

EFFECTO DEL TERMOPERIODO EN LA PRODUCCION DE SEMILLA DE AJO

Allium sativum L.

MARTHA CECILIA CORTES PULIDO

MARIA DEL PILAR GALAN AVILA



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

TUNJA, 1986.

Dedico a:

Mis Padres, cuyo amor labró mi futuro; a mis Hermanas; a mis amigos y a mi pueblo.

Martha Cecilia

Dedico a:

Mis Padres

Mis Hermanos

María del Pilar

## AGRADECIMIENTOS

Las autoras del presente trabajo expresan sus agradecimientos por su colaboración en la realización del mismo, a:

JOSE ANTONIO BERNAL RIVERA. I.A. M.Sc. Profesor Facultad de Ciencias Agropecuarias. Director del Trabajo.

EFRAIN MARTINEZ QUINTERO. I.A. Profesor de la Escuela de Administración Agrícola, de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Seccional Duitama.

MAURICIO RODRIGUEZ CADENA. I.A.

WILSON CARRILLO. I.A.

UNION CARBIDE.

PRODUCTOS FITOSANITARIOS DE COLOMBIA. PROFICOL.

## TABLA DE CONTENIDO

	pág
INTRODUCCION .	1
1. REVISION DE LITERATURA .	3
1.1 HISTORIA .	3
1.2 BOTANICA DEL AJO .	3
1.2.1 Clasificación Taxonómica .	4
1.2.2 Composición Química del Bulbo .	5
1.3 VARIEDADES .	6
1.4 CLIMA .	7
1.5 SUELOS .	7
1.6 FERTILIZACION .	8
1.7 ENFERMEDADES Y PLAGAS .	8
1.8 ENFERMEDADES .	9
1.9 EFECTO DEL TERMOPERIODO EN LA FISIOLOGIA DE LA SEMILLA .	10

	pág
2. MATERIALES Y METODOS.	16
2.1 MATERIALES.	18
2.1.1 Localización.	18
2.1.2 Suelo.	19
2.1.3 Semilla.	19
2.1.4 Fertilizantes.	19
2.1.4.1 Fertilizantes Radiculares.	19
2.1.4.2 Fertilizantes Foliares.	20
2.1.5 Pesticidas.	20
2.1.5.1 Nematicida.	20
2.1.5.2 Insecticida.	20
2.1.5.3 Fungicidas.	20
2.1.6 Materiales de Laboratorio.	21
2.1.7 Materiales de Campo.	21
2.2 METODOS.	21
2.2.1 Diseño Metodológico.	21
2.2.2 Métodos de Laboratorio.	23
2.2.3 Métodos de Campo.	25
2.3 VARIABLES EVALUADAS.	25

	pág
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	28
3.1 DIAS A FORMACION DE BULBOS.	28
3.2 PRODUCCION PESO VERDE TONELADAS POR HECTAREA.	33
3.3 PRODUCCION PESO SECO TONELADAS POR HECTAREA.	39
3.4 TAMAÑO DE LOS BULBOS.	43
3.5 NUMERO DE DIENTES POR BULBO.	46
4. CONCLUSIONES.	54
5. RECOMENDACIONES.	56
6. RESUMEN.	58
7. BIBLIOGRAFIA.	62
ANEXOS.	65

## LISTA DE TABLAS

	pág
TABLA 1. Días a formación de bulbos.	29
TABLA 2. Anova unifactorial para días a formación de bulbos.	31
TABLA 3. Anova bifactorial para días a formación de bulbos.	32
TABLA 4. Producción peso verde en toneladas por hectárea.	36
TABLA 5. Anova unifactorial para producción peso verde en toneladas por hectárea.	37
TABLA 6. Producción peso seco en toneladas por hectárea.	40
TABLA 7. Anova bifactorial para producción seco en toneladas por hectárea.	41
TABLA 8. Tamaño de bulbos en centímetros.	47
TABLA 9. Anova unifactorial para tamaño de bulbos en centímetros.	43
TABLA 10. Número de dientes por bulbo.	50
TABLA 11. Anova unifactorial para número de dientes por bulbo.	52

## LISTA DE FIGURAS

	pág
FIGURA 1. Distribución de los tratamientos en el campo.	22
FIGURA 2. Detalles de una parcela.	26
FIGURA 3. Prueba de Duncan al 5% para días a formación de bulbos.	34
FIGURA 4. Producción peso seco en toneladas por hectárea.	35
FIGURA 5. Prueba de Duncan al 5% para producción peso verde en toneladas por hectárea.	38
FIGURA 6. Prueba de Duncan al 5% para producción peso seco en toneladas por hectárea.	42
FIGURA 7. Producción peso seco en toneladas por hectárea.	44
FIGURA 8. Análisis de regresión para producción peso seco en toneladas por hectárea.	45
FIGURA 9. Prueba de Duncan al 5% para tamaño de bulbos en centímetros.	49
FIGURA 10. Prueba de Duncan al 5% para número de dientes por bulbo.	53

## INTRODUCCION

La necesidad de un mayor incremento en la producción agrícola se impone debido a la urgencia de más y mejores alimentos para la población, así como una adecuada tecnología, fortaleciendo los sectores de producción como en el caso de las hortalizas que en la industria colombiana, ahora en proceso de expansión, han estado en un punto secundario en comparación con otros cultivos.

El ajo Allium sativum L. es una hortaliza de grandes cualidades alimenticias y medicinales; contiene 4.7% de proteína y alto porcentaje de minerales, siendo además antiséptico, depurador, activador de las funciones digestivas y estimulantes del apetito.

En Colombia se cultiva principalmente en Cundinamarca, Boyacá, Nariño y Santanderes, en un total de 565 hectáreas, con una producción nacional de 2.697 toneladas, en el año de 1985 según datos del Ministerio de Agricultura.

De acuerdo con el Instituto Colombiano de Comercio Exterior, la importación de ajos durante los meses de enero a mayo de 1986 fue de 940.350 dólares, razón por la cual se hace necesario el incremento de tecnología, para satisfacer una alta demanda del cultivo en el país.

El factor más importante para obtener excelentes rendimientos consiste en ofrecer al agricultor semilla certificada, por ello hay que profundizar en el conocimiento de algunas técnicas, como el tratamiento en frío de semilla, ya que la temperatura constituye un elemento externo capaz de influir en el crecimiento y en la producción agrícola.

El termoperíodo es un aspecto importante de la relación existente entre el crecimiento y la temperatura.

Por esta razón se debe determinar el efecto de las diferentes temperaturas sobre la germinación, ciclo vegetativo y producción del cultivo de ajo, además de evaluar si en forma directa la vernalización influye sobre el control de plagas y enfermedades.

## 1. REVISION DE LITERATURA

### 1.1 HISTORIA

Jones y Mann citados en el Manual de Asistencia Técnica del Instituto Colombiano Agropecuario (11), explican que el ajo tiene origen remoto en el Asia Central, siendo los países del Mediterráneo su segundo centro. El ajo Allium sativum L. ha sido utilizado por el hombre desde tiempo inmemorial, los constructores de las pirámides de Egipto lo consumían, los romanos lo daban a los gladiadores y esclavos para mantenerlos fuertes, pues además de sus virtudes culinarias creían que el ajo poseía el secreto del vigor físico.

### 1.2 BOTANICA DEL AJO

La Federación Nacional de Cafeteros (9) comenta que el ajo es una planta herbácea de bulbo, al cual se le llama cabeza,

siendo ésta la parte comestible que arrancada y secada junto con sus tallos tienen un sabor fuerte y picante muy típico de la especie.

Higueta (10) añade refiriéndose a la planta de ajo, que es una hortaliza que pertenece a la familia de las liliáceas, presenta un bulbo redondo constituido por 10 a 30 bulbillos, cubiertos por una membrana correosa transparente, generalmente de color blanco rojizo. En la base de la cabeza se encuentran insertadas las raíces fibrosas que sirven de sostén y para la alimentación de la planta.

El Manual Práctico de Hortalizas (24) también anota que las hojas tienen su origen en la parte superior del centro de cada diente, son largas, estrechas, lisas y de color verde oscuro. Del centro de las hojas parte el tallo que puede alcanzar aproximadamente 50 centímetros de altura. Está coronado por las flores que son pequeñas, rojas o verdosas reunidas en umbela.

### 1.2.1 Clasificación Taxonómica

Según las características dadas por Uribe (25) la clasificación taxonómica del ajo es la siguiente:

Reino	:	Vegetal
División	:	Angiospermas
Clase	:	Monocotyledonaceae
Sub-clase	:	Archichlamydeae
Orden	:	Liliifloras
Sub-orden	:	Lillineae
Familia	:	Liliaceae
Sub-familia	:	Sciolloideae
Género	:	Allium
Especie	:	sativum
Nombre científico	:	<u>Allium sativum</u>

### 1.2.2 Composición química del bulbo

Según Lerena (14) la composición química del bulbo está dada por:

Agua:	64.6%
Hidratos de carbono:	26.6%
Proteínas:	6.8%
Grasas:	0.1%
Ceniza:	1.4%
Fibra:	0.8%
Valor energético:	1.3 calorías .

