



PERÚ

Ministerio
de Agricultura

Instituto Nacional
de Innovación Agraria



TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE AJO



MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN AGRARIA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA DONOSO KIYOTADA MIYAGAWA - HUARAL
PROGRAMA NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA EN HORTALIZAS

Tecnología de Producción de Ajo

Autores: *Ing. Pedro Nicho Salas*
 Ing. José Cóndor Caro

Colaboradores: *Ing. Abraham Villantoy Palomino*
 Ing. Abel Humpire Mendoza
 Ing. M. Sc. Julio Olivera Soto
 Bach. Reymundo Cosme Cerna
 Téc. Pedro Chacaltana Palomino
 Téc. José Cahuas Bazalar

© INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA - INIA

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN AGRARIA

DIRECCIÓN DE EXTENSIÓN AGRARIA

Diagramación e Impresión:

Programa Nacional de Medios y Comunicación Técnica - INIA

Primera Edición:

Febrero, 2012

Tiraje: 100 ejemplares

Primera Reimpresión:

Abril, 2012

Tiraje: 300 ejemplares

Av. La Molina N° 1981, Lima 12 - Casilla N° 2791 - Lima 1

Telefax: 3495631 / 3492600 Anexo 248

Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2012 - 01865

PRESENTACIÓN

Las condiciones agroclimáticas favorables de los valles de la costa peruana, permiten cultivar una amplia gama de cultivos, entre ellos las hortalizas, las que son regadas con agua de los ríos de cada cuenca de los valles de la costa peruana y en otros casos con agua subterránea de las irrigaciones que son incorporadas a la actividad agrícola. La línea de las hortalizas y legumbres, se ha convertido en una importante actividad generadora de divisas y de atracción de inversiones a nivel nacional. Cada valle de la costa cuenta con ventajas comparativas en clima, suelo y en la contra estación con el hemisferio norte que nos permite ofertar hortalizas cuando no hay producción o competir con productos frescos, de mejor calidad y presentación.

La producción de hortalizas en el Perú es para el consumo regional y local como el camote, en la forma de tubérculo fresco, tomate, zanahoria, arveja, cebolla fresca, sandía, melón fresco, zapallo, vainita, frijol fresco (poroto), choclo; y otros como pimiento seco (páprika) y aromáticas como el orégano hoja seca. Otro mercado lo constituye las exportaciones como el espárrago, alcachofa, páprika, cebolla amarilla, etc.,

Para todo ser humano, los vegetales representan la única fuente de subsistencia nutritiva para reconstruir sus tejidos, producir energías, regular funciones corporales, nutrirse y vivir, de esto surge la importancia vital de los vegetales para el hombre; desde el punto de vista económico y social, las hortalizas son de gran importancia en nuestro país, por ser fuente de trabajo en todo su proceso de producción, por el número de jornales requeridos en el sector rural y urbano, por la demanda alimenticia en todos los estratos sociales y su alto valor en fresco e industrializado en los mercados locales, regionales y nacionales. Desde el punto de vista alimenticio, también se consideran importantes para la dieta de las personas por ser una fuente de vitaminas, minerales, carbohidratos y fibras; sustancias vegetales indispensables para el desarrollo normal del individuo, sostenimiento de vida y prevención de muchas enfermedades.

Las hortalizas requieren un cuidado intensivo, por lo que requieren mucha mano de obra; son productos perecederos (canasta familiar) lo cual posibilita su mercadeo (venta). Entre las prácticas hortícolas existen las comerciales, las caseras, familiares, comunales y escolares; la producción comercial como su nombre lo indica es netamente para la comercialización, en el caso de las caseras, familiares y comunales la utilidad comercial es secundaria.

Los factores agroecológicos son determinante para las diferentes variedades y diferentes hortalizas.

Algunas se adaptan mejor a regiones de temperaturas bajas y fotoperíodos cortos, otras a temperaturas altas y fotoperíodo largos. La temperatura influye en cada uno de los estados de desarrollo de la planta.

Para obtener buenos rendimientos en la producción de hortalizas, se necesita mucho cuidado en las labores culturales: siembra, aporques, deshierbos, orientación de surcos, aplicaciones fitosanitarias, tipo de suelos, etc. Las hortalizas pueden producir en todo tipo de suelos siempre y cuando garantice un buen aporte nutricional, por lo general se desarrollan bien en suelos con pH entre 5–7.

En este contexto el Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA, a través del Programa Nacional de Innovación Agraria en Hortalizas con sede en la EEA Donoso-Huaral presenta la publicación **Tecnología de Producción de Ajo**, como un aporte al conocimiento en el manejo técnico del proceso productivo de esta hortaliza, principalmente del pequeño productor hortícola, asimismo contribuir a la construcción de una actividad hortícola más productiva y solidaria. Agradecemos a todos los que hicieron posible la viabilidad de esta primera edición.

ÍNDICE

I.	CENTRO DE ORIGEN Y MEJORAMIENTO	7
1.1	Centro de origen del cultivo de ajo.....	7
1.2	Domesticación y mejoramiento del ajo	8
II.	IMPORTANCIA DEL CULTIVO	10
2.1	Importancia nutricional.....	11
2.2	Importancia medicinal y energética.....	11
III.	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	13
3.1	Descripción botánica del ajo.....	13
3.2	Morfología de la planta.....	13
IV.	GENÉTICA Y DESARROLLO DE CULTIVARES.....	16
4.1	Variedades y/o cultivares.....	16
4.2	Ecotipos de ajo que se siembran en el Perú	17
4.2.1	Cultivares sin seudo escapo floral (cuello blando).....	18
4.2.2	Cultivares con seudo escapo floral (cuello duro).....	18
4.2.3	Descripción de las características del ajo.....	20
V.	FISIOLOGÍA DEL DESARROLLO DEL CULTIVO	22
5.1	Composición nutritiva del ajo.....	22
5.2	Dormancia de los bulbos del ajo.....	23
5.3	Rotura de la dormancia	23
5.4	Influencia del frío en el desarrollo de la planta del ajo	24
5.5	Bulbificación	25
5.6	Emisión de escapos florales	25
5.7	Rebrote	27
5.7.1	Consideraciones generales.....	27
5.7.2	Implicancias agronómicas.....	29
VI.	PROPAGACIÓN	31
6.1	Métodos de propagación del ajo.....	31
6.1.1	Multipliación vegetativa	31
6.1.2	Micropropagación.....	31
VII.	REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS.....	35
7.1	Agua	35
7.2	Suelo	36
7.3	Temperatura	37
7.4	Fotoperiodo	37
7.5	Altitud	39

7.6	Humedad relativa	39
7.7	Viento.....	39
7.8	Radiación	39
VIII.	PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	40
8.1	Momento oportuno de la preparación del suelo.....	40
8.2	Sistemas de preparación de suelo.....	41
IX.	SIEMBRA	43
9.1	Épocas y densidades de siembra	43
9.2	Cantidad de semilla	44
9.3	Acondicionamiento de la semilla (desgrane)	44
9.4	Densidad de siembra.....	45
X.	SISTEMA DE RIEGO APLICADO AL CULTIVO.....	47
10.1	Requerimientos de agua de riego	47
XI.	LABORES CULTURALES.....	48
11.1	Control de malezas.....	48
11.2	Fertilización.....	48
11.2.1	Niveles y fuentes de fertilización	49
11.2.2	Método y época de aplicación de fertilizantes.....	49
XII.	COSECHA Y POSCOSECHA	51
12.1	Índice de madurez.....	51
12.2	Cosecha	51
12.3	Poscosecha	53
12.4	Curado	54
12.5	Fisiología en poscosecha	56
12.6	Pre-acondicionamiento	58
12.7	Clasificación en envases	58
XIII.	EL CULTIVO DEL AJO Y SUS PROBLEMAS FITOSANITARIOS	59
13.1	Enfermedades	60
13.2	Plagas	71
13.3	Nemátodos.....	73
XIV.	BIBLIOGRAFÍA.....	78
ANEXOS		83
	Anexo 1. Caracterización y evaluación de germoplasma de ajo	85
	Anexo 2. Experiencia de liberación de cultivares de ajo en el Perú	87
	Anexo 3 Fases fenológicas del ajo en campo	98

I. CENTRO DE ORIGEN Y MEJORAMIENTO

1.1 Centro de origen del cultivo de ajo

Un centro de origen es aquel donde hay mayor diversidad de tipos de una especie determinada. En 1926, Ivanovich Vavilov publicó su estudio sobre el origen de las plantas cultivadas donde se destaca la importancia de las colecciones de plantas en el mejoramiento de las plantas nativas en determinado lugar, así como la adaptación de nuevas especies de interés para la agricultura en general.

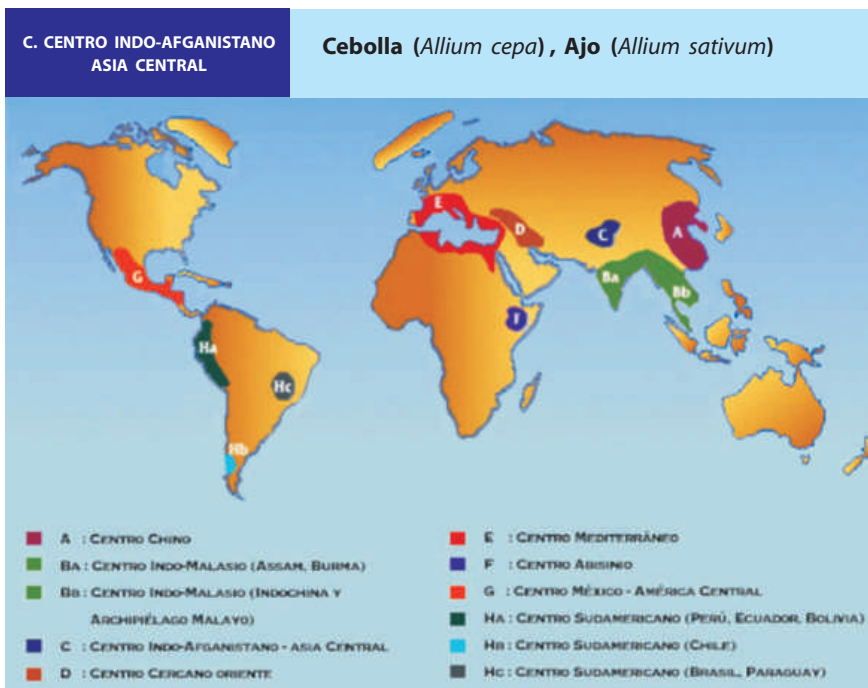
La diseminación de los cultivos provocó la variabilidad de éstos. Asimismo, la variabilidad de germoplasma permite al mejorador de plantas seleccionar y recombinar características deseables en nuevas variedades para condiciones específicas. Así, el fitomejorador depende de la variabilidad para realizar con éxito el mejoramiento de cualquier especie cultivada. Por tanto, se ha demostrado que la mayor proporción de variabilidad natural en especies de plantas cultivadas está en sus centros de origen primarios o secundarios. Por consiguiente, si introducimos materiales de estos principales centros de diversidad, podemos proporcionar un máximo de variabilidad a nuestros programas de mejoramiento de plantas.

Cuando en una región o país se agota la variabilidad genética, es necesario introducir nuevos materiales de la especie, de otros lugares donde exista gran variabilidad. Una vez que se han obtenido las colecciones de semillas de diferentes variedades, hay que clasificarlas, evaluarlas y conservarlas como semillas vivas, lo cual implica que todas ellas se siembren periódicamente, a fin de obtener semilla nueva (rejuvenecer).

La renovación de la semilla de ajo para su preservación ocasiona altos costos, debido a que no todas las colecciones pueden sembrarse en una misma localidad por problemas de adaptación a diferentes climas; es difícil manejar varios miles de lotes de

semilla de ajo lo cual es necesario realizar cuidadosamente, a fin de evitar mezclas mecánicas, o pérdidas por enfermedades o mal manejo de los materiales.

Gráfico 1. Centro de origen de las Liliaceas Vavilov



Fuente: Pascual Trillo, J.A El arca de la biodiversidad. Celeste Ed. 1997

1.2 Domesticación y mejoramiento del ajo

A continuación presentamos un esquema general de la manera de mejorar una especie, entendiendo el conocimiento del manejo y comportamiento de una determinada especie bajo cultivo en un ambiente dado:

- a. Primero se realiza un estudio de la especie
 - ? Determinar la variabilidad poblacional características de planta
 - ? Quimiotaxonomía (contenido de aliina)
- b. Recolección y selección de plantas sobresalientes en base a:
 - ? Fenotipo, sanidad, rendimiento, calidad de bulbo.
- c. Desarrollo de prácticas culturales sobre:
 - ? Tratamiento y pruebas de germinación de semillas, profundidad de siembra.
 - ? Densidad de siembra (distancia entre plantas y surcos).
 - ? Control sanitario (plagas y enfermedades), fertilización y cosecha.
- d. Áreas de adaptación.
- e. Selección de cultivares promisorios con base en sus características agronómicas.
- f. Evaluación y propagación del material sobresaliente empleando la biotecnología.

Una vez mejorada la especie se puede producir comercialmente basado en los materiales seleccionados, a fin de incrementar la producción por unidad de superficie.

El ajo presenta una reproducción asexual por lo tanto la descendencia no presenta variación genética, debido a que todos los individuos provienen de divisiones mitóticas, por lo tanto, los individuos son genéticamente iguales, y originan un clon cuyas características son fenotípica y genotípicamente idénticas. Un clon puede ser homocigote o heterocigote, y no presenta variación genotípica mientras se reproduzca asexualmente. En caso de que haya variación, esta podría deberse al ambiente, a una mutación como ocurrió con la selección de ajo denominada **Selección**, o una mezcla de clones.

II. IMPORTANCIA DEL CULTIVO

El ajo (*Allium sativum* L.), como se mencionó es una hortaliza de origen asiático, bastante popular en la dieta local, se le cultiva para el aprovechamiento de sus bulbos, En el Perú existe una gran cantidad de cultivares y ecotipos de acuerdo a la zona, los cuales difieren en color de bulbillos, tamaño de bulbillos, grado de pungencia o picor, rendimiento y sanidad. Su importancia radica en la utilización como condimento y por sus propiedades medicinales.

El ajo es un cultivo muy difundido en el Perú; se le cultiva en casi todas las regiones, desde el nivel del mar hasta los 3 500 metros de altitud. En Arequipa se siembra el 28% del área total; en Cajamarca 17%; en Lima 11% y en Ayacucho 4%. Existen diferentes periodos de siembra (abril-julio) y cosecha (octubre-enero), lo cual está determinado por las diferentes zonas agroecológicas, y permite el abastecimiento todo el año.

El rendimiento promedio nacional es menor de 8 t/ha, debido al deficiente manejo, principalmente en el aspecto relacionado con la selección del bulbo-semilla.

Este cultivo tiene gran importancia social por la forma intensiva de siembra y la posibilidad de producir todo el año, constituyendo una fuente estable de mano de obra.

En nuestro país, el ajo presenta altas barreras para colocarlo en el mercado internacional, como consecuencia de la gran oferta de China, y a los menores precios del producto chino, con lo cual logra abastecer importantes mercados, entre los que se encuentra EEUU.

Sin embargo, la mayor industrialización del cultivo podría mermar dicha deficiencia, ante la mayor utilización de medicamentos naturales, así como por el uso de nuevas especies más rentables en los cultivos locales.

En el Perú, el ajo esta destinado mayormente para consumo local y últimamente se está orientando también para la exportación.

2.1 Importancia nutricional

Es un alimento que proporciona en 100 gramos de producto comestible, 98 mg de valor energético, hidratos de carbono 20 g, fósforo de 40 a 195 mg, proteínas 4g, vitaminas C más de 9 mg, y vitamina B1 0,2 mg, calcio de 10 a 24 mg y hierro más de 1,7mg.

La parte comestible es un bulbillo compuesto, formado por dientes o gajos que constituye además el medio de multiplicación de esta especie, la que puede ser vehículo de transmisión de enfermedades intracelulares. En la actualidad se está popularizando el uso de ajo deshidratado (en polvo); es una de las pocas hortalizas que se exportan en cantidades regulares año tras año.

2.2 Importancia medicinal y energética

El ajo es un excelente microbicida, desinfectante, descongestionante y tonificador de la glándula pituitaria, eficaz en la secreción gástrica y rico en hierro, eficaz para combatir el veneno de la picadura de alimañas y los problemas circulatorios.

El ajo, machacado o en zumo, posee una larga e interesante lista de efectos curativos para innumerables afecciones, por ejemplo:

- ♦ **Riñones, vejiga:** tomar ajo en ayunas ayuda en casi todos los padecimientos de los riñones y vejiga.
- ♦ **Pulmones y sistema respiratorio:** tiene un efecto descongestionante poderoso, por lo que es de gran ayuda en casos de catarros, sinusitis, tos con flema, exceso de flemas (provocadas por una alta toxicidad en el organismo).
- ♦ **Sangre:** purifica la sangre y refresca el aparato circulatorio.
- ♦ **Arterias:** disminuye la tensión arterial. Purifica, desintoxica y refresca su circulación.

