



MANEJO EMPRESARIAL DEL CAMPO

# El cultivo del

# AJO



22106  
3 cop

22106  
3 cop

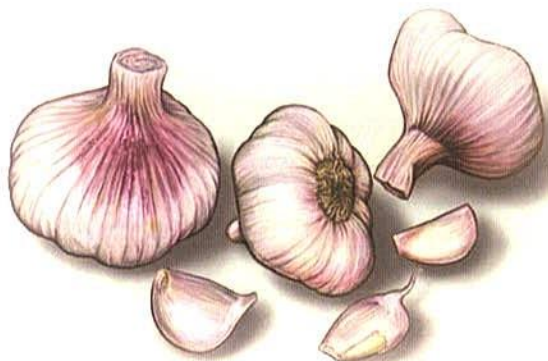
BIBLIOTECA AGRUPEDUARIA  
DE COLOMBIA

06 AGO. 2007



# EL CULTIVO DEL AJO

*(Allium sativum L.)*



HERNÁN PINZÓN, I.A.



I. C. A. - BAC	
No. Acceso	
Compra	<input type="checkbox"/>
Carro	<input type="checkbox"/>
Donación	<input checked="" type="checkbox"/>
Procedencia	MANEJO EMPRESARIAL
DEL CAMPO	
Fecha	05 AGO. 2007
Costo	22.000

© PRODUMEDIOS

ISBN: 978-958-97391-6-7

Edición: Camilo Baquero

Contenido técnico: Hernán Pinzón

Tiraje: 1.000 ejemplares

Producción editorial:

Diseño, impresión y encuadernación



Bogotá, D.C., Colombia

[www.produmédios.com](http://www.produmédios.com)

Impreso y hecho en Colombia

Printed and made in Colombia

## PRESENTACIÓN

La necesidad imperiosa de competir con éxito en los mercados internacionales, hace que cada día los productos agrícolas que tienen bastantes expectativas para la exportación crezcan en cantidad y calidad. Por eso los productores agrícolas, al incursionar en estos mercados deben conocer con mayor intensidad la ciencia y la tecnología que se genera alrededor de estos productos.

Es el caso del cultivo del ajo (*Allium sativum* L.), planta originaria del Asia Central, que se extendió a Europa y de allí fue traída por los españoles a América. El ajo es considerado con el limón y la cebolla la trilogía de la medicina homeopática, para el alivio de una cantidad de males. También, es considerado como un excelente lubricante de motores y como repelente en el control de insectos.

Estas cualidades del ajo, presentes en su composición desde tiempos inmemoriales, hacen que PRODUMEDIOS interesada en mejorar y darle herramientas eficaces a los cultivadores colombianos, se haya dedicado a contactar a expertos en el tema para que redactaran esta cartilla, la cual hace parte de la colección *MANEJO EMPRESARIAL DEL CAMPO*, para que basados en las experiencias de campo, en el estudio de los técnicos, compitamos con éxito, con volúmenes adecuados y con un producto de excelente calidad en el campo internacional.

Nos mueve la sana intención que los agricultores, dedicados a esta actividad agrícola, tengan acceso a este tipo de cartillas, pues de ellas salen importantes recomendaciones que redundarán en beneficio del sector agropecuario y de Colombia en general.

Los editores

# CONTENIDO

ORIGEN E HISTORIA	7
PROPIEDADES, VALOR NUTRITIVO Y USOS	8
GENERALIDADES	8
CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA Y VARIEDADES	9
BOTÁNICA	10
AGROECOLOGÍA	11
ASPECTOS FISIOLÓGICOS	12
VARIEDADES	14
PRÁCTICAS DE CULTIVO	15
SELECCIÓN DEL LOTE	15
PREPARACIÓN DEL SUELO	16
FERTILIZACIÓN	16
PREPARACIÓN DE LA SEMILLA	18
SIEMBRA	19
MANEJO DE LAS MALEZAS	19
RIEGO	21
MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	22
PUDRICIÓN BLANCA	22
NEMÁTODOS	23
VIRUS	24
TRIPS	25
COSECHA	26
LA COSECHA PARA CONSUMO EN FRESCO	26
LA COSECHA PARA PRODUCCIÓN DE SEMILLA	26
POSCOSECHA	27
MERCADEO Y COMERCIALIZACIÓN	30
INDUSTRIALIZACIÓN	31
COSTOS DE PRODUCCIÓN	31

## ORIGEN E HISTORIA

**S**e sabe que el ajo existió como especie silvestre y se domesticó por primera vez en las mismas regiones montañosas de Asia Central de donde es originaria la cebolla. En efecto, el ajo se seleccionó en zonas del Norte de Irán, Afganistán y Paquistán y desde allí se extendió a la zona mediterránea para luego ser introducido a América por los españoles.

La historia conocida del ajo se remonta a 5.000 años antes de Cristo; en tiempos de los faraones de Egipto los trabajadores de las pirámides lo consumían en grandes cantidades porque consideraban que el ajo les daba fuerzas y poder para soportar las fatigas. En Grecia el ajo se constituyó en base fundamental de su dieta alimenticia y posteriormente el Imperio Romano lo incorporó a sus costumbres culinarias. En la Edad Media se utilizó con éxito contra las grandes plagas que azotaron a la humanidad. Ya en el siglo XX, su poder antiséptico jugó un papel importante en el combate de las infecciones por heridas de guerra durante la Primera Guerra Mundial.



## **PROPIEDADES, VALOR NUTRITIVO Y USOS**

Tradicionalmente el ajo se ha conocido como un condimento que sirve para potenciar y enriquecer el aroma y sabor de ciertos platos culinarios. Un diente de ajo proporciona únicamente 7 calorías de energía, 31 mg de proteínas, 14 mg de calcio y cantidades nada despreciables de los minerales fósforo, hierro, potasio, además de las vitaminas B1, B2, B3 y C.

Sus propiedades medicinales son muy grandes ya que en el ajo están presentes la alicina y la garlicina, sustancias que, además de ser las responsables de su pungencia (es decir, el sabor picante), ejercen una acción antibiótica. La alicina es un compuesto con actividad contra las bacterias causantes de la tuberculosis, el tífus, la difteria y la disentería. Por su parte, la garlicina es eficaz en el tratamiento de infecciones respiratorias e intestinales.

El aceite esencial de ajo, cuyo componente principal es el bisulfuro de alilo, contribuye al drenaje del colesterol en la sangre e inhibe la agregación de plaquetas evitando la formación de trombos. Además, este aceite se utiliza como antirreumático, diurético, expectorante pulmonar y vermífugo.

Pruebas realizadas en laboratorio demuestran que los extractos de ajo inhiben el crecimiento de más de 80 hongos fitopatógenos (es decir, que atacan las plantas) y se ha observado

que son tóxicos para ciertos nemátodos parásitos de las plantas. Igualmente se utiliza como repelente en el control de insectos plagas (moscas blancas, minadores, trips y ácaros) en cultivos de importancia comercial para el hombre.