### 1.3 Variedades

De acuerdo con Caicedo (5) las variedades de ajo, utilizadas en Colombia se dividen en grupos según el color de su túnica. Estos son ajos blancos y ajos rojos.

Caicedo (5) continúa diciendo que los ajos blancos son más sensibles a enfermedades foliares; pero se conservan mejor en almacenamiento. Los ajos blancos se dividen en tres tipos como son el blanco criollo, siendo altamente aromático, más susceptible a nemátodo y alternaria; el blanco pastuso, susceptible a pudrición radicular (Sclerotium sp.) y a alternaria; el blanco gigante, de dientes de gran tamaño. Ajos rojos, son de túnica

rosada o morada, los más importantes son los rojos criollos cuya túnica es más delgada y es más resistente a enfermedades que el blanco criollo; pero no al almacenamiento.

Caicedo (5) dice que según los requerimientos de fotoperíodo las variedades de ajo Allium sativum L. se agrupan en variedades de día corto las cuales forman dientes pequeños y no uniformes, siendo estas variedades las más adaptadas a nuestro medio; y variedades de día largo, que forman bulbo cuando las horas de luz son más altas, produciendo bulbos grandes y uniformes.

#### 1.4 CLIMA

Según Higuira (10) el clima debe ser seco, ya que la humedad induce a la pudrición de los bulbos y a la aparición de otras enfermedades, la temperatura óptima está entre 12°C a 18°C; este rango es crítico en los primeros días ya que la planta debe alcanzar un buen crecimiento del tallo exterior antes de la formación del bulbo para excelentes rendimientos. El engrosamiento viene como respuesta a temperaturas cálidas y a

días largos, sin embargo el número de horas luz depende de la variedad. En Colombia se adapta el cultivo de ajo Allium sativum L. a altitudes entre 1.700 a 3.000 m. s. n. m. con temperaturas menores de 20°C.

### 1.5 SUELOS

Caicedo (5) afirma que los suelos sueltos y con buen contenido de materia orgánica, drenaje adecuado y estructuras que retengan la humedad son apropiados para el cultivo. Los suelos franco arcillosos permiten el buen desarrollo de los bulbos mientras que los suelos pesados dificultan la formación de las cabezas y favorecen las pudriciones. el pH debe estar entre 5.5 y 6.8.

### 1.6 FERTILIZACION

Osorio (20) comenta refiriéndose a la fertilización que el nitrógeno es importante para la formación del área fotosintética, siendo las excesivas aplicaciones de éste las causantes de encebollamiento o sobrebrotamiento; para el buen desarrollo de la planta debe haber buena disponibilidad de potasio; el fósforo es

un elemento que interviene en la formación y tamaño de los bulbos.

#### 1.7 ENFERMEDADES Y PLAGAS

Soler (23) dice que el problema más limitante en el cultivo de ajo Allium sativum L. es el nemátodo del tallo y la raíz, Ditylenchus dipsaci; cuyo síntoma es el hinchamiento de la base con tejido esponjoso, presencia de cortadas longitudinales en el bulbo, enroscamiento de las hojas, ausencia de raíces, olor azufrado en los bulbos atacados. El ataque del nemátodo puede continuar en los ajos almacenados, lo cual predispone a los bulbos al daño por otras plagas.

Median (18) menciona las siguientes plagas importantes en el cultivo: Thrips tabaci: Estos insectos raspan y chupan el follaje produciendo lesiones que terminan secando las hojas; son peligrosos propagadores de virus, Brachicerus algirus, la larva de este gorgojo se introduce en los bulbos, desarrollándose a expensas de ellos, siendo necesaria la destrucción de las plantas

atacadas. Aerecia tulipae: Acaro causa deformaciones en las hojas, no emergen bien y forman espirales, con coloraciones amarillentas largas de aspecto viroso.

## 1.8 ENFERMEDADES

Para la Federación Nacional de Cafeteros (9) las enfermedades de más incidencia son:

Alternaria porri: Las hojas presentan manchas pequeñas hundidas, de color blanco con centro morado, a las 2-3 semanas toman apariencia negro pardusca. Sclerotium sp. Pudrición de la raíz, grave parásito de los bulbos de ajo y otros Allium, tiene una temperatura óptima para su desarrollo por debajo de 20°C.

Botrytis sp. Podredumbre del cuello; pudrición del cuello y eventual momificación; se presenta especialmente en almacenamiento. Pyrenochaeta terrestris. Raíz rosada además de atacar los bulbos de ajo también ataca la cebolla. Puccinia allii. Actúa como todas las royas, presentando manchas amarillas de forma elíptica en las hojas que más tarde toman color negro; en ataques masivos es necesario abandonar el cultivo por 3-4 años.

La roya solo causa daño al cultivo de ajo a elevadas altitudes, Erwinia carotovora. Pudrición acuosa fétida, se presenta en el almacenamiento.

#### 1.9 EFECTO DEL TERMOPERIODO EN LA FISIOLOGIA DE LA SEMILLA

L.K. Mann (15) describe el bulbo de ajo como la agrupación de órganos menores o dientes, de los cuales cada uno es capaz de producir una nueva planta. Estos dientes son yemas axilares especializadas como órganos de almacenamiento que llevan los rudimentos de una planta completa que se desarrolla después de superar un período de letargo.

El estado de latencia, dormancia, o letargo consiste, según Mann y Minges (16), en la detención temporal del crecimiento vegetativo, mientras se dan ciertas condiciones inherentes a las plantas y determinadas por el clima que son favorables para el crecimiento activo de éstas. Las condiciones externas necesarias para la germinación de los bulbos son las temperaturas y el

transcurso del tiempo determinado. La condición de dormancia se asocia con incapacidad de crecimiento, rata baja de respiración y bajo nivel de ácidos nucleicos.

Wareing (26) afirma que la regulación de la dormancia y crecimiento de las yemas son activadas por sustancias de crecimiento. La dormancia está regulada por la interacción de inhibidores del tipo de ácido abscísico y efectos promotores del crecimiento como el ácido giberélico.

Smith y Rappaport (22) encontraron en bulbos de cebolla y tubérculos de papa que al terminar el reposo, el nivel de ácido giberélico se incrementaba y el de ácido abscísico disminuía.

Salisbury y Ross (21) mencionan el ácido abscísico como un factor que se halla en las yemas de las plantas en estado latente, mientras que el ácido giberélico es el que influye en la interrupción de este estado, que eventualmente reemplaza la acción de los días largos o los períodos fríos en plantas que lo requieren.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA  
DE COLOMBIA

Algunos autores han estudiado los efectos de provocar condiciones artificiales para acortar el período vegetativo del cultivo y reducir el tiempo de inactividad en zonas donde la época de siembra es reducida. A este proceso se le ha dado los nombres de Termoperíodo, vernalización o termoperiodismo. Para Maximov (17) el método artificial de vernalización se basa en el principio de que las semillas están sujetas a influencias externas determinadas, que al acelerar los procesos fisiológicos ocasionan la transición a la fase reproductiva. El factor primordial de la vernalización es la disminución de las temperaturas durante un período suficientemente largo.

Para Córdoba (6) los factores que inducen a la germinación interrumpiendo el estado de latencia de la semilla son: Factores externos como agua, oxígeno, temperatura, luz y sustancias químicas; y factores internos como inhibidores, ritmos endógenos de germinación.

Maximov (17) afirma que el método de vernalización se basa en la característica de hacer sufrir al vegetal la influencia del complejo de factores externos indispensables para su transi-

ción hacia la reproducción tan pronto como comienzan a madurar y no durante la madurez.

Lysenko, citado por Maximov (17) apoya el método de vernalización en los siguientes conceptos teóricos:

El crecimiento y el desarrollo no son fenómenos idénticos. El crecimiento consiste en el aumento de tamaño de la planta sin que se produzcan aumentos cualitativos profundos de las partes en crecimiento. El desarrollo es la mudanza de los distintos estados que conducen a la planta a la reproducción. El desarrollo consta de estados diferentes, el cambio de un estado a otro está asociado de variaciones cualitativas, sin que ellas se revelen externamente.

De acuerdo con la teoría de Lysenko, citado por Maximov (17) cada estado de desarrollo es acompañado por cambios irreversibles cualitativos que tienen lugar en el protoplasma de las células vegetales, principalmente en los tejidos meristemáticos. Durante la vernalización varía la óxido-reducción de las células meristemáticas.

Abdalla y Mann (1) encontraron en cebolla de bulbo Allium cepa L. una correlación positiva entre el tiempo de almacenamiento y la prontitud de la germinación de los bulbos, siendo que 0°C y 30°C reducen a la mitad el período vegetativo, comparado con la de 15°C.

Aura (4) experimentó que los bulbos de cebolla en Finlandia vernalizados a 30°C germinan más lentamente en comparación con los que se vernalizaron a temperaturas menores, menos la de 1°C que demoró 30 días más en su germinación que los otros tratamientos. Los clones de climas cálidos, aumentan los rendimientos, ya que el período vegetativo es más largo, presentándose diferencias en la maduración.

