ha perdido todas sus hojas. El grano ya no se deja romper con la uña. El contenido de agua es de 14-16 %. Es el momento apto para la cosecha con la cosechadora/trilladora combinada.

Debido a su diferente toxicidad en los organismos y a su sabor amargo, la saponina tiene potencial promisorio como insecticida, fungicida y nematocida natural, sin efectos negativos para el organismo humano.

Etapas fenológicas de la quinua

Germinación	C. Vegetativo (2 - 6 hojas)	Ramificación	Panojamiento	Floración	Maduración
5-8 dds	30-40 dds	45-50 dds	65-70 dds	100-130dds	180 días
					

Sistemas de siembra

A nivel comercial se puede llevar a cabo el monocultivo de la quinua, para lo cual se recomienda sembrar alrededor de éste, chocho (*Lupinus mutabilis*), para dar variabilidad al campo y repeler de manera natural algunos insectos plaga.

Rotación y asociaciones de cultivos

Las rotaciones después de un potrero (pasto) pueden ser:

Tubérculos → Quinua → Leguminosas.

Tubérculos → Quinua + Maíz → Cereales → Leguminosas.

Una enmienda para corrección del suelo puede ser la mezcla:

- 1,6 tn/ha de harina de higuera.
- 220 kg/ha de roca fosfórica.
- 72 kg/ha de muriato de potasa.
- 13 kg/ha de sulpo-mag.

AMARANTO

Amaranthus caudatus L.

Características generales

El amaranto es un cultivo de la zona andina: amaranto blanco, *ataco sangorache* o *amaranto negro*. Históricamente junto con el maíz y el frijón, el amaranto ha sido uno de los principales productos para la alimentación de las culturas precolombinas de América, destacándose su presencia en la alimentación de los Mayas, Aztecas e Incas, como fuente de proteínas ya sea como verdura y grano reventado.



Es una Amarantácea dentro de 60 géneros y más de 800 especies cuyas características cambian notablemente, dependiendo del ambiente en el que crecen, lo que dificulta la identificación de la planta. Existen tres especies de amaranto que producen semilla y son las más apreciadas:

Amaranthus caudatus: se cultiva en la región de Los Andes y se comercializa como planta de ornato, principalmente en Europa y Norteamérica.

Amaranthus cruentus: es originaria de México y Centroamérica, donde se cultiva principalmente para obtener grano. También se consume como vegetal.

Amaranthus hypochondriacus: procedente de la parte central de México, se cultiva para obtener grano.

El amaranto se caracteriza por sus propiedades nutritivas y es considerado como un *pseudocereal*, por sus componentes similares a los cereales. Aunque no es uno de ellos contiene almidón, con la diferencia de que se encuentra almacenado en el *perisperma* y el embrión ocupa el 30% del grano, que reserva una importante proporción de proteínas y lípidos. En la semilla de amaranto,

el germen envuelve a la sustancia de reserva, por lo que su separación en la molienda es difícil de lograr y la harina que se obtiene de la semilla es integral.

Sus hojas contienen más hierro que las espinacas, recomendable como verdura en sopas y ensaladas. La parte foliar contienen ácido fólico. El amaranto es recomendable para el tratamiento de problemas de la desnutrición, la anemia y previene la osteoporosis, ya que contiene Ca y Mg.

<http://www.zapalloverde.com/articulos/80-el-amaranto>.

Morfología

La planta de amaranto es una especie C4, tiene panícula (*panoja*) de una longitud de 30-50 cm. La panoja contiene muchas espigas que poseen numerosas flores pequeñas donde se alojan las semillas. El *ciclo vegetativo* del amaranto tiene un promedio de 180 días. La semilla es muy pequeña: mide entre 1 y 2 mm de diámetro y se encuentran en inflorescencias. El grano revienta en alta temperatura convirtiéndose en una roseta, con sabor almendrado y de gran valor nutritivo. Las plantas se ramifican cuando disponen de espacio suficiente entre ellas.

Variedad “INIAP- Alegría”

La planta tiene raíz de tipo axonofoma, es de color verde claro, el tallo es redondo con aristas, en la madurez adquiere una coloración verde amarillenta y rosado a la madurez. Las hojas son ovaladas-alargadas, de color verde claro y borde entero. La panoja en estado juvenil es verde amarillento y rosado cuando madura. Semirrecta (el ápice de la panoja se encorva ligeramente hacia abajo), flores unisexuales”. Fuente INIAP (2010).

- Grano • Grano de color claro, forma redondo y tamaño pequeño (0,8 a 1,4 mm),
- Grano de primera 83 a 92 %. (selección con tamiz redondo de 1,1 mm de diámetro)

Características agronómicas "Iniap-Alegría"

Días a la emergencia de plántulas	3 a 8
Días al panojamiento	50 a 55
Días a la floración	70 a 89
Días a la cosecha	125 a 180
Altura de planta (cm)	70 a 160
Largo de panoja (cm)	24 a 57
Rendimiento de grano (kg/ha)	640 a 3.500

- Es una variedad *precoz y de porte bajo* lo que facilita la cosecha mecanizada.
- El rendimiento potencial es de 3.500 kg/ha, con un promedio de **2.000 kg/ha**, aunque pueden ser más bajos a nivel de agricultor.

Valor nutritivo

Valor nutritivo del Amaranto frente a otros granos (100 gramos).									
	Quinua	Maíz	Trigo	Avena	Centeno	Cebada	Amaranto	Arroz	Fréjol
Proteína, g	14 -17	10.5	11.5	8	10.5	9.5	15 - 19	5 - 7	21.5
Fibra, g	5.31	1.7	2.5	8.3	3.5	1.7	5.6	3 - 6	5.7
Grasa, g	3.5	4.5	2	5.5	1	1.6	6.5	2.2	1.96
H de C, g	60	70	70	62	69	76	71	79	
K, mg	697	330	502			445	570	120	1300
Mg, mg	270	120	147			115	220	80	190
Na, mg	11.5	6	10			18	20	10	20
Mn, mg	2.2	7	28			1.6	12	7	8
Zn	7.5	2.5	4			3.1	21	24	32
Cu		4	4.2				6	4	10
Ca, mg	127	15	44	88	54	40	130-160	150	1500
P, mg	387	255	406	25.3	323	340	540	180	410
Fe, mg	12	2.4	3.3	5.3	5.8	2.8	15	4.4	
kcal/100g		361	334	391			440	364	361

El amaranto tiene alto contenido proteico (alrededor 16 %), grasas, minerales y fibra. La calidad de proteína del grano de amaranto (cantidad y distribución de aminoácidos) es única entre varios granos de alimentación humana; siendo especialmente rico en: lisina, metionina, triptófano, fenilalanina y arginina.

La semilla del amaranto compite con el trigo que contiene de 12 a 14 % de proteína, con el arroz que contiene 7 % y maíz que contiene de 8 a 10 % de proteína. Además, el amaranto tiene *abundante lisina*, aminoácido esencial que está en baja proporción en los demás cereales. El amaranto tiene casi 4 veces más de lisina que el trigo, el triple que el maíz, y tanta lisina como la que se encuentra en la leche.

Contenido de aminoácidos en granos secos (gramos de aminoácido por 100 g de proteína, en base seca).

	amaranto	arroz	maíz	trigo	fréjol	quinua
Triptófano	1,5	1,2	0,7	1,2		1.1
Lisina	8,0	3,8	2,9	2,2	5,0	6.1
Histidina	2,5	2,1	2,6	2,2	3,1	3.2
Arginina	10,0	6,9	4,2	3,8	6,2	7.4
Treonina	3,6	3,8	3,8	2,9	3,9	3.8
Valina	4,3	6,1	4,6	4,5	5,0	4.5
Metionina Cistina	4,2	2,2	1,4	1,6	1,2	5.5
Lsoleucina	3,7	4,1	4,0	3,9	4,5	4.4
Leucina	5,7	8,2	12,5	7,7	8,1	6.6
Fenilalanina Tirosina	7,7	5,0	4,7	5,3	5,4	5.3

Fuente: Koziol, 1992.

REQUERIMIENTOS DE CLIMA Y SUELO

Se cultiva entre los 1500 y 2800 msnm (valles bajos de la Sierra).

- Las localidades más aptas para el cultivo estarían situadas entre los 2000 y los 2600 m de altitud. No resistente heladas (no se recomienda sembrar a más de 3000 m).
- Se adapta mejor a los valles, con alta luminosidad y temperaturas promedio anual superiores a los 15 °C.
- Precipitación 400 a 600 mm
- Suelos de textura franca, con un buen contenido de MO, buen drenaje y pH entre 6 a 7. La variedad es afectada por suelos arcillosos y anegados.

Manejo del cultivo

Preparación del suelo

Al igual que la quinua, este cultivo requiere de una buena preparación de suelo, dado el tamaño de la semilla. Se recomienda una arada, dos pases de rastra y si es posible la nivelación del suelo.

Semilla. Uso de semilla certificada, y fresca (del ciclo anterior) puesto que el almacenamiento prolongado (más de un año) disminuye drásticamente el poder germinativo.

Siembra

Manual o mecanizada. En el primer caso es conveniente surcar el terreno, para depositar la semilla a un costado de los surcos ya sea en golpes o a chorro continuo, los surcos deben estar espaciados a 0,8 m y su profundidad entre 5 y 10 cm.



Sembradora de tracción manual



Para la siembra mecánica no es necesario surcar el terreno, se puede utilizar las sembradoras de semillas de hortalizas, alfalfa o trébol.

La densidad de siembra, con semilla seleccionada o certificada varía de 12 a 14 kg/ha cuando es mecanizada, y puede llegar a 15 kg/ha cuando es manual. Con esta densidad, no es necesario hacer raleos.

Época de siembra: diciembre y febrero, a fin de que la cosecha coincida en un período seco (junio a agosto). La siembra se realiza cuando exista suficiente humedad en el suelo, para asegurar la germinación. En localidades con riego, se puede sembrar en otras épocas.

