

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TITULO DE

BIOLOGO

EFECTO DE ALGUNAS FITOHORMONAS EN LA REGULACION
DE LA BROTAION, DORMANCIA Y OTROS ASPECTOS DE
CRECIMIENTO DEL AJO (Allium sativum L.)

POR

BEATRIZ BORDA DE VARELA

DIRECTOR : Jesú A. Norato. Biologo M. S.

DIRECTOR ASOCIADO: Reynaldo Reyes I. A. M. S.

1981

TRABAJO DE GRADO APROBADO POR

HERNAN CARDOZO - Botánico M. S.

Hernan Cardozo

MARTHA DE AMEZQUITA - Biólogo M. S.

Martha Orjico de A

ANGELA DE BARRERA - Biólogo

Angela Barrera

D E D I C O

A JAVIER ESTEBAN?

AGRADECIMIENTOS

La autora de éste trabajo expresa sus más sinceros agradecimientos a las siguientes personas;

Doctor Reynaldo Reyes N. I. A.; M. S. Director Regional del Programa de Fisiología Vegetal del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

Doctor Carlos Romero M. I. A.; M. S. Director Nacional del Programa de Fisiología Vegetal del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

Doctor Leopoldo Morales T. I. A.; M. S. Técnico del Programa de Fisiología Vegetal. Tibaitatá.

Doctor Jesús A. Norato Biologo M. S. Universidad Nacional de Colombia.

Doctora Victoria C. de Kacán Químico . Programa de Tuberosas del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)

Doctor Orlando Martínez I. A.; M. S.; Ph. D. Director Nacional del Programa de Biometría del (ICA).

Al personal del Programa de Fisiología Vegetal con sede en Tibaitatá.

CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Descripción morfológica	3
2.2 Formación de bulbos	5
2.3 Factores que afectan el crecimiento y desarrollo de los bulbos	6
2.4 Acción de las fitohormonas sobre la germinación y formación de bulbos en <u>Allium spp.</u>	9
2.5 Efecto de algunos factores ambientales sobre la formación de bulbos de <u>Allium spp.</u>	14
2.6 Zonas de producción en Colombia	16
2.7 Usos medicinales del ajo	17
3. MATERIALES Y METODOS	18
3.1 Experimento 1	20
3.2 Experimento 2	22
4. RESULTADOS Y DISCUSION	26
4.1 Experimento 1	26
4.1.1 Ensayo 1. Edad 1. (0 días)	26

	Página	
4.1.2	Ensayo 2. Edad 2. (30 días)	29
4.1.3	Ensayo 3. Edad 3. (60 días)	36
4.1.4	Ensayo 4. Edad 4. (90 días)	40
4.2	Experimento 2	44
4.2.1	Germinación	44
4.2.1.1	Ensayo 1. Edad 1. (0 días)	44
4.2.1.2	Ensayo 2. Edad 2. (30 días)	47
4.2.1.3	Ensayo 3. Edad 3. (60 días)	49
4.2.1.4	Ensayo 4. Edad 4. (90 días)	51
4.2.2	Indices de daños	55
4.2.3	Vigor de las plantas	61
4.2.4	Altura de las plantas	65
5.	CONCLUSIONES	73
6.	RESUMEN	75
7.	BIBLIOGRAFIA	78
8.	APENDICE	82

LISTA DE TABLAS

	Página
TABLA 1. Nombre común y comercial, ingrediente activo y concentración de las fitohormonas utilizadas en los experimentos 1 y 2.	19
TABLA 2. Dosis de las fitohormonas empleadas en los tratamientos de bulbos de ajo en el laboratorio y en el campo.	21
TABLA 3. Porcentajes de emergencia de raíces en dientes de ajo con diferentes tratamientos hormonales. Condiciones de laboratorio. Tibaitatá. 1981A.	27
TABLA 4. Porcentajes de emergencia de tallos en dientes de ajo con diferentes tratamientos de fitohormonas. Condiciones de laboratorio. Tibaitatá. 1981A	30
TABLA 5. Porcentajes de emergencia de raíces de dientes de ajo, con diferentes tratamientos de fitohormonas. Condiciones de laboratorio. Tibaitatá. 1981A.	33
TABLA 6. Porcentajes de emergencia de tallos de los dientes de ajo, con diferentes tratamientos hormonales. Condiciones de laboratorio. Tibaitatá. 1981A	35

TABLA 7. Porcentajes de emergencia de raíces de ajo tratados con diferentes fitohormonas. Condiciones de laboratorio. Tibaitatá. 1981A.	37
TABLA 8. Porcentajes de emergencia de tallos de plantas de ajo con diferentes tratamientos de fitohormonas. Condiciones de laboratorio. Tibaitatá. 1981A.	39
TABLA 9. Porcentajes de emergencia de raíces de ajo con diferentes tratamientos de fitohormonas. Condiciones de laboratorio. Tibaitatá. 1981A.	41
TABLA 10. Porcentajes de emergencia de tallos en dientes de ajo con diferentes tratamientos de fitohormonas. Condiciones de laboratorio. 1981A.	42
TABLA 11. Porcentajes de emergencia de ajo con diferentes tratamientos de fitohormonas. Condiciones de campo. Tibaitatá 1981A.	45
TABLA 12. Porcentajes de emergencia de ajo con diferentes tratamientos de fitohormonas. Condiciones de campo. Tibaitatá. 1981A.	48
TABLA 13. Porcentajes de emergencia de ajo, con diferentes tratamientos de fitohormonas. Condiciones de campo. Tibaitatá. 1981A.	50

TABLA 14. Porcentajes de emergencia de ajo, con diferentes tratamientos de fitohormonas. Condiciones de campo. Tibaitatá. 1981A.	52
TABLA 15. Índices de daños causados por las fitohormonas sobre plantas de ajo cuyos bulbillos fueron tratados previamente. Condiciones de campo. Tibaitatá. 1981A.	56
TABLA 16. Vigor promedio en el campo de plantas de ajo cuyos bulbillos de diferentes edades fueron tratados con hormonas	62
TABLA 17. Efecto de algunas fitohormonas sobre la altura (cms) de plantas de ajo bajo condiciones de campo. Tibaitatá. 1981A.	66
TABLA 18. Efecto de algunas fitohormonas sobre el crecimiento medido en altura (cms) de plantas de ajo. Condiciones de campo. Tibaitatá. 1981A.	69

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Estimulación de raíces y tallos con dosis bajas de etileno (etefón) sobre bulbillos de ajo recién cosechados. Condiciones de laboratorio. Tibaitatá. 1981A.	28
FIGURA 2. Acción de la auxina en la estimulación de tallo de bulbillos de ajo recién cosechados. Condiciones de laboratorio. Tibaitatá. 1981A.	31
FIGURA 3. Efecto de la cinetina en la emergencia de raíces y tallos de bulbillos recién cosechados. Condiciones de laboratorio. Tibaitatá. 1981A.	32
FIGURA 4. Plantas de ajo con buena germinación y vigor tratados con cinetinas. Condiciones de campo. Tibaitatá. 1981A.	54
FIGURA 5. Efecto de la giberelina en la proliferación de tallos de plantas de ajo. Condiciones de campo. Tibaitatá. 1981A.	58
FIGURA 6. Inhibición de la germinación causada por el etileno en dosis de 5000 ppm. Condiciones de campo. Tibaitatá. 1981A.	60

FIGURA 7. Enanismo en plantas de ajo debido a efectos fitotóxicos de la auxina en concentraciones altas. Condiciones de campo, Tibaitatá, 1981A 63

FIGURA 8. Efecto de la auxina en el desarrollo y altura, de plantas de ajo, correspondientes a bulbillos de 60 y 90 días de almacenamiento. Condiciones de campo. Tibaitatá, 1981A. 71.

1. INTRODUCCION

Es bien conocido que las diferentes fases de crecimiento y desarrollo de las plantas están reguladas por factores endógenos y exógenos. Numerosas investigaciones han permitido conocer las fitohormonas como una serie de compuestos químicos capaces de intervenir en el metabolismo de los vegetales.

En algunas especies, cantidades pequeñas de ciertas sustancias endógenas inhiben la germinación de semillas y en tubérculos, yemas y bulbos previenen la brotación, causando un estado especial denominado "dormancia o reposo", lo cual determina una incapacidad para crecer y tasas bajas de respiración y de síntesis de ácidos nucleicos. Mientras otros reguladores promueven los procesos fisiológicos anteriormente descritos.

En condiciones normales, el bulbo de ajo (Allium sativum L.), atraviesa por un período de dormancia de más o menos cuatro meses, tiempo durante el cual, debido a condiciones desfavorables de humedad, luz y temperatura disminuye el potencial de germinación. Otro aspecto a considerar es que debido a su período de reposo tiene que almacenarse lo cual permite el ataque de patógenos, causanso pérdidas en la calidad de la semilla y por tanto en la producción del cultivo.

Con el fin de minimizar el anterior problema es importante realizar estudios de los mecanismos de control de la dormancia y la activación del bulbo.