- ♦ **Hígado:** activa el óptimo funcionamiento del hígado, órgano importantísimo para la salud en general. Si el hígado no funciona bien todos los órganos y sistemas del cuerpo se alteran y por medio de señales el cuerpo nos avisa. Por lo tanto, si tienes boca amarga por las mañanas o exceso de legañas, si tienes problemas en los ojos o bilis, si estás en constante tensión o irritabilidad (te enojas a menudo), si te duele frecuentemente la cabeza, podría ser un problema biliar. Puedes tomar un diente de ajo cada tercer día con un poco de zumo de limón.
- ♦ **Sistema digestivo:** corrige el estreñimiento y desinfecta de toxinas el sistema digestivo.
- ♦ **Lombrices:** uno de sus usos terapéuticos más conocidos es el de desparasitar y eliminar lombrices y tenia. Ideal en estos casos.
- ♦ **Anemia:** ideal para aliviar casos de anemia, fortalece las defensas y, ya que estimula los jugos gástricos, resulta un buen aperitivo para despertar el hambre.
- ♦ **Diabetes:** ayuda a controlar la diabetes y el equilibrio hormonal.
- ♦ **Eczema y herpes:** unas gotas de zumo de ajo son indicadas en casos crónicos de eccemas y herpes.
- ♦ **Obesidad:** la gordura realmente puede desaparecer si se sigue un régimen alimenticio nivelado en donde se incluyan dosis de ajo.
- ♦ **Fatiga y sistema nervioso:** constituye un poderoso auxiliar en casos de fatiga, agotamiento, melancolía, dolores de cabeza, sistema nervioso e insomnio.
- ♦ **Ácido úrico:** eficaz ayuda contra el ácido úrico, lo ataca aliviando y ayudando las molestias de las articulaciones y músculos, por lo cual lo hace una ayuda indicada en casos de reuma y gota ciática.

III. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

3.1 Descripción botánica del ajo

Vavilov (1951), señaló como Centros de Diversidad Genética del ajo a Asia Central (noreste de la India, Punjan, Cachemira, Afganistán, etc.) y el Mediterráneo (toda la cuenca). Al ajo se le ubica en la siguiente forma taxonómica:

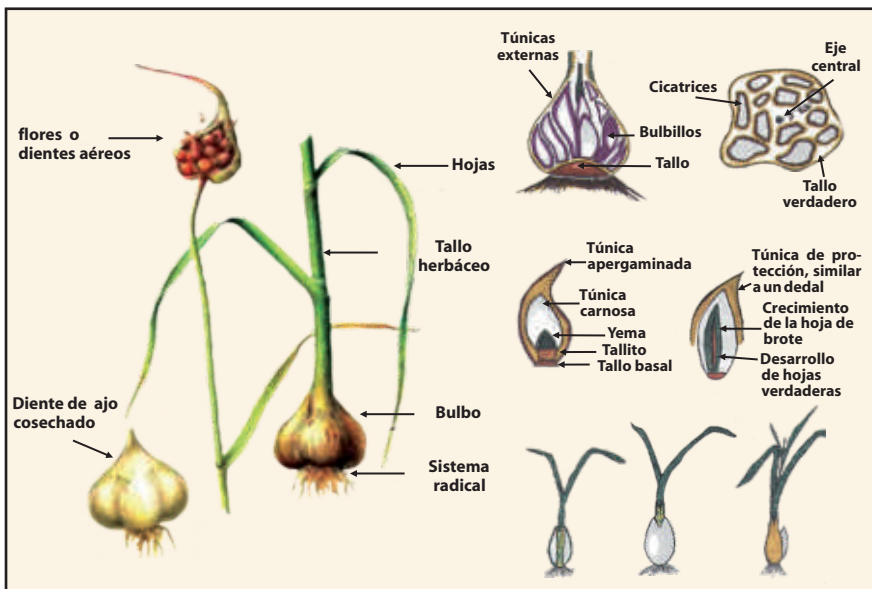
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Illopsiada
Sub-clase	:	Liliidae
Orden	:	Liliales
Familia	:	Alliaceae
Género	:	Allium
Especie	:	<i>Allium sativum</i> L

3.2 Morfología de la planta

El ajo es una especie bianual, que alcanza una altura de 30-60 cm manifiesta un porte herbáceo, las hojas son alargadas y sentadas, muchas veces carnosas, superpuestas, planas o cilíndricas.

- **Las hojas** constan de vaina y de lámina siendo las primeras las que conforman las túnicas protectoras de los bulbos. Las hojas son ensiformes, radicales, largas, alternas, comprimidas y sin nervios aparentes.
- **Los bulbos** o cabeza subterránea de color blanco, rosado y rojo, está compuesto por 6 a más de 20 bulbillos (**dientes de ajo**), reunidos en su base por medio de una película delgada, formando lo que se conoce como **cabeza de ajos**. Cada bulbillo se encuentra envuelto por una túnica blanca, a veces rojiza, membranosa, transparente y muy delgada, semejante a las que cubren todo el bulbo. De la parte superior del bulbo nacen las partes fibrosas, que se introducen en la tierra para alimentar y anclar la planta.
- **El tallo** se asoma por el centro de las hojas, es hueco, rollizo, lampiño y crece desde 40 a más de 55 cm.

- ♦ **El escapo floral**, (denominado vulgarmente tallo), es la estructura que, partiendo del disco porta las flores en su ápice. Se genera por diferenciación de la yema terminal del tallo, siendo por lo general carnoso y ensanchado en la mitad inferior. Las raíces son fasciculadas y numerosas, carnosas o no.
- ♦ **Las flores**, son muy numerosas en las plantas de este género. Los pedicelos de inserción al escapo o tallo floral son largos y delgados. La estructura floral es regular y perfecta formando una umbela con flores fértiles o no, rodeada por dos o tres brácteas. El número de unidades por umbela es muy variable llegando a alcanzar más de 2 000, pudiendo ser flores o bulbillos florales en exclusiva o una mezcla de ambos. Las flores poco vistosas, se componen de un perianto con seis unidades sin diferenciar, seis estambres en dos ciclos adheridas a la base de la estructura anterior con inserción dorsal del filamento estaminal. El gineceo se compone de un ovario, súpero, con tres lóbulos imperfectos en los que se alojan dos óvulos por un estilo simple o trifido.
- ♦ **El fruto** forma una cápsula globosa con tres lóculos, cuya dehiscencia se realiza a través de nervios medios con lo que la estructura queda destruida por completo. Dos semillas, por lo general, se alojan en el interior de los lóculos, su forma es angulosa y de coloración oscura con una cara plana y otra convexa.
- ♦ **El embrión** es cilíndrico y curvo. A manera de aclaración debemos indicar que en el Perú es poco frecuente que la planta del ajo floree y fructifique de allí que la reproducción del cultivo sea por vía vegetativa utilizando los dientes del bulbo (bulbillos).
- ♦ **Tipo de polinización**, es entomófila, cuando existe, en el género *Allium*. Los estambres de la flor alcanzan la madurez y el polen está perfectamente formado y es apto para la fertilización, antes que el estilo sea capaz de admitirlo, el gineceo todavía está inmaduro. Las flores que se sitúan en la superficie de la umbela son las primeras en abrirse y luego las del interior.

Gráfico 2. Morfología de la planta de ajo**Foto 1.** Bulbo con sistema radical (etapa vegetativa)**Foto 2.** Inicio de bulbificación**Foto 3.** Bulbo y diente de ajo

La familia Liliácea engloba una gran cantidad de plantas extendidas por todo el orbe, con preferencia hacia los climas templados y cálidos. Se caracterizan, no obstante, todas ellas por una gran uniformidad en su estructura floral a pesar de su variabilidad morfológica.

IV. GENÉTICA Y DESARROLLO DE CULTIVARES

El ajo pertenece al género *Allium sp*, tiene un número cromosómico de $2n = 16$, exceptuando el *Allium porrum* autotetraploide $2n = 32$ y el *Allium tuberosum* $2n = 32$.

Como se mencionó el centro de diversidad genética, de las plantas pertenecientes al género *Allium sp*, es el Asia Central, (noreste de la India, Cachemira, Afganistán, etc.) y el mediterráneo.

Como probable antecesor del ajo cultivado Yamaguchi, 1983, señala a la especie *Allium longicispis*, muy extendida por Asia Central. Existen evidencias a favor de su origen asiático ya que se utilizaba como remedio curativo en la India en el siglo VI antes de Cristo, aunque la mayoría de los autores parecen indicar que es originario del Suroeste de Liberia. En las pirámides egipcias (2700-2100 a. C.) existen pruebas de su consumo y cultivo, aunque parece ser que la consideraban planta impura y no la colocaban en sus tumbas. Su valor para este pueblo era muy alto ya que era parte de su dieta básica. Ya que aquel entonces se conocía sus propiedades medicinales.

Existen evidencias sobre su cultivo por parte de los babilonios en el siglo VIII a. C. los antiguos griegos denominaron a la planta de ajo como **Rosa pestosa** debido a su intenso aroma.

4.1 Variedades y/o cultivares

Al ser el ajo propagado vegetativamente no existe formación de semilla botánica, la variabilidad corresponde más bien a la causada por el efecto del medio ambiente, dependiendo del número de generaciones de propagación y a la frecuencia de mutación de cada gen. Las fuentes de variabilidad son las introducidas por las mutaciones que pueden ser espontáneas o inducidas (cuando se emplea la técnica del cultivo de meristemos). Prácticamente no existen auténticas variedades en el mercado, sino los denominados ecotipos, puesto que han sido generados a través del tiempo, por la multiplicación vegetativa continua de la variedad originaria.

La caracterización de los ecotipos de ajo está basado en parámetros de tipo morfológicos (tamaño, forma, color de bulbos, altura de planta, diámetro de cuello y número de hojas, forma, número, color de dientes, etc.). Sin embargo, no siempre estos han permitido una clara diferenciación entre tipos comerciales, ecotipos, biotipos, genotipos, etc. El parámetro más usado para diferenciar ecotipos es el color, no obstante, lo que habitualmente se describe es el color de la piel de los dientes y no el de la piel de los bulbos.

Organismos internacionales como IBPR (Internacional Borrad Plant Genetic Resources) han propuesto una larga lista de descriptores, sin embargo, poco se conoce sobre la metodología a seguir en cada caso. Existen intentos que proponen alternativas de descripción, aunque sabemos que tienen limitantes. No obstante, son las técnicas de electroforesis y recientemente los marcadores moleculares, las que permitirán una descripción definitiva aclarando el panorama varietal. Una alternativa intermedia al menos para nuestras condiciones y con las limitantes del caso, propone una subdivisión utilizando algunos descriptores fisiológicos como el periodo de dormancia, vinculado con los requerimientos de frío y fotoperiodo, la habilidad o no para emitir rama floral, y algunas características morfológicas y organolépticas, como la forma y color de los bulbos. En tal sentido con mucha frecuencia un mismo ecotipo recibe varias denominaciones locales, o ecotipos diferentes llevan el mismo nombre en la misma región.

4.2 Ecotipos de ajo que se siembran en el Perú

En el Perú se agrupa al ajo en 10 grupos, los cuales incluyen a los ajos mexicanos, españoles, peruanos, argentinos, chinos, italianos, etc. Asimismo existen aproximadamente 6 cultivares los cuales son **morado arequipeño, Napurí, Massone, chaparreo, chino y pata de perro**; considerándose importantes los tres primeros.

En la costa central (Cañete, Lurin, Lima, Callao, Chancay, Huaral, Barranca y Huacho) se cultivan los cultivares: **Napurí, blanco huaralino, barranquino y cincomesino**. En el Perú encontramos las diversas formas de bulbos descritos, el INIA cuenta con una pequeña colección de clones a los que ha venido describiendo según los indicadores siguientes:



Foto 4. Algunos ecotipos de ajo que se siembran en el Perú

4.2.1 Cultivares sin seudo escapeo floral (cuello blando)

- **Con bulbillo en el seudotallo:** con limbo foliar flexible como **Massone, Napurí-cincomesino, Napurí-seismesino, Blanco INIA** (INIA 104 - Blanco Huaralino), Blanco Huaralino, FAO IV, Chaulan, Margosino, Arequipeño.
- **Sin bulbillo en el seudotallo:** con limbo foliar erecto como Alpha suquí, criollo 20, criollo tarameño.

4.2.2 Cultivares con seudo escapeo floral (cuello duro)

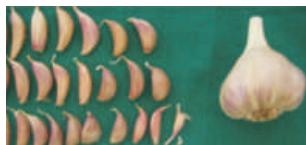
Pata de perro (inflorescencia rudimentaria), ajo chino (inflorescencia con bulbillos) y ajo elefante o mejicano (flores perfectas).



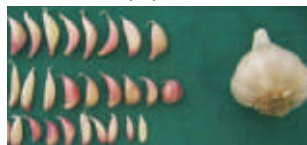
FAO IV



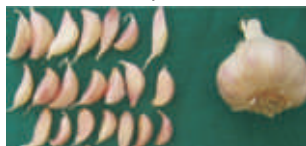
Arequipeño 10



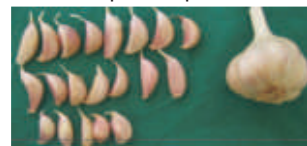
Napurí



Alpha suquia



Cincomesino



Arequipeño 14



Criollo 20



Barranquino



Napurí 9



Criollo tarmeño



Margosino



Chaulan



Blanco INIA



Napurí 4

Fotos 5 a 18. Ecotipos de ajo seleccionados por el Programa Nacional de Innovación Agraria en Hortalizas del INIA. Se muestra la característica del bulbo y el número de bulbillos (dientes).

Los cultivares de ajo más difundidos en el país son susceptibles a las enfermedades causadas por virus, como resultado el rendimiento es bajo y las características de bulbo no son adecuadas para la exportación, además el uso continuo de material de siembra (dientes) provenientes de campañas anteriores infectados con virus, agudiza el problema.

Por ello el problema fundamental que limita la expansión del cultivo del ajo en el Perú, es la escasez de “semilla” de calidad, la que no solamente debiera dar origen a un producto de buena calidad, sino de adaptarse a las condiciones agroclimáticas de cada zona y así obtener un alto rendimiento.

Con respecto a la tecnología de producción de ajo se ha mejorado mucho en lo que se refiere a control de malezas, mecanización, riego, fertilización, etc., sin embargo ésta no sirve de nada si no se cuenta con material genético adaptado y de buena calidad.

Es fundamental la evaluación del material genético antes de ser introducido masivamente en una zona, así se evitarían no sólo los problemas de calidad y rendimiento, sino también la aparición de problemas sanitarios. Un ejemplo de este último aspecto, es justamente la alta susceptibilidad del ajo al nemátodo, virosis y a la roya del ajo (*Puccinia porri*), enfermedad que hace unos años no tenía ninguna relevancia y que actualmente obliga al productor a hacer aplicaciones de fungicidas.

Las alternativas tecnológicas como son la variedad selecta, calidad de bulbillo-semilla, adecuado manejo del cultivo como densidades de plantación, nutrición mineral y orgánica, etc. constituyen en la agricultura moderna factores que influyen directamente en la obtención del buen rendimiento y calidad de los bulbos.

V. FISIOLÓGÍA DEL DESARROLLO DEL CULTIVO

5.1 Composición nutritiva del ajo

La composición bioquímica característica del ajo viene representada por glucidos condensados del tipo de los fructosanos, y los glutamil dipéptido con radicales de azufre. Entre estos últimos el formado por el ácido glutámico y el sulfoxido de alicisteina se denomina aliina. Este compuesto proporciona el sabor al ajo crudo y sus propiedades antibióticas lo hacen muy apreciado. Un medio de cultivo con un 5 % de extracto de ajo crudo permanece estéril durante por lo menos, 15 días.

El aroma característico de la planta del ajo se debe a un aceite esencial que en su composición incluye el disulfuro de alilo, el trisulfuro de alilo y el disulfuro de propilo.

El origen de este producto se debe a la oxidación, por calentamiento o al aire libre, del principio activo fundamental la alicina, que también es inestable en agua.

Cuadro 1: Composición nutritiva del ajo (por 100g de producto comestible).