Fertilización

El amaranto es un cultivo que responde favorablemente a la fertilización. Para una adecuada fertilización es necesario contar con el análisis químico del suelo. Cuando no se dispone de éste, una recomendación general es aplicar **80-80-80** kg/ha. (IASA1 ESPE, 2010)



Una alternativa es el uso de materia orgánica, en la dosis de 2 a 5 t/ha, combinado con la fertilización química (50N -50P-30K kg/ha). La aplicación del fertilizante se debe hacer a chorro continuo y al fondo del surco.

Deshierba. El cultivo presenta un crecimiento inicial lento por lo que es necesario realizar una deshierba o rascadillo entre los 30 y 45 días después de la siembra. Luego el cultivo crece rápidamente y cubre el suelo, impidiendo el desarrollo de malas hierbas por sombreado; Se aconseja hacer un aporque, labor que servirá de segunda deshierba.

Plagas y enfermedades

Se debe tener cuidado por el apareamiento de la enfermedad, causada por hongos: mal de semillero (*Pythium*, *Phytophthora* y *Rhizoctonia*), que se presentan en los primeros 30 días del cultivo y sobre todo en suelos con mucha materia orgánica, o anegados. En estado de planta adulta el problema principal es el ataque de *Sclerotinia sclerotiorum*, que afecta a todos los órganos de la planta, en especial las hojas y en condiciones húmedas la inflorescencia, ocasionando pudriciones y posterior secamiento. A pudrición marrón del tallo (*Sclerotinia sclerotiorum*) y mancha foliar (*Alternaria spp*).

Plagas

ESPECIE	NOMBRE COMUN	TIPO DE DAÑO
<i>Agrotis spp</i>	Gusanos trazadores cortadores	Mastican el tallo hasta trozar la planta Consumen y follaje brotes tiernos.
<i>Feltia spp</i>	Gusanos cortadores	Mastican el tallo hasta trozar la planta Consumen follaje y brotes tiernos
<i>Diabrotica spp</i>	Vaquita o tortuguita	Mastican hojas y brotes tiernos
<i>Epitrix spp</i>	Pulguillas	Perforaciones finas de la hoja.
<i>Myzus spp</i>	Pulgones	Succionan la sabia

Cosecha y trilla

La cosecha se debe realizar cuando las plantas presentan un color pardo amarillento y este secas. Puede realizarse en forma manual, cortando las panojas que presentan cierta dehiscencia o caída de grano de la base de las mismas. Los granos son de consistencia dura en la madurez.



Fuente: Iniap, 2012 Publicación Miscelánea No. 69

La trilla con máquina para cereales de grano pequeño. La siega se hace con hoz y la trilla con trilladoras estacionarias de cereales de grano pequeño. Se recomienda cortar las plantas cerca de la panoja para evitar daños en la trilladora por exceso de material leñoso. Para lotes pequeños, se aplica la trilla



manual, usando garrotes o varas, para desprender los granos de las panojas. Se aconseja usar carpas o tendales para evitar la contaminación de los granos con el polvo, tierra o piedras y así obtener un grano de calidad.

Poscosecha Se sugiere secar al grano, para **bajar la humedad al 14%** o menos y así evitar la fermentación, la formación de mohos, el ataque de insectos y la pudrición del mismo. El secado se debe hacer directamente al solo con secadoras artificiales.

¿Cómo se consume el amaranto?

- Los granos se consumen principalmente como harina, tostados, germinados, cereal reventado del cual se elaboran los siguientes productos finales: alegrías, amaranto (cereal) reventado, granolas, tamales, pinole, mazapán, etc.
- Existen otros productos elaborados como: cereales enriquecidos, tortillas, galletas, panqués, horchata, bebidas chocolatadas, hojuelas, harinas, etc.
- Las semillas tostadas proveen mayor fuente de proteínas, que puede satisfacer gran parte de la ración recomendada de proteínas para niños, y aprox. el 70% de energía de la dieta. Una combinación de arroz y amaranto, a una proporción de 1:1 ha sido reportada como excelente para alcanzar las especificaciones para proteínas de la Organización Mundial del Salud.
- En países americanos, africanos y asiáticos, se consume como verdura.



Posibilidades de uso industrial.

El amaranto es una planta para aprovechamiento integral. Contiene un pigmento natural denominado **amarantina**, para uso en varios productos alimenticios, como mayonesas y salsa de soja. De las variedades rojas se obtiene un pigmento natural llamado **betalaína**, que se degrada levemente con la luz.

Su uso es muy prometedor, ya que la mayoría de los pigmentos rojos son sintéticos y su uso puede tener riesgos para la salud. Por lo que, su uso industrial, es amplio para la industria alimentaria y cosmética, ya que el aceite que contiene el amaranto es rico en *escualeno* (antioxidante), que es utilizado en la industria cosmética y farmacéutica. Además, se han desarrollado técnicas para extraer concentrados proteínicos de alto valor que pueden ser usados en el enriquecimiento de alimentos de alto valor nutritivo, sustituyendo a la proteína de soja. Otro producto que se encuentra en desarrollo es una bebida denominada “leche de amaranto” por sus propiedades nutritivas semejantes a las del producto animal. En el Proyecto Integrador 1B del IASA1 (2014-2015), se extrajo la betalaína para la elaboración de cremas faciales.

Quinua y amaranto alimentos ricos en fibra.

La quinua es una buena fuente de fibra insoluble y soluble, se caracteriza por ser un alimento muy completo, de fácil digestión, rico en fibra y sin gluten, siendo un alimento apto para celíacos.

El amaranto es un alimento rico en minerales, proteínas y fibra. Sirve como fibra dietética, fuente de energía y laxante. Es 100 % digestivo.

¿Qué es la fibra alimentaria?

A los polisacáridos solubles e insolubles distintos al almidón y a la lignina, se denomina fibra alimentaria, FA. El total de fibra alimentaria, FAT es de 7.80 g % de materia seca (fibra soluble 5.31 y fibra insoluble 2.49).

La fibra alimentaria es la parte comestible de las plantas que el intestino delgado no puede digerir o absorber y llega intacto al intestino grueso, donde tendrá lugar una fermentación parcial o total por acción de las enzimas de la flora bacteriana. La fibra alimentaria está formada por los polisacáridos distintos del almidón como son: la celulosa, la hemicelulosa, las gomas, las pectinas, la inulina, la lignina y las sustancias vegetales asociadas (ceras y la suberina). Esta fibra alimentaria comprende además el almidón resistente (presente en legumbres, semillas y granos parcialmente molidos).

Según Eufic (2005), la fibra alimentaria se clasifica según su solubilidad, en fibra soluble o insoluble. Ambos tipos de fibra se encuentran en distintas proporciones en los alimentos que contienen fibra. La avena, la cebada, las

frutas, las verduras y las legumbres son buenas fuentes de fibra soluble. Los cereales integrales y el pan integral son fuentes ricas en fibra insoluble. Por lo tanto, la fibra dietética se encuentra únicamente en alimentos de origen vegetal poco procesados tecnológicamente, como los cereales, frutas, verduras y legumbres, ya que es parte estructural de los vegetales. La inclusión en la dieta de alimentos ricos en fibra alimentaria puede prevenir o aliviar como por ejemplo mejorar la función intestinal, regular los niveles de glucosa en la sangre, controlar el colesterol sanguíneo y otros.

Capítulo

4

TUBÉRCULOS

LA PAPA

Solanum tuberosum L.



La papa es una especie dicotiledónea anual, aunque por la forma más común de reproducción, por tubérculos, se comporta como una especie perenne. Es un cultivo competitivo en la dieta alimenticia con el trigo y arroz, ya que su uso se destina principalmente a la alimentación humana.

Sin embargo, en los últimos tiempos el consumo como alimento procesado ha sido de gran importancia; como *papas prefritas congeladas* y *las papas fritas* en forma de hojuelas. Otros productos industriales también de importancia, son el puré deshidratado y la harina.

Valor nutricional en 100 gramos: la papa contiene tres partes de agua y una cuarta parte de sólidos (*glúcidos 19%, proteínas 2%, lípidos 0.1% y cenizas 1%*), por lo que es un alimento relativamente equilibrado, aunque deficiente en calcio y fibra. Su contenido de agua está entre 75 a 78 % agua; de almidón 18,5 g, y es rico en *Potasio (560mg)*. Posee vitamina C (*20 mg*).

Algunos indicadores considerados para medir la calidad de la papa se menciona a continuación tomando como ejemplo la papa Uvilla: textura muy arenosa, Materia seca: 24%; Proteína: 6.2 %; fibra 3.6 g; Potasio: 1788 mg/100 g; Hierro: 11.9 mg/100 g; Zinc: 1.4 mg/100 g; Almidón: 86%; tiempo de cocción: 30 minutos. <http://cipotato.org/es/cip-quito/>; Monteros, C. y Reinoso, I. (2011).

Las papas se distinguen, *por su color* son blancas y de color; *por el uso* son amargas, amarillas e industriales. *Por su origen* se cuenta con variedades nativas y mejoradas.

Requerimientos del cultivo

Suelos. Es un cultivo poco exigente a las condiciones edáficas, sólo le afectan los terrenos compactados y pedregosos, donde no hay buen desarrollo de los órganos. Prefiere los suelos sueltos, ligeramente arcillosos, ricos en humus y con un subsuelo profundo. Soporta el pH ácido entre 5.5 - 6 y los mejores rendimientos se logran en suelos franco arenosos, profundos, bien drenados y con un pH de 6.2 a 8.0, ya que es considerada como una planta tolerante a la salinidad



Requiere de buen contenido de humedad (capacidad de campo), en suelos secos las ramificaciones del rizoma se alargan demasiado, hay mayor número de tubérculos, pero pequeños. El exceso de humedad, también es perjudicial ya que los tubérculos se hacen muy acuosos, desabridos, menor contenido de almidón y poco conservables.