Teniendo en cuenta que las fitohormonas regulan los procesos fisiológicos de la germinación y dormancia en semillas, tubérculos y bulbos, se realizó el siguiente trabajo, cuyo objetivo principal fue el de disminuir el período de reposo mediante tratamientos hormonales a los bulbillos o dientes; y al mismo tiempo evaluar los efectos que ellos ocasionan en la germinación y en las diversas etapas de crecimiento y desarrollo de las plantas de ajo.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Descripción morfológica

De acuerdo a Mann (1952), el ajo (Allium sativum L), es una planta herbácea cuya morfología es muy similar a la de la cebolla común, antes de la formación del bulbo. Sus hojas se distribuyen en forma alterna sobre el tallo, con las bases ensanchadas y engrosadas constituyendo las capas envolventes del bulbo maduro. La lámina foliar es plana y alargada. El tallo, cuando no se forma el pedúnculo floral, posee entrenudos cortos, es de consistencia dura y seca, sostiene de seis a ocho hojas "fértil", las cuales diferencian en sus bases de una a cinco yemas o bulbillos proximales en posición axilar que en conjunto constituyen el denominado bulbo o "cabeza del ajo". El bulbo es una estructura de almacenamiento de asimilados bien adaptada a la reproducción vegetativa. Cada yema, bulbillo o diente, está formado por un pequeño tallo, un punto vegetativo o zona meristemática y de ocho a diez hojas modificadas en su forma y función. La hoja superficial llamada protectora posee una epidermis con paredes engrosadas y lignificadas; tiene un limbo reducido, de unos pocos milímetros de largo y carente de clorofila. La hoja siguiente, es la principal estructura de almacenamiento

del diente y constituye el 80% del peso total, su vida es corta y después de la germinación del bulbillo se agota la reserva alimenticia y se seca cuando la plántula ha alcanzado algunos centímetros de altura. La tercera hoja, es la que rodea y protege a los demás primordios foliares y al punto vegetativo. Su epidermis externa muestra considerable lignificación después de la germinación del diente (Mann, 1952).

Kihara (1963), determinó que los bulbillos constituyen el 95% del peso total del bulbo o cabeza y que en ellos la biomasa, en términos de materia seca constituye el 40% de ésta, valores que son muy superiores si los comparamos con los correspondientes a los de la cebolla común, donde la materia seca alcanza un máximo del 16% en peso.

En condiciones normales de la Sabana de Bogotá, el bulbillo presenta un período de dormancia de 120 días, luego germina cuando las condiciones ambientales son favorables originando las estructuras de una planta adulta. En general, el ciclo vegetativo lo completa en un período de 140 a 150 días.

Mann (1952), encontró que en cultivos comerciales la planta no desarrolla eje floral, cuando lo forma, en la parte terminal del tallo se diferencian los bulbillos distales o inflorescenciales. Las semillas sexuales son poco conocidas, se han hecho varios

intentos para inducir su formación sometiendo los bulbos y las plántulas a bajas temperaturas y a fotoperíodos largos, sin ningún éxito.

Las raíces son caulinarias y en general brotan primero que el ápice. Un bulbillo normal puede poseer de 20 a 40 raíces bien desarrolladas.

2.2 Formación de bulbos

Leopold y Kriedeman (1975), afirman que las plantas que diferencian bulbos los utilizan para la reproducción vegetativa. Estas estructuras se inician en respuesta a un fenómeno inductivo percibido en las hojas y es transmitido al tejido donde se va a diferenciar el órgano de reserva. Luego de la diferenciación morfológica, se activa la movilización de asimilados (carbohidratos y otros), que son responsables del crecimiento y desarrollo del bulbo, y cuando éste empieza a germinar, la actividad mitótica se renueva en los primordios foliares más internos.

Warner y Leopold (1967), fueron los primeros en afirmar que la formación de órganos de reserva está influenciado por el fotoperíodo. Observaron que los tubérculos de papa se formaron más rápidamente, cuando fueron sometidos a fotoperíodos cor-

tos. Resultados similares se han encontrado en cebolla y ajo al ser sometidos a fotoperíodos largos (Mann, et al., 1958)

2.3 Factores que afectan el crecimiento y desarrollo de los bulbos.

Es conocido que los bulbos de ajo no germinan tan pronto son cosechados, aunque se siembren en buenas condiciones de humedad, luz y temperatura. Se dice entonces que están en período de reposo (Abdalla y Mann, 1963).

Thomas, (1969), divide el período de dormancia de los bulbos en dos etapas: la primera, de control endógeno, en la cual los bulbos no germinan ni enraizan, aunque las condiciones sean favorables para su crecimiento, y la segunda de control exógeno, en la cual se activan procesos fisiológicos, siempre y cuando tales condiciones sean apropiadas.

Las fitohormonas son sustancias que intervienen en el metabolismo de las plantas, estimulando los procesos de crecimiento y desarrollo a dosis bajas o inhibiéndolas a dosis altas (Leopold y Kriedemann, 1975).

Hemberg (1969) propuso, por primera vez, que el estado de dormancia está regulado por la interacción entre promo-

motores e inhibidores del crecimiento y encontró que el reposo de yemas, tubérculos y bulbos puede considerarse como una interacción de inhibidores como el ácido abscísico ABA y promotores como las auxinas y giberelinas.

Smith y Rappaport (1961), estudiando el contenido de endógeno de sustancias promotoras e inhibidoras de crecimiento en bulbos de cebolla encontraron que al final del reposo, el nivel de AG se aumentaba, mientras que el ABA se disminuía.

Los inhibidores naturales no actúan de manera independiente sino que forman junto con las fitohormonas un sistema autoregulator de los fenómenos de desarrollo y crecimiento de las plantas (Leopold y Kriedemann, 1975).

Los inhibidores más comunes son compuestos orgánicos aromáticos, pero también pueden actuar como tales, los ácidos grasos y los iones metálicos. Los compuestos aromáticos simples son los más representativos, e incluyen los fenoles, los ácidos benzoicos, la serie del ácido cinámico y las lactonas.

Kefeli y Kadyrov (1971), estudiaron las propiedades químicas y fisiológicas de los inhibidores naturales y concluyeron que sus efectos sobre los procesos de crecimiento estaban estrechamente relacionados con las interacciones entre ellos y las fitohormonas.

Se considera que los inhibidores interactúan con las hormonas de diferentes maneras, en la biosíntesis de una sustancia precursora común, como inhibidores naturales en la síntesis de una hormona de la planta, como productos terminales inhibidores de su precursor, ó interactuando a nivel de fitohormonas e inhibidores dentro de cada grupo.

El crecimiento producido por el AIA, puede ser prevenido por las sustancias fenólicas, estimulando el sistema que oxida el AIA, o, controlando su síntesis y metabolismo (Abeles, 1966).

El balance químico que determina el comportamiento de una semilla en un momento dado, sugiere para su explicación que las hormonas son sintetizadas en pequeñas cantidades. Los sistemas de control, de la síntesis en las plantas pueden poseer dos sitios (catalítico y alostérico) que mantienen las cantidades de hormonas a un nivel bajo. Cuando los sistemas inactivantes están presentes, convierten el exceso de producto hormonal a formas moleculares inertes, y en ésta forma las cantidades de auxinas y giberelinas son mantenidas a un nivel normal.

Cualquier compuesto o sustancia que modifique este mecanismo, determinará la mayor o menor concentración de éstas hormonas, lo que se reflejará en inhibición o estimulación de los -

procesos de germinación, crecimiento y desarrollo de las plantas (Kefeli y Kadyrov 1971).

2.4 Acción de las fitohormonas sobre la germinación y formación de bulbos en Allium spp.

La mayor parte de los estudios sobre el efecto de las fitohormonas en la germinación y formación de bulbos en diferentes especies de Allium, se han referido principalmente a bulbos de cebolla y ajo.

Thomas, (1969), estudió la correlación entre la germinación y los cambios de sustancias endógenas del crecimiento. Igualmente investigó el efecto del ácido giberélico-AG₃, AG₄, -AG₇, ácido naftalénacetico ANA, e hidrazida maleica HM, en concentraciones de 100 ppm sobre la formación de bulbos en cebolla. Observó que la actividad de los inhibidores de crecimiento, decreció antes de la emergencia del brote, junto con un incremento notorio en la actividad de las auxinas y giberelinas, al comienzo de la germinación. Los tratamientos con AG₃, provocaron una brotación del 20%, formando raíces largas y finas, el ANA produjo raíces más largas y gruesas que el control. La hidrazida maleica, inhibió completamente el enraizamiento y la emergencia del brote. Se dedujo que el efecto anterior cons-

tituía una evidencia de que la auxina era el factor principal que controlaba la dormancia; no se descartó la posibilidad de que la inhibición pudo ser debida a otros mecanismos.

El mismo autor concluyó, que el fracaso de los tratamientos para inducir germinación en bulbos de cebolla, pudo ser debido a un efecto antagónico de los inhibidores presentes en el momento de la aplicación.

Van Overbeek (1966), observó que el principal efecto de la giberelina endógena, en tubérculos de papa y bulbos de cebolla era la activación de las enzimas hidrolíticas que provocan una baja en el contenido de almidones y que uno de los efectos de la auxina es la alterar la permeabilidad de la yema dormante, seguida de traslocación de metabolitos hacia el punto vegetativo (Carrier y Buffel, 1955).

Investigaciones recientes señalan al etileno como uno de los reguladores del crecimiento y desarrollo vegetal que promueven la germinación de bulbos y semillas (Abeles, 1963).

Estudios posteriores han demostrado las múltiples aplicaciones del etileno para regular algunos procesos fisiológicos de cultivos que tienen valor comercial. El primer compuesto usado para este propósito fué la B-hidroxi-etilhidrazina. Más tar

de se evaluó la efectividad de una serie de hidrazinas análogas hasta encontrar compuestos activos que liberan etileno como el ácido 2-cloroetil-fosfónico, conocido comunmente como etefón (Abel, 1963).

Uno de los primeros ensayos para observar efectos del etefón sobre las tasas de producción de bulbos de cebolla, bajo fotoperíodos cortos, fué realizado por Levy y Kedar (1970). Ellos trabajaron con plántulas sembradas en macetos que habían alcanzado el desarrollo de la cuarta hoja verdadera, bajo períodos no inductivos.

Adicionando etefón al medio, en dosis de 1000 ppm, observaron un engrosamiento en la base de las hojas una semana después de aplicado el tratamiento. También observaron una formación de bulbos más temprana en las plantas tratadas que en las plantas testigo, así como un incremento en el índice del bulbo, considerado éste como la relación entre el diámetro máximo de la base sobre el diámetro mínimo del cuello.