Composición	(M1)	(M2)	(M3)	Unidades
Desperdicios	----	20	----	g
Agua	61	61	63	g
Proteínas	4	6,4	6,7	g
Lípidos o grasas	0,5	0,5	0,1-0,2	g
Glúcidos o hidratos de carbono	20	2,9	28	g
Celulosa o fibra	---	----	1	g
Vitamina B ₁ , o riboflavina	0,20	0,20	0,18-0,21	mg
Vitamina B ₂ , o riboflavina	0,11	0,11	0,08	mg
Vitamina C	9-18	15	9-18	mg
Niacina o ácido nicotínico	0,7	0,7	0,6	mg
Calcio	10-24	24	----	mg
Hierro	1,7-2,3	1,7	2,3	mg
Magnesio	---	32	----	mg
Fósforo	40-195	195	----	mg
Potasio	540	----	----	mg
Selenio	-----	-----	-----	ppm
Valor energético	98-39	100-139	----	cal

Todas las especies del género *Allium* poseen principios activos volátiles que las confieren un aroma y sabor especial, por lo que son tan apreciados como condimentos. Las diferencias gustativas entre ellas dependen de la cantidad de radicales metilo o alilo.

El ajo posee gran cantidad de radicales del segundo tipo complementados con cierta proporción de radicales metil-alil. Por ello, los dientes del ajo no generan gran cantidad de principios lacrimales (tiopropanil sulfoxido), al contrario que la cebolla.

5.2 Dormancia de los bulbos del ajo

Los bulbos recién cosechados se encuentran en estado de latencia, es decir, son incapaces de germinar para formar una nueva planta. El periodo de dormancia es muy variable dependiendo del cultivar o ecotipo y de la temperatura de conservación.

Está comprobado que el ajo sometido a temperaturas bajas, cercanas a 0°C, y elevadas, superiores a 18 °C, prolonga de forma natural la latencia de sus bulbos. Sin embargo, la conservación a altas temperaturas presenta una serie de problemas, como el ataque de ácaros y la proliferación de todo tipo de podredumbres, sobre todo si la humedad ambiental es elevada. Estas condiciones hacen, en la práctica, inviable este tipo de mantenimiento de la latencia.

5.3 Rotura de la dormancia

La dormancia de los bulbos del ajo puede romperse tanto de forma natural como artificial, sin más que aplicar durante un periodo de tiempo variable, según el tipo de ajo cultivado, temperaturas cercanas a 7°C.

El intervalo de temperaturas críticas para eliminar la latencia es distinto según los investigadores, ya que el factor varietal influye decisivamente. Evitar temperaturas de 5 °C para prolongar la conservación; de la misma forma se recomienda el intervalo

entre 5 y 10 °C para los bulbos destinados para la siembra. La aplicación práctica de esta propiedad puede ser decisiva a la hora de utilizar en nuestro país cultivares procedentes de otras zonas de cultivo más templadas. En los países de clima tropical existen variedades que no necesitan romper la dormancia para brotar.

5.4 Influencia del frío en el desarrollo de la planta del ajo

La planta del ajo para diferenciar las yemas axilares en dientes y formar el bulbo necesita soportar cierta cantidad de horas de frío, bien sea en el terreno o aplicando otras técnicas. En general se considera que el intervalo entre 5 y 10 °C es el óptimo para generar plantas capaces de desarrollar bulbos. El periodo de tiempo necesario para que el proceso tenga éxito depende fundamentalmente de la variedad y puede durar entre uno y varios meses.

En ocasiones se ha realizado la práctica de aplicar frío de forma artificial para acelerar la brotación y reducir el ciclo de cultivo. Es cierto que se consiguen brotaciones muy uniformes, pero sí la temperatura es inferior a 5 °C ó 7 °C manifiesta que la planta no desarrolla bulbos normales, siendo mínima su calidad.

En el caso de siembras primaverales en las que la plantación no ha recibido las horas de frío necesarias de forma completa, la planta del ajo puede generar una estructura bulbosa en la que no existe diferenciación de dientes. Estos bulbos imperfectos con un solo diente tienen gran similitud con los bulbos de la cebolla, tunicados a base de capas concéntricas.

La planta del ajo, una vez brotada, es en extremo resistente al frío, temperaturas inferiores a -10 °C no afectan decisivamente al cultivo. Los síntomas de heladas repetidas se manifiestan en un decaimiento y amarillamiento general, que se recupera una vez que se normalizan las temperaturas.

5.5 Bulbificación

El termino bulbificación se refiere al proceso de activación de la planta de ajo para que se inicie la génesis del bulbo. Este proceso lleva consigo la hipertrofia de las yemas axilares de las hojas y la degeneración de las vainas foliares de la base para formar las túnicas de protección.

La planta de ajo debe haber pasado un gran número concreto de horas de frío, pero para que se active la bulberización es necesario que se presente un régimen de días largos (fotoperiodo largo), con temperaturas medias que oscilen entre 18 y 20 °C. Si durante el desarrollo vegetativo de la planta no se alcanzan las temperaturas ya mencionadas la planta no forma bulbo. En el caso que soporte, durante un tiempo breve, temperaturas anormales bajas pueden aparecer bulbos malformados en los que los dientes se encuentran, en todas las yemas axilares, desprovistas de túnicas de protección.

La duración mínima del fotoperiodo admitida es de 11 horas de luz y las temperaturas críticas se sitúan entre 10 y 15 °C y la duración mínima del día debe ser de 15 h, aunque existen variedades con exigencias de fotoperiodo inferiores a 12 horas.

5.6 Emisión de escapos florales

El escapo floral, o simplemente “tallo”, se genera a partir de la yema terminal del “disco” basal. Esta estructura no aparece en todas las variedades cultivadas de ajos, sino que en algunos aborta o es sustituido por una hoja transformada (cilíndrica), que enmascara un escapo muy corto coronado por grupo de dientes mas pequeños, por lo que en apariencia el bulbo es doble.

Se ha comprobado la relación inversa entre la emisión de escapos florales y tamaño del bulbo de la planta del ajo.

Por ello, es una práctica cultural normal la eliminación del mismo. La aplicación de bajas temperaturas durante el almacenamiento o una exposición prolongada a 7 °C durante la fase de crecimiento vegetativo máximo, provocan que hasta las yemas axilares de las hojas se activen y emitan escapos florales durante el cultivo.



Fotos 19 y 20. Emisión de escapos florales en algunos cultivares

Cuadro 2. Fases fisiológicas del ajo

FASE FISIOLÓGICA	FASE CULTURAL
Dormancia	Almacenamiento
Post-dormancia	Plantación
Crecimiento vegetativo	Manejo agronómico 01
Bulbificación	Manejo agronómico 02
Crecimiento del bulbo	Manejo agronómico 03
Senescencia	Cosecha
Pre - dormancia	Curado

5.7 Rebrote

5.7.1 Consideraciones generales

Definición

El rebrote del ajo es el crecimiento secundario en las yemas laterales previo a la formación de los bulbillos, afectando la calidad de los bulbos debido al deterioro del producto. Las plantas rebrotadas producen bulbos irregulares con cuello ensanchado y comúnmente abierto, con un número extremadamente alto de pequeños bulbillos.

Factores que inducen al rebrote

Es bien conocido que las condiciones térmicas antes y luego de la siembra, la alta disponibilidad de agua y nitrógeno, y las siembra a bajas densidades, son factores involucrados en la expresión del rebrote y sobre sus implicancias agronómicas en cultivos comerciales de ajo.

Comercialmente, estos bulbos resultan defectuosos y el rebrote es entonces considerado como una enfermedad de tipo fisiogénica. El ajo es una especie caracterizada por manifestar una amplia gama de respuestas a las condiciones ambientales en que se desarrolla, ocurriendo esto aún dentro de cultivares de gran uniformidad genética, como es el caso de los monoclonos.

Ventajas y desventajas del rebrote

? **Ventajas:** desde el punto de vista biológico esta característica sería exitosa para la especie, ya que aseguraría en cada ciclo de producción la formación de nuevos propágulos, equilibrando de alguna forma la dificultad prácticamente insalvable para producir semillas verdaderas que la identifica.

? **Desventaja:** Sin embargo, desde el punto de vista productivo esta gran variabilidad en las respuestas se traduce en niveles de producción también variables en cantidad y calidad y baja estabilidad en los rendimientos de un año a otro y de una localidad a otra.

Denominaciones del rebrote

Por tratarse de un proceso común en el ajo, en cada zona productora del mundo existe una denominación para su ocurrencia, incluso con variaciones entre países con un mismo idioma. A modo de ejemplo en el cuadro 3 se presentan las denominaciones que reciben el proceso del rebrote y su expresión en los bulbos, en cinco importantes países productores y consumidores de ajo.

Cuadro 3. Equivalencias en la denominación del rebrote del ajo entre diferentes países productores

Argentina	Brasil	Chile	EUA	Francia
Rebrote	Superbrotamento pefilamento	Ramaleo	branching, stiff-necks	pousses, axillaires
Bulborebrotado	bulbo perfilhado	bulboramaleado	roughness	bulbes éclatés
Pseudobulbos				surgoussage
Dientes dobles				

Explicación fisiológica del rebrote

Esta característica lleva a pensar que se trata de la brotación prematura de los bulbillos, pero ya en los trabajos clásicos en fisiología del ajo, ha quedado establecido que es consecuencia del crecimiento vegetativo de las yemas laterales, antes de que en las mismas lleguen a formarse las hojas de reserva. Como

consecuencia de este proceso, al producirse nuevas hojas de follaje en esas yemas laterales se forman también nuevas yemas, dando origen a verdaderas ramificaciones del tallo principal.

Esas nuevas yemas adicionales formadas serán capaces a su vez de originar bulbillos, por lo que el proceso puede culminar generando varios niveles de bulbillos dentro de un mismo bulbo.

5.7.2 Implicancias agronómicas

De todo lo expuesto hasta aquí puede deducirse que para prevenir la ocurrencia del rebrote es preciso conocer a fondo las características del sitio y las cultivares a emplear. En función de ello se deberá ajustar el programa de manejo del cultivo, especialmente la época de siembra como así también la fertilización con nitrógeno.

Asimismo, se debe tener mucho cuidado con las condiciones de almacenamiento de la semilla, evitando la exposición de los bulbillos a temperaturas extremadamente bajas y/o por mucho tiempo.

El intercambio de semilla entre zonas frías y cálidas, práctica muy difundida para aprovechar el mayor vigor de la semilla producida en climas relativamente más fríos, podrá ser nefasto si lleva a combinar cultivares susceptibles con ambientes inapropiados.

En consecuencia, son acciones muy recomendables probar permanentemente nuevos cultivares, y efectuar selección de las mejores plantas sobre aquellos lotes que serán reservados como semilla.

En este último aspecto, puede resultar de gran ayuda el empleo de la manifestación del rebrote como indicadora de la adaptación de la cultivar a ese ambiente en particular, al menos entre cultivares de ajo tipo blanco. En este sentido, como quedará expresado previamente, es de esperar que aquellos cultivares que muestran alto potencial productivo y la menor proporción de plantas rebrotadas en una zona o época de plantación determinada, serán aquellas que mejor aprovechan el ambiente en el que crecen, debiendo ser entonces seleccionadas para el sitio en cuestión.



Foto 21. Planta de ajo con ramaleo



Foto 22. Planta de ajo sin ramaleo

VI. PROPAGACIÓN

Existen dos modalidades para la propagación de plantas del ajo: por semilla de procedencia sexual y por dientes o bulbillos de procedencia vegetativa; las flores del ajo rara vez son fértiles y por ello, la obtención de semilla es rarísima y se utiliza para la mejora genética a través de cruzamientos y para la obtención de plantas exentas de virus.

La multiplicación empleando los bulbillos florales, como pasa con las semillas botánicas no se producen en cantidad suficiente para su utilización, además no tiene la cantidad de sustancias nutritivas que poseen los dientes normales (bulbillos).

6.1 MÉTODOS DE PROPAGACIÓN DEL AJO

6.1.1 Multiplicación vegetativa

Utilizando los dientes del bulbo, pero se tiene el problema de virus que son causantes de la disminución del tamaño de los bulbos y por ende de la disminución del rendimiento.

6.1.2 Micropropagación

Forma parte de la tecnología de producción de semilla genética en la que se emplea la técnica del cultivo de meristemos que se indica a continuación:

6.1.2.1 Tratamiento de termoterapia de los dientes de ajo

Se somete los dientes a 36 °C – 38 °C, durante 30 a 40 días, con estas temperaturas la multiplicación de los virus en las células vegetales se reduce o se detiene.

6.1.2.2 Desinfección del explante

Se lavan con agua de caño y jabón y luego se lavan con etanol al 70% durante 30 segundos y luego se sumergen las mismas en hipoclorito de sodio al 2% durante 12 minutos, para luego enjuagarlas bien con agua destilada esterilizada en autoclave.

6.1.2.3 Preparación del medio de cultivo

El medio de cultivo que se utiliza en este caso es el modificado para cultivares de ajo blanco. Los macronutrientes son modificaciones del MS, los micronutrientes son originales del MS y las vitaminas son del medio LS.

6.1.2.4 Fase de inicio

Disección o corte del meristemo que es el punto de crecimiento activo del brote del diente y está compuesto por el domo meristemático y un primordio foliar. La regeneración del meristemo se logra en 8 a 10 semanas dependiendo del cultivar y en ese lapso se llega a formar la microplanta de 5 a 6 cm de longitud.

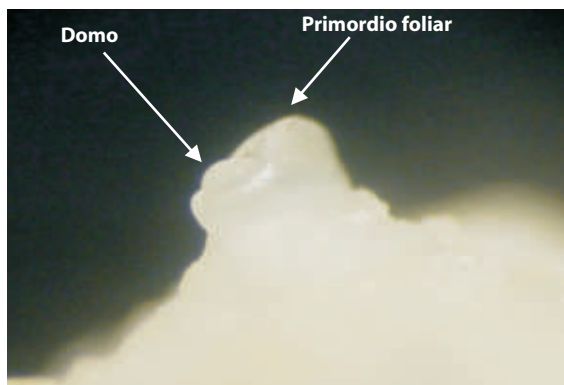


Foto 23. Meristema de ajo



Foto 24. Microplantas de ajo

6.1.2.5 Fase de multiplicación

Cuando las microplantas de ajo se han regenerado a partir del meristemo (foto 24) se procede a trasplantarlas a un medio de cultivo de multiplicación, se siembran las microplantas en magentas se siembra de 4 a 6 brotes por envase.

6.1.2.6 Bulbificación (formación de microbulbillos)

Luego de la fase de multiplicación se separan los brotes y se siembran en medio de cultivo de bulbificación, donde se induce la formación de microbulbillos.



Foto 25. Fase de multiplicación

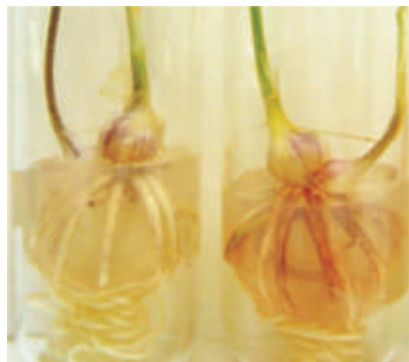


Foto 26. Bulbificación

Este material obtenido conforma la semilla genética y luego de extraerlo de los envases se deja secar y se almacena en un lugar fresco y ventilado.



Foto 27. Microbulbillos

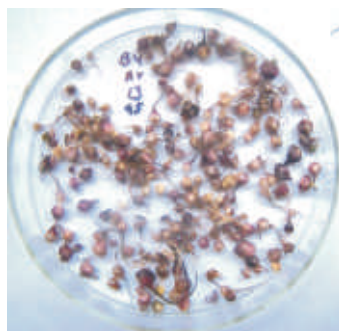


Foto 28. Secado de microbulbillos en placa petri

6.1.2.7 Formación de minibulbillos

Después que los microbulbillos, se producen en laboratorio y culmina el periodo de dormancia, se

siembran en bandejas de almácigo con sustrato de musgo y perlita desinfectado. Este material se considera la semilla pre-básica.



Foto 29. Siembra de microbulbillos



Foto 30. Plántulas de ajo en bandeja

Al final del periodo vegetativo los minibulbillos se extraen de las bandejas cuando ya se observa que las hojas se están secando y se dejan secar en espacios sombreados y ventilados. La siguientes campañas se sembrará este material después del periodo de dormancia en el invernadero en camas bajas para que formen nuevas generaciones de minibulbillos hasta que el alcancen el tamaño adecuado y se produzca luego comercialmente.



Foto 31. Minibulbillos de ajo



Foto 32. Desarrollo de plantas de ajo para formación de minibulbillos



Foto 33. Bulbo de ajo de calidad

VII. REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS

7.1 Agua

Para una eficiente dotación de agua al cultivo de ajo debemos basarnos en la experiencia de la zona o en los cálculos normalizados para determinar la evapotranspiración, con el objetivo de planificar los riegos de una forma correcta.

Se define evapotranspiración como la tasa de pérdida de agua debida a la transpiración de la vegetación, más la evaporación del suelo y de la superficie húmeda de la planta.