La temperatura y tuberización

La tuberización y el crecimiento del tubérculo dependen de varios factores ambientales, siendo los más importantes la longitud del día y la temperatura. La papa es una planta de clima templado-frío, y se ve favorecida por la presencia de temperaturas mínimas o nocturnas de 8 a 13 °C para una buena tuberización, y máximas o diurnas de 20 a 25°C en el período de tuberización. La temperatura media óptima para la tuberización es de 20°C, mayores temperaturas disminuyen la fotosíntesis y aumenta la respiración, que favorece el consumo de hidratos de carbono almacenados en el tubérculo. Las altas temperaturas diurnas y nocturnas son perjudiciales y provocan ausencia de tubérculos y desarrollo de plagas y enfermedades.

La tuberización es favorecida cuando hay alternancia de temperaturas diurnas y nocturnas. Durante la etapa de emergencia y fases tempranas de crecimiento, las temperaturas altas, favorecen el crecimiento vegetativo. *El exceso de frío perjudica al tubérculo, quedando éstos pequeños y sin desarrollar.*

La papa es muy *sensible a las heladas tardías*, produciendo un retraso y disminución en la producción. Si la temperatura llega a 0 °C la planta se hiela, acaba muriendo aunque puede llegar a rebrotar.

La luminosidad

La intensidad de la radiación solar tiene un efecto positivo en la inducción de la tuberización, pudiendo incluso disminuir los efectos negativos de las altas temperaturas. La luz incide directamente sobre la actividad fotosintética y el *fotoperiodo* que favorece la floración y fructificación. Además influye en la producción de carbohidratos a través de la fotosíntesis y se encarga de la distribución de los mismos, siendo su concentración mayor en los tubérculos, cuando es alta, induciendo así a la tuberización.

Los *fotoperiodos cortos* son más favorables a la tuberización, en tanto que los fotoperiodos largos, inducen al crecimiento vegetativo, lo cual afecta negativamente las cosechas. En las zonas de clima cálido se emplean cultivares con fotoperiodos críticos, comprendidos entre 13 y 16 horas.

La tuberización es inducida por noches largas, la señal es percibida por las hojas y la magnitud de la respuesta depende del genotipo. Los períodos cortos de iluminación en combinación con alta radiación solar resultan en mayor asimilación de CO₂ por unidad de biomasa seca foliar, mayor acumulación de almidón foliar durante el día así como una tasa más alta de transporte de fotosintatos de las hojas al resto de la planta. Bouzo, C. (2009).

La máxima asimilación de la luz ocurre a los 60 000 lux. *Emitancia* o *poder emisor luminoso* es la cantidad de flujo luminoso que emite una superficie por unidad de área. 1 lux = 1 Lumen/m². <http://es.wikipedia.org/wiki/Lux>

32.000 lux Luz solar en un día medio (mín.)

100.000 lux Luz solar en un día medio (máx.)

Propagación de la papa

Esta especie puede propagarse tanto a partir de semillas como de tubérculos. La propagación más generalizada es por *tubérculos enteros* o partes de éstos, aunque lo mejor es sembrar tubérculos enteros, de tamaño

superior a los 30 gramos. Este material se llama **tubérculo-semilla** y proviene generalmente del cultivo anterior.

La semilla debe estar en buenas condiciones de sanidad, **tamaño apropiado (40 a 60 g)** y deben estar brotando. Se emplea de 25 a 30 qq./ hectárea.



Papas más grandes dan mayor número de tallos pero resultará mayor producción de tubérculos medianos y pequeños, en tanto que las pequeñas con pocas yemas, producen pocos tubérculos, pero suelen ser de mayor tamaño.

La siembra también puede realizarse mediante el uso de **semilla** botánica que proviene de las bayas. Estas semillas entran en latencia una vez que son extraídas de las bayas y para romper su latencia se las guarda secas, por 4 a 9 meses o se las trata con ácido giberélico a la concentración de 1500 ppm, durante 24 horas.

Descripción botánica

La papa pertenece a la Familia Solanácea, es una planta herbácea, dicotiledónea, con una parte aérea conformada por tallos, hojas, flores y frutos; y otra que crece subterráneamente, constituida por el tubérculo semilla, raíces y rizomas del cual se originan los tubérculos.

Raíces: El sistema radical es fibroso, muy ramificado que se extiende por la superficie. Puede alcanzar hasta 0,8 m de profundidad en un suelo suelto. Las plantas tubérculos, *por provenir de yemas y no de semillas*, carecen de radícula; y sus raíces son de carácter adventicio, que se originan a partir de yemas subterráneas. En tanto que, las plántulas provenientes de semilla

botánica presentan las típicas estructuras de las plántulas de cualquier especie dicotiledónea, es decir, radícula o raíz primaria, *hipocotilo*, cotiledones y *epicotilo*.

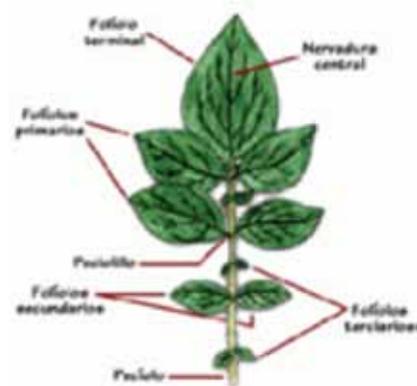
El **sistema caular** está formado por tallos aéreo, circular o angular donde crecen las hojas compuestas y los tallos subterráneos formado por los rizomas y los tubérculos.

Rizomas y tubérculos

Los *rizomas*, son tallos modificados que tienen crecimiento horizontal y de los cuales surgen las raíces adventicias y producen unos hinchamientos denominados *tubérculos* de forma ovalada o redonda.

Tubérculos son tallos subterráneos engrosados y que funcionan como órgano de almacenamiento de nutrientes. Los tubérculos son los órganos comestibles de la papa, formados por tejido parenquimatoso, donde se acumulan las reservas de almidón. En las axilas del tubérculo están las yemas de crecimiento llamadas "ojos", dispuestas en espiral sobre la superficie del tubérculo que originan los tallos. *La estructura del tubérculo corresponde a una capa externa formada por la peridermis, lenticelas, los nudos y las yemas. Internamente está formada por la corteza, el parénquima de reserva, el anillo vascular y el tejido medular.*

Los **tallos** que se originan a partir de yemas presentes en el tubérculo-semilla, son herbáceos, succulentos pueden alcanzar de 0,6 a 1,0 m de longitud; además, son de sección angular y son de color verde pardo debido a las antocianinas, pigmentos ligados a la clorofila. Pueden ser erectos o decumbentes, y es normal que vayan inclinándose progresivamente hacia el suelo conforme madura la planta. De cada tubérculo nacen dos a cuatro tallos, y cada tallo, a su vez, produce en promedio tres a cuatro rizomas, con un máximo de ocho.



Las *hojas del cultivo* son *compuestas* exceptuando las basales que pueden ser simples y pueden presentar una gran variedad de formas y tamaños, y miden entre 10 y 20 cm de largo. Son *hojas imparipinadas con cinco, siete o nueve folíolos*, los cuales se clasifican como primarios o secundarios de acuerdo a su tamaño.

Flores e inflorescencias

Las flores son *autógamas* y están agrupadas en racimos terminales que conforman una inflorescencia **cimos**. El número de *inflorescencias por planta* y el número de flores por inflorescencia depende de la variedad (7 a 15 flores). El color de las flores varían de blancas, rosadas o púrpuras; y el tamaño está cerca de 2 cm de diámetro. Son pentámeras, con cáliz gamosépalo, corola entera, ovario bilocular, estilo y estigmas simples y cinco estambres. Muchos cultivares no florecen y otros producen flores estériles.



<https://www.google.com.ec/search?q=inflorescencia+en+papa&newwindow>

El *fruto de la papa* es una **baya**, que están agrupadas en racimos terminales, de forma redonda, alargada, ovalada o cónica; con un diámetro que varía entre 1 y 3 cm. El color varía de verde a amarillento o castaño rojizo a violeta. Las bayas tienen 2 lóculos y pueden contener entre 200 y 400 semillas. Las semillas son muy pequeñas, aplanadas, de forma arriñonada y pueden ser blancas, amarillas o castaño amarillentas. La semilla generalmente se usa para recuperar la variedad y obtener semilla libre de virus. Pero, la realidad nacional se centra al uso masivo de tubérculos como medio de propagación.

Condiciones de clima y suelo

- Precipitación: 700 - 1000 mm.
- Altitud: 2600- 3500 m. Temperatura: 13-18 °C.
- Suelos profundos con buen drenaje, ricos en humus y de preferencia franco arenosos
- pH: 5.5 – 6 hasta 8
- En general las condiciones agroclimáticas óptimas para la papa son: precipitación 1000 mm; más de 3000 msnm y temperatura de 13-18 °C.

Variedades

En el Ecuador se cultivan varias variedades de papa: INIAP-María, Capiro, Superchola, Yema de huevo, INIAP-Fripapa e INIAP-Santa Catalina. Estas variedades son adecuadas para la industrialización de papa.

Zona Norte

Consumo en fresco: Chola, Superchola, Gabriela, Esperanza, María, Margarita.

Consumo agroindustrial: Superchola, María, Fripapa 99, ICA-Capiro

Zona Centro

Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Bolívar

Consumo en fresco: Chola, Uvilla y Leona blanca (nativas); INIAP: Gabriela, Esperanza, Margarita, Santa Catalina, Santa Isabel, Rosita.

Consumo agroindustrial: Superchola, INIAP: María, Fripapa 99.

En la Zona Sur (Cañar y Azuay)

Nativas: Bolona, Jubaleña, Uvilla, Chauchas. *Mejoradas:* INIAP: Gabriela, Esperanza, Soledad, Cañari.

A nivel industrial la papa se usa principalmente para producción de harina y almidón. También la industria ofrece papa procesada, precocida, prefrita, entre otras. La papa se comercializa principalmente en crudo, debido a que su uso mayormente es para la alimentación diaria.