Mann (15) en California estudió la interrupción del estado de latencia bajo condiciones frías de almacenamiento de la semilla de ajo, encontrando que las temperaturas de 5°C y 10°C aceleran el brotamiento. Minges (19) anota en el desarrollo de un trabajo más extenso en busca del efecto de la temperatura, el fotoperíodo y la influencia del almacenamiento sobre la germina-

ción, rendimientos y períodos vegetativos, comprobando que almacenamientos cercanos a  $10^{\circ}\text{C}$  están ligados al mejor crecimiento del cultivo y las temperaturas alrededor de  $0^{\circ}\text{C}$  tienen efecto contrario.

El trabajo fue continuado por Aoba y Takagi (3) deduciendo que la ausencia de tratamiento frío bajo días de 8 a 16 horas de luz originan plantas sin bulbos, el día largo puede determinar, sin necesidad de período frío la formación del bulbo si llega a 20 horas luz; es decir, período frío y día largo tienen efecto aditivo con este fenómeno.

También El Motaz (8) en las condiciones climáticas de Egipto, buscando romper el estado de latencia para acortar el período siembra-cosecha encontró que 15-30 días de almacenamiento a  $0^{\circ}\text{C}$  redujeron la germinación o brotamiento, así como la producción final. Algunas variedades brotaron más pronto, pero produjeron menos que bajo almacenamiento previo a temperatura ambiente. El frío induce a la formación anormal ramificada del bulbo.

Ignatiev (12) en la URSS informa de almacenamiento a 0°C el que induce maduración precoz frente al tratamiento de 18 C a 20 °C; y mejor producción. Ante la escasez de agua los tratamientos en frío producen bulbos de pocos dientes y los de 18°C a 20°C bulbos de un diente o machos.

Duomovic (7), en Argentina realizó estudios sobre el efecto de condiciones de almacenaje y épocas de plantación sobre el crecimiento en ajo Allium sativum L. en el cual la precocidad típica del cultivo se puede modificar por diferentes técnicas como siembras en distintas épocas, tratamientos de frío a la semilla y la combinación de estas dos técnicas; observando que los períodos de frío de preplantación y las diferentes épocas de siembra modificaron el crecimiento de las plantas, el inicio de la bulbificación y la duración del ciclo vegetativo. Hubo una disminución de los rendimientos y calidad comercial en las más bajas temperaturas y en las plantaciones tardías.

Ledesma (13) concluye que los tratamientos en frío dados a la semilla de ajo Allium sativum L. adelantan el proceso de bulbificación y acortan los ciclos vegetativos en las plantas originadas;

pero la producción es menor y de menor calidad comercial.

La Federación Nacional de Cafeteros (9) afirma que el cultivo en Colombia presenta diferencias con el cultivo en otros países relacionadas con la situación ecuatorial del país y el clima de las zonas productoras. Es notorio que las principales zonas de cultivo están en clima frío y por esta razón la temperatura de almacenamiento está cerca a los 15°C. Los productores seleccionan los bulbos para semilla, los exponen al aire seco en sitios cubiertos y los guardan durante dos o tres meses en sitios secos y frescos. Durante el almacenamiento se produce el brote de la primera hoja y en ese momento está listo para la siembra (9).

Casseres citado por Higuera (10) afirma que cuando no ha ocurrido la exposición de la semilla a temperatura de menos de 20°C, no puede ocurrir la formación de bulbos aún en días largos. Una exposición demasiado larga a temperaturas más bajas que las estudiadas, resultan en bulbos sin uniformidad por la formación

de dientes axilares o lo comúnmente llamado acebollamiento.

De esta manera Casseres no recomienda la siembra en zonas de heladas frecuentes.

## 2. MATERIALES Y METODOS

### 2.1 MATERIALES

#### 2.1.1 Localización

Departamento:	Boyacá
Municipio:	Paipa
Finca:	Granja Tinguavita (U. P. T. C.)
Altitud:	2.470 m. s. n. m.
Latitud:	05°45' 30" Greenwich
Longitud:	73° 07' 33" Greenwich
Temperatura promedio:	15°C
Precipitación:	680 mm
Humedad relativa:	75%

### 2.1.2 Suelo

El suelo de la granja donde se realizó el experimento es de textura franco-arenosa, con un contenido de materia orgánica de 3.05% y un pH de 5.1.

### 2.1.3 Semilla

Se utilizó semilla de la variedad Rosada Criolla, de tamaño grande y con un período de reposo de tres meses.

### 2.1.4 Fertilizantes

#### 2.1.4.1 Fertilizantes Radiculares

Se aplicó fertilizante orgánico "gallinaza" y fertilizante químico del grado 14-14-14.

#### 2.1.4.2 Fertilizantes Foliare

Se aplicó fertilizantes que contenían microelementos.



2.1.5 Pesticidas

2.1.5.1 Nematicida

Carbofurán (1. Activo).

2.1.5.2 Insecticida

Profenofos (1. Activo).

2.1.5.3 Fungicidas

Mancozeb, Propineb.

2.1.6 Materiales de Laboratorio

Estufas, neveras y termómetros.

2.1.7 Materiales de campo

Azadón, rastrillo, decámetro, pita, estacas, barra, báscula,

equipo de riego.

## 2.2 METODOS

### 2.2.1 Métodos de Laboratorio

Se seleccionó semilla de tamaño uniforme para todos los tratamientos, repartiéndose 600 dientes para cada tratamiento con sus tres replicaciones; se calibró las neveras y estufas a temperaturas constantes de  $0^{\circ}\text{C}$  ,  $5^{\circ}\text{C}$ ,  $10^{\circ}\text{C}$ ,  $25^{\circ}\text{C}$ ,  $35^{\circ}\text{C}$ ,  $-5^{\circ}\text{C}$  y  $-10^{\circ}\text{C}$  siendo controladas estas temperaturas con termómetros, el testigo se mantuvo a temperatura ambiente.

Los tratamientos sometidos a 192 horas fueron colocados primero dentro de las neveras y estufas; luego se colocaron los tratamientos de 96 horas y por último los de 48 horas con el fin de ser sacados al mismo tiempo para la siembra.

Los tratamientos se representaron de la siguiente manera:

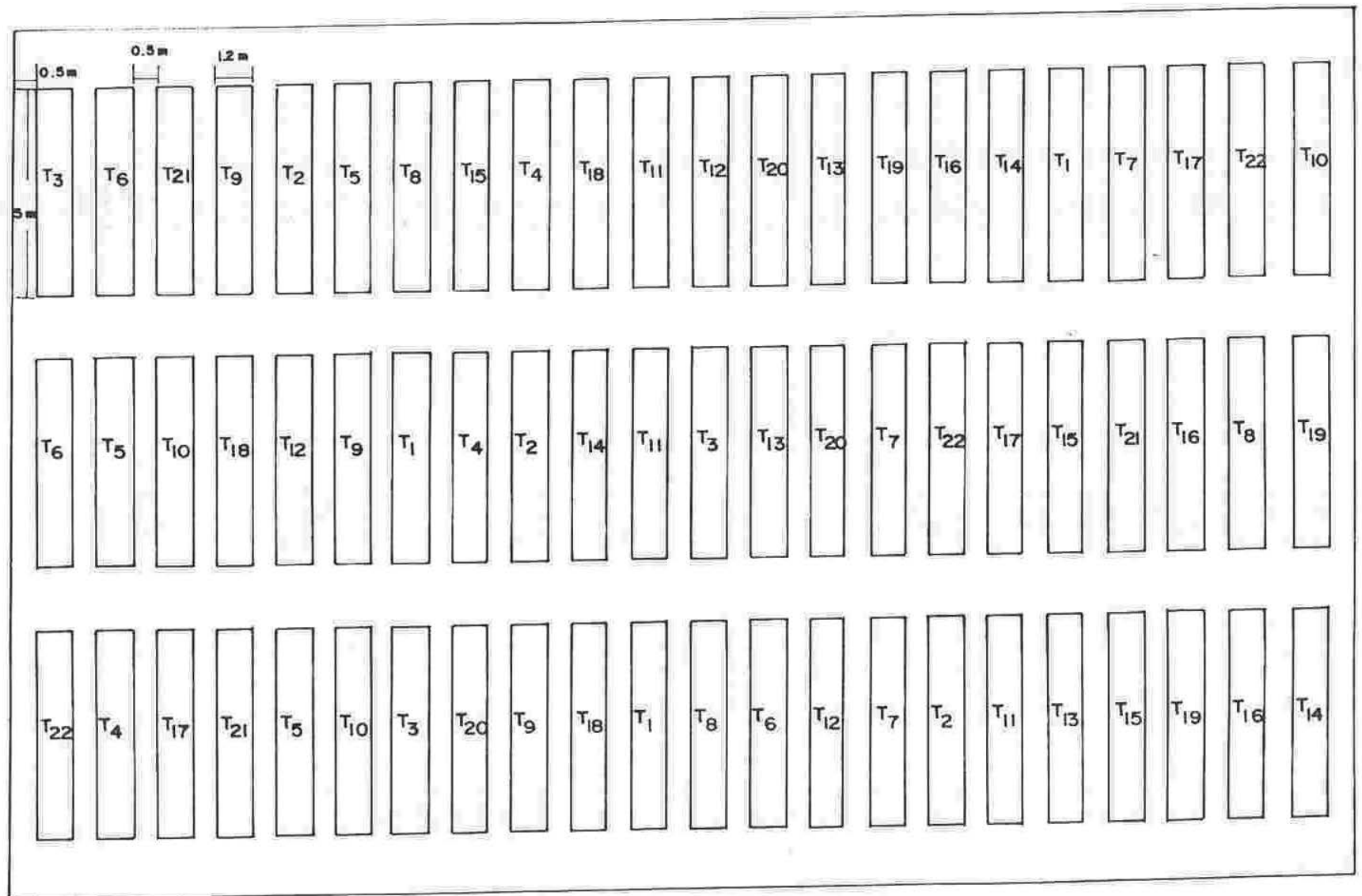


FIGURA 1. Distribución de los tratamientos en el campo. Diseño experimental bloques al azar.