En otro experimento a nivel de campo, realizado por los autores anteriores usando etrel en concentraciones de 500, 1000, 5000 y 10000 ppm, aplicadas al follaje, observaron que las dosis altas fueron más efectivas en promover la formación de bulbos.

Posteriormente, Levy y Karancinque (1973), empleando soluciones de etefon de 480, 600 y 1200 ppm, trataron bulbillos germinados con el fin de observar las tasas de formación de bulbos de cebolla, bajo períodos no inductivos. Encontraron una formación de bulbo más temprana con respecto al testigo. Igualmente realizaron aspersiones de etefón al follaje y al suelo, utilizando las mismas concentraciones del experimento anterior e inyectaron esas mismas dosis a la zona meristemática de la raíz. Sus resultados indicaron que hubo un incremento notorio en el desarrollo de bulbos y una reducción marcada en el número de hojas por planta.

Los autores concluyeron que concentraciones cercanas a las 300 ppm fueron efectivas para inducir formación de bulbos, cuando el etefón fué incorporado al suelo o inyectado a la zona meristemática de la raíz. Concentraciones de más o menos 600 ppm, fueron efectivas aplicadas foliarmente.

Lipe (1975), trabajando con bulbos de cebolla cultivados en condiciones de campo, uso tres reguladores de crecimiento: etefón, AG3 y ácido succínico 2-dimetil-hidracida-SADH. Hizo aspersiones a plantas que habían alcanzado el desarrollo de la cuarta, sexta y décima hojas verdaderas. El autor encontró diferencias en cuanto al tiempo de aplicación y el desarrollo de las =

plántulas. Cuando se realizó el primer experimento, en las plantas que poseían su cuarta hoja, se redujo el diámetro del bulbo en comparación con las plantas que habían desarrollado su sexta y décima hoja. Las aplicaciones en el décimo estadio se manifestaron en malformaciones del bulbo.

El AG₃ incrementó el número de hojas por planta así como el número de éstas que iniciaron la diferenciación de varios puntos de crecimiento. Esto posiblemente ocurrió como resultado de la activación de las hojas dormantes en el centro del bulbo o de las yemas dormantes del eje del brote. No hubo respuestas morfológicas significativas en aquellas plantas tratadas con SADH.

Los trabajos de Lercari et al (1977), señalaron que aplicaciones de etefón en dosis de 1000 ppm, aceleraron la formación del bulbo en cebolla y que concentraciones de 5000 y 10000 ppm ocasionaron una madurez temprana, redujeron la longitud de la planta y el diámetro y peso del bulbo.

Montano (1971) utilizó etefón a 1000 ppm y SADH a 5000 ppm en aspersiones al follaje de cebolla, observó que las plantas tratadas a los 18 y 36 días antes de la cosecha adelantaron el desarrollo del bulbo y redujeron el diámetro del cuello. No hubo respuestas significativas en aquellas plantas tratadas con SADH.

Son pocos los trabajos que hacen referencia al efecto de hormonas de crecimiento sobre la dormancia de bulbos de ajo.

Magsino (1961), determinó el efecto del AG₃ en concentraciones de 100 ppm, sobre el follaje y tamaño del bulbo. En un primer experimento, trató bulbillos seleccionados y luego los sembró en materos. No observó diferencias significativas en la altura de las plantas con respecto al control. En el segundo experimento aplicó AG₃ a una concentración de 100 ppm a hojas jóvenes y obtuvo los siguientes resultados: a) Incremento en el área foliar debido a una elongación marcada de las hojas. b) Tendencia a la precocidad del desarrollo del bulbo. c) Incremento del 60% en la biomasa acumulada en el bulbo.

Takagi y Aoba (1976), aplicaron etefón en dosis de 960 ppm a bulbillos de Allium sativum L y obtuvieron plantas cortas que formaron bulbos con un número reducido de hojas de almacenamiento.

2.5 Efecto de algunos factores ambientales sobre la formación de bulbos de Allium spp.

Los factores ambientales que controlan la formación de bulbos de ajo fueron discutidos por Mann en 1958, quién repor

tó que éste fenómeno era inducido por fotoperíodos de días largos, y que los bulbos se desarrollaban más rápidamente cuando fueron almacenados durante cuatro a seis semanas a temperaturas de 5° y 10° C. En 1956 el autor anterior realizó otros estudios para conocer algunos efectos de la temperatura de almacenamiento sobre los bulbos de ajo cuando fueron almacenados por cuatro semanas a temperaturas de 0°, 5°, 10°, 15° y 20° C., evaluando la tasa de germinación y enraizamiento. La emergencia del brote fué más rápida y el nivel de reposo más bajo en los bulbos que fueron almacenados a 5°, 10° y 15° C; mientras que fué lenta en los almacenados a 0° y 20° C. La altura de la planta fué superior en aquellas plantas provenientes de bulbos almacenados a 0°, las cuales produjeron hojas delgadas y tallos finos. Bulbos almacenados a temperaturas mayores de 20° C., entraron en un período de reposo más prolongado y no formaron bulbos aún bajo fotoperíodo 5 de día largo (Mann, y Minges, 1958).

Otros trabajos relacionados con los factores ambientales fueron llevados a cabo por Ledesma et al (1980), con el fin de determinar los efectos de la temperatura sobre la dormancia de los bulbos de ajo. Ellos sometieron los bulbos a temperaturas bajas de 5° y 10° C por uno y dos meses durante períodos variables. Observaron que los dientes almacenados a temperaturas

de 5° y 10° C, aceleraron y uniformizaron la brotación, modificaron las curvas de crecimiento de las plantas y produjeron acortamiento del ciclo vegetativo. Las bajas temperaturas actuaron principalmente en el período comprendido desde la germinación hasta el inicio de la formación del bulbo. Cuando los tratamientos con bajas temperaturas se realizaron por períodos de dos meses, se disminuyó el peso del bulbo y por ende el rendimiento del cultivo. Hecho que permitió deducir que es más importante, la duración del período de almacenamiento que las propias temperaturas a que fueron sometidos los bulbos.

Los estudios realizados por Mann en 1958, sobre dormancia en bulbos de cebolla, gladiolos y tubérculos de papa, señalan que para éstos cultivos los tratamientos relacionados con temperaturas de almacenamiento, no siguieron un patrón general. Las temperaturas óptimas estuvieron entre 10° y 15° C para cebolla; 3° y 10° C para gladiolos y 0° y 5° para tubérculos de papa.

2.6 Zonas de producción en Colombia

En Colombia el cultivo del ajo, se ha limitado a las zonas frías de los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Nariño, donde se cultiva en pequeños lotes de minifundio marginados de técnicas culturales adecuadas tales como: selección de semi-

llas, preparación del terreno, uso de fertilizantes, riego, control de plagas y enfermedades que ocasionan pérdidas en la producción estimadas en un 30% (Leguizamón, 1971).

2.7 Usos medicinales del ajo

Son múltiples los usos del ajo, además de su valor alimenticio, tiene varias aplicaciones terapéuticas como antihelmíntico y antiséptico. Las industrias químicas y farmacéuticas lo utilizan para obtener más de 10 productos entre ellos un glucósido sulfurado, la aliina sustancia responsable del típico olor penetrante del ajo y otros (Galindo, 1969)

3. MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se llevó a cabo durante el primer semestre de 1981, en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "Tibaitatá", situado en Mosquera (Cundinamarca), a una altura de 2500 metros sobre el nivel del mar, con temperatura promedio de 14° C y una precipitación promedio anual de 680 mm. El estudio comprendió dos experimentos, el primero a nivel de laboratorio y el segundo en condiciones de campo, realizado en el lote número 68, cuyo suelo presentaba una textura franco-arcillosa y que pertenece a la serie Mosquera. Se emplearon bulbillos o dientes de tamaño normal, de la variedad Sáchica seleccionados de acuerdo al tiempo de almacenamiento después de la cosecha.

Tanto en el campo como en el laboratorio se usaron cuatro hormonas vegetales cuyas formulaciones químicas aparecen en la Tabla 1.

Para cumplir con los objetivos propuestos, la semilla fué clasificada en cuatro edades de acuerdo al tiempo de reposo o almacenamiento a partir de la cosecha : a los 0, 30, 60 y 90 días.

TABLA 1. Nombre común y comercial, ingrediente activo y concentración de las fitohormonas utilizadas en los experimentos 1 y 2.

Nombre común	Nombre comercial	Ingrediente activo	Concentración
AIA	-	Acido indolacético	100%
Giberelina	Pro-Gibb-plus	Acido giberélico (AG ₃)	10%
Cinetina	-	6-furfuril-amino purina	100%
Etefón	Etrrel	Acido 2-cloroetil- fosfónico	480 gr/l

3.1 Experimento 1

Efecto de algunas fitohormonas sobre la germinación de bulbos de ajo, en condiciones de laboratorio.

Este experimento fué dividido en cuatro ensayos, tomando para cada uno semillas clasificadas de acuerdo a su edad o días de almacenamiento.

Para éstos ensayos se seleccionaron bulbillos de tamaño mediano formados sobre la axila de la primera, segunda y tercera hoja, ya que se consideran que son las más eficientes fisiológicamente - por originar bulbillos fértiles.

Los bulbillos fueron almacenados bajo condiciones de laboratorio a una temperatura de 15°C y una humedad relativa promedio del 60%, y sometidos a desinfección previa con hipoclorito de sodio (NaClO), al 0.5%, durante quince minutos, seguida de un enjuague prolongado con agua destilada. Posteriormente fueron puestos a germinar en cajas de Petri, que contenían cada una las soluciones hormonales de acuerdo a los tratamientos que se detallan en la Tabla 2.

TABLA 2. Dosis de las fitohormonas empleadas en los tratamientos de bulbos de ajo en el laboratorio y en el campo.