		
<i>Papa Cecilia</i>	<i>Victoria</i>	<i>Natividad</i>
		
<i>Iniap Gabriela</i>	<i>INIAP-María</i>	<i>Capiro</i>
		
<i>Súper chola</i>	<i>INIAP-Cañari</i>	<i>INIAP- Fripapa</i>
		
<i>INIAP-Yana Shungo</i>	<i>Única (de ICA)</i>	<i>Uvilla</i>

<http://cipotato.org/region-quito/informacion/inventario-de-tecnologias/variedades>

La variedad “INIAP Victoria” proviene del cruzamiento entre las variedades “INIAP- Gabriela” X “INIAP - Fripapa”. La variedad INIAP-Natividad proviene de un cruzamiento entre la variedad INIAP-Gabriela con un híbrido entre “Yema de Huevo” (*S. phureja*) y la especie silvestre *S. pausissectum*.



Variedades de papa (ingresadas al país).

Variedad	Rango de adaptación (msnm)	Rend. ton/ha	Ciclo meses	Características del tubérculo	Uso
Diacol Capiro	1800-3200	35	4,5	Tamaño grande, forma redonda sin protuberancias, piel color crema con tintes rosados, pulpa color crema	Procesamiento
ICA San Jorge	2500-3000	30	5	Tamaño mediano, forma ovalada casi redonda, ojos intermedios, piel color púrpura con halos color crema, pulpa de color crema.	Consumo en fresco
ICA Morita	2600-3000	35	5,5	Tamaño grande, forma redonda aplanada, piel textura gruesa y color morado oscuro, ojos superficiales, pulpa color crema.	Consumo en fresco
Única	2500-3000	37	5	Tamaño grande y uniforme, forma redonda algo alargada, ojos superficiales, piel color crema con la yema de los ojos morados, pulpa color amarillo claro.	Consumo en fresco y procesamiento

Fuente: Cevipapa. http://www.cci.org.co/cci/cci_x/Sim/Perfil%20de%20Productos/perfil17%20papa.pdf

Manejo del cultivo

Siembra y preparación del suelo. Es necesario que el terreno esté bien mullido, aireado y sin terrones, para favorecer la emergencia y desarrollo radicular.

Se debe realizar primero una labor profunda (no menor a 25 cm.), mediante araduras, rastras cruzadas, y si fuera posible añadir MO y abonado de fondo con la última rastra.

Abonado orgánico. Mejora las condiciones físicas del suelo, y por tanto el desarrollo de los tubérculos. El aporte de estiércol y correctivos se debe hacer con 3-4 meses antes de la siembra.

La siembra

La siembra más común es a mano depositando el tubérculo en surcos distanciados a **0.90 a 1.30 m.** y con un distanciamiento entre golpes de 30-50 cm. Tapar la semilla con una capa 5 a 10 cm, según la humedad del suelo. Profundidades mayores retardan la emergencia y profundidades superficiales incrementan el riesgo de *enverdecimiento*. La emergencia de la planta ocurre entre 20 a 30 días.

Cantidad de semilla: Tubérculos brotados, 25 a 35 qq. (1136 a 1590 kg/ha).

Época de siembra es variable y depende de las condiciones climáticas. Aunque existen 2 épocas definidas: *octubre a diciembre y abril a junio*.

Fertilización

Realizar análisis de suelo. Una recomendación general: 150-250-200-30. La papa extrae del suelo cantidades apreciables de N (80 a 120 kg/ha) y K (100-180 kg/ha u 8 kg de K / tonelada de producción), por tanto si queremos producir 30 tn (660 qq/ha), la planta necesitará 240 kg de potasio.



La papa requiere N, P, K y Ca. Exceso de N: susceptible a *Phytophthora*, P y K disminuyen. Para corregir deficiencia de micronutrientes: abonos foliares (quelatos) al inicio floración.

Se recomienda aplicar a la siembra todo el P, y la mitad ó 1/3 de la dosis de N y K. El resto se aplicará al aporque y segundo aporque (K) esto es cuando las plantas han llegado a la altura de la rodilla (35-45 dds).

Otra alternativa: es aplicar 5 t/ha de abono orgánico y fertilizantes químicos en menor cantidad de la recomendada.

Riegos

Oportunos según necesidades del cultivo. El cultivo necesita 500 a 700 mm/ciclo. Las variaciones de períodos secos y húmedos dan lugar a modificaciones en la forma y tamaño de los tubérculos, así como el origen de ciertos defectos como: grietas, surcos, estrechamientos, entre otros. Durante el periodo de tuberización las necesidades hídricas pueden llegar hasta 60 m³/ha/día.

Control de malezas

Puede ser manual, con yunta, a máquina o química. El rascadillo es eficiente (30 -45 dds).

Herbicidas: *Metribuzina (Sencor PM 70%)* en pre y pos emergencia, contra malezas hoja ancha y angosta. Dosis 600 -800 g/ha, respectivamente. Se *presentará fitotoxicidad* en dos casos particulares: si la aplicación es demasiado tardía o si se producen precipitaciones después del tratamiento.

Aporque

Medio aporque 60 dds.



INIAP, No. 408. Cipotato.

Aporque 90 dds



Foto. Asignatura de Cultivos IASA1.



Defoliación

La defoliación contribuye a facilitar las operaciones de recolección, acelera la maduración y destruye el medio de desarrollo de enfermedades como mildiu.

Cosecha

Se debe efectuar cuando las matas se secan (toman un color amarillento y se vuelven quebradizas). *Métodos de cosecha.*

Método manual. se utiliza el azadón, se retira un poco de tierra de los costados de los surcos. luego se invierte el suelo que cubre la planta, quedando los tubérculos en la parte superficial listos para ser recogidos.

Método mecanizado. se puede utilizar la cavadora de molinete o la cavadora de cadena sin fin. se ha comprobado que estas máquinas son capaces de trabajar eficientemente en suelos franco-arenosos, sobre pendientes de hasta 8%. si se realiza por medio de tracción animal se puede utilizar yunta con reja (Sims et al., 1979; Muñoz y Cruz, 1984). <http://cipotato.org.....#métodos-de-cosecha>

Sugerencias para la cosecha:

Tener en cuenta la humedad del suelo, que debe estar en punto de labranza o ligeramente más seco. El suelo no deberá estar muy húmedo porque perjudicará la piel de los tubérculos. Tampoco deberá estar seco porque si se trata de un suelo arcilloso se producirán daños mecánicos a los tubérculos.

Una vez cosechados los tubérculos se deben orear al ambiente para reducir la humedad superficial y eliminar la tierra adherida en el tubérculo. Evitar la exposición de la luz solar y temperaturas extremas.

Lavado y cepillado

Es aconsejable el lavado o el cepillado, para garantizar un aspecto limpio y atractivo de los tubérculos. Antes de realizar el transporte de los tubérculos para ser comercializados será necesario realizar un secado.

Poscosecha

Después de la cosecha, le sigue las acciones de *poscosecha* para la conservación de los tubérculos. Aquí están las labores de *selección, clasificación, ensacado y transporte*.

El rendimiento depende de la variedad y manejo. Las variedades mejoradas rinden entre 20 a 40 t/ha y nativas entre 9-12 t/ha.

Las papas para uso en la siembra, son almacenadas a granel o en montones. La ventilación de los tubérculos durante el almacenaje debe ser homogénea.

Comercialización

La conservación de las papas es una labor fundamental, ya que limita las pérdidas de peso, impide la brotación y desarrollo de enfermedades y mantiene la calidad de los tubérculos. Para una buena conservación de la papa se deben ubicar en locales isotérmicos provistos de ventilación para controlar la temperatura, humedad y CO₂. Se indica algunas temperaturas de conservación según el destino de la cosecha y la duración del almacenamiento.

<i>Productos</i>	<i>Tiempo de duración de la conservación</i>	
	2-6 meses	6-10 meses
“chips”	8-10 °C	6.5-8 °C
Frituras	7-8 °C	6-7 °C

Categorías de la semilla (*tubérculo*):

Prebásica: Se inicia en laboratorio de cultivo de tejidos con la limpieza de virus (termoterapia), hongos y bacterias.

Básicas: Son las semillas que se producen multiplicando semillas originales, siguiendo métodos que garanticen su alto grado de identidad genética y pureza varietal.

Registradas: Son las que provienen de semillas básicas o de las mismas registradas que conservan satisfactoriamente su identidad genética y pureza varietal.

Certificadas: Son las semillas que descienden de las básicas, registradas y de las mismas certificadas que se producen para distribución comercial. Es decir, aquella que tiene el respaldo de calidad de los centros agropecuarios o entidades de producción, bajo su comercialización, con el sello de certificación.

Común: Son aquellas provenientes de cultivos comerciales, seleccionadas por su aspecto físico, sanas y tamaño recomendable.

Acolchado

Es una técnica empleada en las áreas productoras de papa para lograr una producción en menor tiempo y evitar algunas prácticas de manejo como el control de malezas, mantener la temperatura y humedad del suelo, especialmente. El acolchado del terreno se realiza con una lámina plástica (polietileno negro). Pasos a seguir para la práctica del acolchado:

Buena preparación del suelo y surcado. Luego se cubre el terreno con plástico negro. En los orificios dejados en el plástico realizado con una herramienta que agujerea el plástico se procede a la siembra manual, haciendo un pequeño hoyo en el suelo donde se coloca los tubérculos.

La técnica presenta algunas ventajas, como el costo, mano de obra, pero ofrece algunas ventajas como la precocidad, el control de las malezas, menor consumo de agua, menor pérdida de nutrientes y hay mayor uniformidad en la calidad de la papa.

Mejoramiento

El mejoramiento de la papa se efectúa por métodos genéticos a base cruzamientos y selección entre variedades, clones y especies de papas silvestres seleccionadas. La papa normalmente se autofecunda, pero se presta a cruzamientos.