Una vez determinada la evaporación del cultivo a lo largo de su ciclo, se puede llegar a determinar la dosis de riego necesaria. Primero se determinan los coeficientes del cultivo que afectan a los parámetros anteriores, en función de las características del mismo. Como información complementaria se debe tener en cuenta que riegos pesados son escasamente efectivos debido al enraizamiento superficial de la planta del ajo. Se debe regar la planta no el subsuelo.

Para optimizar la producción, en un regadío, nunca hay que hacer pasar estrés hídrico al ajo antes que la planta manifieste los primeros síntomas de madurez. Sin embargo, cuando los bulbos toman madurez se debe suspender el riego para permitir una buena formación del mismo y un secado adecuado. La planta de ajo se desarrolla mejor en suelos con un contenido en agua cercana a su capacidad de campo.



Foto 34. Estrés hídrico al ajo

Un exceso de humedad, mientras madura la planta del ajo, incrementa el riesgo de podredumbres que, en el caso más leve, provocan aparición de coloraciones extrañas que disminuyen el valor comercial del bulbo. Los riegos siempre deben suspenderse 20 a 25 días antes de la recolección.



Foto 35. Exceso de humedad en ajo

7.2 Suelo

Se recomienda el uso de suelos libres de patógenos y evitar el monocultivo por periodos prolongados. En lo que a suelos se refiere los requisitos mínimos para áreas bajo riego son:

- Parcelas bien niveladas para riego con pendientes de surco inferiores al 0,2%.
- Capa arable sin limitaciones físicas en profundidad (costras calcáreas, napa freática elevada) y con buen drenaje.
- Textura franco a franco-arcillosa; con un pH inferior a 7,5, nivel de salinidad inferior a 5,0 micromhos hasta los 0,30 m de profundidad y niveles de materia orgánica superiores al 1,5%.
- Suelos libres de nemátodos del género *Ditylenchus*.
- En lo referente a rotación de cultivos, se obtienen resultados promisorios después de cereal, papa, leguminosas, etc.

7.3 Temperatura

El ajo es una de las hortalizas más resistentes al frío, mejor que la cebolla con un rango de temperatura de 10 a 30 °C y se forma los bulbos a temperaturas más altas y conforme los días se van haciendo más largos.

Para un desarrollo vigoroso de la planta de ajo es necesario que las temperaturas nocturnas sean superiores a 15 °C, o un intervalo térmico entre 13 - 24 °C.

La variación de la temperatura entre el día y la noche, es importante porque favorece la traslocación de almidones de las hojas al bulbo.

Se consideran temperaturas óptimas de 15 y 25 °C en la etapa de bulbificación a cosecha, asociados con días más largos. El termo y fotoperiodo interaccionan para inducir la bulbificación, siendo la temperatura, más importante que la duración del día.

Sin embargo, cabe mencionar cuando en los lugares de siembra durante el desarrollo vegetativo, no ha ocurrido una exposición a temperaturas de menos de 20 °C., la formación de bulbos puede no ocurrir; igualmente, una exposición demasiado larga a temperaturas más bajas que las indicadas, puede resultar bulbos sin uniformidad por la formación de dientes axilares; la no formación de dientes convierte a las plantas en **ajo macho** y algunas veces produce el **ramaleo**.

7.4 Fotoperiodo

El ajo necesita fotoperíodos menores a 10 horas luz para su desarrollo vegetativo y para la formación del bulbo más de 12 horas luz.

Está ampliamente aceptado que la dilatación del bulbo de ajo se produce cuando la temperatura media diaria supera los 18 a 20 °C y cuando la duración del día supera un umbral que es diferente para cada ecotipo y genotipo.

Así ecotipos adaptados en las regiones tropicales tendrían un umbral entre 11 y 12 horas; ajos adaptados hasta los 33° de latitud sur oscilarían entre 13 y 14 horas; y aquellos ajos cultivados hasta los 44° de latitud sur oscilarían entre 14 y 15 horas.

En condiciones de día corto (menos de 11 horas luz) y temperaturas bajas (10 a 15 °C) las plantas de ajo permanecen verdes y no forman bulbos.

Para un desarrollo vigoroso de la planta de ajo es necesario un intervalo térmico entre 13–24 °C



Foto 36. Cultivo de ajo en surcos



Foto 37. Cultivo de ajo con riego por goteo

7.5 Altitud

El ajo se encuentra distribuido desde los 10 hasta los 3 700 m.s.n.m., mostrando gran plasticidad de adaptación.

7.6 Humedad relativa

No es muy exigente desde el punto de vista hídrico por lo que en gran medida se cultiva en seco; pero sí es muy sensible a la asfixia radicular. El ajo por su susceptibilidad a enfermedades requiere de baja humedad relativa (60 a 70%) en promedio y días luminosos, localidades o zonas muy nubladas no favorecen la calidad ni la buena formación del bulbo.

7.7 Viento

Este factor tiene incidencia menor, pero gana importancia en especial por sus componentes (dirección, época y velocidad) ya que es el responsable del traslado de vectores de virus o fuente de inóculo de algunas enfermedades (esporas).

7.8 Radiación

El ajo es una especie que bajo condiciones de escasa intensidad lumínica desarrolla un follaje excesivo y bulbifica con dificultad.

VIII. PREPARACIÓN DEL TERRENO

8.1 Momento oportuno de la preparación del suelo

El momento oportuno para la preparación del suelo es inmediatamente después de haber recogido la cosecha anterior de otros cultivos; en costa, durante los meses de enero – marzo y en sierra, de agosto – octubre.

La preparación de terreno en su oportunidad permitirá la incorporación de residuos de cosecha para mejorar el contenido de materia orgánica, facilita la descomposición de residuos vegetales y exponer a los rayos solares las larvas y pupas de distintas forma de conservación de plagas y patógenos presentes en el suelo, realizando un eficiente método de control.

Asimismo en este momento se realiza la incorporación de materia orgánica descompuesta a razón de 15 a 20 t/ha. Ya que esta mejora la propiedades físicas del suelo como la estructura, mejor retentividad de agua en el suelo, etc.



Foto 38. Incorporación de materia orgánica de 15-20 t/ha

8.2 Sistemas de preparación de suelo

8.2.1 Roturación

Esta actividad consiste en realizar la aradura volteando el suelo, de tal manera que la parte superior de la capa arable se introduzca y la inferior se vierta hacia la superficie; esta labor es importante para airear y remover la capa arable donde se desarrolla el sistema radicular del cultivo; además de favorecer la descomposición de los residuos de la cosecha anterior y descomposición de la materia orgánica incorporada y evitar la pérdida de elementos nutritivos.

De preferencia utilizar arados de vertedera porque tienen mejor penetración, uniformidad, como también se puede utilizar arado de discos para poder voltear adecuadamente el suelo.



Foto 39. Aradura de terreno con arado de discos

8.2.2 Mullido

Una vez realizado el arado del suelo, se procede a la pasada de rastra con la finalidad de desmenuzar los terrones y dejar mullido el terreno; esta labor se realiza en forma cruzada, siendo suficiente dos pasadas de grada de discos.

8.2.3 Nivelación

Es necesario que el terreno se encuentre adecuadamente nivelado con la correspondiente pendiente, a fin de evitar encharcamientos de agua que causen problemas fitosanitarios en el cultivo, esta acumulación además producirá asfixia radicular a la planta. La nivelación puede efectuarse empleando una rufa.



Foto 40. Nivelación de terreno

8.2.4 Surcado

El surcado se realiza considerando el distanciamiento de acuerdo a la densidad de siembra del cultivo; para ajos con característica precoz (5 meses) será a 0,50 m y para ajo con característica tardía (7 meses) la distancia entre surco es 0,60 m.



Foto 41. Surcado de terreno para proceder a la siembra

IX. SIEMBRA

9.1 Épocas y densidades de siembra

La temperatura es el factor pre-condicionante a la formación del bulbo, su impacto se relaciona con la época de plantación y antes que comience la bulbo génesis. En ese tramo, temperatura de 2 a 8 °C por uno a dos meses y por unas horas, permiten acelerar la formación de los bulbos. Si la planta no pasa por esta etapa, el bulbo no se forma, aún en días largos y temperaturas altas, después de esta fase siembras tardías posteriores al período de abril-julio, se traduce en rendimientos menores. Si se compara una plantación hecha en abril, con otra de julio, la diferencia en la etapa de cosecha no es de tres meses, sino tan sólo de una a dos semanas, demostrando que el estímulo frío, no es requerido por mucho tiempo y responde bien a temperaturas bajas y alternantes, para luego hacer lo propio con temperaturas altas y fotoperíodos largos.

De todas maneras, el tamaño de los bulbos cosechados y los rendimientos esperados, serán mayores con las plantaciones tempranas.

La siembra se realiza en campo seco, con dientes que muestran raíces en formación, colocándose los dientes en la costilla del surco. Luego de la siembra se aplica un riego pesado.



Foto 42. La siembra de ajo demanda mucha mano de obra

Por los requerimientos climáticos es aconsejable hacerlo entre los meses de abril y julio para condiciones de costa central.

9.2 Cantidad de semilla

El volumen de semilla a utilizarse por hectárea estará en función a la sub especie: así para la sub especie sagitatum (barranquino, pata de perro) se requiere de 1 000 a 1 200 kg de bulbos/ha, para la sub especie vulgare los cultivares INIA 104-Blanco Huaralino, Napurí, Siete mesino etc.) se requiere de 800 a 1000kg de bulbos/ha.

9.3 Acondicionamiento de la semilla (desgrane)

Una vez definido el cultivar a instalar según necesidades del mercado, se procede al desgrane o desgranado de los dientes o bulbillos. El desgranado de los bulbos de ajo se puede realizar de dos formas:

La primera es la más utilizada en explotaciones pequeñas y medianas, se basa en un desgarrado manual del bulbo con una selección visual por parte del operario.

La segunda mediante el uso de maquinaria especial para separar los dientes no utilizados en nuestro medio.

El desgrane manual de los bulbos de ajo tiene grandes ventajas. Por un lado, permite seleccionar una selección unidad por unidad de los dientes que se van a plantar con posterioridad. De esta manera se eliminan todas aquellas que manifiestan algún tipo de síntoma indeseable. Por otro lado, las túnicas que lo protegen permanecen intactas si el operario es suficientemente cuidadoso. La desventaja es su alto costo.

Desinfección de la semilla

De los bulbos seleccionados se separan los dientes externos (mayores de 8,0g de peso) y el índice visual de desarrollo del punto de crecimiento (IVD) pasa los 2/3 de la longitud del diente o bulbillo.

Es recomendable realizar la desinfección depositando las semillas seleccionadas en costales de rafia enmallado, de un peso aproximado de 25 a 30 kg, los costales se sumergen en una solución preparada de Benomyl al 1% para evitar daños por patógenos del suelo y más un bioestimulante para favorecer al enraizamiento de los dientes. Se deja por un espacio de 18 a 20 horas luego de transcurrido el tiempo se deja escurrir sobre una bandeja.

9.4 Densidad de siembra

Con riego por gravedad la densidad de siembra está en relación directa al periodo vegetativo del cultivar de ajo; para ajo precoz (5 meses) los distanciamientos son de 0,50 m entre surcos y 0,10 m entre plantas (400 000 plantas/ha); para ajo tardío (7 meses) 0,60 m entre surcos y 0,12 m entre plantas (277 777 plantas/ha). En ambos casos se trabaja con dos hileras por surco.



Fotos 43 y 44. Siembra de ajo

En riego por goteo de acuerdo a la franja de humedad del suelo y tipo de suelo se trabaja con más de dos hileras distanciadas a 10cm entre sí a ambos lados de la cinta de riego y entre diente o bulbillo de 0,10 m a 0,12 m. (Fotos 45, 46 y 47).



Foto 45. Cuatro hileras de plantas/cinta de riego



Foto 46. Dos hileras de plantas/cinta de riego



Foto 47. Siembra con distanciamientos de 0,10 m a 0,12 m entre diente o bulbillo

X. SISTEMA DE RIEGO APLICADO AL CULTIVO

10.1 Requerimientos de agua de riego

Teniendo en cuenta las características del sistema radicular fasciculado (en “cabellera” muy superficial) y de acuerdo con las condiciones climáticas de la región, es necesario aplicar riego frecuente y ligero en sus diferentes etapas de desarrollo y de la textura del suelo, los primeros seis o siete riegos se deben aplicar cada 15 a 25 días.

El riego es importante después de la siembra para asegurar un buen prendimiento, durante la fase de desarrollo vegetativo y durante la formación y desarrollo del bulbo.

Para un cultivo que se inicia en otoño y culmina a fines de primavera se emplea de 6 000 a 7 000 m³ para riego por gravedad y de 2 000 a 3 000 m³ con riego por goteo, con riegos semanales para el primero e interdiario para el segundo.



Foto 48. Riego tradicional después de la siembra



Foto 49. Riego tecnificado después de la siembra

Posteriormente, cuando las temperaturas comienzan a elevarse, los riegos deben ser más frecuentes, con intervalos entre ocho y diez días. Cuando el ajo ha alcanzado su madurez comercial, se deja de regar, el último riego se aplica a los 15 ó 20 días antes de la cosecha, a fin de que sequen bien las hojas y catafilas envolventes del bulbo.

XI. LABORES CULTURALES

11.1 Control de malezas

El ajo es susceptible a la competencia de malezas, dificultando la cosecha, reduce la calidad y son hospederas de plagas y enfermedades. Las malezas que predominan en costa son *Nicandra physaloides* (capulí cimarron), *Pitraea cuneato* (papilla), *Chenopodium murale* (hierba de gallinazo), *Cyperus sp* (coquito), *Sorghun halapense* (grama china), etc. El campo durante todo el desarrollo del cultivo inicial debe estar libre de malezas.

Se puede realizar el control químico de pre-emergencia o pre-siembra siendo el más recomendado a base de los siguientes productos y dosis:

? Pendimetalina (Prowl) 1,5 l/ha.

? Linurón (Afalón) 600 a 800 gr/ha.

El control de post-emergencia se recomienda hacer con los siguientes productos:

? Linurón 0,2 a 0,3 kg/ha.

? Oxyfluorfen (Goal) 0,08-0,1 l/200l.

? Fluazifop-butil-ester (H-Uno-super) 0,5-0,75 l/ha.

El control manual suele coincidir con las fracciones nitrogenadas recomendándose la realización de este método porque airea (orea) la zona de raíces.

11.2 Fertilización

Consiste en la incorporación de elementos nutritivos al suelo, utilizando fuentes orgánicas e inorgánicas, con la finalidad de mejorar los niveles de fertilidad y permitir al cultivo durante su ciclo vegetativo, la disponibilidad de nutrientes que requieren para su crecimiento, diferenciación de dientes, llenado y maduración de bulbos.

11.2.1 Niveles y fuentes de fertilización

La materia orgánica mejora la estructura del suelo, incrementa la capacidad de cambio de elementos minerales y mejora el desarrollo de microorganismos benéficos. Se recomienda su incorporación a razón de 10–15 t/ha.

La dosis de fertilizantes debe estar basada en los resultados del análisis de suelo, se menciona como referencia una dosis de fertilización 220-100-200 de NPK.

11.2.2 Método y época de aplicación de fertilizantes

En la primera fertilización se aplica, 1/3 del nitrógeno y todo el fósforo y el potasio, se realiza a los 15 días de la siembra; la segunda fertilización nitrogenada se realiza a los 30 días de la primera y la tercera fertilización nitrogenada a los 60 días de la primera.

El método de aplicación es sobre el lomo del surco la primera, la segunda y tercera aplicación es en bandas. Otra forma de aplicación del fertilizante nitrogenado es aplicándolo luego de un riego ligero, regando el fertilizante a lo largo del surco, el inconveniente es que producirá la volatilización del nitrógeno y no se aprovechará el 100%.



Foto 50. Voleo del fertilizante a lo largo del surco



Foto 51. Se tapa el fertilizante con lampa

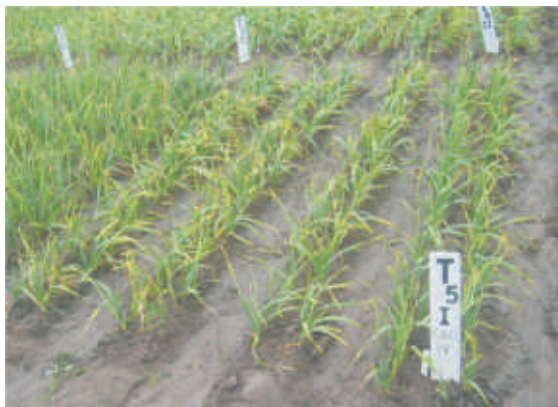


Foto 52. Luego se da un riego ligero

XII. COSECHA Y POSCOSECHA

12.1 Índice de madurez

La determinación de la madurez del bulbo del ajo se realiza en base al estado de las hojas terminales de la planta, se considera que cuando la vegetación se seca o se agosta en más de 1/3 del follaje, el bulbo está presto para ser recogido. La fase de maduración finaliza, no obstante, cuando las hojas terminales comienzan a secarse y pierden el porte erecto, comenzando a doblarse hacia el suelo. Se considera como otro índice de maduración cuando los dientes empiezan separarse entre sí en el interior del bulbo, tal como se observa en la subespecie *sagittatum* (pata de perro), pero esto puede causar que los dientes del bulbo se abran por completo y pierdan su valor comercial.