## **GENERALIDADES**

En Colombia el área cultivada con ajo es de unas 300 hectáreas cuya producción no alcanza para cubrir la demanda interna. No obstante, el consumo de ajo en el país ha tenido un notable incremento, así: de 0,29 kilos/persona/año en 1992 se ha pasado a 0,50 kilos/persona/año en 2001, frente a un consumo promedio mundial de 0,80 kilos/persona/año. Su participación en el gasto mensual en alimentos de los colombianos es significativo y su costo supera el de muchas hortalizas consideradas de importancia.

Tradicionalmente los cultivos de ajo se han ubicado en áreas secas y frías de la Región Andina: algunas subregiones del Altiplano Cundiboyacense, el Altiplano de Nariño y la Montaña Santandereana. Los departamentos con mayor producción son, en su orden, Cundinamarca, Santander, Boyacá y Norte de Santander, con rendimientos cercanos a 10 toneladas por hectárea.

El fenómeno de reducción del área cultivada nacional ha estimulado fuertemente las importaciones

de ajo; el comportamiento de tales importaciones se ha mantenido estable desde el año 2002 y se puede observar en la Tabla 1.

Uno de las principales limitantes que padece la agroindustria del ajo tiene que ver con la falta de disponibilidad de una semilla con buenas cualidades agronómicas y sanitarias. El material que se siembra es heterogéneo en tamaños, formas y colores, y además se encuentra contaminado de virus, hongos y bacterias patógenas, lo cual incide en la obtención de bajos rendimientos, un producto de baja calidad y elevados costos de producción.

En años recientes, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria –Corpoica– realizó una cuidadosa labor de selección de materiales importados (provenientes de la FAO) y nativos de ajo que permitieron lanzar la primera variedad nacional mejorada de ajo, conocida como “Rubí-1”; en la actualidad se desarrollan trabajos para organizar

y fortalecer el mercado de la semilla a partir de la producción *in vitro*.

## CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA Y VARIEDADES

El ajo tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Clase	Monocotiledoneae
Superorden	Liliiflorae
Orden	Asparagales
Familia	Alliaceae
Tribu	Alliae
Género	<i>Allium</i>

Anteriormente algunos autores clasificaban la familia de las Alliaceae, tanto en las Liliaceae como en las Amaryllidaceae, pero en la actualidad se consideran como una familia independiente. El rasgo más conocido de los alliums (o aliáceas) es su característico aroma y sabor.

Tabla 1. Importaciones de ajo según origen, cantidad, participación y valor (2002).

País	Toneladas	%	Valor US\$
China	19.367	90,06	8.553.583
Ecuador	1.072	4,98	162.900
Perú	900	4,19	309.829
Estados Unidos	55	0,26	122.102
Chile	29	0,13	15.540
Otros	82	0,38	35.097
<b>Total</b>	<b>21.505</b>	<b>100</b>	<b>9.236.272</b>

El ajo se considera una especie estéril y se reproduce exclusivamente de forma vegetativa mediante la multiplicación de clones. Sin embargo, recientemente se han recolectado algunos clones fértiles en las montañas de Tien Shan en Kirguizistán y en el oeste de China.

El parámetro más utilizado en el mundo para diferenciar clones es el color de los bulbos o los dientes, pero el panorama en tal sentido es confuso y ocurre con frecuencia que un mismo clon recibe varias denominaciones locales o, en sentido contrario, que clones diferentes lleven el mismo nombre en la misma región. Se conocen mundialmente cuatro grupos de cultivares: los violetas o asiáticos, los rosados, los blancos y los colorados-rojos-morados.

## BOTÁNICA

El sistema de raíces del ajo es poco desarrollado; éstas son gruesas y escasamente ramificadas si se comparan con las de la mayoría de las plantas cultivadas. Las hojas son alargadas y planas.

El tallo verdadero, llamado “plato” o “disco”, se encuentra en la base de la cabeza o bulbo y sobre él se forman las yemas y las hojas; así mismo, de esta estructura crecen las raíces. El bulbo del ajo es compuesto y está formado por una serie de vainas foliares delgadas que encierran en sus axilas yemas engrosadas de-

nominadas “dientes” o “bulbillos”; esta es la diferencia más importante respecto de la cebolla. Estructuralmente en un bulbo maduro se diferencian las partes que se observan en la Figura 1. Las llamadas “hojas estériles” son membranas que en unos casos se pierden y en otros forman la cubierta protectora del bulbo y son conocidas como “catáfilas”. Las “hojas fértiles” se originan con posterioridad y forman los dientes o bulbillos.

Los dientes son el principal órgano de propagación de esta especie; son en realidad yemas vegetativas axilares en estado de dormancia cuando el ajo está recién cosechado y se apoyan sobre el tallo verdadero o disco. Cada diente está compuesto por una serie de hojas modificadas, como se muestra en la Figura 2. La “hoja protectora” es una vaina foliar lignificada y seca que da la colora-

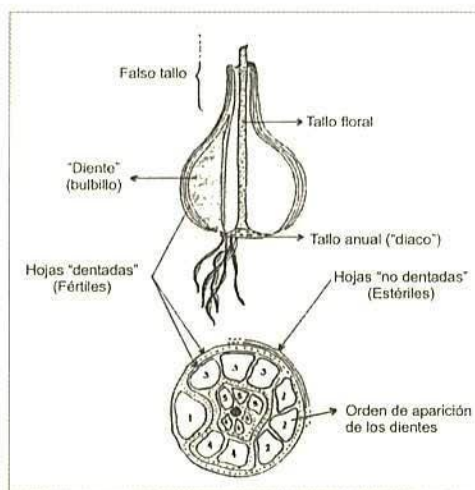


Figura 1. Corte transversal y longitudinal de un bulbo maduro de ajo.

ción al bulbillo; hacia adentro, continúa otra hoja sin lámina foliar, de gran espesor, llamada “hoja de reserva” o de almacenamiento que representa entre el 80 y el 85% del peso total del diente y envuelve a la hoja de brotación o “germinadora”, que es delgada y sin lámina. Ésta, que se desarrolla durante el almacenamiento de ajos con destino a semilla de ajo, puede ser utilizada como indicadora del estado de dormancia o reposo.

Protegidos por la hoja de brotación se encuentran varios primordios llamados “hojas foliares” u “hojas verdaderas”, puesto que son las únicas que emergen completas de entre el canal que deja la hoja de brotación; estas son las hojas responsables de la arquitectura normal de la planta. Todas las hojas que conforman el diente están asentadas sobre un pequeño disco que, a su vez, soporta en el tallo verdadero. Este disco posee unas pe-

queñas estructuras conocidas como “primordios radiculares” que darán origen a la raíz (Figura 2).