El número básico haploide es $n=12$; la papa común es un tetraploide.

Control de plagas y enfermedades

Medidas preventivas: buena preparación del suelo y control de malezas.

Gusano blanco (*Premnotrypes vorax*), uso de trampas, plantas cebo y aplicaciones foliares de Acefato (Orthene) 2 g/l de agua; profenofos (Curacron) 2.5 cc/l. Al suelo Lorsban.

Pulguilla (*Epitrix spp*), Trips (*Frankliniella spp*), Acefato 2 g/l de agua.

Polilla guatemalteca. En el país hay 3 especies: *Tecia solanivora*, *Phthorimaea operculella* y la polilla gigante (*Symmetrischema sp.*) de la papa. Los gusanos de las tres polillas hacen huecos en las papas y luego estas se pudren. Infestación: a través de la semilla. Los adultos vuelan desde campos vecinos. Condiciones: climas cálidos secos con temperaturas > 20 oC. Aplicar a la semilla en almacenamiento, Malathion al 5%. Al suelo: Lorsban.



En el almacenamiento a las semillas es aconsejable tratar con productos biológicos formulados en polvo como *Bacillus thuringiensis* o *baculovirus*. **Colocar trampas con feromonas.**

Agrotis ípsilon cortan tallos y perforan tubérculos. Combate: plaguicidas como: Toxafeno Thiodan. Dosis recomendables casa comercial.

Insectos del follaje: la pulguilla de la papa (*Epitrix cucumeris*), pulgón verde (*Myzus persicae*) y otros áfidos (*Aphididae*) destrozan las hojas: Lorsban, Evisect, cipermetrina, Malathion

Los **baculovirus** son patógenos que atacan a los insectos y otros artrópodos. La mayoría de los baculovirus de insectos deben ser ingeridos por el huésped para producir una infección, que suele ser fatal para el insecto. Se componen principalmente de DNA de doble cadena que codifica para genes necesarios para el establecimiento de virus y la reproducción.

La *Bacillus thuringiensis* (o Bt) es una bacteria Gram positiva que habita en el suelo, y que se utiliza como insecticidas específicos bajo los nombres

comerciales como **Dipel** y **Thuricidemente** como una alternativa biológica al pesticida. La *B. thuringiensis* también aparece de manera natural en el intestino de las orugas de diferentes tipos de polillas y de mariposas, así como en las superficies poco iluminadas de las plantas.



<http://cipotato.org/es/region-quito-2/manejo-de-gusano-blanco-3/>
<http://www.agroancash.gob.pe/public/articulos/aip2008/temas/plagas.htm>

Control de enfermedades

Tizóntardío, lanchaomildiu (*Phytophthora infestans*). Se trata de la enfermedad más importante que afecta al cultivo de la patata y es la que produce mayores pérdidas económicas en todo el mundo. La infección se produce al descender las temperaturas e incrementarse la humedad, aunque también es necesario un aumento de las temperaturas para la germinación de las esporas del hongo. Los síntomas son unas manchas de color verde situadas cerca de los bordes de los folíolos, que evolucionan a color negro y se diseminan por los pecíolos hacia el tallo. Si el ataque es muy fuerte puede incluso afectar a los tubérculos, dando lugar a podredumbres. Para su control se recomienda:



- Utilizar variedades resistentes. Santa Catalina, Friepapa, Rosita, Margarita, Soledad y Cañari.
- Destrucción de posibles fuentes de inóculo como montones de residuos agrícolas.
- Mantener una buena cobertura del terreno por medio de aporques apropiados.

- Recolección de los tubérculos afectados antes de almacenarlos.
- Almacenamiento en un lugar ventilado y a una temperatura lo más baja posible.
- Aplicación de fungicidas protectores del cultivo. Aspersiones preventivas cada 8-15 días: *Ditiocarbamatos* (Maneb, Manzate, Dithane). Casos severos aplicar fungicidas sistémicos como Ridomil, Cuprosan.

Negrón de la patata (*Alternaria solani*).

Este hongo se desarrolla en climas más secos que *Phytophthora*. La enfermedad afecta a los tallos, hojas y en menor medida a los tubérculos. *La infección comienza en las hojas más viejas, dando lugar a manchas necróticas con anillos concéntricos.* La enfermedad progresa en periodos de humedad y sequía de forma alternativa.

Realizar una rotación de cultivos amplia. Mantener al cultivo con una buena nutrición mineral. Aplicar fungicidas de forma preventiva.



Verticillium, Fusarium: Afecta una parte de la planta. Los síntomas empiezan con una marchitez total o parcial de la planta, que suele comenzar en las horas de mayor calor y máxima transpiración. Si cortamos un pedazo de tallo principal, se ve un tejido oscuro, ya que es una enfermedad vascular, que pudre los vasos vasculares de savia. <http://infojardin... enfermedades-virus-bacterias-flores-plantas.htm>

Sarna negra o viruela de la patata (*Rhizoctonia solani*)

La enfermedad es de amplia distribución geográfica ya que se localiza en cualquier zona papera. En los tubérculos aparecen unas pústulas parduzcas que posteriormente evolucionan a podredumbres. Los daños más graves se producen después de la siembra; ya que el hongo ataca los brotes subterráneos retrasando su emergencia. En los campos de cultivo se observa el nacimiento y crecimiento desigual de las plantas, que afecta el rendimiento. Control:

- Emplear material vegetal libre de esta enfermedad.
- Establecer rotaciones amplias. Realizar la solarización durante 45 días.
- Bajo elevada humedad del suelo y temperaturas bajas, se debe sembrar más superficial para acelerar la emergencia.

Desinfectar los tubérculos con Benlate. Como método de control biológico se puede pulverizar una suspensión de conidios y fragmentos de hifas de *Verticillium biguttatum*, para impedir la germinación de *Rhizoctonia solani*, de 6 a 8 semanas del tratamiento sobre papas-semilla.

Helminthosporium solani

El hongo se transmite por la semilla infectada y por el suelo. Los tubérculos afectados presentan un brillo plateado, y si el ataque es muy fuerte hay destrucción de la piel, no apto para la venta ni siembra.

Fusarium solani

Este hongo produce marchitez en la planta, podredumbre seca en los tubérculos de almacenaje y podredumbre del tubérculo- semilla. Emplear semilla sana, rotación cultivos. Desinfectar semilla con Benlate.

- Evitar heridas durante la recolección y almacenaje.
- Mantener la ventilación adecuada y la humedad relativa elevada durante el almacenaje.



www.agroavanzh.gob.pe

Moho gris (*Botrytis cinerea*).

La enfermedad se desarrolla en condiciones de humedad elevada y temperaturas frescas. Es más grave en los semilleros, sobre todo si la densidad de siembra es elevada. Produce una necrosis rodeada de un halo verde muy pálido en el haz de las hojas, pudiendo extenderse hacia las flores que acaban desprendiéndose y pudriendo la superficie del haz. Control: Aplicar fungicidas durante el ciclo del cultivo.



- Oídium o Mildiu pulverulento (*Erysiphe cichoracearum*). Aplicaciones a base de S: Elosal-Cumulus. Aspersiones Bayleton (triadimefon) y **Benlate** (Benomyl) en dosis comercial.
- Sarna polvorienta (*Spongospora subterranea*) Semilla sana, drenaje, rotación.
- **Sarna común** (*Streptomyces scabies*). Semilla sana, drenaje, rotación, pH suelo 5 a 5.2.

Enfermedades por bacterias

Pie negro (*Erwinia carotovora*). Produce importantes pérdidas económicas; se encuentra en la superficie de los tubérculos y en condiciones idóneas produce la podredumbre del material vegetal antes de la emergencia de las plántulas, avanzando hasta el tallo. Durante la conservación, en contacto con el aire producen un ennegrecimiento del contenido celular, desprendiendo un olor nauseabundo característico.

- Emplear semilla sana, evitar heridas semilla, eliminar plantas enfermas, almacenar semilla sitios aireados y temperatura <5°C.
- Evitar plantar en suelos fríos y húmedos.
- Manipular cuidadosamente la patata durante la recolección.
- Recolectar con tiempo seco para facilitar el secado y la cicatrización de heridas.
- Realizar amplias rotaciones de cultivos.

Marchitez bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*)

La bacteria ocasiona grandes pérdidas comerciales. Los síntomas son la marchitez, enanismo y amarillamiento del follaje en cualquier estado de desarrollo del cultivo. En el tubérculo el síntoma de la enfermedad se manifiesta con círculos marrones al hacer un corte transversal.

Sarna común (*Streptomyces scabies*)

Afecta la calidad comercial de la cosecha. Los síntomas producidos son pequeñas manchas marrones con apariencia corchosa, pudiendo penetrar en la superficie del tubérculo. La incidencia de esta enfermedad depende de dos factores fundamentalmente: el terreno (sobre todo en suelos alcalinos) y la susceptibilidad de la variedad.

Virus de la papa

	<u>Síntomas</u>
Virus S de la papa (PVS)	
Virus X de la papa (PVX)	Amarillamiento, Enrollamiento, Enanismo.
Virus A de la papa (PVA)	Deformaciones de los tubérculos (también llamados muñecos, guaguas o chuchos). Las papas también se pueden alargar y rajar.
Virus del enrollado de la patata (PLRV).	



Para todos los virus se recomienda el uso de semilla certificada, proveniente de sementeras sanas y controlar insectos vectores. Los suelos sobre 3200 m dan buenos resultados.

Fisiopatías

Enverdecimiento

Resulta por la exposición directa de los tubérculos a la luz. Los tubérculos toman un color verdoso y se acumula glicoalcaloides amargos y tóxicos denominada *solanina* de elevado riesgo para la salud si se consume.



Asolanado

Bajo la exposición directa de los tubérculos a la luz y además bajo las temperaturas muy elevadas, los tubérculos adquieren un color verde-bronceado, por la muerte de las células que están situadas bajo las zonas decoloradas.