Fitohormonas	Dosis (ppm)
AIA	50
AIA	100
AIA	200
A.G ₃	100
A.G ₃	500
A.G ₃	1000
Cinetina	10
Cinetina	50
Cinetina	100
Etefón	1000
Etefón	2500
Etefón	5000
AIA + Cinetina	100 + 50
AIA + A.G ₃	100 + 500
A.G ₃ + Cinetina	500 + 50
AIA + A.G ₃ + Cinetina	100 + 500 + 50
Testigo	

Los tratamientos se hicieron con una periodicidad mensual de acuerdo a la edad de la semilla.

Las cajas de Petri con los bulbillos fueron colocados en un germinador marca Fisher, modelo 83 a una temperatura de 15°C y una humedad relativa del 60%.

Este experimento se realizó bajo un diseño completo al azar, con tres replicaciones. Las unidades experimentales en número de 17, estaban constituidas por las cajas de Petri, en las cuales se colocaron 10 semillas.

Para evaluar la efectividad de cada tratamiento se efectuaron lecturas sobre el número de bulbillos que presentaron emergencia de radícula y plúmula, a los 20, 30 y 40 días después de tratados. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y a pruebas de Duncan, para detectar diferencias a un nivel del 5%.

3.2 Experimento 2

Efecto de algunas fitohormonas en el crecimiento y desarrollo de ajo, en condiciones de campo.

Este experimento fué dividido en cuatro ensayos, tomando para cada uno semillas pertenecientes a las cuatro edades en que fueron clasificadas de acuerdo al número de días de almacenamiento.

Para éstos ensayos se tomaron 50 semillas de tamaño mediano por tratamiento, que fueron imbibidas en las soluciones hormonales por 24 horas, de acuerdo a los tratamientos presentados en la Tabla 2., y posteriormente se sembraron en el campo.

Este experimento se realizó bajo un diseño de bloques al azar con tres replicaciones. Cada bloque se dividió en 17 parcelas o unidades experimentales, correspondientes a cada uno de los diferentes tratamientos hormonales. Las parcelas o unidades experimentales tuvieron 1 metro de largo por 0.50 metros de ancho, estaban constituidas por cinco surcos distanciados a 0.20 metros, en cada surco se sembraron 10 bulbillos a 0.10 metros entre sí y a 0.5 metros de profundidad. El área total por unidad experimental fué de 0.50 metros² y el área total del experimento fué de 458,10 metros².

Los resultados fueron evaluados en términos de porcentajes de germinación, contando el número de plantas emergidas a los 20, 30, 40 y 50 días después de sembrados. La eficiencia de los distintos tratamientos hormonales se determinó mediante análisis de varianza y pruebas múltiples para promedios, a un nivel de significancia del 5%.

Se realizaron otras observaciones visuales sobre:

A- Índice de daño de las plantas, a los 30 y 60 días después de tratados los bulbillos, teniendo en cuenta los siguientes síntomas : Clorosis, enanismo, acebollamiento, entorchamiento de las hojas, efectos násticos, reducción de altura de las plantas y - densidad de población. Se utilizó la escala siguiente:

- 1 = Sin efectos
- 2 = Síntomas leves
- 3 = Síntomas moderados
- 4 = Síntomas severos
- 5 = Muerte total

B- El vigor de las plantas según el grado de desarrollo, determinado a los 30 y 60 días después del tratamiento de acuerdo a la siguiente escala :

- 1 = Muy pobre
- 2 = Pobre
- 3 = Regular
- 4 = Bueno
- 5 = Muy bueno

C- Se hicieron algunas observaciones adicionales sobre altura de las plantas a los 30, 60 y 90 días después de la siembra. Para tal fin se tomó la altura promedio, en centímetros, de cinco plantas seleccionadas al azar en cada parcela. La longitud se tomó midiendo desde la superficie del suelo hasta el ápice de la hoja más larga.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 EXPERIMENTO 1

Efecto de algunas fitohormonas sobre la emergencia de raíces y tallos de bulbillos de ajo en condiciones de laboratorio.

4.1.1 Ensayo 1. Edad uno (cero días de almacenamiento).

Los datos que conforman la tabla 3, muestran los porcentajes de brotación de raíces de bulbillos de ajo y la significancia de los tratamientos dados por las pruebas de Duncan. Los análisis de varianza (Tabla 3.1, 3.2, 3.3 del apendice), presentan diferencias significativas entre tratamientos y el testigo. Las observaciones realizadas a los 20 días señalan al etefón en dosis de 1000 ppm (Figura- 1) como la primera hormona en producir el 49.5% de brotación.

Le siguieron las cinetinas en todas sus dosis y la mezcla de AIA más cinetina que produjeron respuestas entre el 45.7 y 22.5%. Los demás tratamientos no ocasionaron ninguna respuesta y fueron similares al testigo.

Las observaciones a los 30 días después de los tratamientos muestran diferencias significativas, correspondiendo los mayores valores a los tratamientos de cinetinas en todas sus do-

TABLA 3. Porcentajes de emergencia de raíces en dientes de ajo con diferentes tratamientos hormonales. Condiciones de laboratorio. Tibaítatá 1981A.

TRATAMIENTOS	DOSIS (ppm)	E D A D U N O *		
		20	30	40
DIAS DESPUES DEL TRATAMIENTO				
AIA	50	12.4 bc **	31.9 cd	51.3 c
AIA	100	0.0 e	12.8 efg	39.9 d
AIA	200	0.0 e	15.4 gdefg	29.7 ed
AG3	100	4.7 cd	9.42 fg	33.1 d
AG3	500	1.7 de	7.3 g	22.5 ef
AG3	1000	0.0 e	0.0 h	0.0 g
Cinetina	10	22.5 b	45.7 bc	65.1 b
Cinetina	50	39.5 a	45.7 bc	65.1 b
Cinetina	100	46.4 a	78.7 a	95.5 a
Etefón	1000	49.5 a	61.9 ab	65.1 b
Etefón	2500	0.0 e	0.0 h	0.0 g
Etefón	5000	0.0 e	0.0 h	0.0 g
AIA + Cinetina	100 + 50	0.0 e	22.5 def	35.5 d
AIA + AG3	100 + 500	0.0 e	18.8 defg	31.9 d
AG3 + Cinetina	500 + 50	22.5 b	25.5 cde	32.8 d
AIA + AG3 + Cinetina	100 + 500 +	0.0 e	15.5 defg	19.7 g
Testigo	-	0.0 e	0.0 h	0.0 g

* (0 días de almacenamiento) después de la cosecha

** Promedios con una letra en común no difieren significativamente al nivel del 5%

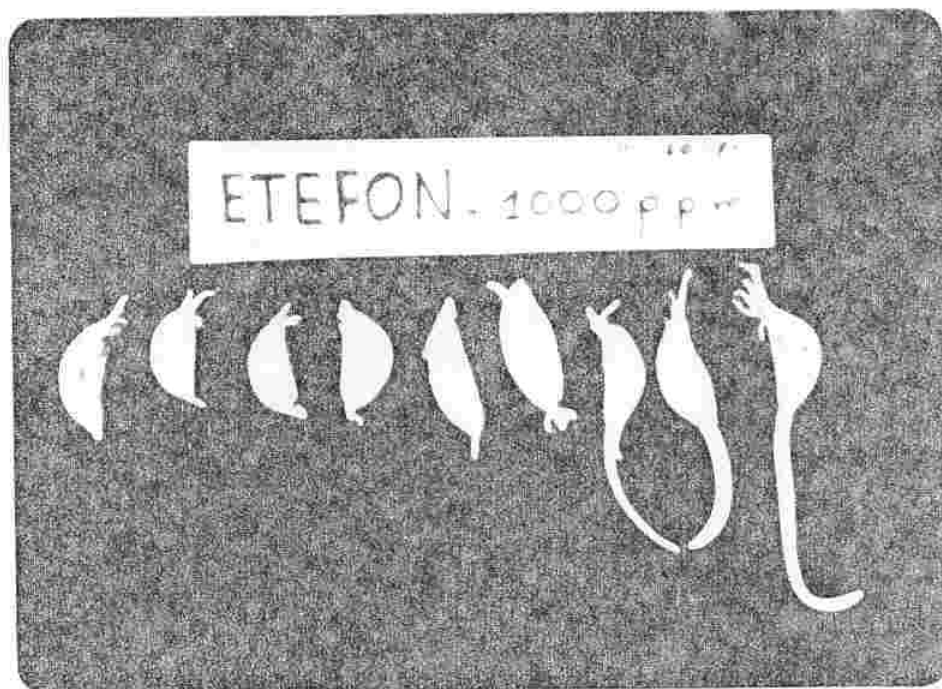


FIGURA 1. Estimulación de raíces y brotes a dosis bajas de etileno (etefón) sobre bulbillos de ajo recién cosechados. Condiciones de laboratorio. Tibaitatá 1981A.

sis , y el etefón en dosis de 1000 ppm. Las demás hormonas ensayadas dieron respuestas positivas pero con porcentajes bajos. Se exceptúan las dosis altas de etefón y AG₃ que tuvieron un comportamiento igual al testigo es decir no provocaron ninguna inducción de la emergencia de la raíz.

A los 40 días después de los tratamientos los bulbillos mantuvieron un tipo de respuesta muy similar al de los 30 días. Los porcentajes observados indican que las diferentes dosis de cinetinas estudiados, etefón a 1000 ppm, y el AIA 50 ppm fueron los más efectivos en promover respuestas positivas, las cuales fueron superiores al 50%. Las concentraciones altas de AG₃ y etefón no lograron estimular la emergencia de la raíz.