## AGROECOLOGÍA

En Colombia el ajo se ha cultivado tradicionalmente en zonas con altitudes que oscilan entre 2.300 y 2.800 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). Además de la altura, hay cuatro factores ecológicos que afectan de manera importante la producción de ajo y son los siguientes:

1. **Precipitación.** Los requerimientos de agua del cultivo del ajo están entre 500 y 600 mm totales durante todo su ciclo vegetativo (aproximadamente de 5 meses) y su distribución deberá ser lo más uniforme posible. Los cultivos ubicados en localidades

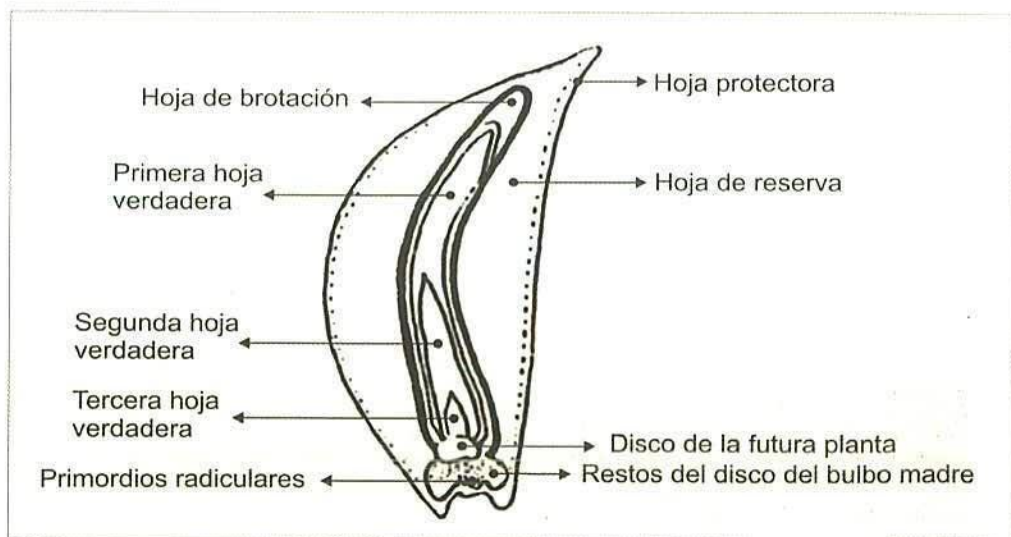


Figura 2. Corte longitudinal de un diente o bulbillo de ajo.

con mayor precipitación pueden verse afectados durante su ciclo por ataques de hongos a las raíces y/o a las hojas, mientras que los cultivos que reciben menos de 500 mm requieren de riego complementario (Figura 3).

2. **Humedad relativa.** Una humedad relativa ambiente mayor del 70% predispone al cultivo del ajo a sufrir ataques significativos de hongos al follaje. Cuando la humedad relativa se sitúa por debajo del 60%, y hay ausencia de precipitaciones, se ve favorecida la presencia de algunos insectos plaga como los trips.
3. **Termofotoperíodo.** En el cultivo del ajo, el fotoperíodo se define como la mínima duración del día que se requiere para inducir la bulbificación, es decir, el período de formación y desarrollo del bulbo. Si bien la temperatura y el fotoperíodo actúan de manera conjunta, la temperatura es más importante que la duración del

día en el proceso de formación del bulbo, siendo recomendable en este período un rango de temperaturas entre 13 y 20 °C.

4. **Suelos.** El ajo muestra gran capacidad de adaptación a diferentes tipos de suelos. Presenta un crecimiento óptimo en suelos de textura media (franco-arenoso a franco-arcilloso) aunque se adapta también a suelos más pesados o más livianos si éstos poseen buen drenaje y adecuada provisión de materia orgánica. Se recomiendan suelos con un pH cercano a 6,4. Las mayores exigencias nutricionales del ajo son en su orden: nitrógeno, potasio, calcio, azufre, fósforo y magnesio.

## **ASPECTOS FISIOLÓGICOS**

Para conocer los requerimientos de manejo del cultivo del ajo a lo lar-



**Figura 3.** Aplicación de riego durante el período de emergencia de un cultivo de ajo.

go de sus diferentes fases de desarrollo, es conveniente subdividir el ciclo vegetativo de la planta, ya que cada una de estas etapas tiene necesidades diferentes. La Tabla 2 muestra un cronograma de las etapas fisiológicas y de campo para un material con 150 días de ciclo, como los ajos que se cultivan en nuestro medio.

1. **Fisiología del crecimiento.** Esta etapa se extiende desde la emergencia hasta el inicio de la bulbificación (en la que se disminuye el crecimiento de las hojas). El buen manejo del cultivo (densidad de siembra, fertilización, riego adecuado, manejo de plagas y enfermedades) promueve un buen desarrollo del área foliar, acelera la bulbificación y un buen desarrollo del bulbo. El peso del diente (que depende de las sustancias de reserva que posee) es decisivo en el comportamiento durante la etapa de cre-

cimiento vegetativo. Numerosos autores han demostrado este efecto directo y proporcional entre la cantidad de sustancias de reserva (expresada según el peso o tamaño de los dientes) y el crecimiento vegetativo (expresado a través de la altura y número de hojas). Este comportamiento explica porqué la utilización de dientes de mayor peso o tamaño dan lugar a bulbos también de mayor tamaño, ya que en el momento de la inducción de la bulbificación, el crecimiento vegetativo es mayor.

2. **Fisiología de la bulbificación.** Un buen "llenado" del bulbo de ajo se produce cuando, luego del crecimiento foliar, se presenta una temperatura media diaria superior a 17 °C y cuando el largo del día, en nuestra zona tropical, está entre 11 y 12 horas. En estas condiciones, si hay un buen desarrollo foliar llega el estímulo del fotoperíodo (re-

Tabla 2. Etapas fisiológicas y culturales del cultivo del ajo hasta la obtención de la semilla.

Etapa fisiológica	Duración (días)	Días acumulados	Acción
	1	1	Siembra
Emergencia	4	5	Mantenimiento del cultivo
Crecimiento vegetativo	85	90	
Bulbificación	10	100	
Crecimiento del bulbo	30	130	
Senescencia	20	150	Cosecha
Dormancia o reposo	90	240	Curado y almacenamiento

cibido a través de las hojas por medio de un pigmento azul sensible a la luz) que da inicio a la bulbificación.

3. Fisiología de la dormancia. El diente de ajo no brota ni enraíza apropiadamente si se siembra inmediatamente luego de la cosecha. Este fenómeno se llama dormancia, latencia o reposo y se define como el estado en el cual el crecimiento está aparentemente suspendido. La salida de este estado se produce al cabo de un tiempo más o menos prolongado, dependiendo del clon, la temperatura y el estado de almacenamiento de los bulbos.