Filosidad

Es una anomalía que produce brotes largos y delgados; debido a diferentes causas como: el excesivo calentamiento del tubérculo durante la respiración, el tipo de variedad, un déficit en manganeso, entre otros. Para evitar esta anomalía se debe hacer pregerminar las patatas eliminando los tubérculos que presentan filosisidad.

Tubérculos en racimo

Aparecen tubérculos unos detrás de otros, en racimo; en especial en variedades tardías, produciendo una interrupción en la tuberización y desarrollo excesivo de la parte aérea.

Tubérculos deformes

Los tubérculos son de diferentes tamaños, mal formados, debido al almacenamiento en lugares muy oscuros, aporte irregular de agua, exceso de temperatura durante la tuberización, suelos compactados, entre otros.



Tubérculos ahuecados y con grietas

Estas anomalías se producen conjuntamente por el aporte excesivo de nitrógeno durante el último periodo en el ciclo del cultivo.

Lenticelosis

Son “verruguitas” sobre la epidermis del tubérculo por el exceso de humedad.



Daño por frío



**tubérculos
ahuecados**



grietas



Lenticelosis

MELLOCO

Ullucus tuberosus Loz.

El cultivo de melloco (*Ullucus tuberosus*), la oca (*Oxalis tuberosa*) y la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) están considerados como cultivos propios de las partes más altas de la zona andina.

La **mashua** o papa amarga es una planta originaria de los Andes centrales y la mayor área de producción está en Bolivia y en el Perú entre los 3.500 y 4.100 msnm. Es una planta rústica que se puede cultivar en suelos pobres y sin fertilización. Planta herbácea, con tallos cilíndricos y de hábito rastrero, posee crecimiento erecto cuando es tierna y de tallos postrados con follaje compacto cuando madura. Las hojas son delgadas de color verde oscuro brillante. Los tubérculos son cónicos y alargados con un ápice agudo. Usos: En la gastronomía del Perú, Ecuador y Bolivia, se usa como ingrediente en sopas y mermeladas. En Colombia se sirve en cocidos. En el ámbito industrial es un ingrediente para antibióticos y reduce los niveles de testosterona, por lo que suele recomendársela para prevenir y curar afecciones a la próstata. También se le atribuye propiedades curativas del hígado y riñones. http://es.wikipedia.org/wiki/Tropaeolum_tuberosum

Características agronómicas del melloco

El melloco pertenece a la familia Basellaceae con 4 géneros morfológicamente diferenciados: el género *Anredera*, *Tournomia*, *Bassella* y el *Ullucus*.

En nuestro país el melloco ocupa el segundo lugar en importancia después de la papa. Es un alimento presente de todos los estratos sociales y un componente de los sistemas agrícolas de los pequeños agricultores de la sierra. *Generalmente se cultiva en asociaciones con papa, quinua, oca, mashua, haba, entre otras.* Y algo importante del cultivo es que tiene ciertas ventajas sobre otros cultivos, por se puede producir en suelos marginales de baja fertilidad y es tolerante a heladas, plagas y enfermedades (Peralta 1991).



El melloco es una planta anual, compacta, con sistema radicular abundante y del tipo fibroso, contiene de 3 a 6 tallos aéreos de 30 a 60 cm, de altura, son carnosos, con 3 a 4 aristas, generalmente retorcidos y de coloración verde, rosado o púrpura. Los *hábitos de crecimiento* más comunes son erectos, rastreros y semirastreros. Las hojas son simples, las flores tienen forma de estrella, rara vez forma fruto, y los tubérculos tienen forma cilíndrica, ovalada, fusiforme apical y fusiforme a ambos extremos. Presentan varios colores pero los más frecuentes son blancos y amarillos.

En cuanto a su genética y fisiología la especie *Ullucus tuberosus* presenta un número básico de cromosomas: $x = 12$, aunque hay formas diploides $2n=2x=24$ y se han encontrado mellocos triploides $2n=3x=36$.

El *valor nutritivo del melloco, oca, zanahoria blanca y mashua* se destaca porque son fuente importante de almidones y azúcares muy digeribles, al igual que la proteína que está alrededor de 3-10 %, y dentro de los minerales resalta el contenido de *fósforo*, lo que es una ventaja en la alimentación humana. Su cultivo se da en zonas entre los 2600 y 3800 msnm, con temperaturas entre 8 y 14 °C, precipitaciones de 600 a 1000 mm. Suelos franco arenosos, son de preferencia.

Variedades

Dentro del El Programa de Cultivos Andinos del INIAP, se tiene las variedades: **Puca-rojo** y **Quillu-amarillo** (Centro-Norte de la Sierra ecuatoriana); INIAP-Caramelo y las líneas promisorias, blanco-jaspeado con puntos rojos y blanco-crema (Chimborazo, Cañar, Azuay). En América Andina se cultiva diversas variedades, pero las más apetecidas son: gallo rojo, *bola caramelo*, bola rojo, gallo blanco y pintado, papa melloco rosado y amarillo.

La variedad *Puca-Melloco*, fue recolectada en 1983 en la localidad de Pambamarca, parroquia Otón, cantón Cayambe, provincia de Pichincha. La variedad *Quillu-Melloco*, se obtuvo a partir de un clon recolectado en la parroquia Chillogallo, provincia de Pichincha, en 1983.



Manejo del cultivo

Las labores contemplan una arada cruzada y surcada, posterior viene la siembra con una densidad de 80 cm entre surcos y de 30 a 50 cm entre plantas; se coloca 2 a 3 tubérculos por golpe al fondo del surco, a una profundidad de siembra de 3 a 6 cm; requiriéndose 450 a 675 kg/ha (10 a 15 qq/ha). Es preferible utilizar los tubérculos más grandes, ya que darán varios brotes o tallos. Antes de la siembra, los tubérculos deben pasar por una etapa de *verdeamiento* y brotación.



La época de siembra (octubre a diciembre), pero se puede sembrar hasta marzo con riego. Fertilización recomendada 50-75-30 (5 sacos de 10-30-10 aplicado más un saco urea), aplicado 50 por ciento a la siembra y 50 por ciento al primer aporque, entre los 60 y 90 días, o 5 t/ha de materia orgánica bien descompuesta a la siembra. Estado de semilla tubérculos brotados.

Labores culturales: una deshierba 30-60 días y dos aporques a los 80 y 120 días. Como alternativa para el control de malezas se puede aplicar Diuron (0,8 kg/ha) o Linurón (0,5 kg/ha). La rotación del cultivo ayuda a conservar la fertilidad del suelo y romper el ciclo biológico de muchos patógenos. Se recomienda las rotaciones *haba-melloco*, *choclo-melloco*, *quinua-melloco*, y *cereales-melloco*.

Las plagas más comunes son: el gusano cortador *Agrotis sp.*, *Copitarsia turbata*, el minador de la hoja. Se puede aplicar Sevin en dosis de 600 g/ha o Curacron en dosis de 800 cc/ha. Otra plaga importante es el *cutzo* *Baroteus spp.* Entre las enfermedades puede aparecer la pudrición radicular y marchitamiento por *Fusarium spp.*, mancha de la hoja causada por *Alternaria spp.*, y mancha amarilla de la hoja causada por *Cladosporium spp.*

La cosecha es manual con azadón, recolectando los tubérculos en costales. La cosecha se hace cuando la planta presenta amarillamiento general del follaje, labor que debe ser oportuna para evitar el verdeamiento de los tubérculos en el campo. El *rendimiento* promedio está entre: 16 - 25 tn/ha. El cultivo en Ecuador prospera bien en las zonas altas, donde hay limitaciones para otros cultivos, especialmente por las heladas.

Almacenamiento: conservar en sitios frescos a 10 °C y con una humedad relativa de 70 %. No es recomendable lavar los tubérculos para almacenarlos, ya que acelera el deterioro.

Contenido de energía, minerales y vitaminas en oca, mashua, olluco y papa (por 100 g MF).

	Oca (a)	Mashua (a)	Olluco (a)	Papa (b)
Energía (kcal)	51	50	62	97
Calcio (mg)	22	12	3	10
Fósforo (mg)	36	29	28	50
Hierro (mg)	1,6	1,0	1,1	1,0
Vitaminas A (mg)	1,26	10,04	3,77	tr.
B ₁ (mg)	0,05	0,10	0,05	0,11
B ₂ (mg)	0,13	0,12	0,03	0,04
Niacina (mg)	0,43	0,67	0,20	1,5
C (mg)	38,40	77,50	11,50	20,0

Fuente: (a) Collazos, 1975; (b) INCAP, 1975.

<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro10/cap04.htm>

El melloco posee una sustancia gomosa conocida como *mucílago* o *baba* en el interior del tubérculo. Este componente es un polisacárido asimilable, que es apetecible para unos y es rechazado por otros. Entre sus bondades, el melloco tiene propiedades cicatrizantes internas y externas, benéfico para los problemas gástricos. El uso constante puede mejorar las lesiones en la piel ocasionadas por el acné. También para problemas estomacales como la úlcera y la próstata. <http://www.elcomercio.com/agromar/Mellocos-varios-coloresformas>

CONTENIDO NUTRICIONAL DEL MELLOCO




- Contenido de materia seca oscila entre 14 y 20%
- Proteína varía entre 4,4 a 15,7%
- Carbohidratos de 73,5 a 81,1
- Grasa 0,1 a 4,0%
- Fibra cruda entre 3,6 a 5,0
- Composición calórica varía entre 377 a 381 Cal / 100g de M.S

OCA

Oxalis tuberosa

Familia de las Oxalidáceas

Es un cultivo de la zona andina y es un tubérculo comestible rico en almidón. La reproducción de la oca es por semilla-tubérculo. El término *tubérculo* de la oca se refiere al tallo modificado que crece en el suelo, grueso en donde se acumulan nutrientes que sirven de reserva para la planta.