La brotación de la parte aérea presentó valores menores a los de la raíz. Las respuestas más efectivas se obtuvieron nuevamente con tratamientos de cinetinas y AIA (Figura 2 y 3) efecto contrario fué observado con los tratamientos de etefón a 1000 ppm, que a nivel de la zona meristemática de la raíz, tuvo una acción inductora (tabla 4) (tablas 4.1, 4.2, 4.3 del apéndice).

4.1.2 Ensayo 2. Edad dos (30 días de almacenamiento)

En la tabla 5 se presentan los porcentajes de emergencia de raíces de bulbillos a los 30 días de edad .

TABLA 4. Porcentajes de emergencia de talle en dientes de ajo con diferentes tratamientos de fitohormonas. Condiciones de laboratorio. Tibaitatá, 1981A.

TRATAMIENTO	DOSIS (ppm)	E D A D U N O *		
		20	30	40
		DIAS DESPUES DEL TRATAMIENTO		
AIA	50	0.0 d **	4.7 d	25.5 d
AIA	100	18.8 b	33.1 ab	43.1 cb
AIA	200	7.3 c	4.7 d	58.7 ab
AG3	100	0.0 d	0.0 e	0.0 f
AG3	500	0.0 d	0.0 e	0.0 f
AG3	1000	0.0 d	0.0 e	0.0 f
Cinetina	10	15.5 b	28.6 abc	55.7 ab
Cinetina	50	19.7 b	35.5 ab	48.6 b
Cinetina	100	43.2 a	49.9 a	68.3 a
Etefón	1000	0.0 d	18.8 bc	31.9 cd
Etefón	2500	0.0 d	0.0 e	0.0 f
Etefón	5000	0.0 d	0.0 e	0.0 f
AIA + Cinetina	100 + 50	0.0 d	15.5 c	22.5 d
AIA + AG3	100 + 500	0.0 d	4.7 d	22.5 d
AG3 + Cinetina	500 + 50	0.0 d	0.0 e	0.0 f
AIA + AG3 + Cinetina	100 + 500 + 50	0.0 d	0.0 e	4.7 f
Testigo		0.0 d	0.0 e	0.0 f

* (0 días de almacenamiento)

** Promedios con una letra en común no difieren significativamente al nivel del 5%.

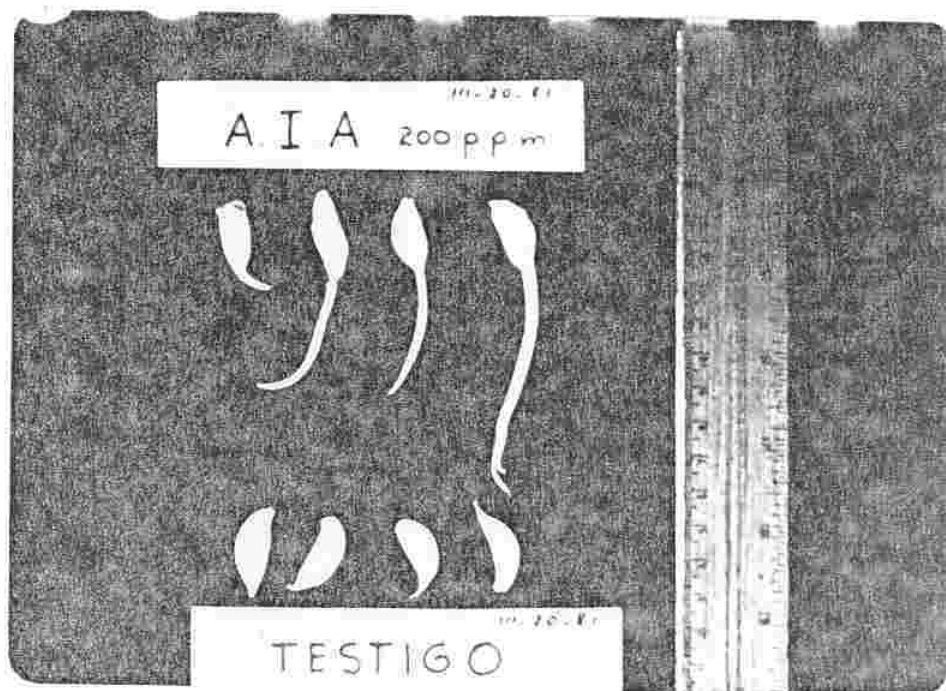


FIGURA 2. Acción de la auxina en la estimulación del tallo de bulbillos de ajo recién cosechados. Condiciones de laboratorio. Tibaitatá 1981A.

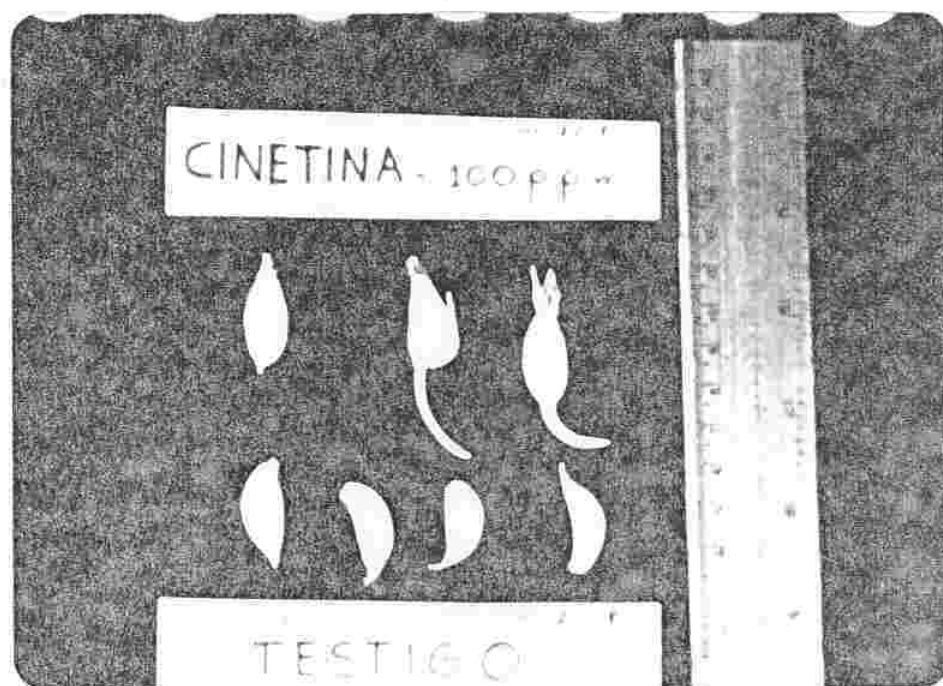


FIGURA 3. Efecto de la cinetina en la emergencia de raíces y tallos de bulbillos recién cosechados. Condiciones de laboratorio. Tibaitatá. 1981A.

TABLA 5. Porcentajes de emergencia de raíces de dientes de ajo, con diferentes tratamientos de fitohormonas. Condiciones de laboratorio. Tibaítatá. 1981A.

TRATAMIENTOS	DOSIS (ppm)	E D A D O S			
		DIAS DESPUES DEL TRATAMIENTO		40	
		20**	30		
AIA	50	9.7 ed **	29.6 de	49.9 cde	
AIA	100	0.0 g	15.5 fg	33.1 fg	
AIA	200	0.0 g	0.0 h	0.0 k	
AG3	100	4.7 ef	22.5 ef	39.1 ef	
AG3	500	22.5 cd	25.5 e	25.5 gh	
AG3	1000	1.7 fg	12.4 g	22.5 hi	
Cinetina	10	100 a	100 a	100 a	
Cinetina	50	75.1 ab	91.6 ab	100 a	
Cinetina	100	55.7 b	75.1 b	88.0 b	
Etefón	1000	21.5 cd	48.5 e	61.9 c	
Etefón	2500	0.0 g	0.0 h	15.5 i	
Etefón	5000	0.0 g	0.0 h	12.4 j	
AIA + Cinetina	100 + 50	25.5 e	39.5 ed	52.7 cd	
AIA + AG3	100 + 500	12.4 cde	22.5 ef	45.7 de	
AG3 + Cinetina	500 + 50	0.0 g	12.4 g	31.9 fgh	
AIA + AG3 + Cinetina	100 + 500 + 50	0.0 g	0.0 h	0.0 k	
Testigo	-	15.5 cd	33.1 de	45.7 de	

* Almacenamiento durante 30 días

** Promedios con una letra en común no difieren significativamente al nivel del 5%.

Los respectivos análisis de varianza reportan diferencias altamente significativas entre tratamientos (tablas 5.1, 5.2, 5.3 del apéndice).

A los 20 días las respuestas a los tratamientos con cinetinas en sus tres dosis provocaron una emergencia superior al 50% y fueron estadísticamente significativas cuando se compararon con los demás tratamientos. Las mezclas de AIA con AG₃ y cinetinas así como el AG₃ a 500 ppm y el etefón 1000 ppm mostraron resultados muy similares al testigo en la emergencia de las raíces según señala las pruebas de Dunca.

Dosis altas de AG₃ etefón y auxinas y algunas mezclas de hormonas ensayadas inhibieron la emergencia de la raíz.

Finalizando el período de observaciones los tratamientos con diferentes dosis de cinetinas y etefón a 1000 ppm mostraron porcentajes de emergencia superiores al 60% y fueron significativamente diferentes al testigo que alcanzó un valor de 45.7% de brotación.