Este período de dormancia se puede medir por medio del llamado **ÍNDICE VISUAL DE DORMANCIA (IVD)** que surge de establecer una relación porcentual entre la longitud de la hoja de brotación (B) y el largo de la hoja de reserva (R), medidas a través de un corte longitudinal del diente como muestra la Figura 4.

Cuando se obtienen valores superiores a 70%, es decir, cuando la hoja de brotación ocupa las  $\frac{3}{4}$  partes del diente, se puede considerar que es el momento óptimo para la siembra lográndose una rápida emergencia. Para nuestras condiciones, se acepta que un buen almacenamiento de bulbos, con destino a semilla, debe contar con una

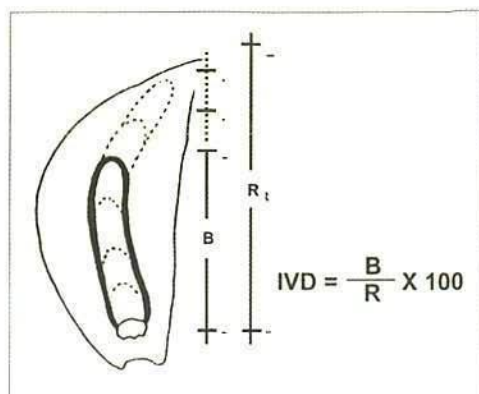


Figura 4. Corte longitudinal de un diente "semilla" de ajo para efectuar el cálculo del Índice Visual de Dormancia (IVD), según la fórmula que aparece arriba.

temperatura entre 14 y 17 °C y una humedad relativa del 60%.

## VARIETADES

En Colombia todos los materiales cultivados de ajo pertenecen al grupo de los rosados y, como se anotó anteriormente, sólo existe una variedad mejorada de ajo que es la Rubí-1 (ver Recuadro página opuesta).

Las diferencias principales del ajo Rubí-1 con respecto de los ajos tradicionales sembrados en Colombia, están en la mayor área foliar producida por hojas más gruesas y numerosas, de color verde más intenso y posición erguida. Estos atributos repercuten en el crecimiento y desarrollo de bulbos de ajo más grandes y, al final del período vegetativo, en una mayor producción por hectárea (Figura 5).

### Principales características de la variedad Rubí-1

- Altura de plantas entre 50-60 cm.
- Hojas erectas y de color verde oscuro.
- Área foliar mayor que la de los ajos tradicionalmente sembrados en Colombia.
- Bulbo de forma globosa y piel de tinte rojo.
- Dientes largos, angostos y de color rojo al momento de la cosecha.
- Peso promedio del bulbo entre 50 y 60 g.
- Diámetro del bulbo entre 6 y 8 cm.
- Rendimiento alrededor de 16 t/ha.

## PRÁCTICAS DE CULTIVO

El manejo técnico y sostenible del cultivo del ajo, que conduce a la obtención de un producto con buenos rendimientos y excelente calidad, comienza por la selección de una semilla con excelentes cualidades sanitarias y agronómicas. Es recomendable

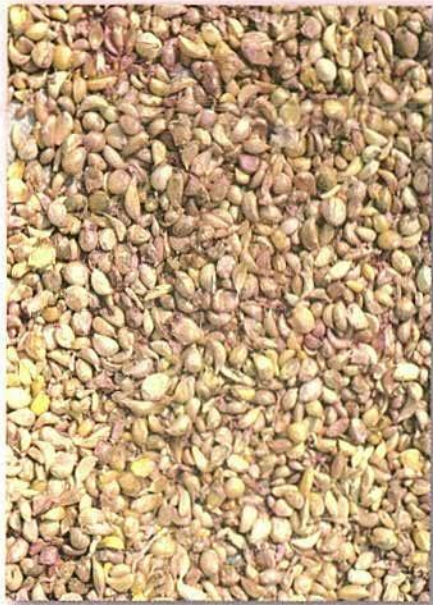
informarse sobre la procedencia de la semilla, ya que en nuestro medio no existen productores de semilla de ajo certificados (Figura 6).

## SELECCIÓN DEL LOTE

Como se dijo anteriormente, el ajo es capaz de prosperar en una amplia



**Figura 5.** Apariencia de un cultivo de la variedad mejorada Rubí-1: A) Parte foliar con mayor cantidad de hojas de posición erguida y color verde intenso; B) Comparación entre un cultivo de ajo tradicional (zona inferior), con hojas decumbentes (agachadas) y apariencia menos homogénea, y un cultivo de ajo Rubí-1 en el mismo estado de crecimiento y desarrollo, cuya parte foliar es más vigorosa, de mayor tamaño y homogeneidad (zona superior).



**Figura 6.** Un almacenamiento apropiado de la semilla de ajo evita pérdidas sanitarias y agronómicas durante el ciclo de vida de la planta.

gama de suelos; sin embargo, existen algunas pautas de carácter obligatorio que favorecen la obtención de beneficios sanitarios y de producción:

- En muy importante conocer la historia del lote (por lo menos cinco años atrás), puesto que no es conveniente repetir cultivos de ajo ni cebolla en el mismo predio si éstos han tenido problemas de enfermedades que pongan en riesgo la inversión económica.
- Es esencial conocer anticipadamente la existencia y disponibilidad de fuentes de agua para utilizarlas en el riego.
- La capa arable del suelo no debe presentar limitaciones físicas en

su profundidad y el terreno debe contar con buen drenaje.

- La textura debe ser media (franco-arenoso a franco-arcilloso) y el pH del suelo cercano a 6,4, como se anotó anteriormente.

## PREPARACIÓN DEL SUELO

Las labores de preparación deberán asegurar en todos los casos la obtención de un terreno blando y suave, desterronado, sin malezas perennes ni rastros, que asegure una brotación uniforme. Esta situación se logra haciendo los pases de arado y rastrillo que sean convenientes de acuerdo con las características de estructura y compactación del suelo. En este momento deberán incorporarse al suelo las enmiendas y la materia orgánica recomendadas en el análisis del suelo.

## FERTILIZACIÓN

El plan de fertilización dependerá de los resultados del análisis de suelo que previamente se ha mandado a realizar en un laboratorio calificado. La planta de ajo es muy exigente en este aspecto y los mayores rendimientos se obtienen de suelos con buena fertilidad. La mayor parte de las sustancias nutritivas se incorporan en la época de formación y desarrollo del sistema foliar; por ello el abono debe ser aplicado con anticipación (Figura 7). La Tabla 3 muestra las cantidades extraídas



**Figura 7.** El esquema de fertilización en hileras en un cultivo de ajo; la fertilización depende de los resultados del análisis de suelos y debe ser supervisada por un experto.