De donde:

- A1: Bulbillos sometidos a temperatura de 0°C.
- A2: Bulbillos sometidos a temperatura de 15°C.
- A3: Bulbillos sometidos a temperatura de 10°C.
- A4: Bulbillos sometidos a temperatura de 25°C.
- A5: Bulbillos sometidos a temperatura de 35°C.
- A6: Bulbillos sometidos a temperatura de -5°C.
- A7: Bulbillos sometidos a temperatura de -10°C.
- Ao: Bulbillos sin tratamiento.

- B1: Bulbillos sometidos durante 48 horas.
- B2: Bulbillos sometidos durante 96 horas.
- B3: Bulbillos sometidos durante 192 horas.
- Bo: Bulbillos sin tratamiento.

### 2.2.2 Métodos de Campo

Preparación del terreno: Se hizo una arada y tres rastrilladas para proceder luego a la nivelación del terreno y trazado de las parcelas.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA  
DE COLOMBIA

**Diseño Experimental:** El montaje del ensayo se hizo en bloques al azar con tres replicaciones, cada replicación con 22 tratamientos dando un total de 66 parcelas, distanciadas entre sí 0.50 m y entre bloques 1.00 m. El tamaño de cada parcela fue de 1.20 m de ancho por 5.00 m de largo, dando un área de 6.00 m<sup>2</sup> por cada una. Gráfica 3.

**Siembra:** Se utilizó un bulbillito por sitio con una distancia de siembra de 30 cm entre surcos y 10 cm entre plantas, en el momento de la siembra se hizo la fertilización orgánica y química de acuerdo con el análisis de suelos. Gráfica 4.

**Labores Culturales:** Se realizaron desyerbas manuales, se realizó una segunda fertilización a los dos meses de haberse sembrado el cultivo, se hizo control de alternaria con Mancozeb y Propineb para el control de trips se aplicó Profenofos.

**Parámetros de Evaluación:**

- Días a formación de bulbos.
- Producción peso verde en toneladas por hectárea.

- Producción peso seco en toneladas por hectárea.
- Tamaño de los bulbos en centímetros.
- Número de dientes por bulbo.

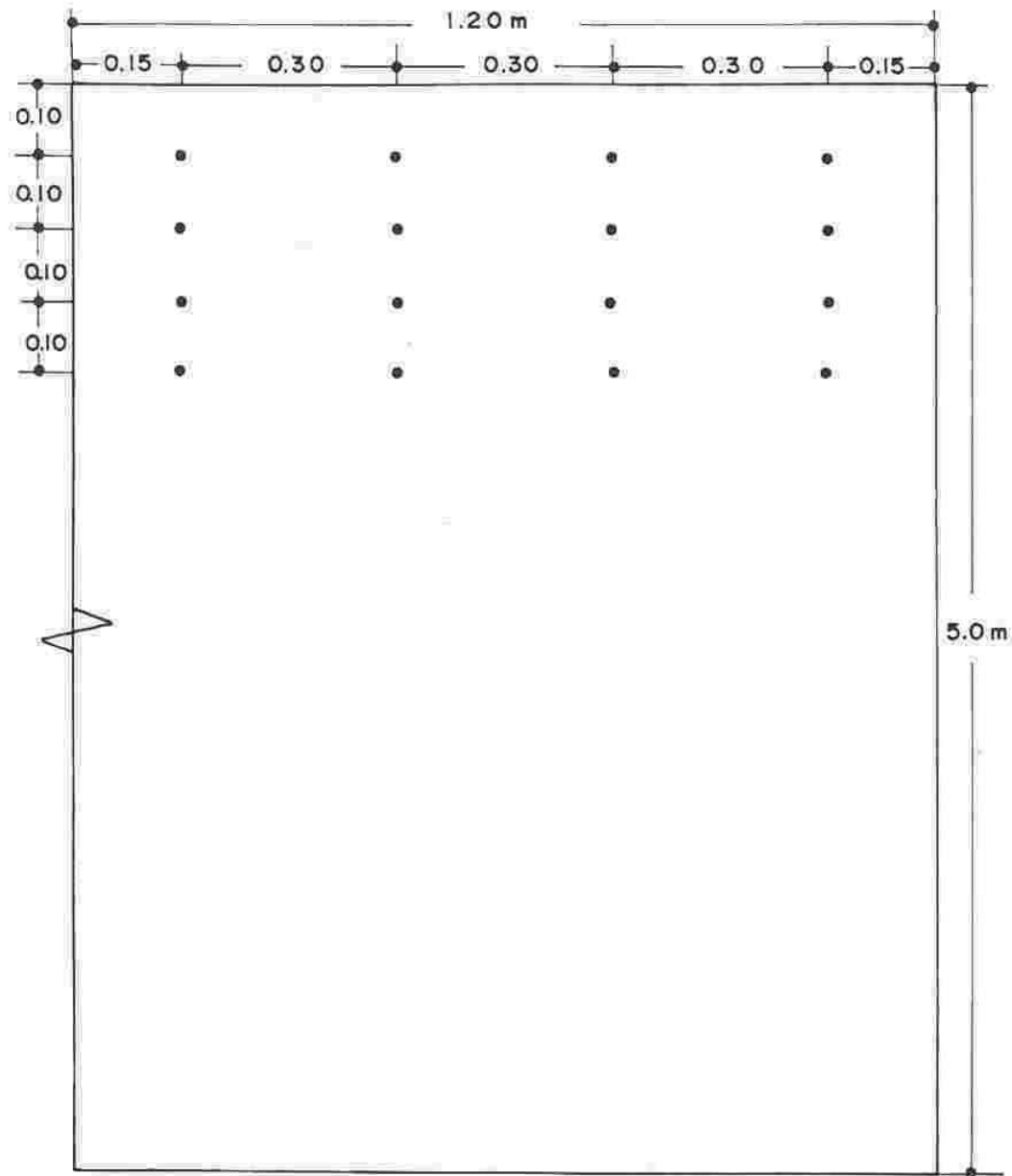


FIGURA 2. Detalle de una parcela.

Fuente: Autores

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 DIAS A FORMACION DE BULBOS

Los resultados de días a formación de bulbos se presentan en la Tabla 1, en la cual se observa que el T1 que corresponde a 0°C a 48 horas, T2 que corresponde a 0°C por 96 horas y el T3 que corresponde a 0°C a 192 horas iniciaron la formación de bulbos en el menor tiempo con una diferencia de 20 días con relación a T12 que corresponde a 25°C a 192 horas el cual fue muy similar a T22 que corresponde al testigo, lo cual es un período muy significativo para un productor de ajo, para comprobar esto se procedió a hacer análisis de varianza simple el cual presentó una diferencia significativa al 5% viéndose la necesidad de establecer cual de los tratamientos era el mejor para lo cual se realizó la Prueba de Duncan que se presenta en la Tabla 3 y su respectivo diagrama, dando que los tratamientos T1, T2 y T3 tienen diferencia altamente significativa en relación con los

TABLA I. Días a formación de bulbos

Nº TRATAMIENTO	REPLICACIONES			TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III		
1	45	40	48	133	44.3
2	40	40	52	132	44.0
3	40	40	42	122	40.6
4	50	49	49	148	49.3
5	49	49	50	148	49.3
6	48	49	50	147	49.0
7	59	57	59	175	58.3
8	55	51	50	162	54.0
9	50	50	52	152	50.6
10	60	57	62	179	59.6
11	61	62	60	183	61.0
12	64	63	62	189	63.0
13	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0
22	55	55	58	168	56

Fuente: Autores

TABLA 2. Anova modelo unifactorial. Dias a formación de bulbos

FUENTES DE VARIACION	G. L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CALC.	F. TABLAS		SIGNIFICANCIA
					5%	1%	
REPLICACIONES	2	13.455	6.727	6.159	3.22	5.16	*
TRATAMIENTOS	21	44 246.485	2106.975	1928.843	1.82	2.33	*
ERROR	42	45.879	1.092				
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>	<b>44305.819</b>					

C.V. = 3.39%

Fuente: Autores

Diagrama 1. Prueba de Duncan al 5%. Dias a formación del bulbo

T<sub>12</sub> T<sub>11</sub> T<sub>10</sub> T<sub>7</sub> T<sub>22</sub> T<sub>8</sub> T<sub>9</sub> T<sub>4</sub>T<sub>5</sub>T<sub>6</sub> T<sub>2</sub>T<sub>1</sub> T<sub>3</sub> T<sub>13</sub>T<sub>21</sub>