La emergencia del tallo, (tabla 6), como una respuesta a los tratamientos hormonales presentó ligeras diferencias con respecto a la raíz, en las tres observaciones realizadas. La brotación del tallo fué positiva a todas las dosis de cinetinas, de AG₃ y de AIA a 50 y 100 ppm, con valores estadísticamente superiores a los demás tratamientos. El testigo alcanzó -

TABLA 6. Porcentajes de emergencia de tallos de los dientes de ajo, con diferentes tratamientos hormonales. Condiciones de laboratorio. Tibaitatá. 1981A. *

TRATAMIENTOS	DOSIS (ppm)	E D A D D O S *			
		DIAS DESPUES DEL TRATAMIENTO		D O S *	
		30	40		
AIA	50	15.5 ed **	58.7 b	82.6 b	
AIA	100	4.7 ef	25.8 def	65.1 c	
AIA	200	0.0 f	0.0 h	0.0 h	
AG3	100	24.5 cd	45.7 bc	65.1 c	
AG3	500	3.1 ef	33.1 de	52.7 d	
AG3	1000	0.0 f	35.5 dc	39.1 e	
Cinetina	10	71.7 a	100 a	100 a	
Cinetina	50	51.3 ab	82.3 a	100 a	
Cinetina	100	39.5 bc	55.7 b	75.1 b	
Etefón	1000	3.1 ef	22.5 cF	33.1 ef	
Etefón	2500	0.0 f	0.0 h	0.0 h	
Etefón	5000	0.0 f	0.0 h	0.0 h	
AIA + Cinetina	100 + 50	0.0 f	4.7 g	19.7 g	
AIA + AG3	100 + 500	0.0 f	0.0 h	0.0 h	
AG3 + Cinetina	500 + 50	12.4 de	22.5 ef	35.5 ef	
AIA + AG3 + Cinetina	100 + 500 + Cinetina	0.0 f	0.0 h	0.0 h	
Testigo	-	4.7 ef	15.5 f	29.7 f	

* Almacenamiento durante 30 días

** Promedios con una letra en común no difieren significativamente al nivel del 5%.

el 29.7% de la emergencia total, los demás tratamientos cuando se compararon con el patrón produjeron respuestas significativamente inferiores a él. (tabla 6.1, 6.2, 6.3 del apéndice).

4.1.3 Ensayo 3. Edad tres (60 días de almacenamiento)

En la tabla 7, se presentan los porcentajes de emergencia de raíces obtenidos con los diferentes tratamientos hormonales. Los análisis de varianza para las observaciones en esta edad, realizados a los 20, 30 y 40 días indicaron que hubo diferencias altamente significativas entre ellos, confirmados mediante las pruebas de Duncan (tabla 7.1, 7.2, 7.3 del apéndice).

Resultados similares a las edades anteriores fueron observados a los 20 días. Nuevamente las cinetinas a 10 ppm, el AG_3 a 100 y 500 ppm fueron los tratamientos que presentaron porcentajes superiores al 43%, cuando se compararon con el testigo cuyo valor fué de 15.5%.

Los tratamientos con AIA en todas sus dosis, etefón a 2500 y 5000 ppm, así como la mezcla de la auxina con gibberelina y cinetina se destacaron por inhibir completamente la emergencia de la raíz. El efecto anterior se puede explicar con el hecho de que los bulbillos en esta edad, se encontraban al final del período de reposo, tiempo en el cual los contenidos endóge

TABLA 7. Porcentajes de emergencia de raíces de ajo tratados con diferentes fitohormonas.
 Condiciones de laboratorio. Tibaitatá, 1981A.

TRATAMIENTOS	DOSIS (ppm)	E D A D I R E S *		
		DÍAS DESPUES DEL TRATAMIENTO		
		20	30	40
AIA	50	0.0 d **	0.0 h	0.0 g
AIA	100	0.0 d	0.0 h	0.0 g
AIA	200	0.0 d	0.0 h	0.0 g
AG3	100	43.0 a	52.7 bc	71.7 bc
AG3	500	47.1 a	65.1 ab	75.1 bc
AG3	1000	15.5 bc	33.1 de	52.7 d
Cinetina	10	58.7 a	78.7 a	100 a
Cinetina	50	22.5 b	43.0 cd	61.9 cd
Cinetina	100	25.5 b	35.5 de	61.9 cd
Etefón	1000	19.8 bc	25.5 e	29.7 e
Etefón	2500	0.0 d	12.9 f	33.1 e
Etefón	5000	0.0 d	1.7 gh	15.5 f
AIA + Cinetina	100 + 50	0.0 d	15.5 f	35.5 e
AIA + AG3	100 + 500	0.0 d	4.7 g	12.4 f
AG3 + Cinetina	500 + 50	9.8 c	35.5 de	52.7 d
AIA + AG3 + Cinetina	100 + 500 + 50	0.0 d	0.0 h	0.0 g
Testigo	-	15.5 bc	43.0 cd	82.3 ab

* Almacenamiento por 60 días después de la cosecha

** Promedios con una letra en común no difieren significativamente al nivel del 5%.

nos de promotores especialmente de auxinas se encontraban en concentraciones normales, de tal manera que las imbibiciones aumentaron el contenido endógeno, pasando a concentraciones inhibitorias.

A los 30 y 40 días los valores de la emergencia en el testigo se incrementaron en forma tal, que alcanzaron porcentajes estadísticamente iguales a los de las cinetinas de 10 ppm y AG₃ de 100 y 500 ppm. Estos resultados confirman que el período de reposo de la semilla entraba a su fase final.

Los resultados de la emergencia del tallo en respuesta a los diferentes tratamientos hormonales se muestran en la tabla 8. Los análisis estadísticos indicaron diferencias significativas entre los distintos tratamientos.

Al comparar los resultados sobre emergencia del tallo entre la edad dos y tres, se encontró que los efectos de las hormonas fueron similares. Así las dosis de cinetinas, AIA 50 y 100 ppm y AG₃ a 100 ppm presentaron los porcentajes estadísticamente más altos, cuando se compararon con el testigo. Los resultados de los demás tratamientos no revelaron diferencias con el testigo exceptuando el etefón a 5000 ppm y la mezcla de AG₃ con cinetina cuyos efectos fueron inhibitorios (tablas 8.1, 8.2, - 8.3 del apéndice).

Los resultados obtenidos en ésta edad y en particular el comportamiento del testigo, indicaron que los bulbillos

TABLE 8. Porcentajes de emergencia de tallos de plantas de ajo, con diferentes tratamientos de fitohormonas. Condiciones de laboratorio. Tibaitatá, 1981A.

TRATAMIENTOS	DOSIS (ppm)	E D A D T R E S *		
		DIAS DESPUES DEL TRATAMIENTO		
		20	30	40
AIA	50	68.3 ab **	87.8 a	100 a
AIA	100	61.9 b	61.9 bc	78.7 abc
AIA	200	28.6 d	48.5 cd	61.9 bcd
AG3	100	71.7 ab	82.5 ab	96.5 a
AG3	500	55.9 bc	61.9 bc	78.7 abc
AG3	1000	33.1 d	39.5 d	52.7 d
Cinetina	10	95.5 a	100 a	100 a
Cinetina	50	75.1 ab	100 a	100 a
Cinetina	100	39.1 dc	61.8 bc	82.3 ab
Etefón	1000	35.5 dc	44.3 cd	55.7 d
Etefón	2500	33.1 d	48.5 cd	58.7 cd
Etefón	5000	0.0 f	0.0 f	15.5 f
AIA + Cinetina	100 + 50	33.1 d	39.0 d	68.3 bcd
AIA + AG3	100 + 500	9.7 e	31.9 de	52.7 d
AG3 + Cinetina	500 + 50	22.5 d	39.4 d	58.7 cd
AIA + AG3 + cinetina	100 + 500 + 50	4.7 e	22.4 e	35.5 e
Testigo	-	22.4 d	35.5 de	58.7 cd

* Almacenamiento por 60 días después de la cosecha

** Promedios con una letra en común no difieren significativamente al nivel del 5%.

entraron a su etapa final de dormancia, razón por la cual varios tratamientos causaron respuestas inhibitorias en la zona meristemática de la raíz y del tallo.

4.1.4 Ensayo 4. Edad cuatro (90 días de almacenamiento)

Los resultados de la emergencia de la raíz y el tallo se presentan en las tablas 9 y 10. Los análisis de varianza, así como las respectivas pruebas de Duncan mostraron diferencias entre tratamientos. Se comprobó en las primeras observaciones, que el tratamiento con cinetinas a 10 y 50 ppm presentó respuesta estimuladora del crecimiento de éstas estructuras. Al final de las lecturas éste tratamiento y junto con las diferentes dosis de AG₃ mostraron valores estadísticamente iguales al testigo que fluctuaron entre el 82% y 100%, los demás tratamientos presentaron respuestas inferiores al testigo.

Los resultados de emergencia del tallo, especialmente a los 40 días señalan que el etefón a 5000 ppm fué la única hormona en presentar porcentajes de emergencia inferiores al testigo, los demás tratamientos presentaron porcentajes superiores al 88% y fueron estadísticamente iguales entre sí (tablas 9.1, 9.2, 9.3; 10.1, 10.2, 10.3 del apéndice).

Al hacer un análisis de los resultados más sobresa

TABLA 9. Porcentajes de emergencia de raíces de ajo con diferentes tratamientos de fitohormonas.
 Condiciones de laboratorio. Tibaitatá, 1981A.

TRATAMIENTOS	DOSIS (ppm)	E D A D C U A T R O *		
		DIAS DESPUES DEL TRATAMIENTO		
		20	30	40
AIA	50	22.5 d **	29.7 e	43.1 cd
AIA	100	0.0 f	0.0 h	0.0 f
AIA	200	0.0 f	0.0 h	0.0 f
AG3	100	51.3 b	78.7 ab	100 a
AG3	500	62.0 b	10.0 a	100 a
AG3	1000	52.7 b	65.1 bc	82.3 a
Cinetina	10	91.6 a	100 a	100 a
Cinetina	50	96.0 a	33.1 c	100 a
Cinetina	100	59.6 b	79.0 ab	88.0 a
Etefón	1000	0.0 f	5.268	19.9 e
Etefón	2500	0.0 f	4.928	15.5 e
Etefón	5000	0.0 f	0.0 h	0.0 f
AIA + Cinetina	100 + 50	0.0 f	0.0 h	1.7 f
AIA + AG3	100 + 500	0.0 f	0.0 h	0.0 f
AG3 + Cinetina	500 + 50	25.5 cd	39.1 de	49.9 c
AIA + AG3 + Cinetina	100 + 500 + 50	33.1 c	49.9 cd	65.1 b
Testigo	-	55.7 b	71.7 b	85.9 a

* 90 días de almacenamiento después de la cosecha

** Promedios con una letra en común no difieren significativamente al nivel del 5%.

TABLA 10. Porcentajes de emergencia de tallos en dientes de ajo con diferentes tratamientos de fitohormonas. Condiciones de laboratorio. Tibaitatá, 1981A.