La oca (*Oxalis tuberosa*), el olluco (*Ullucus tuberosus*) y la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) se adaptan a suelos localizados entre los 2000 y 3800 msnm e incluso se encuentran asociados a la papa en los Andes de Perú y Bolivia a mayores alturas. En el Ecuador la oca es un cultivo de autoconsumo, que puede desaparecer, su consumo es más en zonas rurales y es muy difícil encontrar en los mercados de las ciudades, por lo que se recomienda dar mayor difusión de las bondades del cultivo, para expandir su cultivo.

Los chips de mashua y oca, son alimentos energéticos, ricos en carbohidratos y aportan con cantidades moderadas de nutrientes y vitamina C.

El *consumo de la oca* se lo realiza previo haberle expuesto al sol, este proceso se lo conoce como asoleo, donde ocurre una conversión de almidón en azúcares y se disminuye la cantidad de ácido oxálico que brinda a la oca un sabor amargo. Con este asoleado la oca se endulza y se la consume como tubérculo cocinado con habas y papas o en pasteles. Otras formas de consumo:

horneado, sancochado, frito, en ensalada, mezcladas en vinagre o como postre.

Contenido mineral

(%)	OCA FRESCA	OCA ASOLEADA
N	1,22	0,65
P	0,20	0,14
K	1,56	1,45
Ca	0,10	0,09
Mg	0,12	0,09
S	0,12	0,09
(ppm)		
B	127,10	151
Zn	10,50	5,50
Cu	6,50	4,80
Fe	40,70	33,70
Mn	5,20	3,90

Fuente: Arturo, C.; Taco, M.; Basantes, E. 2014

Según los datos de macro y micro nutrientes en oca fresca y asoleada, se observa que los macronutrientes del tubérculo tienden a disminuir por el proceso de asoleado ya que hay mayor conversión del almidón en azúcares-sacarina y libera aminoácidos. El micro mineral Boro aumenta siendo una excepción en este grupo de micronutrientes, lo que indica que la oca es una fuente de boro.



Hojas

La hoja de la oca es muy característica, trifoliada con pecíolos de longitud muy variable (2 a 9 cm) y pubescente.

Inflorescencia: La oca presenta una inflorescencia en la parte superior de los tallos conformada por 4 a 5 flores. Cada flor tiene 5 pétalos amarillos con rayas moradas, 10 estambres y un pistilo de tamaño variable. La planta tiene polinización cruzada.

Requerimientos climáticos

En nuestro país la oca se puede cultivar desde los 2750 y más de 3000 msnm, en esta última altitud existen temperaturas que varía de 7 a 10°C a las cuales el cultivo está adaptado.

El cultivo de la oca se realiza principalmente en sistemas de agricultura de subsistencia, pero en monocultivo y los rendimientos están entre 15 a 25 toneladas por hectárea.

La cosecha de la oca se realiza levantando la planta y recolectando los tubérculos.

Características agroclimáticas de los tubérculos andinos

	Fotoperíodo Óptimo (horas)	Tolerancia al frío	Período vegetativo (días)
Oxalis	9	Buena	180 - 210
Ullucus	8-10	Regular	140 - 180
Mashua, mashwa	9	Buena	180 - 210



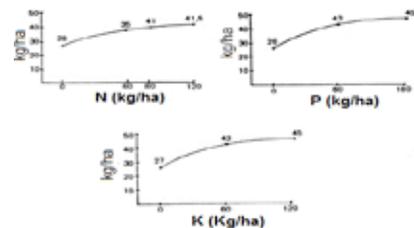
Los requerimientos de humedad de estos cultivos varían entre 500 a 700 mm. La resistencia a períodos de sequía es variable y se considera que el *Olluco* está más adaptado a períodos secos que los otros tubérculos.

Requerimientos de suelos y fertilización

En general, estos tubérculos requieren suelos negros, ricos en materia orgánica y ligeramente ácidos para obtener los mayores rendimientos.

El cultivo responde altamente a la *fertilización nitrogenada*. Sin embargo, en la práctica pocos agricultores utilizan fertilizantes, por lo que, la rotación de cultivos es una práctica de conservación y recuperación de la fertilidad, por ejemplo si se siembra después de la papa, donde se la fertiliza, puede considerarse que son suficientes los nutrientes remanentes en el suelo para la oca.

Respuesta del rendimiento de oca a diferentes niveles de N, P y K.



Fuente: Cortés, 1981

Ecotipos. Las especies de ocas usadas por los agricultores en general han provenido de semillas de plantas de la zona, que sería *los ecotipos*. **Ecotipo** es una especie genéticamente diferenciada que se ha desarrollado en un hábitat específico, en un ambiente particular o un ecosistema definido, con límites de tolerancia a los factores ambientales.

Cultivo

La oca tiene un ciclo vegetativo entre 220 y 270 días. Y su cosecha se la realiza cuando la planta está totalmente amarilla comprobando la madurez de sus tubérculos.

Ciclo vegetativo de siembra y cosecha

Provincia	Cantón	Ciclo vegetativo (meses)	Siembra	Cosecha
Imbabura	Cotacachi	8	Enero	agosto
	Otavalo	11	Mayo	marzo
Pichincha	Quito	8-9	agost-sept	abril
	Cayambe	9	julio	marzo
	Mejía	6	feb-abril-may	jul-sep-oct
Cotopaxi	Pujilí	7	Febrero	agosto
Tungurahua	Ambato	6-8	agost-noviem	ener-junio
Chimborazo	Riobamba	6-9	mar-agost-oct	mar a may-agst
	Colta	8-10	noviembre	junio a agosto
Bolívar	Guaranda	8	Agosto	marzo
Cañar	Cañar	10	Agosto	mayo
Azuay	Sta. Isabel	9	Octubre	junio

Fuente: Memoria de reunión técnica sobre R y T Andinos, MAG.

Deshierbas y aporques

Las prácticas culturales más comunes en el cultivo de la oca, son las deshierbas y los aporques; el campo debe mantenerse libre de malezas y las plantas se deben aporcar entre dos y tres veces durante su ciclo; esto ayuda a una mayor producción de tubérculos, siempre que se tenga el cuidado de dejar el suficiente follaje expuesto a la luz, para no afectar la función fotosintética.



Rascadillo

Esta labor que consiste en remover la capa superficial del suelo, permite eliminar malezas, y exponer a los huevos, larvas y adultos de insectos y nemátodos, como a los microorganismos que producen enfermedades a la acción de los controladores naturales. Además, se posibilita el ingreso de aire al sistema de raíces, lo que contribuye a una mayor producción del cultivo.

Manejo del Cultivo

Se debe tener distanciamiento entre surcos de 70 a 75 cm y 20 a 25 cm entre plantas es lo más apropiado para obtener mayores rendimientos.

Al tratarse de la oca, por lo general no se escoge “semilla”, sino que se deja una cantidad de tubérculos en el mismo lote donde se ha sembrado, y se espera a que broten “nazcan” o les salgan brotes.

La cantidad de semilla recomendada es de 750 kg por hectárea (16.5 qq/ha)



Problemas fitosanitarios

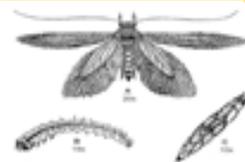
El principal problema en el cultivo de la oca es la presencia de un Chrysanélido (coleóptero) que en estado adulto ataca el follaje y en estado de larva, los estolones y tubérculos.

Los gusanos de tierra (*Copitarsia turbata*) causan daño a los órganos subterráneos

Los pulgones (*Macrosiphum euphorbiae*) atacan a los órganos aéreos

Trips (*Frankliniella tuberosi*) y Epitrix (*Epitrix subcrinita*).

Se han encontrado algunos clones tolerantes a la Globodera o Nemátodo dorado



Requerimientos de suelos y fertilización

Estos tubérculos requieren suelos oscuros, ricos en materia orgánica y ligeramente ácidos para obtener los mayores rendimientos.



Se ha encontrado en casi todos los casos que responden altamente a la fertilización nitrogenada. Sin embargo, en la práctica pocos agricultores utilizan fertilizantes, pues al cultivarse en rotación, consideran que son suficientes los nutrientes remanentes en el suelo después del cultivo de la papa.

Los nutrimentos N, P₂O₅ y K₂O aumentan los rendimientos de tubérculos de oca. La correlación de nitrógeno aplicado al suelo y el contenido de proteínas en los tubérculos de oca es positiva y altamente significativa.

Se recomienda una fertilización de 80-160-80 kg/ha

Fertilización complementaria

Al igual que para el cultivo de la mashwa y del melloco, se recomienda aplicar al cultivo de la oca de manera complementaria aspersiones foliares cada 8 a 15 días con una rotación de abonos orgánicos artesanales: Biol, Abono de frutas y Té de estiércol.



Buitrón, D. (2014). Asignatura de Cultivos Iasa1-ESPE.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABCAGRO. (2014). Cultivo de Lenteja. Obtenido de <http://www.abcagro.com/herbaceos/legumbres/lenteja.asp>

AGRITOTAL. (2014). El cultivo de arveja. Obtenido de www.agritotal.com/0/vnc/nota.vnc?id=1534

AGROANCASH. (2008). El cultivo de papa. Obtenido de <http://www.agroancash.gob.pe/public/articulos/aip2008/temas/cosecha.htm>

Alemán, R. (s.f.). Uso de Las habas (Vicia faba) en asociación con papas: Alternativa para el mejoramiento de los suelos en regiones de altura. Quito: CIDDICO.

Arturo, C., Taco, M., & Basantes, E. (2014). Importancia nutricional del cultivo andino de oca (oxalis tuberosa) para incluir en la canasta básica . En VI Congreso Sudamericano de Agronomía. Universidad de las Fuerzas Armadas y Universidad Central del Ecuador. Quito.

Basante, E. (2012). Efecto de la aplicación de dos niveles de nitrógeno y dos niveles de fósforo en el rendimiento del cultivo de maíz Var. Chillos, en un suelo Franco-arcillo limoso. Quito: ESPE.