12.2 Cosecha

El ajo se procede a cosechar a los 150 días en cultivares precoces y a los 210 días de la siembra en cultivares tardíos, cuando los bulbos están bien desarrollados.



Foto 53. Las plantas secas son cultivares de maduración precoz y las plantas aún verdes son cultivares de maduración tardía, de allí la importancia de separarlos para un buen manejo

La recolección se realiza de dos formas: Arrancado manual y mecánico.

Arrancado manual: en esta forma de cosecha se procede arrancando las plantas a mano y dejándolas sobre el lomo del surco para su secado, esta actividad requiere alta demanda de mano de obra lo cual incrementa el costo de producción.



Foto 54. Cosecha manual

Arrancado mecánico: esta labor se realiza con la ayuda de un tractor el cual utilizando una reja con aletas planas procede al removido de las plantas a una profundidad de 15 cm del sistema radicular a fin de no dañar estas, esta actividad requiere bajo número de mano de obra, procediendo luego al sacudido de la tierra adherida al sistema radicular y el colocado de las plantas sobre el suelo para el secado del follaje.

Foto 55. Cosecha mecanizada

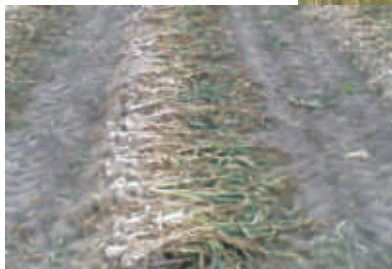


Foto 56. Curado del ajo

12.3 Poscosecha

Una vez recogidas, agrupadas y atadas las plantas del ajo en manojos, se trasladan a las eras. La manipulación poscosecha incluye: colocación de los manojos en las eras, corte del follaje y almacenamiento de los bulbos. Este conjunto de actividades se realizan a mano y al aire libre. Se encuentra muy difundida la práctica del trabajo a destajo. Una vez trasladados los manojos sobre la superficie de la era existen dos modalidades de colocación: extendidos o en montones trapezoidales. El primer sistema se realiza cuando la recolección ha sido prematura y permite que el secado de las hojas sea más completo, ya que los bulbos permanecen sobre el suelo protegidos por el follaje. La formación de montones trapezoidales consiste en colocarlos unos encima de otros, teniendo cuidado de que los bulbos queden hacia el exterior. De esta forma se completa el secado.

El corte del follaje se realiza a tijera de mano o con la ayuda de una hoz colocada en forma invertida en una base de madera, de esta manera se secciona el follaje a unos 2-4 cm de la base del bulbo y se recortan las raíces.



Foto 57. Curado de ajo luego del arranque

12.4 Curado

Es la etapa posterior al arrancado y consiste en someter los bulbos a temperaturas elevadas y baja humedad relativa para provocar la deshidratación de las hojas envoltentes (catafilas). Cuando éstas han disminuido su coeficiente de conductividad hídrica, disminuye el flujo de transpiración desde el bulbo y, por tanto, éste se mantiene turgente. Cuando las condiciones climáticas lo permiten, esta operación se inicia en el campo acordonando los bulbos de varias hileras, tapando unos con las hojas de otros con el fin de evitar escaldaduras de sol.



Fotos 58 y 59. Atados de ajo donde completa el proceso de curado en la fase de campo

La etapa de cura al sol, cuyas condiciones ideales son con temperaturas entre 25 °C y 30 °C y humedad relativa ambiente entre 60-70%, tiene una duración entre 4 y 7 días.

Luego de la etapa anterior, las plantas deben pasar a una cura a la sombra en galpón o en tinglados, cuya finalidad es completar la cicatrización de los ápices de los dientes y disminuir el exceso de humedad de manera tal que garantice un almacenamiento prolongado.

Esta etapa puede durar entre 10 y 20 días, dependiendo de las características del material y de las condiciones ambientales, particularmente la humedad relativa.

El resultado de un buen curado se verifica prácticamente cuando las plantas no poseen olores extraños (causados por hongos o bacterias) ni manchas sobre el follaje, el cual debe permanecer flexible y de color pajizo.

El falso tallo a la altura del cuello debe tener un diámetro reducido. Durante el curado y el almacenamiento las pérdidas de peso varían según el cultivar y el tamaño de los bulbos fluctuando entre el 30 y el 50 %, siendo mayores las pérdidas cuanto más grandes sean y ocurriendo las mayores pérdidas dentro de los primeros 20 días poscosecha.



Foto 60. Cosecha de ajo en campo



Foto 61. Cosecha de ajo en colca o era

12.5 Fisiología en poscosecha

En poscosecha es importante conocer la fisiología de los bulbos de ajo durante el almacenaje para prevenir pérdidas en la calidad.

La madurez del bulbo permite que la hoja envainadora y protectora sirva como empaque natural de los dientes protegiéndolos contra la humedad, entrada de oxígeno e infecciones por insectos y patógenos, esto debido a que la hoja envainadora permiten el aumento de poros y presencia de protuberancias en las hojas jóvenes, lo cual aumenta la probabilidad de pérdidas de masa y susceptibilidad al ataque de microorganismos ya que estas estructuras incrementan la superficie de respiración y de transpiración.

El ajo requiere ser expuesto en campo bajo condiciones ambientales durante unos 10 días para un adecuado proceso de curado, esto permitirá que las hojas protectoras estén completamente suberificadas.

Esto explica la corta vida poscosecha del ajo cuando las hojas protectoras son removidas durante la manipulación.

La conservación de los bulbos de ajo depende de las prácticas agronómicas, el tiempo de cosecha, remoción de follaje seco, manipulación y condiciones de almacenamiento.

El momento de cosecha es importante porque permite maximizar los rendimientos. Igualmente, debe evitarse el retraso en la cosecha ya que puede producir una reducción en la calidad de las hojas protectoras.

Cuando se almacenan bulbos por varias semanas, es necesario mantenerlos en condiciones sanas, sin mayores pérdidas en sus características físicas y químicas, pero además con buenas características organolépticas que le permitan ser transportados y comercializados sin mayores inconvenientes.

Por otra parte, los niveles de piruvato son una medida de la pungencia de los bulbos y representan un factor que afecta el almacenaje en ajos.

Con el propósito de evaluar las diferencias en las características físicas y químicas de los bulbos de ajo cosechados en dos momentos a 90 y 120 días después de la siembra (dds) y almacenados a temperatura ambiente y ver como los cambios que pudieran existir al cosechar los ajos con diferente estado de madurez.

De las evaluaciones de las características físicas y químicas del ajo (*Allium sativum* L.) cosechado a 90 y 120 días después de la siembra (dds) y almacenado en condiciones ambientales por 120 días.

Los bulbos cosechados a 120 dds presentaron hasta un 50 % mayor masa fresca que los cosechados en 90 dds. Sin embargo, tuvieron mayor pungencia, determinada por los niveles de piruvato. La pérdida de masa fresca durante el almacenamiento fue similar en ambos tratamientos. Los dos momentos de cosecha registraron valores similares de pH y sólidos solubles totales (SST). La acidez total (AT) fue mayor en bulbos de 90 dds, por lo que la relación SST/AT fue superior en bulbos de 120 dds. El almacenaje en condiciones ambientales por un tiempo de 120 días produjo sólo una pérdida pequeña de masa fresca.

Forma adecuada de almacenamiento de ajo para semilla

Una vez trasladados los manojos sobre la superficie de la era existen dos modalidades de colocarlos: Extendidos o en montones trapezoidales.



Fotos 62 y 63. Ajos almacenados en manojos extendidos o en manojos colgados sobre ristras



Fotos 64, 65 y 66. Ajos almacenados en montones trapezoidales

12.6 Pre-acondicionamiento

Esta etapa comienza con el desrame, que consiste en cortar el falso tallo de 1 a 3 cm por encima del bulbo. Simultáneamente se cortan las raíces. El corte, que generalmente se realiza en forma manual con tijera de podar y con una hoz colocada en una madera en forma invertida.

12.7 Clasificación en envases

El ajo se clasifica comercialmente en las categorías; Flor, primera, segunda y tercera. Los envases utilizados para el mercado nacional son en mallas rashel la cual mantiene fresco y ventilado al bulbo de ajo.



Fotos 67, 68 y 69. Tipos de envases utilizados en la comercialización de ajo

XIII. EL CULTIVO DE AJO Y SUS PROBLEMAS FITOSANITARIOS

El ajo por su susceptibilidad a enfermedades requiere de baja humedad relativa en promedio (60 a 70%) y días luminosos; localidades o zonas muy nubladas no favorecen la calidad ni la buena formación de bulbillos por predisponer a las plantas a la presencia de manchas foliares como ocurre en la costa por la alta humedad relativa que coincide con la etapa vegetativa del cultivo.



Fotos 70 y 71. Aplicación de productos químicos para el control de plagas y enfermedades

Requiere de suelos de buen drenaje y liviano, de textura franco arenosa no muy altos en materia orgánica, para favorecer el desarrollo de los bulbillos; el encharcamiento y alta humedad del suelo propicia pudriciones radiculares de las plantas y de los bulbillos. El pH del suelo debe ser cercano a la neutralidad ($\text{pH}=6.5$), las plantas no toleran la alcalinidad, condiciones de estrés en las plantas que favorecen la presencia de enfermedades radiculares.

La densidad de siembra varía de acuerdo a la variedad, con el tipo y fertilidad del suelo y el sistema de siembra a utilizar, la cual debe ser adecuada para evitar la alta densidad de plantas que favorecen la alta incidencia de manchas foliares y daños por thrips.

Para realizar la siembra, la semilla debe haber cumplido su período de reposo, que es el tiempo necesario para romper la latencia, de otro modo los dientes sembrados poco después de la cosecha no germinan o lo hacen pocos y terminan pudriéndose, esto ocurre cuando se siembra en estado de semilla latente.

Los cultivares que se siembran son el Blanco Huaralino, Morado Arequipeño, Morado local de cada zona, Pata de Perro, Barranquino y cultivares introducidos de otros lugares, que se diferencian por sus características morfológicas y reacción a los problemas fitosanitarios, dependiendo del lugar donde se cultiva.

13.1 Enfermedades

13.1.1 Mancha púrpura (*Alternaria porri*)

Distribución

Presente en todas las zonas donde se siembran liliáceas (ajos, cebolla, poro).

Síntomas

En las hojas de la planta la enfermedad produce lesiones pequeñas de color blanco al inicio de la infección, que luego se convierten en manchas sumergidas marrón oscuro de forma elíptica que luego adquieren una coloración púrpura con centro marrón claro que contienen a las esporas del patógeno.



Foto 72. Hojas de ajo afectadas por *Alternaria porri*

La infección bajo condiciones favorables avanza en las hojas en forma longitudinal de color marrón amarillento desde la zona afectada en ambas direcciones, que posteriormente llegan a necrosar toda la hoja, causando en el campo la apariencia de chamuscado. Las esporas del patógeno son diseminadas por el viento y la sobrevivencia es en los dientes de ajo, desecho de cosecha infestados y en forma saprófita en el campo.

Condiciones favorables

La enfermedad es favorecida por la alta humedad relativa (mayor a 90%), que con frecuencia coincide con la etapa de máximo desarrollo de la planta en siembras de costa central y se intensifican cuando la humedad del suelo es alta, la densidad de plantación es elevada y los niveles de nitrógeno también son altos, las que además son favorecidos por temperaturas frescas a frías (14 a 22 °C) y uso de semilla contaminada.



Foto 73. Hojas con síntomas de mancha púrpura

Manejo de la enfermedad

En campos muy infestados por la enfermedad, realizar rotación de cultivos, eliminación de desechos de cosecha contaminada, manejo de densidad de plantación para mantener aireado el campo de cultivo, manejo de agua de riego oportuno sin causar encharcamiento del suelo, nutrición balanceada, evitar presencia de malezas en el campo de producción y siembra de cultivares tolerantes con semilla garantizada en sanidad. Bajo condiciones favorables de clima y variedades sensibles realizar aplicaciones preventivas de fungicidas a base de Mancozeb, Clorotalonil, Captan y Metiram en forma alternada, que ayudará reducir los daños producidos por la enfermedad.

13.1.2 Punta seca (*Stemphyllium spp.*)

Distribución

La enfermedad está presente en todas las zonas donde se siembran liliáceas.

Síntomas

Las plantas al inicio de la infección muestran un amarillamiento del ápice de las hojas que luego se necrosan de color pajizo, en la que se produce masas pulverulentas de conidios del patógeno que son diseminados por el viento para la infección de nuevas hojas en formación y/o desarrollo.



Foto 74. Hoja de ajo con daño inicial de *Stemphyllium spp*

Cuando la infección es generalizada en el campo las plantas presentan aspecto de quemado, además de reducir el desarrollo normal de las plantas, campos sembrados con semilla de mala calidad se muestran muy sensibles a la enfermedad. El tejido necrosado en el ápice de las hojas favorece infección por *Botrytis spp.*

Condiciones favorables

Uso de semilla de mala calidad, siembra en suelos salinos, alta humedad relativa y campos infestados por desechos de cosecha contaminadas por la enfermedad.

Manejo de la enfermedad

Rotación de cultivos, uso de semilla de calidad, nutrición balanceada, manejo de agua de riego adecuado para evitar daños por sales al cultivo, nutrición balanceada y aplicaciones de fungicidas a base de Mancozeb, Iprodioni, Cimoxanil, Propineb, Benalaxil, Tolyfluanid y Oxicloruro de Cobre.



Foto 75. Hoja de ajo con daño severo de *Stemphyllium spp*

Para su control en la fase vegetativa se realiza aplicaciones al follaje con fungicidas a base de Alliete (Fosetil aluminio a la dosis de 500 g/200 lt de agua).

13.1.3 Roya (*Puccinia alli*; *P. porri*.)

Distribución

Se encuentra afectando plantas de ajos de bulbillos de color blanco con mayor severidad en Costa Central. Esta enfermedad también puede afectar a otras especies de *Allium* como la cebolla y cebollita china.

Síntomas

Frecuente observar en costa central entre los meses de julio, agosto y setiembre, originando en las hojas al inicio de la infección puntos pequeños blancos, que se tornan luego a manchas de color amarillo a anaranjadas, que son las pústulas que producen a las uredosporas, que producen esporas que reinfectan al ajo en la misma campaña agrícola.

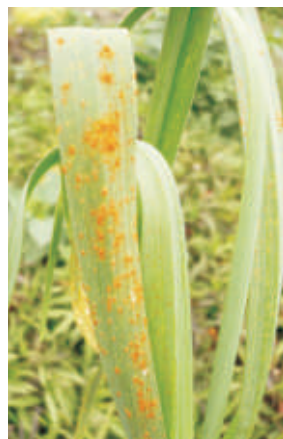


Foto 76. Hoja de ajo con síntoma de roya

Las esporas al final del período vegetativo del cultivo se transforman en pústulas de color negro que contienen a las teleosporas, estado que le permite sobrevivir de una campaña a otra en los restos de cosecha contaminada, que sirven de fuente de inóculo para las infecciones de nuevas plantaciones. Ataques tempranos y severos llega a desecar las hojas, acelerar la maduración y disminuir los rendimientos. Las esporas del hongo son diseminados por el viento.

Condiciones favorables

Presencia de alta humedad relativa de hasta 100%, temperaturas entre 10 a 15 °C, variando de > 24 °C y <10 °C en costa central, plantas estresadas y variedades susceptibles. El patógeno hiberna como uredosporas y teliosporas en restos de cosecha contaminados y son diseminados por el viento.

Manejo de la enfermedad

Rotación de cultivos en zonas contaminadas, uso de semilla sana, siembra de variedades tolerantes, no dejar cultivos abandonados, evitar suelos salinos y compactados, aplicar fertilización balanceada del campo de cultivo, eliminar desechos de cosecha contaminadas, nutrición balanceada de las plantas. La aplicación de fungicidas debe ser en forma preventiva en base a Oxiclورو de cobre, Mancozeb, Clorotalonil, Ciproconazol, Tebuconazole, Propiconazol.