TRATAMIENTOS	DOSIS (ppm)	E D A D C U A T R O *			
		DÍAS DESPUES DEL TRATAMIENTO			
		20	30	40	
AIA	50	91.6 ab **	100 a	100 a	100 a
AIA	100	82.8 abc	85.9 abc	100 a	100 a
AIA	200	76.0 bcd	78.7 bcd	87.8 a	87.8 a
AG3	100	73.1 bcd	85.9 abc	95.5 a	95.5 a
AG3	500	91.6 ab	100 a	100 a	100 a
AG3	1000	91.6 ab	100 a	100 a	100 a
Cinetina	10	89.7 bcd	100 a	100 a	100 a
Cinetina	50	76.2 ab	91.6 a	100 a	100 a
Cinetina	100	100 a	100 a	100 a	100 a
Etefón	1000	82.3 abc	91.6 a	100 a	100 a
Etefón	2500	68.8 cd	87.8 ab	95.5 a	95.5 a
Etefón	5000	25.5 g	35.5 e	48.5 b	48.5 b
AIA + Cinetina	100 + 50	82.3 abc	91.6 a	100 a	100 a
AIA + AG3	100 + 500	66.4 cd	87.8 ab	94.0 a	94.0 a
AG3 + Cinetina	500 + 50	48.5 ef	71.7 d	89.7 a	89.7 a
AIA + AG3 + Cinetina	100 + 500 + 50	39.1 f	78.7 bcd	95.5 a	95.5 a
Testigo	-	58.7 de	75.1 cd	95.5 a	95.5 a

* 90 días en almacenamiento, después de la cosecha

** Promedios con una letra en común no difieren significativamente al nivel del 5%.

lentes de las diferentes edades se encontró que en la edad uno el etefón a 1000 ppm presentó una acción poco estimuladora del crecimiento del brote y una estimulación en el crecimiento de la raíz. Efectos contrarios se observaron con los tratamientos de AIA.

Estos resultados sugieren un comportamiento diferencial de los meristemas apicales y radicales por acción de las diferentes hormonas estudiadas. Sus efectos estuvieron relacionados con la biosíntesis y el transporte polar de la auxina así como ciertos mecanismos que afectan su síntesis y degradación.

Los bulbillos tratados con cinetinas ocasionaron respuestas similares del crecimiento en la zona meristemática de la raíz y del tallo, sus respuestas estuvieron relacionadas con la actividad mitótica en dichos meristemas.

Las giberelinas en dosis de 100 y 500 ppm mostraron respuestas inductoras a partir de los 30 días de edad, debido posiblemente a una disminución en el contenido de los niveles endógenos de los inhibidores presentes en los bulbillos.

4.2 EXPERIMENTO 2

Efecto de algunas fitohormonas sobre la dormancia de bulbos de ajo en condiciones de campo.

En este segundo experimento se evaluó el etefón de los diferentes tratamientos hormonales sobre la germinación de bulbillos de ajo, vigor del cultivo, altura e índice de daños de las plantas en condiciones de campo.

4.2.1 Germinación

Las evaluaciones respecto a la germinación se hicieron a las 20, 30, 40 y 50 días después de la siembra, determinando el porcentaje de plántulas germinadas en cada una de las unidades experimentales.

4.2.1.1 Ensayo 1. Edad uno (Cero días de almacenamiento)

La tabla 11, presenta los porcentajes de germinación de bulbillos tratados inmediatamente después de la cosecha. Los análisis de varianza sobre los diferentes datos registrados mostraron diferencias significativas entre los tratamientos y con respecto al testigo, que fueron corroboradas por la prueba de -

TABLA 11. Porcentajes de emergencia de ajo con diferentes tratamientos de fitehormonas.
Condiciones de campo. Tibaitatá, 1981A.

TRATAMIENTOS	DOSIS (ppm)	E D A D U N O *		
		DIAS DE OBSERVACION DESPUES DE LA SIEMBRA		
		20	30	40
AIA	50	13.6 ab**	41.8 ab	48.5 abcd
AIA	100	7.9 abcd	16.9 gh	55.7 abc
AIA	200	3.1 cd	31.9 bcde	55.7 abc
AG3	100	6.7 bcd	12.5 h	60.5 a
AG3	500	8.0 abcd	21.8 efgh	48.9 abcd
AG3	1000	12.5 ab	20.2 fgh	39.6 cd
Cinetina	10	10.0 abc	44.3 ab	57.2 abc
Cinetina	50	18.8 a	48.5 a	54.4 abc
Cinetina	100	19.9 a	41.7 ab	52.7 abc
Etefón	1000	9.8 abc	38.3 abc	45.7 abcd
Etefón	2500	8.6 abcd	23.8 defg	39.1 cd
Etefón	5000	9.1 abc	34.5 abcd	43.1 abcd
AIA + Cinetina	100 + 50	6.6 bcd	34.3 abcd	47.1 abcd
AIA + AG3	100 + 500	2.4 cd	16.4 gh	44.3 abcd
AG3 + Cinetina	500 + 50	3.1 cd	17.9 cd	43.0 abcd
AIA + AG3 + Cinetina	100 + 500 + 50	13.5 ab	26.8 cdefg	39.3 cd
Testigo	-	1.5 d	16.2 gh	31.9 d

* Días de observación después de la siembra

** Promedios con una letra en común no difieren significativamente al nivel del 5%.

Duncan (tablas 11.1, 11.2, 11.3 del apéndice)

Los resultados a los 20 días después de la siembra, señalan que todas las dosis de cinetinas, el etefón y el AIA en dosis bajas, AG₃ en dosis altas, así como las mezclas de AIA más AG₃ y cinetina produjeron respuestas positivas. Los demás tratamientos mostraron un comportamiento estadísticamente igual al testigo, con valores inferiores al 8.5%.

Las lecturas efectuadas a los 30 días señalan a las cinetinas y al AIA 50 ppm como las primeras sustancias inductoras de la germinación, en segundo lugar el etefón y la mezcla AIA más cinetinas, en tercer lugar el AIA en 100 y 200 ppm. Mientras que los tratamientos de AG₃ y sus mezclas con AIA produjeron resultados estadísticamente similares a los obtenidos por el testigo con valores inferiores al 21.8%.

Las lecturas realizadas a los 40 y 50 días permiten destacar que los bulbillos respondieron en una forma positiva a los tratamientos con cinetinas en sus tres dosis y a sus mezclas con AG₃, el AG₃ y el etefón en dosis bajas y el AIA en dosis altas. Mientras que el etefón y las mezclas de las hormonas anteriores, presentaron porcentajes estadísticamente similares al testigo con valores inferiores al 48.9%.

Sinembargo, a través de las observaciones realizadas en ésta edad se pudo apreciar que los diferentes tratamientos hormonales tuvieron una respuesta promotora diferente a la presentada por el testigo. Un comportamiento con tendencia semejante se observó en los resultados obtenidos en el laboratorio.

Se generaliza que las mejores respuestas en la emergencia de las plántulas correspondieron a los tratamientos con cinetinas en todas sus dosis.

4.2.1.2 Ensayo 2. Edad dos (30 días de almacenamiento)

La tabla 12, muestra los resultados de los diferentes tratamientos hormonales en términos de porcentaje de plántulas germinadas procedentes de bulbillos tratados a los 30 días después de la cosecha.

Los análisis de varianza (tablas 12.1, 12.2, 12.3 y 12.4 del apéndice), realizados sobre las observaciones a los 20, 30, 40 y 50 días indicaron diferencias significativas cuando se compararon los tratamientos y el testigo.

Las pruebas de Duncan señalan que todas las hormonas ensayadas produjeron respuestas estadísticamente superiores al testigo, hecho que permite pensar que bajo condiciones de campo, el período absoluto de dormancia fué interrumpido por los tra-

TABLE 12. Porcentajes de emergencia de ajo, con diferentes tratamientos de fitohormonas.
 Condiciones de campo, Tibaitatá, 1981A.

TRATAMIENTOS	DOSIS (ppm)	E D A D D O S *				
		20	30	40	50	SIEMBRA
AIA	50	28.7 ab **	50.6 abc	75.1 bed	89.7 abc	
AIA	100	13.9 cdef	55.4 ab	84.3 ab	91.6 abc	
AIA	200	18.8 cd	47.1 abc	74.5 bcde	89.7 abc	
AG3	100	5.7 gh	34.3 c	62.8 cdef	91.6 abc	
AG3	500	14.6 cde	37.8 bc	62.0 def	82.3 bcd	
AG3	1000	21.7 bc	35.1 c	70.9 bcdef	85.8 bc	
Cinetina	10	20.6 bcd	47.6 abc	75.8 bcd	91.5 abc	
Cinetina	50	28.6 ab	57.4 a	93.4 a	100 a	
Cinetina	100	30.8 a	55.7 a	79.9 abc	95.7 ab	
Etefón	1000	11.2 efg	36.9 c	73.1 bcde	85.0 bc	
Etefón	2500	5.7 gh	39.8 bc	55.1 f	73.7 de	
Etefón	5000	8.8 fgh	38.6 bc	57.7 ef	66.7 e	
AIA + Cinetina	100 + 50	13.4 def	47.8 abc	73.1 bcde	82.3 cd	
AIA + AG3	100 + 500	8.5 fgh	40.4 abc	61.4 def	82.4 bcd	
AG3 + Cinetina	500 + 50	13.6 def	47.6 abc	55.7 f	70.5 e	
AIA + AG3 + Cinetina	100 + 500 + 50	18.8 cd	36.4 c	64.2 cdef	89.7 abc	
Testigo	-	4.6 h	10.5 d	20.5 g	54.2 f	

* Bulbillos almacenados por 30 días.