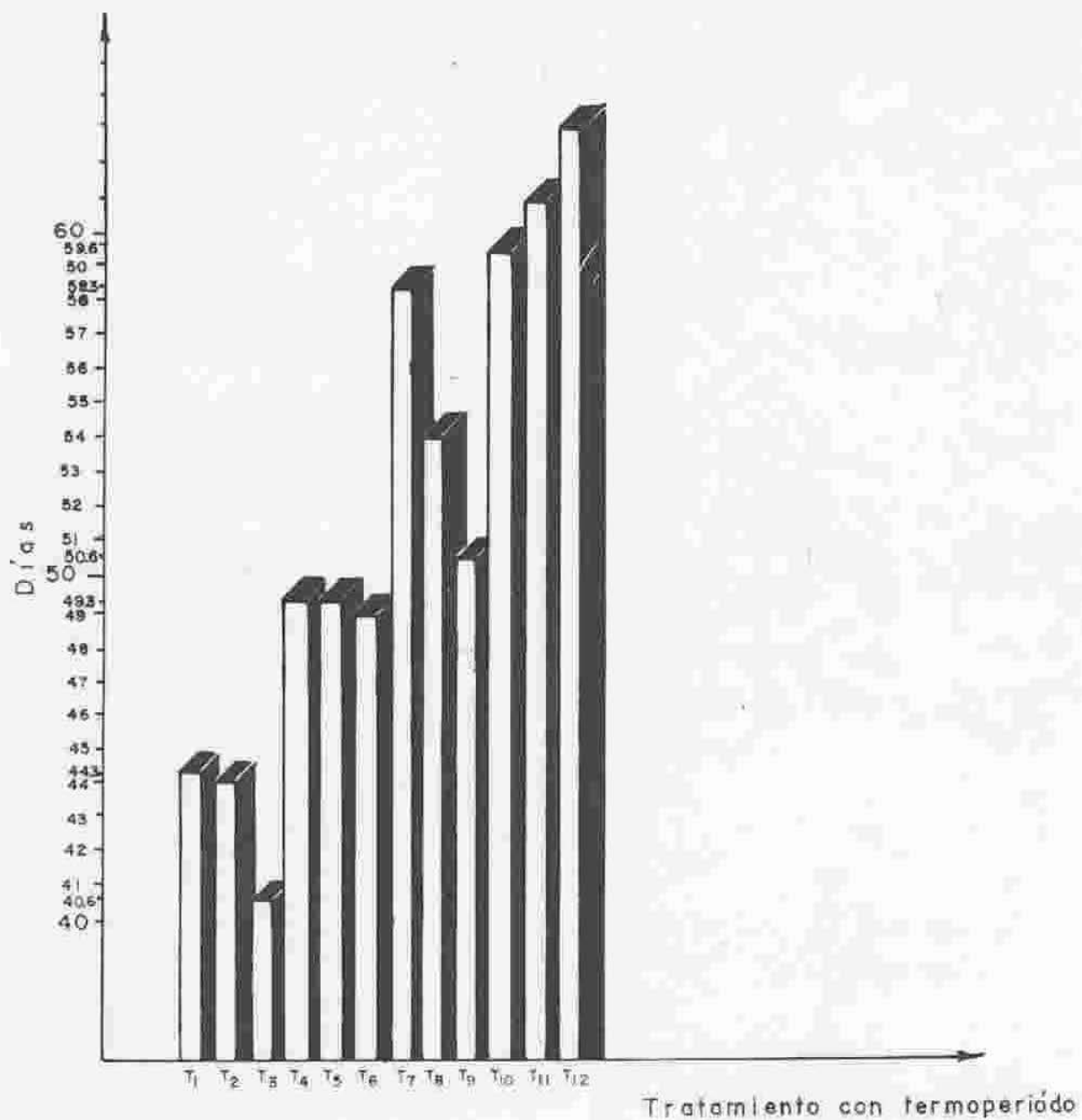
----- Diferencia significativa

\_\_\_\_\_ No hay diferencia significativa

BIBLIOTECA AGROPECUARIA  
DE COLOMBIA

Fuente: Autores

GRAFICA 2. Días en que se inicia la formación de bulbos



Fuente: Autores

demás tratamientos; se comportaron en forma similar los tratamientos T13 que corresponde a 35°C a 48 horas, T14 que corresponde a 35°C 96 horas y T15 que corresponde a 35°C a 192 horas los cuales no germinaron por efectos de desnaturalización de proteínas y enzimas que contribuyen al crecimiento y desarrollo del embrión, lo cual lo contemplan muchos autores en la revisión de literatura.

Los tratamientos desde T16 hasta T21 que corresponden a temperaturas de -5 y -10°C no germinaron por ruptura de las células debido al congelamiento del jugo celular que se produce en las semillas al ser sometidas a temperaturas por debajo de 0°C.

### 3.2 PRODUCCION PESO VERDE TONELADAS POR HECTAREA

Los rendimientos más altos se obtuvieron en el tratamiento T9 Tabla 4 que corresponde a 10°C a 192 horas con una producción de 25.6 toneladas por hectárea comprobando estadísticamente dió una diferencia altamente significativa entre replicaciones y tratamientos los cuales, llevados a Prueba de Duncan Tabla 6 con

TABLA 4. Producción peso verde tonelada / hectarea

Nº TRATAMIENTO	REPLICACIONES			TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III		
1	16.66	23.00	13.50	53.16	17.72
2	18.17	22.50	11.17	51.84	17.28
3	18.50	20.67	18.34	57.51	19.17
4	20.30	23.34	17.34	60.96	20.32
5	22.33	24.50	17.67	64.50	21.50
6	24.16	25.00	17.67	66.81	22.27
7	24.34	26.67	16.17	67.17	22.39
8	24.84	27.50	17.98	70.32	24.44
9	25.00	28.00	22.18	75.18	25.06
10	9.16	16.66	12.17	37.98	12.66
11	16.50	21.00	9.67	47.17	15.72
12	19.60	16.00	9.50	45.10	15.03
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	13.17	10.67	14.17	38.01	12.67

Fuente : Autores

TABLA 5. Anova Modelo unifactorial. Producción peso verde ton/ha

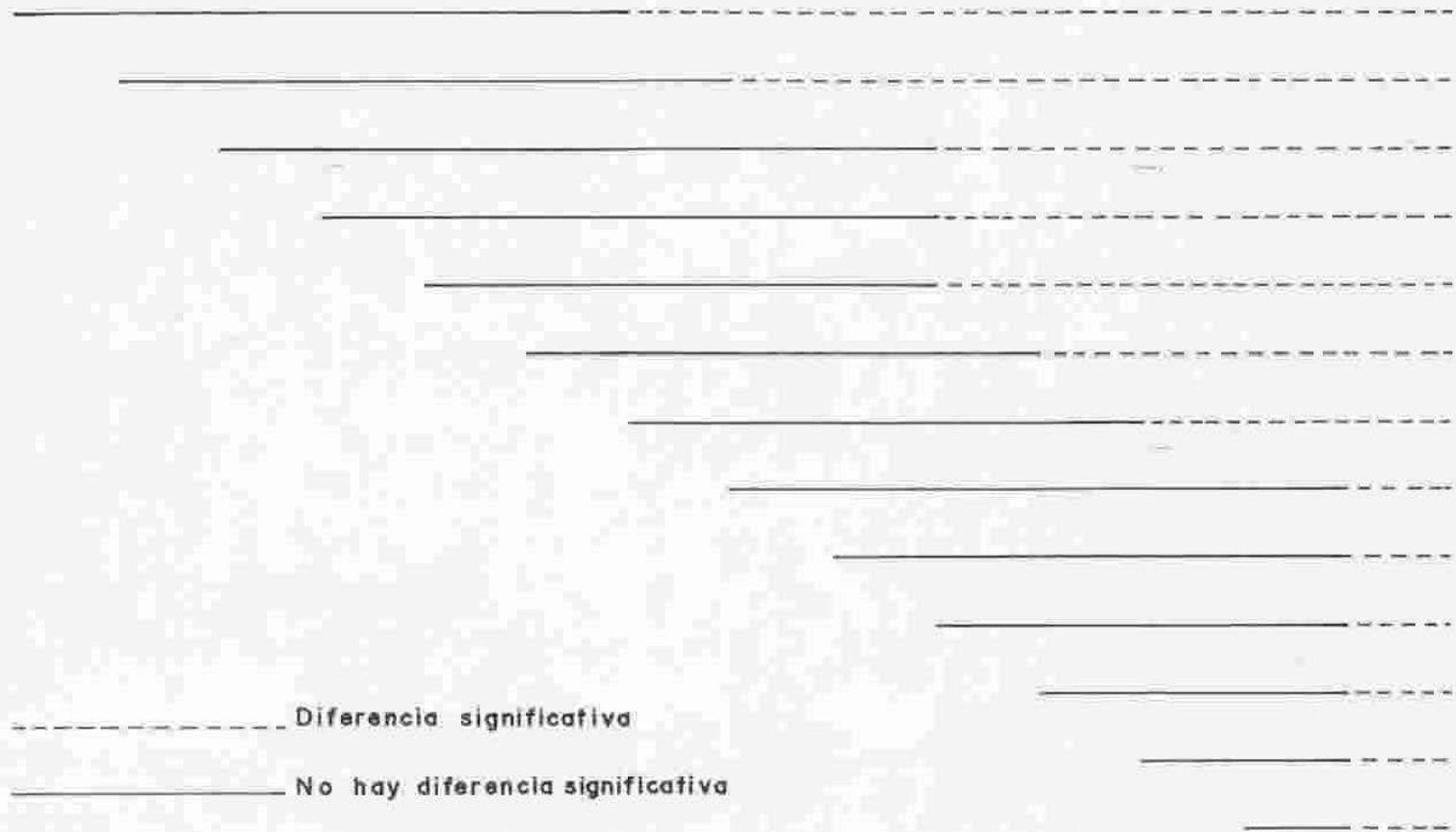
FUENTES DE VARIACION	G. L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CÁLC.	F. TABLAS		SIGNIFICANCIA	
					5%	1%		
REPLICACIONES	2	182.334	91.167	12.771	3.22	5.16	*	*
TRATAMIENTOS	21	6272.172	298.675	41.839	1.82	2.33	*	*
ERROR	42	299.826	7.139					
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>	<b>6754.331</b>						