Basantes, E. (2003). Silvicultura y Fisiología Vegetal Aplicada. Sangolquí: Friend's S.A.

Basantes, E. (2010). Absorción del potasio y calcio por el cultivo de alcachofa, y efecto en el crecimiento. Sangolquí: ESPE.

Basantes, E. (2010). Producción y Fisiología de Cultivos con énfasis en la fertilidad del suelo. Quito: Unión.

Basantes, E. (2014). Manejo de Cultivos Andinos. Sangolquí: Escuela Politécnica del Ejército.

Basantes, E., & Ruíz, W. (1984). Dinámica del agua por moderación de neutrones en un suelo cultivo con maíz (Zea maíz). Basantes E. & Ruíz W. 1984. Dinámica del agua por moderación de neutrones en un suelo cultivo Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Quito, Pichincha: Universidad Central del Ecuador.

Basantes, S., Chasipanta, J., Basantes, E., & Soria, N. (2012). Determinación del requerimiento nutricional del fósforo sobre la inducción floral en el cultivo

de piña (*Ananas comosus*) var. MD2, Empresa Terrasol. En IV Congreso Sudamericano de Agronomía. Quito.

BCE. (2012). Base de datos nacionales . Quito: Banco Central de Ecuador.

Bertsch, F. (2003). Absorción de Nutrientes por los cultivos. San José: ACCS.

BOTANICA-CNBA-UBA. (20 de abril de 2013). El embrión y la semilla. Obtenido de <http://www.botanica.cnba.uba.ar/Trabprac/Tp4/Embrionysemilla.html>

Botanical. (2014). Botanical online. Obtenido de <http://www.botanical-online.com/botanica2.htm>

Bouzo, A. (2009). El Cultivo de la Papa en Argentina. Obtenido de <http://www.ecofisiohort.com.ar/wp-content/uploads/2009/04/cultivo-de-papa-en-argentina.pdf>

Caicedo, C., Peralta, P., Murillo, A., Rivera, M., & Pinzón, P. (1998). Guía bibliográfica del chocho *Lupinus mutabilis* Sweet y otra especie de *lupinus*. Quito: INIAP.

Caracol, N. (Dirección). (2011). La finca de hoy/cuide su cultivo de papa [Película].

Cortes, H. (2014). CORTES, H. 1981. Alcances de la investigación en tubérculos andinos. Oca, olluco y maswa. En: Curso sobre manejo de la producción agraria en laderas. Huaraz, Perú. <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro10/biblio.htm#50>. Obtenido de FAO: CORTES, H. 1981. Alcances de la investigación en tubérculos andinos. Oca, olluco y maswa. En: Curso sobre <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro10/biblio.htm#50>

Desafios en Pirque. (2014). DESAFIOS EN PIRQUE - Grupo 13. Obtenido de enfermedades en maíz: <http://desafiosenpirque-grupo13.blogspot.com/2010/04/enfermedades-en-maiz-negrilla.html>

ECOHUERTO. (20 de Marzo de 2011). La Patata. Agricultura Ecológica. Obtenido de <http://ecohuerto1.blogspot.com/>

Enfermedades de vivaces, bulbos y anuales. (2014). Obtenido de <http://articulos.infojardin.com/vivaces/enfermedades-virus-bacterias-flores-plantas.htm>

ESPAC. (15 de noviembre de 2013). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Obtenido de <http://www.inec.gob.ec/>

estadisticas/?option=com_content&view=article&id=103&Itemid=75

EUFIC. (2015). Obtenido de Consejo Europeo de Información sobre la Alimentación: <http://www.eufic.org/article/es/nutricion/fibra/artid/fibra-alimentaria-funcion-dieta-sana/>

FAO. (21 de Mayo de 2012). Cosecha de granos trigo, maíz, frejol y soya. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/x5051s/x5051s00.HTM>

FENALCE. (2014). Fríjol. HÁBITOS DE CRECIMIENTO. Obtenido de www.fenalce.org/pagina.php?p_a=51. Valor nutricional

FERTILIZANDO. (10 de Junio de 2013). Manejo del Fósforo en Maíz. Obtenido de Manejo del Fósforo en Maíz. Consultado <http://www.fertilizando.com/articulos/Manejo%20del%20Fosforo%20en%20Maiz.asp>

Fósforo y Azufre en el Cultivo de Maíz: Artículos Rendimiento de maíz con aplicaciones de nitrógeno y fósforo y de nitrógeno, fósforo y azufre en siete ensayos exploratorios del Centro-sur de Santa Fe. (2014). Obtenido de Fósforo y Azufre en el Cultivo de Maíz: Artículos Rendimiento de maíz con aplicaciones de nitrógeno y fósforo y de nitrógeno, fósforo y azufre <http://www.fertilizando.com/articulos/Fosforo%20Az>

García, F., & Díaz, M. (2006). Nutrición y fertilización: Balances, modelos de diagnóstico e interacción. Obtenido de García. F. & Díaz, M. 2006. Nutrición y fertilización: Balances, Modelos de Diagnostico e Interacciones. <http://www.fertilizando.com/articulos/NutricionyFertilizacionBalancesDiagnosticosInteraccio>

INEC. (2010). Censo de Población. Quito: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

INFOAGRO. (2014). Agricultura. El cultivo de la lenteja. Obtenido de www.infoagro.com/herbaceos/legumbres/lenteja.htm

INFOAGRO. (08 de 2014). INFOAGRO. Obtenido de www.infoagro.com/herbaceos/legumbres/lenteja.htm

INIAP. (2000). Manual Agrícola de Leguminosas. Cultivos y costos de producción. Obtenido de INIAP. 2000. Manual Agrícola de Leguminosas. Cultivo http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Manual_agricola%20leguminosas.pdf

INIAP. (2007). Programa nacional de leguminosas y granos andinos, estación experimental Santa Catalina. Quito.

INIAP. (2011). Cultivo de trigo. Obtenido de http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Gu%C3%ADa_del_Cultivo_de_Trigo..pdf.

INIAP. (2011). Guía del cultivo de trigo. Obtenido de INIAP. 2011. Guía del cultivo de trigo www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Gu%C3%ADa_del_Cultivo_de_Trigo.pdf

INIAP. (2012). Manual Agrícola de Granos Andinos. Quito: Publicación Miscelánea No. 69.

Koziol, M. (1992). Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). Koziol, M. (1992). Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa. *Journal of Food Composition and Analysis*, 35-68.

MAGAP. (2012). Base de datos emergencia agrícola en la costa ecuatoriana. Quito: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca .

Monteros, C., & Reinoso, I. (2011). Informe final del Proyecto FTG -353/05. "Innovaciones Tecnológicas y Mercados Diferenciados para Productores de Papas Nativas". Quito: FONTAGRO.

Morón, A. (2002). Siembra Directa en el Cono Sur. El Rol de los Rastrojos en la Fertilidad del Suelo. En INIA, Programa cooperativo para el desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur (PROCISUR) (págs. 387-401). Montevideo.

Nieto, C., & Vimos, C. (1992). La quinua, cosecha y pos cosecha algunas experiencias en Ecuador. Quito: Boletín divulgativo 224.

Nieto, C., & Vimos, C. (1992). La quinua, cosecha y poscosecha; algunas experiencias en Ecuador. Quito: Boletín divulgativo no. 224.

Palma, F. (2009). Respuesta Inducida por Ácido Abscísico y Ácido Salicílico en las Simbiosis de Judía y Alfalfa en Estrés Salino. Granada: Universidad de Granada. Departamento de Fisiología Vegetal.

Peralta, E., & Caicedo, C. (1999). Chocho, fréjol y arveja, leguminosas de grano comestible, con un gran mercado potencial en Ecuador. Quito: PERALTA I., E. & Caicedo, C. 1999. Chocho, fréjol y arveja, leguminosas de grano comestible, con un gran mercado potencial en Ecuador. Quito, Ec., Programa Nacional de Leguminosas, INIAP. 33p.

Peralta, E., Mazón, N., Murillo, A., Rivera, M., Rodríguez, D., Lomas, L., & Monar, C. (2012). Manual Agrícola de granos andinos. Chocho, Quinoa,

Amaranto y Ataco. Quito.

Peralta, E., Murillo, A., & Mazón, N. (2009). Catálogo Variedades de Fréjol. Quito.

Peralta, E., Murillo, A., Mazón, N., Monar, c., Pinzón, J., & Rivera, M. (2010). Peralta, E., A. Murillo, N. Mazón, C. Monar, Manual Agrícola de Fréjol y otras Leguminosas. Cultivos, variedades y costos de producción. Quito: Publicación Miscelánea No. 135.

PUC. (2014). PAPA. Obtenido de http://www.puc.cl/sw_educ/cultivos/papa/papa.htm

Ramón, R., Basantes, M., & León, R. (2012). RAMON, R. BA Respuesta de la fertilización química y enmiendas complejas en una pradera establecida. En XIII Congreso de la Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo. Cuenca.

SENPLADES. (2014). Base de datos nacional. Quito: Secretaria de Planificación y Desarrollo.

SICA. (2012). Fréjol. Obtenido de http://www.sica.gov.ec/cadenas/frejol/docs/frej_esp.htm

SNI. (2012). Base de Datos Estadísticos del Ecuador. Quito: Sistema Nacional de Información.

TIERRA DE MAÍZ. (5 de Noviembre de 2009). Importancia del maíz en la alimentación humana, animal y la industria. Obtenido de <http://tierrademaiz.com/articulos/agroecologia/368--importancia-del-maiz-en-la-alimentacion-humana-y-animal>.

Vaca, R. (2011). Evaluación de tres bioestimulantes con tres dosis en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.). Vaca Patiño Rubén Eliecer. 2011. Evaluación de tres bioestimulantes con tres dosis en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.). En SanTesis de grado. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, Imbabura.

Wikipedia. (2012). Arveja. Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Pisum_sativum



Publicaciones Científicas



ISBN: 978-9978-301-33-3



9 789978 301333