**Tabla 3.** Extracción de nutrientes de un cultivo de ajo Rubí-1 con un rendimiento de 10 toneladas por hectárea (datos en kg/ha).

Elemento	Máximo	Medio	Mínimo
Nitrógeno (N)	250	150	100
Fósforo (P)	50	30	15
Potasio (K)	170	100	70
Calcio (Ca)	30	20	15
Magnesio (Mg)	15	8	5
Azufre (S)	60	30	20

por cada cosecha de 10 toneladas por hectárea.

El nitrógeno (N) y el potasio (K) son absorbidos por la planta en cantidades mayores que otros nutrientes; le siguen en orden de importancia los requerimientos de fósforo (P), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S).

Como ya se mencionó, el sistema radicular del ajo es poco desarrollado y, por tanto, los fertilizantes deben ser colocados cerca de

la planta. Se recomienda aplicarlos en el momento de la siembra y en el fondo del surco donde se coloca la semilla, aunque algunos agricultores los distribuyen al voleo sobre la cama.

En la práctica, los programas de fertilización más extendidos aplican las cantidades requeridas de fósforo y potasio en el momento de la siembra junto con un tercio del nitrógeno necesario; la otra tercera parte se aplicará en bandas 30 días después y

el resto, 55 días después de la siembra. La experiencia indica que es importante incorporar el nitrógeno sin excesos debido al "acebollamiento" o sobrebrotamiento que esto produce (Figura 8).

La utilización de abono orgánico en el cultivo del ajo es frecuente. Es conocido que este abono suministra al suelo elementos nutritivos básicos (N, P, K, Ca y Mg) en forma de elementos disponibles para las plan-

tas, mejora la retención de humedad, la aireación y granulación del suelo. Igualmente favorece la presencia y actividad de los microorganismos del suelo, los cuales actúan sobre los minerales que contienen elementos nutritivos, haciéndolos más aprovechables para las plantas. La recomendación para el uso de abonos orgánicos es la de emplear estiércol apropiadamente compostado y aplicarlo con la debida anticipación.



**Figura 8.**

Planta de ajo completamente "acebollada".

## PREPARACIÓN DE LA SEMILLA

La semilla se debe seleccionar cuidadosamente comprobando su procedencia, estado sanitario y condiciones de almacenamiento. Además, y antes de la siembra, es conveniente realizar una desinfección de la semilla para prevenir ataques fúngicos o

### **Acebollamiento o sobrebrotamiento**

Es un desorden de origen fisiológico que se presenta regularmente en cultivos que están cerca a la cosecha (a mes y medio, aproximadamente). Los dientes del bulbo germinan espontáneamente produciendo cada uno algunos primordios de tallos y engrosamiento del pseudotallo; con ello se pierde la calidad requerida por el mercado. Según algunos autores, este disturbio se origina en bajas temperaturas que se presentan en la fase de llenado del bulbo; otros atribuyen el "acebollamiento" al exceso de nitrógeno acumulado en el suelo. La experiencia adquirida en Colombia tiende a confirmar esta última aseveración; por ello es conveniente no hacer grandes aplicaciones de materia orgánica.

de nemátodos, ya que la semilla permanecerá en contacto permanente con el suelo. El día anterior que se van a sembrar, se recomienda sumergir los dientes de ajo para semilla en una mezcla de Carborufan (Furadan líquido®) con un fungicida que puede ser Mancozeb (Dithane®), en dosis de 5 cm y 5 g, respectivamente, por kilogramo de semilla, y con suficiente cantidad de agua para que toda la semilla quede en contacto con los productos (Figura 9).



Figura 9. Desinfección de la semilla de ajo en una solución de insecticida y fungicida.

## SIEMBRA

El ajo se siembra en camas o eras levantadas 15 cm sobre el nivel del suelo. El ancho más utilizado de las camas es de 120 cm y su longitud depende de la extensión y topografía del lote; entre las camas debe dejarse una calle mínimo de 30 cm. Luego se trazan hileras a lo largo de la cama, de 20 a 25 cm de distancia entre una y otra, y de 4 cm de profundidad. Los dientes se depositan en las hileras a una distancia, entre unos y otros, de 8 cm a fin de que tengan suficiente espacio para su crecimiento y desarrollo posteriores. Enseguida se procede al tapado de la semilla. Con las distancias mencionadas se consigue una población aproximada de 450.000 plantas por hectárea, utilizando para ello 400 kilogramos de semilla/ha (Figura 10).

## MANEJO DE LAS MALEZAS

Las plantas de ajo no son agresivas con las malezas que atacan el cultivo debido a varias causas; entre ellas se cuenta su poca altura, la forma y el tamaño de sus hojas, su crecimiento relativamente lento y su pobre desarrollo de raíces. Las pérdidas en el rendimiento del cultivo de ajo derivadas de la colonización de arvenses o malezas son importantes; además, éstas se comportan como plantas hospederas de plagas y enfermedades.



**Figura 10.** Tres aspectos de la adecuación del terreno para un cultivo de ajo y la siembra de la semilla: A) Trazado de camas o eras; B) Trazado de hileras; C) En las hileras los dientes se depositan a una distancia entre 8 y 10 cm.

Se recomienda realizar el control inicial de las malezas con herbicidas químicos cuya selección dependerá del tipo de arvense, si es de hoja ancha o angosta y su estado de

desarrollo. En la Tabla 4 se consiguen algunos productos de síntesis indicados para ello. Se recomienda la aplicación del herbicida en la pre-emergencia (antes de que la planta

**Tabla 4.** Principales herbicidas utilizados en el cultivo del ajo.

Ingrediente activo	Nombre comercial	Dosis	Tipo de maleza	Tipo de aplicación
Oxifluorfen	Goal®	0,8 L/ha	Hoja ancha	Pre-emergente
Fluazifob-p-butyl	Fusilade®	1,0 - 1,5 L/ha	Hoja angosta	Pos-emergente
Linuron	Afalon®	2,0 kg/ha	Hoja ancha	Pos-emergente
Oxadiargyl	Raft SC®	250 cc/ha	Hoja ancha y angosta	Pre y pos-emergente

de ajo emerja del suelo) máximo a los tres días después de la siembra y con el suelo húmedo a fin de evitar pérdidas del producto y facilitar su acción.

La aplicación de herbicidas en la fase de pos-emergencia (después de emerger el ajo y las malezas) se realiza entre 45 y 60 días después de la siembra. La mayoría de las veces, el control químico no basta y hay necesidad de hacer deshieras a mano. El control manual se debe realizar las veces que sean necesarias, cuidando que el implemento utilizado no toque las raíces ni la planta, y evitando la ruptura de los tejidos.