C.V. = 23.8 %

Fuente: Autores

Diagrama 2. Prueba Duncan al 5%. Producción peso verde ton/ha

T<sub>9</sub> T<sub>8</sub> T<sub>7</sub> T<sub>6</sub> T<sub>5</sub> T<sub>4</sub> T<sub>3</sub> T<sub>1</sub> T<sub>2</sub> T<sub>11</sub> T<sub>12</sub> T<sub>22</sub> T<sub>10</sub> T<sub>13-T<sub>21</sub></sub>



Fuente: Autores

su respectivo Diagrama indica que T9, T8, T7, T6, T5 y T4 se comportaron en la misma forma.

### 3.3 TAMAÑO DE LOS BULBOS Y NUMERO DE DIENTES

El tamaño del bulbo está directamente relacionado con el número de dientes. El T9 de 10°C a 192 horas presenta bulbo de mayor tamaño en relación con los demás tratamientos a 0°C, 5°C, 25°C a 48, 96 y 192 horas respectivamente y en relación al testigo.

Para la temperatura de 25°C a 48, 96 y 192 horas la formación de bulbo fue anormal, ya que se presentaron bulbos con los llamados ajos machos. Estos resultados se observan en la Tabla 10, en donde se aprecia que el tamaño y número de dientes del testigo es similar al de la temperatura de 0°C.

Para el análisis de varianza, en las Tablas 11 y 14, nos da diferencias altamente significativas entre tratamientos, lo cual es importante en la comercialización del producto.

TABLA 10. Tamaño de bulbos en cm.

Nº TRATAMIENTO	REPLICACIONES			TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III		
1	2.8	2.6	2.8	8.2	2.7
2	2.9	2.6	2.8	8.3	2.7
3	3.0	2.8	3.0	8.8	2.9
4	3.6	3.5	3.4	10.5	3.5
5	3.6	3.6	3.5	10.7	3.5
6	4.5	3.8	3.8	12.1	4.0
7	4.5	4.3	4.3	13.1	4.3
8	4.6	4.8	4.4	13.8	4.6
9	4.8	4.7	4.8	14.3	4.7
10	2.9	2.8	2.9	8.6	2.8
11	3.0	2.8	2.9	8.7	2.9
12	3.0	2.8	2.9	8.7	2.9
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	3.5	3.5	3.3	10.3	3.4

Fuente: Autores

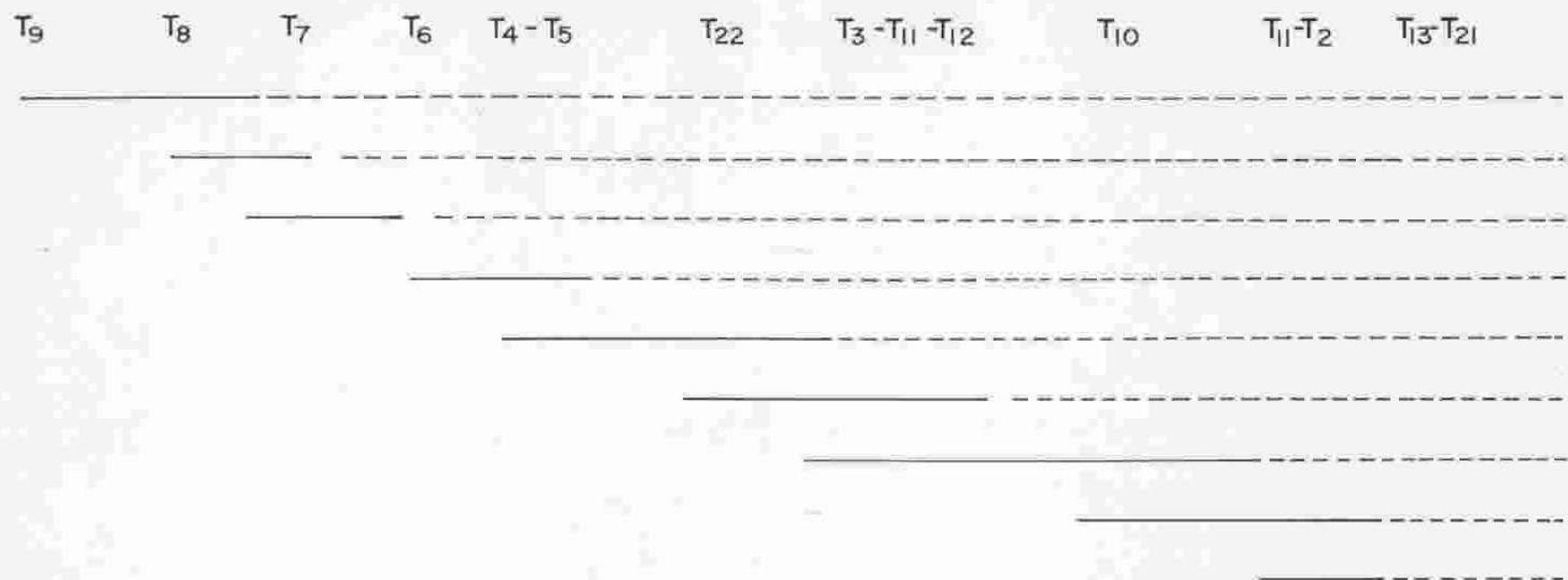
TABLA II. Anova modelo unifactorial. Tamaño de bulbo en cm

FUENTES DE VARIACION	G L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CALC.	F. TABLAS 5%	F. TABLAS 1%	SIGFICANCIA
REPLICACION	2	0.106	0.053	4.65	322	5.16	*
TRATAMIENTOS	21	215.656	10.269	898.002	182	2.33	**
ERROR	42	0.480	0.011				
TOTAL	65	216.243					

C.V. = 5.1%

Fuente: Autores

Diagrama 4. Prueba de Duncan al 5%. Diámetro de bulbo en cms.



----- Diferencia significativa

————— no existe diferencia significativa

Fuente: Autores

En los Diagramas 4 y 5 el tratamiento a  $10^{\circ}\text{C}$  presenta diferencias altamente significativas respecto a los tratamientos a  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $25^{\circ}\text{C}$  a 48, 96 y 192 horas respectivamente y con respecto al testigo, siendo además su comportamiento no significativo respecto al tratamiento a  $5^{\circ}\text{C}$  por 48, 96 y 192 horas y respecto a  $10^{\circ}\text{C}$  a 48 y 96 horas.

TABLA 13. Número de dientes por bulbo

Nº TRATAMIENTO	REPLICACIONES			TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III		
1	10	10	11	31	10.3
2	10	10	11	31	10.3
3	9	12	13	34	11.3
4	13	15	14	42	14
5	16	16	14	46	15.3
6	18	16	16	50	16.6
7	18	16	18	52	17.3
8	18	18	19	55	18.3
9	19	20	20	59	19.6
10	2	1	1	4	1.3
11	3	1	1	6	2
12	3	1	1	5	1.6
13	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0.0
15	0	0	0	0	0.0
16	0	0	0	0	0.0
17	0	0	0	0	0.0
18	0	0	0	0	0.0
19	0	0	0	0	0.0
20	0	0	0	0	0.0
21	0	0	0	0	0.0
22	12	11	10	33	11