13.1.4 Pudrición basal (*Fusarium oxysporum*)

Distribución

Esta enfermedad afecta cebollas, ajos, poros, cebollita china en las zonas donde se siembra el cultivo, siendo los daños más severos en la costa cuyos síntomas se manifiestan al final del período vegetativo de las plantas. El patógeno causante de la enfermedad es habitante natural del suelo (comportamiento saprofítico) y persiste en el suelo por muchos años sin la presencia de las Alliaceas.

Síntomas

Los síntomas de la enfermedad son un amarillamiento del follaje, iniciando en las hojas basales de la planta y con frecuencia se inicia por un lado de la planta. Las hojas infectadas se tornan marrones posteriormente, por la pudrición de raíces que se desprende con facilidad al extraer la planta del suelo, síntomas que avanza hacia el disco decolorando la zona de inserción de los dientes del ajo. Plantas infectadas no forman bulbillos. En almacén, produce deshidratación de los dientes, las que finalmente se muestran momificadas de color marrón oscuro y de apariencia dura.



Fotos 77 y 78. Daño de *Fusarium oxysporum* en planta de ajo

Condiciones favorables

Alta humedad del suelo, suelos salinos y arenosos favorece infección de raíces de las plantas. Por ser una enfermedad que se muestra en la etapa de madurez de los bulbillos, la temperatura alta favorece su desarrollo.

Manejo de la enfermedad

En campos de producción de ajo es recomendable el uso de nitrógeno en forma de nitratos mas que la forma amoniacal; promover un drenaje adecuado del campo de cultivo, incorporar materia orgánica para incremento de los hongos

antagonistas, siembra de semilla de sanidad comprobada de variedades resistentes que procedan de campos libre de presencia del patógeno, limpieza de equipos para evitar infestación de campos de producción, incorporación de materia orgánica y rotación de cultivos. Las aplicaciones de hongos antagonistas reducen la incidencia de la enfermedad (*Trichiderma harzeanum*).

13.1.5 Mildiu (*Peronospora destructor*)

Distribución

Se observa en costa central, en algunas campañas con alta intensidad, en la zona de Huaral y Supe.

Síntomas

Produce manchas en hojas de color pardo oscuro (necróticas) de forma irregular que aparece en las hojas de variedades muy suculentas. Bajo condiciones adecuadas de temperatura y humedad pueden destrozar el campo de cultivo. Es una enfermedad que afecta en forma severa a la cebolla y muy esporádicamente se encuentra afectando ajos en costa central.

Condiciones favorables

Requiere condiciones de temperatura de 15 a 25 °C y humedad relativa elevada de 80 a 95%.

Manejo de la enfermedad

Eliminar rastrojos infestados que son fuente de inóculo de la enfermedad, manejo de agua de riego adecuado y oportuno de las plantas. En zonas endémicas es conveniente el empleo de fungicidas como medida preventiva o bien al inicio de los primeros síntomas de la enfermedad con aplicaciones de Oxicloruro de Cobre, Clorotalonil, Mancozeb y Cymoxanil.

13.1.6 Moho gris (*Botrytis cinerea*)

Distribución

De amplia distribución afectando hortalizas y frutales.

Síntomas

Afecta hojas después de la infección de **punta seca** y produce pudrición de bulbillos en almacén.

Condiciones favorables

Requiere de condiciones de alta humedad relativa y humedad del suelo para causar daño en hojas y bulbillos que muestran heridas realizadas durante las labores agrícolas y en la cosecha.

Manejo de la enfermedad

Evitar daño en follaje y herida de bulbillos durante la cosecha. Aplicaciones de productos a base de Tebuconazole reduce daños por la enfermedad.

El control con aplicaciones de iprodione o vinclozolin, en aplicaciones dirigidas al cuello de las plantas, a la dosis de 200 cc/200 litros de agua.

13.1.7 Cabeza negra (*Heterosporium alli.*)

Distribución

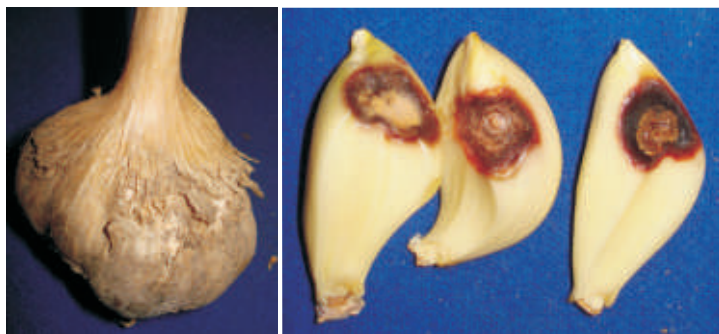
Se encuentra afectando plantaciones de ajo en costa y sierra.

Síntomas

El nombre de la enfermedad **cabeza negra** se debe al daño que causa en las hojas envoltantes de los bulbillos, que se manchan de color marrón oscuro y se desprenden con mucha facilidad según el avance de la enfermedad dejando desprotegido a los bulbillos. En almacén, llega a infectar dientes produciendo manchado y luego pudrición seca con

presencia de micelio blanco algodonoso y gran cantidad de conidias del hongo. La exposición de los dientes por la degradación de los tejidos envolventes favorece infección de patógenos de almacén (*Aspergillus* y *Penicillium*).

Es frecuente observar en bulbillos almacenados por largos períodos manchas casi circulares hundidas de color marrón claro a marrón oscuro con centro pajizo; los bordes de la mancha son anillos de color marrón rojizo. A medida que avanza la necrosis, la zona infectada se muestra de aspecto duro en las que se forma las estructuras del hongo, la incidencia de la enfermedad es baja.



Fotos 79 y 80. Daño de *Heterosporium allii*, en bulbo y dientes de ajo

Condiciones favorables

Variedades sensibles, riegos realizados antes de la cosecha, cosecha a destiempo con alta humedad del suelo, curado inadecuado para el almacenamiento, alta humedad de los almacenes.

Manejo de la enfermedad

Agoste de las plantas al final de la madurez fisiológica, cosecha oportuna y buena curada de los bulbillos.

13.1.8 Moho azul (*Penicillium spp.*)

Produce deshidratación y manchas de color oscuro a los bulbos, las manchas están recubiertas por un moho verde azulado que son las conidias del hongo. La enfermedad puede causar pérdida total de los bulbillos por mal almacenamiento (cuando se utiliza costales de polipropileno o rafia), que es frecuente observar en las zonas productoras de ajo. Cuando se utiliza semillas obtenidos de bulbillos mal almacenados, después de la siembra puede causar pudrición durante el brotamiento y/o 1 a 2 semanas de brotado la planta muere. Para evitar daños por la enfermedad efectuar un buen curado de los bulbillos, luego guardar con todo el tallo en lugares con sombra y ventilado que permitirá mantener la calidad de los bulbillos para la siembra.

13.1.9 Enfermedades causadas por virus

Los virus que afectan al cultivo de ajo y que han sido identificados en costa central con plantas indicadoras y antisuero, son:

- Garlic mosaic virus (GMV)
- Garlic latent virus (GLV)
- Onion yellow dwarf virus (OYDV)

Los virus identificados, han ido variando de acuerdo a las pruebas de mayor sensibilidad en la caracterización realizada en otras latitudes.

Síntomas

Los virus que afectan al ajo están ampliamente distribuidos en las zonas productoras, siendo la infección muy severa en las variedades que se siembran por la falta de semilla con calidad sanitaria que se utiliza. Para otras latitudes se tiene reportados y bien caracterizados los virus que infectan a especies del género *Allium*, trabajos que proporcionan

resultados más o menos concretos y muchos son equívocos. El llamado **mosaico** o **garlic mosaic virus** o GMV que después de muchas publicaciones, se trataba de un complejo de virus (OYDV + carlavirus + potyvirus latente) (Delecolle & Lot, 1981). Este virus antes llamado **mosaico del ajo** y reportado para costa central tenía características incomprensibles que se conocieron al estar bien caracterizados los OYDV = Onion yellow dwarf, LYSV = Leek yellow stripe virus y SLV = Shallot latent virus.



Fotos 81 y 82. Hojas de ajo con síntomas de virosis

Tanto los potyvirus como los carlavirus son transmitidos por áfidos en forma no persistente en el vector, la que se tiene en altas poblaciones en costa central; sin embargo, un pequeño grupo de virus son transmitidos por hongos del género Polimixa, ácaros eriofidos y aleirodido, teniendo a los ácaros en la zona en altas poblaciones de los bulbillos del ajo, comprobación de transmisión que debe ser estudiada. Con relación al virus OYDV de la cebolla, es fuente para la transmisión a los campos de producción de ajo.

En los campos de producción de ajo es frecuente observar síntomas de estrías de color amarillo en el follaje, la que se muestra desde la zona de inserción de las hojas y avanzando en forma paralela hacia el ápice; plantas infectadas muestran bulbillos muy pequeños y si la infección es muy temprana la planta no llega a producir bulbillos provocando pérdidas económicas por el bajo rendimiento obtenido.

Condiciones favorables

Uso de semilla infectada, presencia de áfidos y ácaros transmisores de virus en las plantaciones de ajo.

Manejo de la enfermedad

Los virus sólo se pueden erradicar mediante el empleo de técnicas biotecnológicas (saneamiento, diagnóstico y producción *in vitro* de las variedades) y un manejo adecuado de los campos de producción de semilla en campo, que permitirá uso de semillas libre de esta enfermedad por los productores. En la EEA Donoso se cuenta con la técnica de multiplicación *in vitro* y producción de semilla de variedades de ajo.

13.2 Plagas

13.2.1 Thrips (*Thripstabaci*)

Constituye una de las principales plagas asociadas al cultivo de ajo, junto con los ácaros y nemátodos. Son conocidos como piojos de las plantas, son insectos cosmopolitas, polifitófagos que ataca una gran diversidad de hospederos desde cultivos hortícolas, frutícolas, ornamentales, forrajeras, industriales, también malezas. Es un insecto pequeño, alargado, cuyas ninfas y adultos se colocan en la base de las hojas más nuevas o jóvenes (axila de las hojas) formando verdaderas colonias donde cohabitan ninfas y adultos que raspan la epidermis produciendo lesiones de coloración blanquecina plateado, desarrolladas en sentido longitudinal

por el crecimiento de las hojas como consecuencia de su hábito de alimentación, al comienzo los daños en las plantas son de color amarillento, para posteriormente mostrar un color pajizo como quemado. En daños severos se observa distorsión de las hojas que se retuercen y rizan con detención de crecimiento de las plantas, mostrando las hojas una tonalidad bronceada y pudiendo llegar a morir.

Debido a la particularidad de ubicarse el insecto en las axilas de las hojas dificulta su observación, sumándose a ello su pequeño tamaño y en la medida que las hojas de ajo van creciendo y expandiéndose comienza a observarse las lesiones plateadas.

La evaluación recomendada por muchos autores es el conteo de todas las plantas en un metro lineal, donde se considera el número total de trips (ninfas y adultos); la operación debe repetirse 10 veces en una hectárea de terreno. Los métodos de recuento desarrollados son el método directo donde se cuentan los trips en las plantas de ajos en el campo; el método extractivo, donde se extraen plantas de ajo del campo de cultivo que son trasladados al laboratorio en bolsas de papel para conteo de la plaga, es el más exacto, pero poco práctico; por golpeo de las plantas con la mano sobre una bandeja de plástico blanco o material engomado. Las evaluaciones se realizan por la mañana y con una frecuencia de muestreo semanal durante el ciclo vegetativo del cultivo, que permita determinar la dinámica poblacional de la plaga.

Manejo de la plaga

Se cuenta con reducido número de enemigos naturales, siendo los predadores el grupo más importante en el control natural, evitar estrés de las plantas y presencia de malezas en los campos de producción. Aplicaciones de insecticidas a base de cipermetrinas, deltametrinas, carbaril, con pulverizado de gotas que deben ponerse en contacto con la parte basal de la planta, donde se alojan estos insectos.

En almacén se tiene reportado daños producidos a nivel de los bulbillos por larvas de polilla y presencia de poblaciones de ácaros, sin importancia económica por el momento, las que deben ser evaluadas permanentemente para aplicar el control respectivo. También es frecuente observar daños por ácaros cuando las plantas sufren falta de humedad del suelo y en almacenes mal ubicados.

Pueden ser controlados, con metamidofos a la dosis de 600 cc/cilindro de 200 litros de agua y Cypermethrina a 200 cc/200 lt de agua.



Fotos 83 y 84. Plantas de ajo con daño de thrips

13.3 Nemátodos

En prospecciones realizadas, se constató una fuerte infestación en el cultivo por el nemátodo del tallo afectando los bulbillos del ajo por *Ditylenchus dipsaci* (Kuhn) Filipjev en la sierra y en Arequipa. Al cuantificar el daño en campos de producción se concluye que este nemátodo reduce los rendimientos y calidad de los bulbillos, y las pérdidas en los campos varía de 20 hasta 80%, dependiendo de la sanidad de semillas-diente utilizada en la siembra.

Biología

El nemátodo del tallo y de los bulbillos, es un organismo que puede vivir libre en el suelo, en tejidos secos o rastrojos de cosecha. El adulto tiene forma de aguja y mide de 1 a 1,6 mm de longitud. Para alimentarse perfora los tejidos de la planta de ajo con el estilete o boca ubicándose posteriormente dentro de los tejidos de la planta. Allí se reproduce y va infestando los tejidos sanos, por lo que se clasifica como un ENDOPARÁSITO MIGRATORIO. En un medio óptimo para su reproducción, el ciclo de vida se completa entre los 19 y 21 días y cada hembra produce en promedio 500 huevos que son depositados en los tejidos de la planta o en el suelo, los huevos sobreviven en condiciones extremas de calor o frío de la sierra. Las larvas que eclosionan de los huevos pasan por 3 mudas antes de transformarse en adultos. La fase conocida como pre adulto o larva infectiva es capaz de soportar secamientos extremos, persistiendo como fuente de infestación por mucho tiempo, que le permite soportar las condiciones extremas en la sierra. En costa central, en las evaluaciones realizadas la presencia del nemátodo es nula, debido a que no se establece por sembrarse el ajo en suelos ligeramente salinos; como tal, los suelos son supresivos a la supervivencia del nemátodo.



Foto 85. Plantas de ajo afectadas por el nemátodo del tallo y los bulbillos

Sintomatología

La infección puede ocurrir en cualquier estado de desarrollo de la planta, cuando los daños ocurren muy temprano, los efectos son muy severos o importantes. Al utilizar semilla infestada por *Ditylenchus dipsaci*, se produce plantas sin vigor y amarillentas, disminuye su consistencia y cuando la infestación es severa, la base de la planta se ve necrosada o carcomida, cuyas plantas infectadas se desprenden con facilidad del suelo, exponiendo a los bulbillos sin presencia de las catáfilas.

Cuando se siembra semillas-diente infestada se provoca en las plantas un ataque temprano, la que se observa en plantaciones de Junín, Huánuco, Ayacucho, Cajamarca, Arequipa, donde las plantas emergen sin vigor y amarillentas. El tallo se engruesa poniéndose fofo y con un sistema radicular deficiente o ausente. En infecciones tardías, es posible observar un pobre crecimiento de las plantas y deformación de hojas. Los bulbos maduros se ablandan y presentan un color blanquecino, lo que se evidencia después de la cosecha.

Los adultos del nemátodo sobreviven en los bulbillos (dientes) infestados, en plantas voluntarias o en otras especies hospederas (malezas), este nemátodo afecta más de 450 especies de diversas categorías taxonómicas.



Foto 86. Bulbos de ajo con daño causado por el nemátodo del tallo y de los bulbillos

Transmision

El nemátodo del tallo y de los bulbillos se disemina por medio de:

- Bulbillos infestados que se comercializan como semilla.
- Restos de cosecha que quedan en el campo de cultivo.
- Restos de plantas o suelo con nemátodos que quedan adheridos a herramientas de trabajo o maquinaria agrícola.
- Agua de riego, que pasa por campos infestados.

Condiciones que favorecen su desarrollo

La presencia de agua libre es fundamental para la infección de la planta por este nemátodo en el suelo, y en zonas templadas y frías características de la sierra requiere de:

- Suelos franco arcillosos, arcillosos o aquellos suelos que retienen humedad, donde se desarrolla mejor.
- Temperatura óptima de reproducción es de 15 a 18°C y una humedad sobre 70%.
- Presencia de malezas hospederas reportados como *Melilotus indicus* L. *All* y *Portulaca oleracea* L.

Control

Si bien se cuenta con algunos métodos de control químico, ninguno resulta tan efectivo como iniciar la instalación de un campo con semilla -diente naturalmente sana, sin embargo es importante hacer un análisis para determinar la presencia o ausencia de los parásitos, como también un análisis de suelo antes de la siembra. Nunca debe sembrarse ajo en terrenos donde se haya sembrado alfalfa, haba, cebolla, ajo, avena y zanahoria, sin un previo análisis. Aplicaciones de productos biológicos, reduce poblaciones de nemátodos en los campos de producción.