## RIEGO

Para lograr un crecimiento y desarrollo apropiados del cultivo del ajo se necesitan entre 400 y 600 mm de agua por ciclo. El modelo de riego a utilizar dependerá de las condiciones del suelo (textura, topografía, capacidad de retención hídrica, drenaje, salinidad, etc.), las condiciones climáticas, las fases de crecimiento, la calidad del agua, etc.

Teniendo en cuenta las características del sistema radicular del ajo, que crece hasta una profundidad máxima de 30 cm y se extiende lateralmente, las aplicaciones de riego deben ser de lámina baja y frecuencia alta, manteniendo el perfil de riego a una profundidad de 40 cm y prácticamente hasta la capacidad de campo (estado de saturación) (Figura 11).

Los períodos de sequía en cualquiera de las fases de crecimiento y desarrollo (brotación, bulbificación y crecimiento del bulbo) resultan perjudiciales para la producción. Durante los últimos 20 a 30 días antes de la cosecha, se debe procurar suspender el riego para favorecer el secado de los bulbos, ya que un exceso de humedad debilita las membranas que los recubren y favorecen su pudrición.

La consecuencia de la falta de agua durante el período vegetativo se manifiesta fundamentalmente en la disminución del peso de los bulbos y su deficiente calidad (bulbos arrugados y abiertos). El sistema de riego más utilizado es el de aspersión, cuidando que sea homogéneo



Figura 11. Riego por aspersión en un cultivo de ajo.

y que no queden áreas del cultivo sin regar (“conejos”).

## **MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES**

La característica propagación vegetativa (no sexual) del ajo le confiere desventajas (ya que al reproducirse por medio de los dientes), dé problemas fitosanitarios como virus, nemátodos y algunos hongos.

Las técnicas de protección de los cultivos deben estar dirigidas a las especies dañinas a fin de evitar el perjuicio a las especies benéficas. Además, estas técnicas deben reducir la contaminación causada por el uso indiscriminado de plaguicidas químicos y evitar el desarrollo de

resistencia a los mismos. En la literatura mundial hay numerosas menciones de problemas sanitarios en el cultivo del ajo. En Colombia, las plagas y enfermedades con impacto económico sobre el cultivo de ajo son, en la actualidad, las siguientes:

### **PUDRICIÓN BLANCA**

Enfermedad causada por el hongo *Sclerotium cepivorum*.

**Descripción.** La enfermedad ataca el bulbo y se manifiesta inicialmente por la presencia de un micelio (crecimiento del hongo) superficial blanco y sedoso, seguida por una rápida formación de esclerocios negros (estructuras de reproducción del hongo),

pequeños y esféricos. Los tejidos afectados manifiestan finalmente una pudrición semiacuosa (Figura 12). A su vez, las hojas se vuelven amarillentas y terminan secándose por la intensidad del ataque. Si la infección tiene lugar cerca del momento de la cosecha, aparece bajo la forma de una pudrición incipiente para luego continuar desarrollándose como pudrición de almacenamiento.

El hongo penetra en forma directa los tejidos del bulbo y sobrevive en el suelo, mediante sus esclerocios, por más de diez años. *S. cepivorum* se disemina por el agua de riego o por la escorrentía superficial del agua lluvia; también,



**Figura 12.** Bulbos afectados por pudrición blanca.

a través de las herramientas e implementos utilizados en las labores del cultivo.

**Manejo.** De acuerdo con lo anterior, el manejo se refiere al control de la humedad del suelo; así mismo, se evitará el encharcamiento de los terrenos y se lavarán y desinfectarán las herramientas y utensilios utilizados en las labores de campo. En cuanto al control químico, algunos productos usualmente utilizados son: Iprodione (Rovral 50 WP®) en dosis de 1,25 g/L de agua y Carben-dazin (Derosal 500 SC®) en dosis de 1,25 cc/L de agua.

## NEMÁTODOS

La especie más importante es *Ditylenchus dipsaci*.

**Descripción.** Este nemátodo se propaga en los dientes que se emplean como semilla y allí puede sobrevivir durante largos períodos en estado de latencia entre sus hojas envolventes. Otra fuente de infección para la planta de ajo la constituyen los suelos sembrados anteriormente con cebolla o ajo infestados.

La planta atacada es de porte pequeño y presenta un pseudotallo grueso debido a la hipertrofia (agrandamiento) de sus tejidos, los cuales se vuelven esponjosos y de poca consistencia; la planta detiene su crecimiento, las hojas toman un color amarillento,



**Figura 13.** Ataque de nemátodos a un cultivo de ajo: A) Síntomas típicos a nivel de la planta; B) Severidad del ataque en el cultivo: nótese el amarillamiento generalizado del follaje y la pérdida de plantas.

se arrugan y caen (Figura 13). Al final, la planta se dobla por la base del tallo y la parte inferior del bulbo se hincha; el bulbo se ablanda y se agrieta y, finalmente, adquiere un color parduzco antes de desintegrarse.

**Manejo.** Para prevenir la presencia del nemátodo se recomienda utilizar semilla de procedencia conocida y usar terrenos que no hayan sido sembrados con ajo o cebollas en un tiempo mínimo de cinco años; según se indicó anteriormente, realizar tratamientos preventivos a la semilla antes de sembrar, hacer rotación de cultivos y controlar la humedad del suelo.

## VIRUS

Las infecciones por virus en el cultivo del ajo constituyen un problema que se presenta en los materiales de todos los países y Colombia no es la excepción.

**Descripción.** Los virus no sólo se transmiten a través de insectos vectores; también se diseminan mediante multiplicación usando los dientes como vehículo. Los síntomas se manifiestan en las hojas mediante estrías claras u oscuras; estos síntomas suelen ser menos notables en plantas jóvenes y se intensifican durante la madurez.

La propagación de los virus se realiza de las plantas enfermas a

las sanas mediante vectores como los pulgones y algunos trips. Sin embargo, en Colombia los estudios de monitoreo y vectorización no han arrojado resultados concretos; no obstante, se constató que a causa de ataques de virus se reducen los rendimientos entre 45% y 61%; igualmente se determinó una baja del 17% en la altura de las plantas y del 39% en el peso de los dientes.

**Manejo.** La multiplicación *in vitro* de plantas de ajo constituye una estrategia para la obtención de semillas limpias de virus. En Colombia, CORPOICA desarrolla métodos biotecnológicos de producción de semillas limpias destinados a asegurar el suministro a los productores a lo largo de todo el año (Figura 14).



Figura 14. Propagación *in vitro* de plántulas de ajo.

## TRIPS

Las especies *Trips tabaci* y *Frankliniella occidentalis* se constituyen en los insectos plaga más importantes que atacan al cultivo del ajo en Colombia.

**Descripción.** El adulto mide 1 mm de largo aproximadamente y su coloración varía entre

amarillo pálido y el pardo oscuro; se reconoce por tener dos pares de alas largas y de color que varía del amarillo al gris oscuro. Las hembras poseen alas funcionales provistas de largos flecos en los bordes, mientras que los machos carecen de alas.