Fuente : Autores

TABLA 14. Anova modelo unifactorial. Número de dientes por bulbo

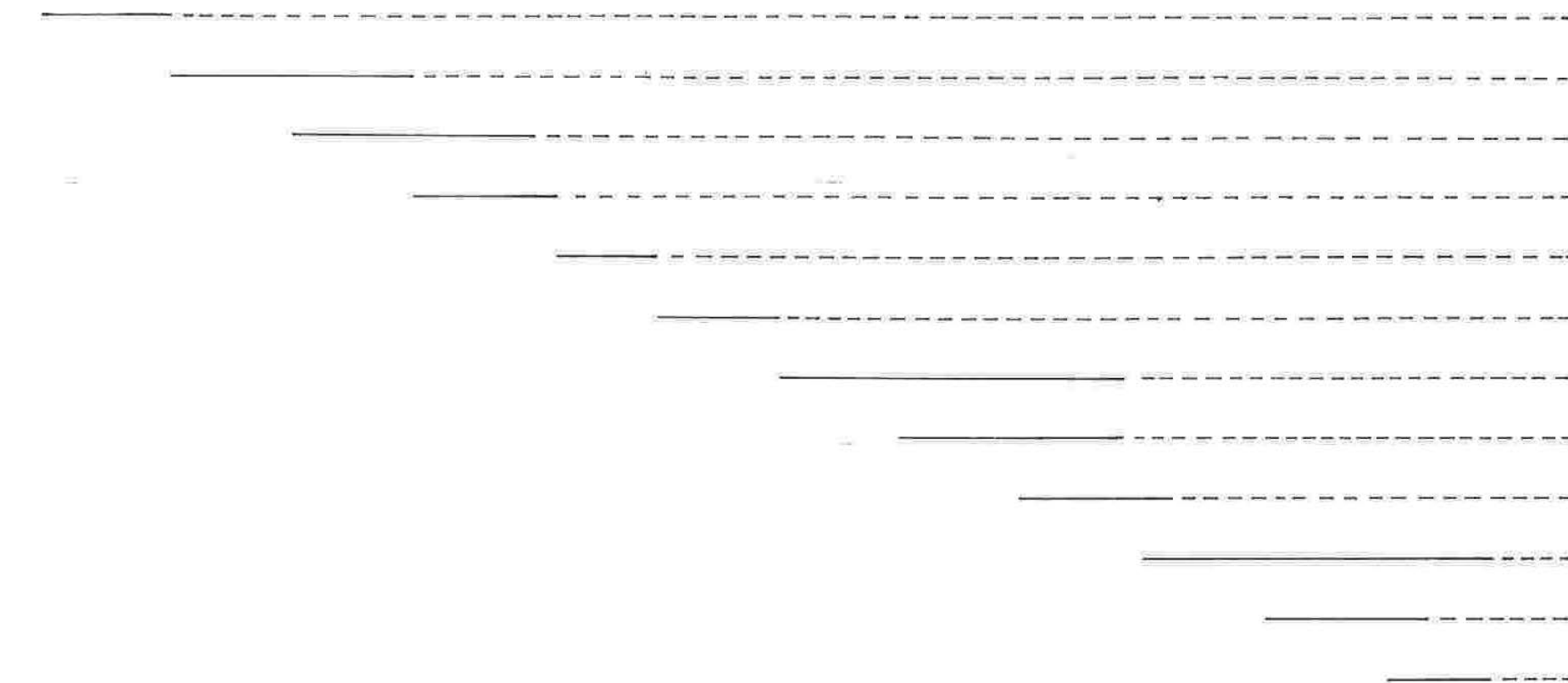
FUENTES DE VARIACION	G. L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CALC.	F. TABLAS		SIGNIFICANCIA
					5%	1%	
REPLICACION	2	0.030	0.015	0.026	3.22	5.16	NS
TRATAMIENTO	21	3612.364	167.255	285.137	1.82	2.33	* *
ERROR	42	24.636	0.587				
TOTAL	65	3637.030					

C.V. = 11.3 %

Fuente: Autores

Diagrama 5 . Prueba de Duncan al 5%. Número de dientes por bulbo

T<sub>9</sub>      T<sub>8</sub>      T<sub>7</sub>      T<sub>6</sub>      T<sub>5</sub>      T<sub>4</sub>      T<sub>3</sub>      T<sub>22</sub>      T<sub>1</sub>T<sub>2</sub>      T<sub>11</sub>      T<sub>12</sub>      T<sub>10</sub>      T<sub>13</sub>.T<sub>21</sub>



Fuente : Autores

#### 4. CONCLUSIONES

- Las temperaturas de 0°C modifican la germinación hasta la iniciación de bulbos.
- Las temperaturas de -5°C, - 10°C ocasionan rompimiento de las membranas por congelamiento del jugo celular.
- Las temperaturas de 35°C ocasionan desnaturalización de enzimas desestabilizando la organización citoplasmática produciendo muerte del embrión.
- El tratamiento a temperaturas de 0°C acorta el período vegetativo del cultivo; pero es altamente significativo en relación al tamaño, calidad y producción con las temperaturas de 5°C y 10°C.

- Las temperaturas de 5°C y 10°C presentan las más altas producciones, siendo el comportamiento del período vegetativo muy similar.
  
- La semilla que no recibió tratamiento por termoperíodo, testigo, originaron plantas de menor producción que los tratamientos de 0°C, 5°C, 10°C y 25°C; pero cuyo tamaño y número de dientes fue superior a los 25°C.
  
- La temperatura óptima está en los 10°C a 192 horas que dió un rendimiento de 15.5 Toneladas por hectárea para peso seco, a la vez que presentó un bulbo más grande y con mayor número de dientes.

## 5. RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta que el factor más importante en todo trabajo de investigación agrícola es incrementar la producción y mejorar la calidad se recomienda:

- Realizar estudios sobre termoperíodo con semilla de ajo de diferente período de reposo.
- Hacer ensayos sobre la influencia del termoperíodo en el control de enfermedades y plagas.
- Hacer ensayos de vernalización con semilla de diferentes hortalizas.
- Dar a conocer el trabajo a entidades oficiales o particulares para que se pueda poner en práctica el presente es-

tudio y que éstas ofrezcan al agricultor semilla tratada y certificada.

- Tener en cuenta que para la obtención de buenas cosechas se debe partir por la utilización de semilla sana y de buen tamaño.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA  
DE COLOMBIA

## 6. RESUMEN

El presente trabajo titulado Efecto del Termoperíodo en la Producción de Semilla de Ajo Allium sativum L., se realizó en la Granja Tunguavita de la U.P.T.C. en el municipio de Paipa que presenta las siguientes características:

Departamento	:	Boyacá
Municipio	:	Paipa
Finca	:	Granja Tunguavita de la UPTC
Altitud	:	2.470 m. s.n.m.
Latitud	:	05 45' 30" N Greenwich
Longitud	:	73 07' 33" W Greenwich
Temperatura promedio	:	15°C
Humedad relativa	:	75%
Precipitación	:	680 mm.

La semilla que se utilizó fue de tamaño grande y uniforme, con

un período de reposo de 90 días; en el ensayo se evaluaron 22 tratamientos incluyendo el testigo con tres replicaciones; utilizando siete temperaturas ( $0^{\circ}\text{C}$ ,  $5^{\circ}\text{C}$ ,  $10^{\circ}\text{C}$ ,  $25^{\circ}\text{C}$ ,  $35^{\circ}\text{C}$ ,  $-5^{\circ}\text{C}$ ,  $-10^{\circ}\text{C}$ ); y tres períodos de tiempo (48, 96 y 192 horas); dando un total de 66 parcelas de 1.20 m de ancho por 5.00 m de largo cada una.

Se utilizó una densidad de siembra de 10 cm entre plantas y 30 cm entre surcos. Se realizaron las labores culturales de acuerdo a recomendaciones hechas en estudios anteriores; se hizo control químico de *Alternaria*, de trips y de nemátodo.

Los resultados obtenidos se sometieron a análisis de varianza y prueba de Duncan. En los tratamientos T13, T14, T15, T16, T17 y T18 que corresponden a temperaturas de  $-5^{\circ}\text{C}$ ,  $-10^{\circ}\text{C}$ , por un tiempo de 48, 96 y 192 horas cada uno, no hubo germinación de la semilla debido a que el embrión de éstas fue destruido por estallamiento de las células a causa de la presión que la temperatura ejerce sobre éstas; por lo tanto no hubo formación de bulbos y por consiguiente no se obtuvo producción.

Para los tratamientos T19, T20 y T21 que corresponden a una temperatura de 35°C, por 48, 96 y 192 horas no hubo germinación debido al efecto que causó el alto grado de calor sobre el embrión.

Los tratamientos sometidos a temperaturas de 25°C por 48, 96 y 192 horas presentan la más baja producción en comparación con los tratamientos de 0°C, 5°C, 10°C a 48, 96 y 192 horas respectivamente. El T22 que corresponde al testigo presenta rendimientos mayores que los tratamientos a 25°C en 48, 96 y 192 horas; pero menor que los demás tratamientos.

El T9 correspondiente a 10°C a 192 horas presenta el óptimo de producción 25.06 toneladas por hectárea para peso en verde y de 15.5 toneladas por hectárea para peso en seco, tamaño de bulbos y número de dientes por bulbo.

Los tratamientos sometidos a 5°C tuvieron un comportamiento similar al de los tratamientos sometidos a 10°C a 48, 96, 192 horas respectivamente, siendo la producción menor a medida que se disminuía la temperatura y a su vez el tiempo de ex-

posición de la semilla.

T1, T2, T3 que corresponden a 0°C a 48, 96 y 192 horas respectivamente presentó el menor tiempo empleado para la formación de bulbos, lo que indica que este período de frío acelera el proceso de bulbificación, probablemente a la acción más rápida de las enzimas en su formación.