En ajo-semilla infestada, tratamiento con soluciones de Vidate, Nematicur y Furadan ayudan a controlar al nemátodo; preparar en 200 litros de agua el Furadan que debe ser usado solo para tratar 300 kilogramos de semilla, luego el preparado debe ser renovado totalmente con otra solución.

Otro método consiste en hacer una preparación de 25 kilogramos de ajo molido disuelto en 100 litros de agua, donde se sumergen 100 kilogramos de semilla de ajo durante 18 horas, o también, remojar la semilla en agua por 24 horas, luego eliminar y proceder a la siembra.

Después de la siembra, resulta inútil hacer aplicaciones con algún nematicida, sobre todo al follaje, ya que es muy difícil controlar totalmente a *Ditylenchus dipsaci*.

Como control cultural, es posible efectuar rotación de cultivos de 4 ó 5 años con cultivos que no son atacados como maíz y trigo. El manejo integrado de los problemas fitosanitarios ayudará bajar la incidencia y reducción de rendimiento del cultivo.

Para las condiciones de la sierra, el establecimiento del nemátodo por las condiciones de sobrevivencia en estado larval del nemátodo ha facilitado tener los campos infestados, sumándose a esto las malezas alternantes.

Aplicaciones de nematicidas biológicos como son Biostat, Micosplag que contienen *Paecilomyces lilacinus* y *Trichoderma harzeanum*, han dado buenos resultados en campos experimentales.

XIV. BIBLIOGRAFÍA

1. **AGRICULTURA DE LAS AMÉRICAS. 1983. FERTILIZACIÓN EFICIENTE:**
Época y método de aplicación aprovechan mejor su inversión.
Junio. 19pp.
2. **AYUSO, P. and PEÑA-IGLESIAS, A. 1981.** The elimination of garlic viruses by thermotherapy and/or tissue culture. Cell Biology International Reports, 5, 835.
3. **BALBÍN, E. 1980.** Evaluación de la calidad odorífica del ajo (*Allium sativum* L.) deshidratados por el método de aire caliente. Tesis Ing. Agrón. UNALM. Lima Perú.
4. **BARDALES, R. 1993.** Evaluación de una población M1 de ajo (*Allium sativum* L.) Cv. Morado Arequipeño irradiada con rayos Gamma Tesis de Grado Magíster – Mejoramiento genético. Universidad Nacional Agraria La Molina. (UNALM). 156 pp.
5. **BHOJWANI, S. S. 1980.** In vitro propagation of garlic by shoot proliferation. Scientia Hort. 13:47-52.
6. **BAZAN, M del R.** Comparativo de rendimiento de cinco Ecotipos de ajo (*Allium sativum* L.) en el valle de Santa – Lacramarca Provincia del Santa. Trujillo – Perú. 91 pp.
7. **BURBA, J. L. 1992.** Producción, propagación y utilización del Ajo (*Allium Sativum* L.). En producción Poscosecha, Procesamiento y comercialización de Ajo, cebolla y tomate. Santiago Chile 63-133 pp.
8. **BURTON, W. G. 1982.** Postharvest Physiology of Food Crops. Longman. New York.
9. **CADAHIA, C. 2000.** Fertirrigación en cultivos hortícolas y ornamentales. Editorial Omega. Primera edición. México. 63-76 pp.
10. **CEPES. 2003.** Centro Peruano de Estudios Especiales. Oficina de información. Jesús María Lima-Perú.

11. **CONDOR, J. 1996.** En Resultados de Investigación en ajo. Época y densidad óptima de siembra, empleando el cultivar *Blanco Huaralino*. 3 pag.
12. **CONDOR, J. 1996.** Resultados de Investigación en ajo. Fertilización en Ajo Blanco Huaralino, 3 pag. FAO. 1992. Producción, post cosecha, procesamiento y comercialización del ajo. Edit. de la Oficina de Regional de la FAO. Santiago de Chile. 43 pp.
13. **GARCIA, R. 1990.** El ajo, cultivo y Aprovechamiento. Edit. Mundi prensa. Madrid. Pag 305 pp.
GROS, A. 1986. Abonos: Guía práctica de fertilización. Mundi-Prensa. Madrid.
14. **HOWELLI, S.H. 1998.** Genética de Plantas y su desarrollo. Cambridge Univ. Press. MA., Estados Unidos.
15. **IBÁÑEZ, M. 1972.** Análisis y diagnostico de la comercialización del ajo en el Perú. UNALM. Lima Perú.
16. **INNES, J., B.D. Harrison, C. J. Leaver y M.W. Bevan. 1994.** The Production and Uses of Genetically Transformed Plants. Chapman & Hall. NY., Estados Unidos.
17. **LUCIO, F. 1998.** El ajos cultivado en España. Edit. Amanecer. Madrid. 74 pp.
18. **MATSUBARA, S. and CHEN, D. 1989.** In vitro production of garlic plants and field acclimatization. HortScience 24(4):677-679.
19. **MAASS, H.I., and M. Klaas. 1995.** Intraspecific differentiation of garlic (*Allium sativum* L.) by isozyme and RAPD markers. Theor. Appl. Genet. 91:89-97.
20. **MESSIAEN, C.M., J. Lallemand, and F. Briand. 1994.** Varietal groups in garlic cultivars. Acta. Hort. 358: 157-159.
21. **MEDINA, V.A. 1990.** Manejo Fisiotécnico del bulbo y bulbillas del Ajo (*Allium Sativum* L). Arequipa-Perú 16 pg.

22. **MC DONALDK, M.B. y L. O. Copeland. 1997.** Seed Production: Principles and Practices. Chapman & Hall. NY., Estados Unidos.
23. **MOLINA, C. 1983.** Revista FONALAP. Fondo Nacional de Investigación Agropecuaria en la Región de los Andes. Revista Bimestral Vol 2 Año 2. Enero-Febrero. 1983. Caracas Venezuela.
24. **MONTERO, A Y SALAZAR, G. 1993.** Cultivo de Ajo en La Costa Centro. Proyecto de Transformación de Tecnología Agropecuaria (TTA). INIA. Lima. 29 pp.
25. **NOME, S. F., A. ABRIL, and R. RACCA. 1981.** Obtención de plantas de ajo (*Allium sativum* L.) libres de virus mediante el cultivo de meristemas apicales. Phyton 41:139-151.
26. **OLIVERA, S.J 2003.** Informe Técnico de Tecnología: Protocolo de Micropropagación de ajo y fresa para la Producción de plantas libres de patógenos, PNI-Hortalizas 44 pp.
27. **ORTEGA, J. J. JARAMILLO, J. OSORIO. 1982.** Ajo. En Manual Técnico de Hortalizas. Instituto Colombiano Agropecuario. ICA. Colombia. 275-285 pp.
28. **PALOMINO E. M 2000.** Memoria Anual Proyecto Mejoramiento y Manejo de Hortalizas, experimento evaluación y selección de cultivares hortícolas de bulbo (ajo). 1 pag.
29. **PALOMINO E..M 2000.** Memoria Anual Proyecto Mejoramiento y Manejo de Hortalizas, experimento Época y densidad de siembra en ajo, 1 pag.
30. **PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION EN HORTALIZAS, 2002.** Memoria Anual el Programa Nacional de Investigación en Hortalizas.
31. **PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION EN HORTALIZAS, 2003.** Memoria Anual del Programa Nacional de Investigación en Hortalizas.

32. PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN HORTALIZAS, 2004.

Memoria Anual del Programa Nacional de Investigación en Hortalizas.

33. PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN HORTALIZAS, 2005.

Memoria Anual del Programa Nacional de Investigación en Hortalizas.

34. PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN HORTALIZAS, 2006.

Memoria Anual el Programa Nacional de Investigación en Hortalizas,

35. PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN HORTALIZAS, 2007.

Memoria Anual del Programa Nacional de Investigación en Hortalizas,

36. PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN HORTALIZAS, 2008.

Memoria Anual del Programa Nacional de Investigación en Hortalizas.

37. PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN HORTALIZAS, 2009.

Memoria Anual del Programa Nacional de Investigación en Hortalizas,

38. PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN HORTALIZAS, 2010.

Memoria Anual del Programa Nacional de Investigación en Hortalizas,

39. SALAZAR, G. 1995. Cultivos de cebollas y ajos. Centro de Investigación y capacitación Hortícola Huaral-INIA. 10 pp.**40. SISTEMA DE INFORMACIÓN RURAL DE AREQUIPA SIRA.** Cultivo transitorio de ajo. Revista Informativa. Arequipa Perú.**41. VILLANTOY, V. P. 1996.** Evaluación y selección de cultivares de ajo (*Allium sativum* L). Informe de experimento concluido. Proyecto centro Técnico para el Cultivo de Hortalizas, 10 pp.

42. **VALENCIA, A. 1994.** Evaluación y Selección de cultivares de Ajo. Informe Anual. Estación Experimental Donoso-CICH-KM-Huaral-Perú.
43. **VAVILOV, N. I. 1992.** Origin and Geography of Cultivated Plants. Cambridge: Cambridge University Press,
44. **VERBEEK, M., VAN DIJK, P. and VAN WELL, M.A. 1995.** Efficiency of eradication of four viruses from garlic (*Allium sativum* L.) by meristem-tip culture. European Journal of Plant Pathology 101:231-239.
45. **WALKEY, D.G.A., WEBB, M.J.W., BOLLAND, C.J. and MILLER, A. 1987.** Production of virus-free garlic (*Allium sativum* L.) and shallot (*A. Ascalonicum* L.) by meristem-tip culture. Journal of Horticultural Science 62(2)211-220.

ANEXOS

ANEXO 1. CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE GERMOPLASMA DE AJO
Cuadro 1: Valores promedio de la caracterización y evaluación de germoplasma de ajo (*allium sativum*)
Fecha siembra: 29 Mayo 2007

Cultivar	Días emerg. 7-6	% germ. 7-6	% Amarill. planta y punta	Color follaje	Longitud de hoja cm	Posic. de hoja	Cruce secc. hoja	Altura planta cm	Ancho hoja mm	Diámetro base tallo mm	Altura follaje cm	Longitud de bulbo mm	Diámetro de bulbo mm
AREQUIPEÑO 9	7	75	60	5	56,40	5	5	77,12	20,8	12,90	41,08	40,36	55,10
AREQUIPEÑO 19	11	40	30	5	58,50	7	5	72,20	21,8	11,92	28,60	37,74	57,94
CAJAMARQUINO ABIERTO	11	30	30	5	56,88	7	5	70,52	20,4	11,88	41,22	37,74	57,94
PATA DE PERRO ABIERTO	13	15	30	5	56,48	7	5	69,84	21,8	11,74	41,96	45,60	64,04
PATA DE PERRO CERRADO	10	40	40	5	58,06	7	5	73,28	21,4	13,45	34,92	35,60	60,92
CAJAMARQUINO CERRADO	7	60	50	5	57,82	7	5	70,78	21,8	12,39	39,12	33,12	53,56
BARRANQUINO (PRECOZ)	14	5	50	5	42,64	7	5	48,36	20,2	9,19	21,70	35,36	50,78
BARRANQUINO (TARDIO)	9	75	50	5	46,72	5	5	54,26	21,8	11,50	25,72	40,78	50,28
INIA 104-BLANCO HUARALINO MEJORADO	10	35	60	5	50,78	7	5	27,86	22,2	12,25	29,42	49,66	63,98
BLANCO HUARALINO	11	40	70	3	45,24	5	5	53,10	17,6	8,63	24,98	37,34	49,34
SELECCIÓN 2005	6	80	60	5	53,16	5	5	61,58	22,2	10,6	23,32	44,28	62,20
CINCOMESINO	6	80	80	3	52,22	5	5	63,74	17,8	9,30	26,04	37,84	47,60
SIETEMESINO	10	40	60	5	49,78	7	5	56,28	22,4	11,63	32,50	41,56	54,68
NAPURÍ 4	6	90	80	3	47,76	5	5	57,44	19,0	9,86	24,10	40,92	53,40
NAPURÍ 9	7	70	70	5	60,24	5	5	73,08	21,8	11,75	30,50	40,78	57,04
FAO 4	6	95	80	3	51,04	5	5	61,12	20,2	9,86	26,34	42,00	61,48
ALPHA SUQUIA	6	100	80	3	57,32	5	5	70,76	20,8	10,13	29,30	37,80	54,22
CRIOLO TARMENO	11	40	50	5	50,56	7	5	58,06	20,6	11,55	30,16	41,74	56,38
ACCESION - 24	6	95	70	5	44,50	7	5	57,02	16,2	9,87	26,20	39,66	51,66
CHAULAN	9	50	30	5	56,38	7	5	69,22	21,8	11,58	35,82	43,68	62,34
	8	70	70	3	48,36	5	5	56,40	21,2	9,73	22,34	39,66	57,00

ANEXO 2. EXPERIENCIA DE LIBERACIÓN DE CULTIVARES DE AJO EN EL PERÚ

El componente genético está integrado dentro de esa fórmula del incremento de los rendimientos con la variedad o cultivar a utilizar, el INIA, cuenta con una colección de material genético de ajo que además de distinguirse morfológicamente presenta precocidad, calidad y buen rendimiento.

Por ello el Programa Nacional de Innovación Agraria en Hortalizas, ha venido evaluando, desde hace 12 años, clones de ajo introducidos y locales, en las zonas de producción de ajo, lo que ha dado como resultado la selección de materiales de buena calidad y alto rendimiento. De estas selecciones, el año 2006, se obtuvo una selección de ajo denominado Blanco – INIA (INIA-104 Blanco Huaralino). Actualmente se tiene un nuevo cultivar denominado “Selección-2005”, obtenido por mutación.

Cultivar mejorado de ajo: INIA 104-Blanco Huaralino (Blanco INIA)

Ámbito de adaptación

Este cultivar se puede sembrar en las regiones de Arequipa, Cajamarca, Ayacucho, Ica, Lima (Chancay-Huaral), Ancash (Chimbote-El Santa), para un buen desarrollo foliar se recomienda sembrar en clima templado (otoño e inicios de invierno), para la inducción de bulbificación se requiere temperaturas nocturnas que oscilan entre 8 a 16 °C (promedio costa central) y para bulbificación y maduración clima templado a cálido (primavera e inicios de verano) de 18 a 24 °C. (Sensación de calor).

Comportamiento a factores bióticos

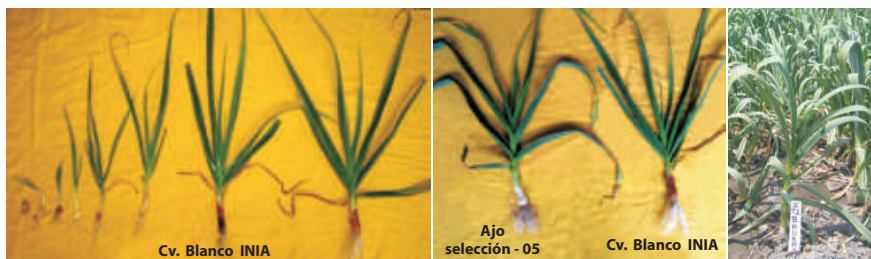
Una de las plagas que mayormente afecta al cultivo del ajo es el Thrips (*Thrips tabaci*), el cual se ubica a lo largo de la lamina foliar, ocasionando daño a la base de las hojas jóvenes donde produce un raspado a la epidermis, formando pequeñas manchas a lo largo de la hoja. El cultivar INIA-104 Blanco Huaralino es tolerante a esta plaga.

Comportamiento a factores abióticos

Tolera mejor las condiciones de suelo de costa central (bajo contenido de materia orgánica, pH, alcalino, con alto porcentaje de material calcáreo, alta humedad relativa, y enfermedades foliares etc.), ya que obtiene la mejor calidad y rendimiento con el mismo manejo agronómico.

Características de la planta

Las hojas son de color verde intenso durante todo el periodo vegetativo y con un grosor de limbo foliar destacable frente a otros clones comerciales, la planta presenta como característica distintiva foliar la forma de una “V” en la inserción al seudo tallo (vaina) y color verde muy intenso inclusive en el momento de madurez de bulbo.



Fuente de material genético

En las zonas donde se siembra ajo, existen selecciones clonales locales y material introducido, identificado con el nombre de la localidad o el color del bulbo, por la mezcla de la semilla (bulbillos), presentan variaciones en cuanto a periodo vegetativo, características de planta y bulbo y susceptibilidad a factores bióticos y abióticos, esto trae como consecuencia que el rendimiento sea bajo debido fundamentalmente al empleo de semilla de mala calidad y niveles altos de daño económico de problemas fitosanitarios como nemátodos y enfermedades del bulbo y raíz, el cual se acentúa por el tipo de propagación asexual que se realiza.