Los trips ocasionan daños a la estructura de la planta al raspar superficialmente las hojas y chupar el contenido de las células; por ello, las hojas adquieren manchas o estrías plateadas (Figura 15). En épocas secas se constituyen en una



Figura 15. Apariencia de un cultivo de ajo infestado por trips: muchas de las plantas se notan decoloradas y marchitas.

plaga que se multiplica considerablemente.

**Manejo.** El control químico se utiliza cuando la población de adultos y ninfas por planta supera los 20 individuos. Entre los productos de control que menciona la literatura se encuentran los siguientes: Fipronil (Regent<sup>®</sup>), dosis: 240 cc/ha; Spinosad (Tracer 120 SC<sup>®</sup>), dosis: 100 cc/ha; Methiocarb (Mesurol WP 50<sup>®</sup>), dosis: 2 kg/ha.

Como medida adicional de manejo integrado se aconseja capturar adultos usando plásticos de color blanco o azul con pegante distribuidos convenientemente en el cultivo; igualmente es conveniente la destrucción de malezas que hospedan al insecto plaga.

## **COSECHA**

Desde la misma planificación del cultivo del ajo es necesario precisar el objetivo de la producción que se va a obtener; es decir, se debe decidir si la cosecha se destinará al consumo en fresco o se quiere obtener semilla. Si es para esto último se deben tener mayores precauciones y un manejo óptimo de los problemas sanitarios del cultivo.

### **LA COSECHA PARA CONSUMO EN FRESCO**

La cosecha del ajo para consumo en fresco se puede realizar de manera anticipada en tres eventos: si

los precios del mercado son favorables, para evitar condiciones climáticas desfavorables (invierno) o para prevenir el ataque de una plaga a última hora.

Se reconoce que las plantas están listas para su cosecha en fresco cuando la mayor parte del follaje toma un color amarillo; es conveniente palpar los bulbos de varias plantas al azar, pues si éstos se aprecian de buen tamaño y duros, el cultivo se halla listo para cosechar (Figura 16). Cuando la cosecha está próxima se recomienda suspender el riego para favorecer el secado de los bulbos.

### **LA COSECHA PARA PRODUCCIÓN DE SEMILLA**

Cuando el cultivo se destina a producción de semilla, y siempre que las condiciones ambientales y de precios lo permitan, la cosecha se deberá hacer en la fase de madurez plena; ésta se logra al final del ciclo vegetativo del ajo, cuando el follaje de la planta toma un color amarillento en un 90%.

Cuando las condiciones ambientales son favorables al momento de la cosecha (tiempo seco), las plantas arrancadas se pueden colocar en hileras al borde de la era, generalmente por cuatro a siete días. El cuidado que se dispense a la semilla durante el almacenamiento en cosecha y poscosecha determinará su calidad y aptitud para la siembra.



**Figura 16.** Aspectos de la cosecha del ajo: A) Cosechadores arrancando las plantas y amontonándolas en hileras al borde de la era; B) Distribución de atados a lo largo de la era; C) Atado de ajo listo para su transporte y comercialización.

## POSCOSECHA

Colombia se encuentra en mora de cambiar las prácticas actuales de manejo de la poscosecha en ajo a fin de entregar un producto de calidad óptima. Desafortunadamente, y es una práctica que se debe cambiar definitivamente, en nuestro medio todavía impera la figura del “atado”, un manojo de plantas con bulbos desarrollados que se usa como patrón de mercadeo.

Por otra parte, no se hace ningún “curado”, es decir, no se someten las

plantas de ajo recién cosechadas al proceso de secamiento de las túnicas o membranas exteriores que recubren al bulbo, pues los factores ambientales (humedad y temperatura) durante el almacenamiento pueden alterar la calidad. Una posibilidad para el curado es la utilización de invernaderos con piso de cemento (Figura 17) buscando que la parte foliar se seque por completo y cicatrice el cuello del bulbo para asegurar que no se contamine durante el almacenamiento. El resultado de un buen curado se verifica cuando las plantas

no poseen olores extraños (causados por hongos o bacterias), el follaje carece de manchas, permanece flexible y presenta un color pajizo.



Figura 17. Secamiento o curado bajo invernadero de follaje y bulbos de ajo.

En la actualidad, el precio se paga de acuerdo al estado del follaje (y no según el peso y estado de los bulbos), de ahí que los productores hagan aplicaciones de fungicidas hasta el último momento con la consecuente contaminación del producto y del medio ambiente, así como el incremento de los costos de producción.

En la Figura 18 se aprecia el flujo del proceso de cosecha y poscosecha del ajo destinado a consumo en fresco y para semilla. Se hace énfasis en que, hacia el futuro inmediato, es preciso realizar también para consumo en fresco los cuatro primeros pasos (cosecha, curado, desrame y clasificación, incluyendo el empaque).

Los bulbos recolectados no deberán golpearse entre sí para eliminar la tierra adherida, ya que esta costumbre daña los tejidos blandos y facilita la entrada de patógenos. A continuación viene una etapa de pre-acondicionamiento, que precede al almacenamiento de

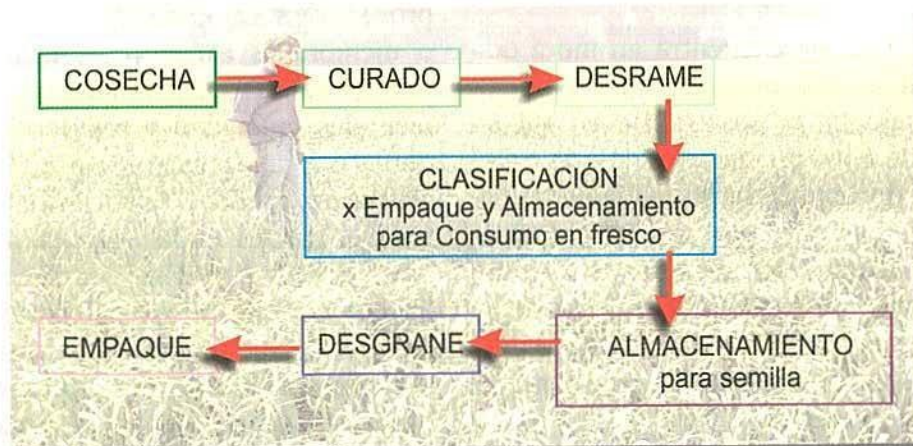


Figura 18. Flujo de actividades de poscosecha para consumo en fresco y semilla.

los bulbos, y comienza por el “desrame” que consiste en cortar el follaje 1 a 3 centímetros por encima del cuello del bulbo; también se cortan las raíces teniendo el cuidado de no causar heridas al bulbo. Una vez eliminados follaje y raíces, se seleccionan los bulbos desechando los que se considere que no van a resistir el almacenamiento (Figura 19).