Las diferencias significativas entre replicaciones se debe a diversidad en la estructura del suelo y a encharcamiento en época de invierno.

La incidencia de alternaria y nemátodo fue nula en los tratamientos a temperaturas de 0°C, observándose que el mayor ataque lo presentó el T22 (testigo) aunque en forma muy leve.

## 7. BIBLIOGRAFIA

1. ABDALLA, A., MANN, L.K. Bulb developement in the onion Allium cepa L. and the effect of storage temperature on bulb rest. En: Hilgardia, EE!UU. 1963. p. 85.
2. AOBA, T. Journal of the Yamagota Agriculture and Forestry society. Japón. 1971. p. 35.
3. AOBA, T., TAKAGI, H. Journal of the Japaneses society for horticultural science. Japón, 1972. p. 240.
4. AURA, K. Annales agriculturae feminae. Finlandia, 1963.
5. CAICEDO, L. Horticultura. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. 1982. p. 246.
6. CORDOBA, C. Fisiología vegetal. Madrid, H. Blume, 1976. p. 346-425.
7. DUOMOVIC, A.M. Ciencia de la investigación agrícola. En: Phytón, Buenos Aires, 1983. p. 207-213.
8. ELMOTAZ, M.B., OMAR, F.A. Agricultural research review. En : Horticultural abstracts. Inglaterra, 1975. p. 152.
9. FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS. El cultivo del ajo. Bogotá. Federación Nacional de Cafeteros, 1985. p. 3-18.
10. HIGUITA, F. La horticultura en Colombia. Bogotá, ICA, 1971. p. 69.

11. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Hortalizas. Manual de Asistencia Técnica. Bogotá, ICA, 1984.
12. IGNATIEV, M.A. Horticultural abstracts. Edición 6. Inglaterra, 1974.
13. LEDESMA, A. Efecto del almacenaje y épocas de plantación sobre el crecimiento del ajo. En: Phytón, Buenos Aires. 1980. p. 37.
14. LERENA, G. Adolfo. El cultivo del ajo. Revista Nacional de Agricultura, Bogotá, 592: 28-30. Agosto, 1954.
15. MANN, L.K. Anatomy of garlic bulb and factors affecting bulb development. Edición 8. En: Hilgardia, EE.UU. 1952, p. 152.
16. -----, MINGES, P. Onions and their allies. Londres, Leonard Hill books, 1963. p. 36-38.
17. MAXIMOV, N. Fisiología Vegetal. Buenos Aires, Acme agency. 1952. p. 420.
18. MEDIAN, J. Aspectos generales del cultivo del ajo. En: Novedades Hortícolas. V. 4. 1959. p. 4-8.
19. MINGES, P.A. The effect of storage temperature in garlic plants. En: Hilgardia, EE.UU., 1958. p. 85.
20. OSORIO, J. Respuesta del ajo (Allium sativum L.) a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en Cundinamarca y Boyacá. Bogotá, ICA, 1980. p. 135.
21. SALISBURY, F., ROSS, C. Plant physiology. California, Belmont, 1969. p. 575.
22. SMITH, O.E., RAPPAPORT, L.F. Endogenous gibberellins in resting and sprouting potato tuber. En: Thomas, t. The role of growth substances in the regulation of onion bulb dormance. J. Exper. Bot. 20. 1961. p. 124-137.

23. SOLER, R., DIAZ, G. Control químico del nemátodo Ditylenchus dipsaci K. en el cultivo del ajo. Tunja, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Agronomía, 1973. (Tesis Ingeniero Agrónomo).
24. TEMAS DE ORIENTACION AGROPECUARIA. Manual práctico de hortalizas. Número 93. Bogotá. Bogotá, TOA, p. 29-34.
25. URIBE, L. Botánica. Bogotá, Voluntad edit., 1971. p. 213.
26. WAREING, P.F. Germination and dormancy. En: Wilkings, M. The physiology of plant growth and developement. Londres, McGraw Hill, 1969. p. 605.

TABLA 3. Prueba de Duncan al 5%. Días a formación de bulbos

	T <sub>12</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>22</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>4</sub> T <sub>5</sub> T <sub>6</sub>	T <sub>2</sub> T <sub>1</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>13</sub> T <sub>21</sub>
	63.0	61.0	59.6	58.3	56.0	54.0	50.6	49.0	44.0	40.6	0.0
0	63.0	61.0	59.6	58.3	56.0	54.0	50.6	49.0	44.0	40.6	0.0
40.6	22.4	20.4	19.0	17.7	15.4	13.4	10.0	8.4	3.4	0.0	
44.0	19.0	17.0	15.6	14.3	12.0	10.0	6.6	5.0	0.0		
49.0	14.0	12.0	10.6	9.3	7.0	5.0	1.6	0.0			
50.6	12.4	10.4	9.0	7.7	6.6	3.4	0.0				
54.0	9.0	7.0	5.6	4.3	2.0	0.0					
56.0	7.0	5.0	3.6	2.3	0.0						
58.3	4.7	2.7	1.3	0.0							
59.6	3.4	1.4	0.0								
61.0	2.0	0.0									
63.0	0.0										

Fuente: Autores

TABLA 6. Prueba de Duncan. Producción peso verde Ton/ha

	T <sub>9</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>22</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>13</sub> -T <sub>21</sub>
	25.06	23.44	22.39	22.27	21.50	20.32	19.17	17.72	17.28	15.72	15.03	12.67	12.66	0.0
0	25.06	23.44	22.39	22.27	21.50	20.32	19.17	17.72	17.28	15.72	15.03	12.67	12.66	0.0
12.66	12.40	10.78	9.73	9.61	8.44	7.66	6.50	5.06	4.62	3.06	2.37	0.01	0.0	
12.67	12.39	10.77	9.72	9.60	8.83	7.65	6.50	5.05	4.61	3.05	2.36	0.0		
15.03	10.03	8.41	7.36	7.24	6.47	5.29	4.14	2.69	2.25	0.69	0.0			
15.72	9.34	7.72	6.67	6.55	5.78	4.60	3.45	2.00	1.56	0.0				
17.28	7.78	6.16	5.11	4.99	4.22	3.04	1.89	0.44	0.0					
17.72	7.34	5.72	4.67	4.55	3.78	2.60	1.45	0.0						
19.17	5.89	4.27	3.22	3.10	2.33	1.15	0.0							
20.32	4.74	3.12	2.07	1.95	1.18	0.0								
21.50	3.56	1.94	0.89	0.77	0.0									
22.27	2.79	1.17	0.12	0.0										
22.39	2.67	1.05	0.0											
23.44	1.62													
25.06	0.0													

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COLOMBIA  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COLOMBIA

Fuente: Autores

TABLA 12. Prueba de Duncan al 5%. Tamaño de bulbos en cm

	T <sub>9</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>4</sub> T <sub>5</sub>	T <sub>22</sub>	T <sub>3</sub> T <sub>11</sub> T <sub>12</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>1</sub> -T <sub>2</sub>	T <sub>13</sub> -T <sub>12</sub>
	4.7	4.6	4.3	4.0	3.5	3.4	2.9	2.8	2.7	0
0	4.7	4.6	4.3	4.0	3.5	3.4	2.9	2.8	2.7	0.0
2.7	2.0	1.9	1.6	1.3	0.8	0.7	0.2	0.1	0.0	
2.8	1.9	1.8	1.5	1.2	0.7	0.6	0.1	0.0		
2.9	1.8	1.7	1.4	1.1	0.6	0.5	0.0			
3.4	1.3	1.2	0.9	0.6	0.1	0.0				
3.5	1.2	1.1	0.8	0.5	0.0					
4.0	0.7	0.6	0.3	0.0						
4.3	0.4	0.3	0.0							
4.6	0.1	0.0								
4.7	0.0									

Fuente: Autores

TABLA 15. Prueba de Duncan al 5%. Número de dientes por bulbo

	T <sub>9</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>22</sub>	T <sub>1</sub> -T <sub>2</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>13</sub> -T <sub>21</sub>
0	19.6	18.3	17.3	16.6	15.3	14.0	11.3	11.0	10.3	2.00	1.6	1.3	0
1.3	18.3	17.0	16.0	15.3	14.0	12.7	10.0	9.7	9.0	0.7	0.3	0.0	
1.6	18.0	16.7	15.7	15.0	13.7	12.4	9.7	9.4	8.7	0.4	0.0		
2.0	17.6	16.3	15.3	14.6	13.3	12.0	9.3	9	8.3	0.0			
10.3	9.3	8.3	7.0	6.3	5.0	3.7	1.0	0.7	0.0				
11.0	8.6	7.3	6.3	5.6	4.3	3.0	0.3	0.0					
11.3	8.3	7.0	6.0	5.3	4.0	2.7	0.0						
14.0	5.6	4.3	3.3	2.6	1.3	0.0							
15.3	4.3	3.0	2.0	1.3	0.0								
16.6	3.0	1.7	0.7	0.0									
17.3	2.3	1.0	0.0										
18.3	1.3	0.0											
19.6	0.0												

Fuente: Autores