Mecanismo para la obtención de la semilla genética (bulbillos) de ajo INIA 104- blanco huaralino

Mantenimiento de la semilla en la fase de laboratorio

La selección clonal mejorada de ajo **INIA 104- Blanco Huaralino**, a través de la Biotecnología se realiza el mantenimiento de la semilla genética-básica, obteniéndose microplantas, microbulbillos y bulbillos de ajo libre de enfermedades, lo que permite obtener rendimientos hasta 24 t/ha.

Metodología

Olivera 2003, menciona que como primer paso de la selección clonal promisorio de ajo **Blanco Huaralino**, se seleccionó los bulbos de plantas sanas y vigorosas, luego se cultivó en un invernadero en cuarentena para la producción de bulbos donde se seleccionan los dientes (bulbillos) tipo cuña, se pelan, se cortan dejando la mitad que contiene el disco basal, con la ayuda de un microscopio estereoscópico se disecta el meristemo o porción apical, el cual se siembra para la formación de una microplanta.

El desarrollo de esta microplanta en la primera fase que se denomina de inicio el periodo que dura la formación de la microplanta es de 40 a 60 días dependiendo del cultivar. Las microplantas de ajo para que formen un macollo se dividen en 3 a 6 partes conteniendo cada uno 3 a 4 tallos, esta fase de multiplicación dura 45 días en el caso del ajo. Luego se induce la bulbificación o sea la formación de microbulbillos se produce un estrés osmótico, para lo que al medio de cultivo se le eleva la concentración de sacarosa, de esta manera se induce la formación de los microbulbillos en un periodo de 30 a 40 días y tienen un peso de 40 a 200 mg y diámetro de 3 a 6 mm con tonalidades de rosado a morado oscuro.

Luego del periodo de dormancia, se siembran los microbulbillos que luego llegarán a formar minibulbillos de 0,20 a 0,45 gramos y diámetro de 6 a 10 mm. Los minibulbillos de ajo seguirán dos campañas más. En esta generación los minibulbillos formarán de 2 a 4 dientes y aumentarán con las siguientes campañas.

Mantenimiento de la semilla genética en la fase de campo

La semilla genética de ajo **INIA 104 - Blanco Huaralino**, inicial denominado minibulbillos, luego de dos campañas cuando han alcanzado el tamaño de los bulbos normales se puede sembrar en campo en forma comercial y así en primera generación se obtiene rendimientos superiores a 24 t/ha, recomendándose emplear el mismo material hasta tres generaciones en donde se obtienen rendimientos hasta de 15t/ha.

Cada año se debe tener un campo semillero de ajo **INIA 104 - Blanco Huaralino**, el cual servirá para continuar los ciclos de producción de semilla y así poner a disposición del agricultor a nivel nacional.

Para lograr efectividad en la investigación se realizó la selección clonal de ajo de todas las zonas productoras, se evaluó y se incrementó el germoplasma de ajo promisorio; este material genético se selecciona a través de los años y se le empleó como base para iniciar el proceso de mejoramiento y repetir la selección durante varias generaciones hasta alcanzar la mejora deseada como se explica en el gráfico siguiente:

Proceso de obtención del cultivar mejorado de ajo INIA 104 - Blanco Huaralino

A. Recolección de material genético (desde el año 1994)



Recolección de material genético de las zonas productoras de ajo en el Perú,

B. Identificación de material promisorio (1994 al 2003)



Ensayos de adaptación y eficiencia en épocas de siembra y localidades, y luego en campo de agricultores



C. Identificación de la selección Blanco Huaralino, con rendimiento promedio de 16 t/ha

D. Evaluación del ajo denominado INIA 104 - Blanco Huaralino



Se evaluó en el año 2003, 2004, 2005 conjuntamente con otras selecciones, destacando por su buen vigor de planta, alta producción y buenas características de producto cosechado.



E. Mantenimiento de la semilla genética

El mantenimiento de la semilla genética de ajo INIA 104 - Blanco Huaralino, se realiza a través de la Biotecnología, que nos permite obtener microplantas que se mantienen en laboratorio de biotecnología para luego en invernadero obtener los bulbillos.

Descripción varietal del clon

• Comparativo de características morfológicas

Selección Clonal del ajo INIA 104-Blanco Huaralino

Este clon obtenido del ajo Blanco Huaralino, es el mejor representante del grupo denominado Napurí, ya que presenta las mejores características comerciales, en cuanto a calibre y tamaño de diente; fue desarrollado por el INIA-Donoso, a través del PNI-Hortalizas, a partir de selecciones de Napurí local, lo que ha facilitado su adaptación a la zona, y es el que mejores perspectivas ofrece.

Este clon de ajo denominado INIA 104-Blanco Huaralino, tiene las hojas una mejor disposición vertical de sus limbos (representando todos juntos en forma de "V"), los que son de naturaleza flexible a partir del último tercio del mismo, el limbo mantiene un color verde intenso durante todo el período vegetativo, inclusive en el momento de maduración-llenado del bulbo.

Las características de rendimiento y calidad fueron sobresalientes en todas las campañas evaluadas, tolera mejor las condiciones de suelo de costa central (bajo contenido de materia orgánica, pH, alcalino, con alto porcentaje de material calcáreo, alta humedad relativa, y enfermedades foliares etc.), ya que, obtiene la mejor calidad y rendimiento con el mismo manejo agronómico.

Característica de planta del cultivar mejorado de ajo INIA 104 Blanco Huaralino:

- Altura de planta: mayor de 60 cm.
- Número de hojas: 13.
- Diámetro de cuello: 1,3 cm.
- Las hojas son de color verde intenso durante todo el periodo vegetativo.
- La planta presenta con característica distintiva foliar la forma de una "V" en la inserción al seudo tallo (vaina).
- Longitud de hoja: mayor de 50 cm.
- Número de dientes por bulbo de 15-20.
- Color de bulbo: blanco.
- Diámetro ecuatorial: mayor de 6 cm.
- Rendimiento en campo de agricultores, sin emplear la biotecnología: 14 a 20 t/ha, se mantiene hasta tres campañas.

- Rendimiento potencial aplicando la biotecnología: 24 t/ha (en primera selección clonal y obtenido por micropropagación), además de obtener el más alto rendimiento comercial, se tiene un 80 % de tendencia a bulbos de calibre mayor de 4 cm.
- **Diferencias en características de planta, rendimiento y calibres de bulbo entre el ajo Blanco Huaralino e INIA 104-Blanco Huaralino.**

Características de la planta

Como se observa en el Cuadro N° 1, al comparar el efecto de épocas de siembra (otoño-invierno), en los años 2002 – 2003, vemos que existen diferencias en cuanto a altura de planta, y diámetro de cuello, siendo mayor en el cultivar mejorado INIA 104-Blanco Huaralino.

Cuadro N°1: Comparativo de características de crecimiento de los cultivares Blanco Huaralino e INIA 104-Blanco Huaralino, en dos campañas en Huaral. EEA Donoso. CICHKM, 2003.

CULTIVAR CARACTERÍSTICA	Blanco Huaralino		INIA 104 Blanco Huaralino	
	Otoño	Invierno	Otoño	Invierno
Época de siembra	Otoño	Invierno	Otoño	Invierno
Año de evaluación	2003	2002	2003	2002
Características				
• Altura de planta (cm)	81,5	75,83	84	81,8
• Número de hojas	13,2	12,1	13,85	12,35
• Diámetro del cuello (cm)	1,31	1,38	1,59	1,78

Características de planta en la fase de bulbificación obsérvese el buen vigor de la planta de ajo INIA 104-Blanco Huaralino en comparación con el ajo Blanco-Huaralino.



Planta de ajo INIA-104 Blanco Huaralino



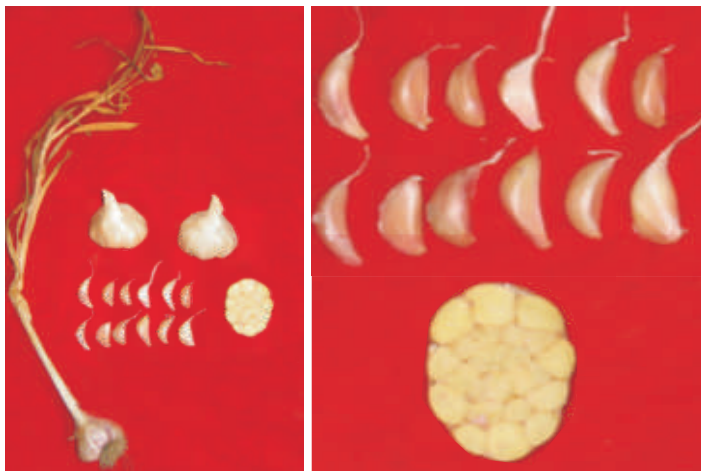
Planta de ajo Blanco Huaralino

Rendimiento y calibre de bulbo

En el cuadro N° 2, observamos que el clon mejorado del cultivar Blanco Huaralino, tuvo un rendimiento promedio de 17,5 t/ha en los años 2002 y 2003 y para la categoría de bulbos un promedio de 5,29% para calibre Jumbo; 38,85% para bulbos calibre extra; 17,25% para calibre flor y 29,35% bulbos de calibre menor a 4,4 cm de diámetro ecuatorial.

Cuadro N° 2: Rendimiento y calibre de diámetro ecuatorial (cm) en ajo Blanco Huaralino.

Año	Rdto. (t/ha)	Jumbo (%) >6cm	Gigante (%) 5,5-5,9 cm	Extra (%) 5,0-5,4 cm	Flor (%) 4,5-4,9 cm	Otros <4,4 cm	N° de dientes por cabeza
2002	17,2	4,3	16,3	42,7	15,3	21,4	22 a 25
2003	17,86	6,28	2,22	35	19,2	37,3	



Ajo cv. Blanco Huaralino

Con respecto al cultivar de ajo INIA 104-Blanco Huaralino (Blanco INIA), en el cuadro N°3, se observa que en rendimiento se tuvo en los años 2002-2003, un promedio de 19,89 t/ha, y con respecto a categorías se tuvo un 18,3% de bulbos calibre Jumbo, un 18,25% de bulbo calibre gigante, un 28,28% calibre extra, un 21,87% calibre flor.

Cuadro N° 3: Rendimiento y calibre diámetro ecuatorial (cm) en ajo INIA 104-Blanco Huaralino. (Blanco INIA).

Año	Rdto (t/ha)	Jumbo (%) > 6cm	Gigante (%) 5,5- 5,9 cm	Extra (%) 5,0- 5,4 cm	Flor (%) 4,5- 4,9 cm	Otros < 4,4 cm	N° de dientes por cabeza
2002	21,2	14,1	18,25	28,25	26,23	13,2	14 a 20
2003	18,58	22,5	18,26	28,31	17,54	13,39	



Ajo cv. INIA 104 - Blanco Huaralino

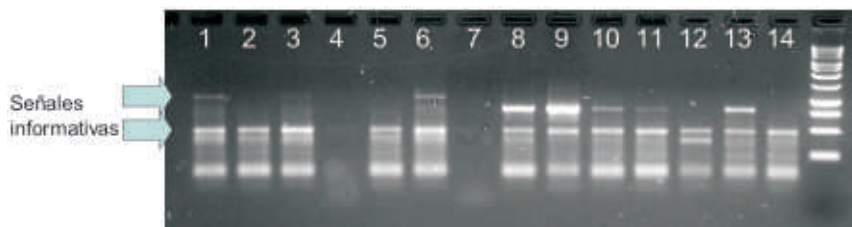
Ensayo de identificación

En un ensayo de identificación donde se caracterizó y evaluó germoplasma de ajo *Allium sativum* (21 accesiones), se pudo determinar que existen diferencias fenotípicas entre el ajo INIA 104 - Blanco Huaralino y Blanco Huaralino, con respecto a características cualitativas: existen diferencias en color de follaje, posición de la hoja, cruce seccional de hoja longitud de hoja, y en características cuantitativas diferencias en altura de planta, ancho de hoja, diámetro de base de tallo, altura de follaje y diámetro polar/diámetro ecuatorial.

En conclusión podemos afirmar que existen evidencias fenotípicas, para indicar que el cultivar INIA 104- Blanco Huaralino, es una nueva tecnología varietal y se diferencia del ajo Blanco Huaralino original.

Análisis de contenido viral

Se analizó en las colecciones de ajo del número 1 al 7 Blanco Huaralino mejorado (INIA 104 - Blanco Huaralino), Selección 2005, Sietemesino, Barranquino, Chaulan, Blanco Huaralino, provenientes de campo y ajo del Mercado Central del Perú y del número 8 al 14, ajos de Venezuela. Como se observa en la diapositiva tanto el ajo Blanco Huaralino mejorado (INIA 104 - Blanco Huaralino) y el ajo Blanco Huaralino, comparten el mismo linaje viral.



- 1 Blanco Huaralino Mejorado
- 2 Selección 2005
- 3 Sietemesino
- 4 Barranquino
- 5 Chaulan
- 6 Blanco Huaralino
- 7 Mercado Central
- 8-14 Materiales locales

Los resultados que se presentan en el gráfico anterior provienen de material que fue seleccionado con base en caracteres fenotipicos que se indicó en la caracterización realizada. Para el caso de *potyvirus*, el material (6) Blanco Huaralino y (1) Blanco Huaralino Mejorado, presentan los mismos perfiles, esto sugiere que comparten el mismo linaje viral pero que es diferente al linaje viral de los materiales Selección 2005, Sietemesino y Chaulan.

En el tema de liberación de tecnologías varietales de ajos, solo se reportan en aquellos ajos que se han realizado limpieza de virus y que luego se reinfectan sus materiales liberados y que los efectos se notan en la disminución de rendimientos y por supuesto en cambios de la distribución de tamaños de bulbo.

La estrategia de limpieza de virus es multiplicando, solo aquellas plántulas, provenientes de meristemas aislados, que no dan señal positiva a virus empleando tanto técnicas serológicas como moleculares. Según la bibliografía, la eficiencia de limpieza depende del tratamiento de termoterapia hecho previamente.

Sin embargo, el ajo Barranquino y el material del Mercado Central se muestran como libre de virus del tipo *Potyvirus*, puesto que se observan síntomas de mosaico en estos materiales, que posiblemente sean *Carlavirus* y *Allexivirus*.

ANEXO 3. FASES FENOLÓGICAS DEL AJO EN CAMPO

FASE	DÍAS	CONDICIÓN FISIOLÓGICA
1. Plantación	Cero	Rompimiento de dormancia, longitud del brote con 50% de longitud diente.
2. Emergencia	7 a 15	Inicio de crecimiento radicular, y elongación del brote por encima de la superficie del suelo.
3. Apertura de brote dos primeras hojas	15 - 30	Primer reemplazo de cabellera radicular, mayor profundización.
4. Crecimiento Foliar/Fase 1	30 - 60	Predominio crecimiento vertical sobre horizontal, 8 hojas, 45 cm altura y 0,9 cm, cuello.
5. Crecimiento Foliar/Fase 2	60 - 90	Comienza a detenerse el crecimiento vertical aumenta el horizontal, alargamiento foliar máximo, 10 hojas 63,8 cm altura y 1,35 diámetro de cuello.
6. Pre-bulbificación	90 - 120	Máxima expansión foliar, 12 hojas 81,3 cm y 1,8 cm diámetro de cuello ensanchamiento de la base del bulbo.
7. Bulbificación	120 - 150	Crecimiento se detiene, inicio de angostamiento de limbos foliares y diámetro de cuello; AGOSTE O SUSPENSIÓN DEL RIEGO.
8. Llenado y secado	180 días	Una vez secado el primer tercio de los limbos basales COSECHA.

FASES FENOLÓGICAS DE LA CEBOLLA - AJO

CEBOLLA: *Allium cepa*

AJO: *Allium sativum*

						
▲ EMERGENCIA	▲ TRASPLANTE	▲ CRECIMIENTO LENTO	▲ CRECIMIENTO RÁPIDO	▲ FORMACIÓN DE BULBOS	▲ MADURACIÓN	
					INICIO DE MADURACIÓN	MADURACIÓN COMERCIAL
Corresponde a la fecha en que aparecen sobre la superficie las primeras hojas.	Traslado de las plantitas al campo definitivo, cuando los tallos alcanzan aproximadamente el grosor de un lápiz.	Luego del trasplante, tienen un crecimiento lento.	Cuando adquieren un aumento de volumen en toda la planta, así como en número de hojas.	Los tallos subterráneos (bulbos) inician su engrosamiento, simultáneamente algunas hojas inferiores comienzan a marchitarse.	El bulbo aumenta de volumen y toma una coloración y forma característica de la variedad (rojo, amarillo, blanco) y los tallos aéreos y hojas se tornan amarillentos.	Las hojas y tallos se muestran totalmente secos.

Las plantas no deben florecer para obtener cosechas de buena calidad.