El almacenamiento del ajo con destino a semilla tiene por objeto desbloquear el estado de reposo fisiológico. El sitio (bodega, cuarto o cámara) de almacenamiento, en términos generales debe tener una temperatura de conservación entre 14 y 16 °C, humedad relativa inferior a 70% y luz difusa; debe poseer ventilación adecuada y ser desinfectado cuidadosamente antes de ingresar el producto, preferentemente con un insecticida en espolvoreo (Figura 20).



**Figura 19.** En este corte transversal de los bulbos de ajo se aprecia la pudrición causada por un almacenamiento inadecuado.



**Figura 20.** Aspectos de la poscosecha: A) Almacenamiento de plantas en atados colgados y de dientes en bandejas. B) Empaque de los dientes a granel para semilla.

Durante el almacenamiento, los bulbos serán motivo de permanente control de su estado sanitario; así mismo, deberá monitorearse regularmente para conocer el avance del estado de dormancia, según la determinación del IVD que se mencionó atrás. En nuestro medio la semilla se vende en diente, y por lo tanto, cuando se supera el período de dormancia se debe proceder de inmediato al desgrane de los bulbos y a su empaque en bolsas de red de malla abierta con su respectivo etiquetado de identificación.

## **MERCADEO Y COMERCIALIZACIÓN**

El cultivo del ajo en Colombia presenta una marcada estacionalidad que define la producción y, por consiguiente, los precios. La mayor oferta se presenta entre los meses de agosto y noviembre período durante el cual los precios de venta son más bajos. Por su parte, en los meses de diciembre a junio se consideran de baja disponibilidad del producto y, por tanto, los precios de venta se incrementan.

El ajo nacional se comercializa a través de un sistema ineficiente debido a la marcada intermediación en el canal de distribución y a la escasa implementación de valor agregado al producto (acciones de pre-acondicionamiento: curado, clasificado y empaque). El 99% de la escasa

producción nacional se distribuye y consume en estado fresco, mientras el 1% restante es demandado por la industria.

El 5,2% del producto fresco se canaliza a través de algunas cadenas de supermercados, mientras el 93,8% se distribuye por medio de las centrales mayoristas existentes en el país, especialmente por la Corporación de Abastos de Bogotá (CORABASTOS). Allí, un acopiador mayorista compra todo el ajo que llega y posteriormente lo distribuye a otros acopiadores que, a su vez, lo venden a los acopiadores minoristas y éstos a las tiendas de barrio. Esta cadena de intermediación implica un fuerte incremento del precio al consumidor final; como resultado de estas distorsiones de mercado, los que obtienen las mayores ganancias son los intermediarios y no el productor.

En las grandes cadenas de almacenes el tipo de ajo que se comercializa es el importado (cajas de 10 kilos) en donde, antes de venderlo al público, se empaqueta en mallitas con un determinado número de bulbos o dientes.

Varios son los problemas que afectan a la calidad del ajo nacional; entre los más importantes se pueden mencionar la no disponibilidad de semilla sana, la alta incidencia de enfermedades y plagas en el cultivo, y el desconocimiento de prácticas adecuadas de manejo durante la poscosecha.

Como se dijo anteriormente, la comercialización del ajo nacional

fresco se lleva a cabo en "atados" con 8 a 10 kilos de peso cada uno, condición que lo pone en desventaja frente al ajo importado, pues éste llega al país con un pre-acondicionamiento consistente en secado, almacenamiento, clasificación y empaques apropiados y vistosos.

## **INDUSTRIALIZACIÓN**

La industria procesadora del país utiliza indiscriminadamente ajo importado y nacional para producir diversos subproductos: pasta de ajo, ajo sal, ajo en polvo, condimentos, salsinas, adobo en pasta, etc. El ajo importado lo utilizan en su mayoría para la elaboración de condimentos deshidratados en polvo.

Los requerimientos de calidad que demanda esta agroindustria a los cultivadores de ajo nacional se refieren a la entrega de ajo en un estado sanitario óptimo, sin ninguna infestación ni sustancias extrañas, fresca del producto y concentración del sabor picante; algunas industrias alimentarias tienen otros parámetros antes de recibir el ajo cosechado, como la determinación de cenizas, es decir, establecer el contenido nutricional.

Una alternativa para el aprovechamiento agroindustrial del ajo se relaciona con sus propiedades medicinales; existen a nivel nacional algunas pequeñas industrias que demandan, en pequeña escala, ajo



Figura 21. "Atado" de ajos tradicional.

fresco para uso medicinal, el cual procesan y venden en diferentes presentaciones.

## **COSTOS DE PRODUCCIÓN**

En la estructura de costos de producción del cultivo del ajo (Tabla 5) se observa que el valor de la semilla es el rubro más alto con 34%, seguido del costo de los insumos (fertilizantes y plaguicidas) con 32%, mientras que la mano de obra representa el 27%. La rentabilidad del cultivo es muy buena (37%).

Tabla 5. Patrón de costos para el cultivo de ajo en Colombia (precios de 2004).

Detalle	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
<b>1. Preparación del terreno</b>				
Aradas	Hora	4	25.000	100.000
Rastrilladas	Hora	3	25.000	75.000
Surcadas	Hora	1	25.000	25.000
<b>Subtotal</b>				<b>200.000</b>
<b>2. Labores</b>				
Siembra	Jornal	25	18.000	450.000
Aplicación fertilizantes	Jornal	5	18.000	90.000
Aplicación herbicidas	Jornal	4	18.000	72.000
Aplicación insecticidas	Jornal	4	18.000	72.000
Aplicación fungicidas	Jornal	5	18.000	90.000
Aplicación de riego	Jornal	10	18.000	180.000
Deshierbas	Jornal	40	18.000	720.000
Cosecha	Jornal	45	18.000	810.000
<b>Subtotal</b>				<b>2.484.000</b>
<b>3. Materiales e insumos</b>				
Semillas	Kilos	400	8.000	3.200.000
Fertilizantes	Kilos	350	35.000	1.225.000
Herbicidas	Litros	2	90.000	180.000
Insecticidas	Kilos	3	80.000	240.000
Fungicidas	Kilos	6	90.000	540.000
Cabuya	Rollos	5	20.000	100.000
<b>Subtotal</b>				<b>6.285.000</b>
<b>4. Varios</b>				
Arriendo del terreno	Hectárea	1	600.000	600.000
Transporte	Viajes	4	150.000	600.000
<b>Subtotal</b>				<b>1.200.000</b>
<b>Total</b>				<b>9.369.000</b>
Rendimiento:	16.000 kilos			
Valor de la producción:	\$ 12.800.000			
Rentabilidad:	37%			