** Promedios con una letra en común no difieren significativamente al nivel del 5%.

tamientos hormonales.

Como en la edad anterior las cinetinas produjeron los máximos porcentajes de germinación, seguido de los tratamientos de AIA y AG₃ en todas sus dosis.

4.2.1.3 Ensayo 3. Edad tres (60 días de almacenamiento)

Los resultados de los diferentes tratamientos hormonales efectuados sobre bulbillos de ajo, 60 días después de la cosecha son presentados en la tabla 13. Los análisis de varianza (tablas 13.1, 13.2, 13.3, 13.4 del apéndice) revelan diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo.

Las observaciones realizadas a los 20 días dieron respuestas entre el 33.8% y el 80%, para los tratamientos con relación al testigo mientras que éste solo alcanzó el 20.5% de germinación.

A los 30 días, los bulbillos continuaron aumentando su respuesta a los demás tratamientos. Respuesta similar se observó en las lecturas realizadas a los 40 y 50 días, donde las cinetinas, el AIA, el AG₃ en sus diferentes dosis, el etefón en concentraciones bajas y las mezclas de éstas hormonas, mostraron resultados superiores al 87.7%, mientras que el testigo y el etefón en dosis altas fueron estadísticamente inferiores a los demás trata -

TABLA 13. Porcentajes de emergencia de ajo, con diferentes tratamientos de fitohormonas.
Condiciones de campo. Tibaitatá. 1981A.

TRATAMIENTOS	DOSIS (ppm)	E D A D T R E S *			
		20**	30	40	50
AIA	50	69.0 abcd **	85.8 abc	93.7 abc	98.5 ab
AIA	100	75.1 ab	80.5 abcd	94.5 ab	98.5 ab
AIA	200	70.4 abcd	88.4 ab	97.1 a	100 a
AG3	100	33.8 f	72.9 bcd	97.1 a	100 a
AG3	500	63.8 abcd	69.7	84.5 bcde	98.5 ab
AG3	1000	69.5 abcd	83.7 abcd	93.2 abcd	98.0 ab
Cinetina	10	55.6 bcde	76.5 abcd	82.4 cde	100 a
Cinetina	50	71.2 abc	90.9 a	93.2 abcd	100 a
Cinetina	100	75.1 ab	83.9 abcd	93.2 abcd	48.3 ab
Etefón	1000	76.9 a	83.7 abcd	92.4 abcd	94.5 ab
Etefón	2500	58.4 abcd	72.4 bcd	77.1 e	77.1 d
Etefón	5000	39.6 ef	55.0 e	64.7 f	74.1 d
AIA + Cinetina	100 + 50	69.5 abcd	83.4 abcd	94.3 ab	97.5 ab
AIA + AG3	100 + 500	52.4 cde	70.3 cd	79.6 e	97.7 ab
AG3 + Cinetina	500 + 50	51.0 de	75.0 abcd	87.7 abcde	93.4 b
AIA + AG3 + Cinetina	100 + 500 + 50	66.2 abcd	75.7 abcd	81.7 de	87.1 c
Testigo	-	20.5 g	41.1 f	67.0 f	77.8 d

* Almacenamiento durante 60 días

** Promedios con una letra en común no difieren significativamente al nivel del 5%.

mientos e iguales entre sí.

4.2.1.4 Ensayo 4. Edad cuatro (90 días de almacenamiento)

Las evaluaciones sobre germinación correspondientes a ésta edad se indican en la tabla 14. Los análisis de varianza sobre las observaciones realizadas a los 20, 30, 40 y 50 días - mostraron diferencias significativas entre tratamientos y el testigo (tablas 14.1, 14.2, 14.3, 14.4 del apéndice).

Los datos evaluados a los 20 y 30 días se observa que el etefón en dosis altas mostró los porcentajes más bajos de germinación en lo que respecta a la última edad. Su valores fueron inferiores al 60%; igual comportamiento mostró el AG₃ en dosis de 1000 ppm.

En las lecturas efectuadas a los 40 y 50 días se observa que todas las parcelas tuvieron altos porcentajes de germinación con respuestas superiores al 89%, se excluyen los tratamientos de etefón en dosis medias y altas, las cuales fueron estadísticamente inferiores a los demás tratamientos incluyendo - al testigo.

Los resultados analizados anteriormente permiten - afirmar que los bulbillos de ajo tratados a edades más avanzadas respondieron positivamente a los tratamientos hormonales, quizás

TABLA 14. Porcentajes de emergencia de ajo, con diferentes tratamientos de fitohormonas.
Condiciones de campo. Tibaitatá, 1981A.

TRATAMIENTOS	DOSIS (ppm)	E D A D C U A T R O *			
		20	30	40	50
AIA	50	68.3 ab **	78.7 ab	94.3 abc	98.3 a
AIA	100	49.9 c	75.1 ab	87.6 bc	98.3 a
AIA	200	36.9 abc	78.7 ab	98.3 a	100 a
AG3	100	71.7 a	85.9 ab	94.3 abc	100 a
AG3	500	73.4 a	80.5 ab	87.5 bc	91.0 b
AG3	1000	57.2 abc	66.7 b	77.1 e	80.5 d
Cinetina	10	75.7 a	91.6 a	96.3 a	100 a
Cinetina	50	63.5 abc	85.9 ab	97.7 a	100 a
Cinetina	100	71.7 a	87.8 a	100 a	100 a
Etefón	1000	54.2 bc	75.1 ab	100 a	100 a
Etefón	2500	14.4 d	51.3 c	57.1 e	61.2 e
Etefón	5000	3.4 e	22.3 d	43.1 f	54.4 f
AIA + Cinetina	100 + 50	74.8 a	78.8 ab	87.6 cb	93.2 b
AIA + AG3	100 + 500	68.3 ab	77.2 ab	86.7 c	91.8 b
AG3 + Cinetina	500 + 50	66.7 ab	82.3 ab	87.6 cb	91.8 b
AIA + AG3 + Cinetina	100 + 500 + 50	70.0 ab	82.3 ab	86.5 c	89.7 b
Testigo	-	57.2 abc	75.1 ab	78.6 d	85.2 c

* Almacenamiento durante 90 días

** Promedios con una letra en común no difieren significativamente al nivel del 5%.

cuando los procesos endógenos de regulación de la dormancia comenzaron a activarse.

De las diferentes evaluaciones llevadas a cabo en el campo, se puede anotar que las cinetinas en sus tres dosis, fueron las más efectivas en inducir altos porcentajes de germinación a través de todas las edades (figura 4).

En las edades tres y cuatro el incremento de las concentraciones de etefón originó un descenso progresivo en los porcentajes de germinación, cuyos valores fueron inferiores al testigo; el resto de tratamientos mostraron efectos promotores, probablemente debido a que la semilla estaba al final del período de reposo, en el cual el nivel de inhibidores empieza a decrecer, permitiendo que las sustancias promotoras actúen en presencia de pequeñas dosis de aquellos.

Al comparar los porcentajes de germinación obtenidos en el campo y en el laboratorio se observa que en todos los casos el material sembrado en el campo mostró mayores porcentajes de germinación, lo anterior permite pensar acerca de un posible inhibidor presente en la cubierta de la semilla que es fácilmente removido por las condiciones hídricas o por la acción de microorganismos presentes en el suelo.



FIGURA 4. Plantas de ajo con buena germinación y vigor tratados con cinetinas. Condiciones de campo. Tibaitatá 1981A.

4.2.2 Índices de daños

Con el propósito de observar el efecto directo de las diferentes fitohormonas sobre las plantas de ajo, cuyos bulbillos fueron tratados se realizaron evaluaciones visuales en el campo de los siguientes síntomas en las plantas: clorosis, acebollamiento, entorchamiento de las hojas, reducción de la altura y de población.

En la tabla 15, se aprecian los valores de daños ocasionados por las hormonas en las diferentes edades de almacenamiento. Para la edad uno (inmediatamente después de la cosecha) no hubo variaciones en las respuestas a las distintas dosis de fitohormonas utilizadas y recibieron una calificación entre uno y cuatro según la escala de daños explicada en Materiales y Métodos. Se pudo observar que el efecto de las hormonas fué leve en unas y moderado en otras, tal vez porque la semilla tratada empezaba su período de dormancia. Bajo esta condición, la concentración de inhibidores es mayor que la de los promotores, evitando que las hormonas actuaran, lo que determinó que los daños no se manifestaran en una forma severa.

En la edad dos (30 días después de la cosecha), los síntomas fueron un poco más severos comparados con los de la -

TABLA 15. Índices de daños causados por las fitohormonas sobre plantas de ajo cuyes bulbillos fueron tratados previamente. Condiciones de campo. Tibaitatá, 1981A.

TRATAMIENTOS	DOSIS (ppm)	E D A D E S											
		U N O				D O S				T R E S			
		* 30 D	60 D	30 D	60 D	30 D	60 D	30 D	60 D	30 D	60 D	30 D	60 D
AIA	50	3.0	2.0	3.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0
AIA	100	3.0	3.0	4.0	4.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0
AIA	200	4.0	4.0	4.0	4.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	1.0
AG	100	3.0	3.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	2.0	4.0	4.0	4.0	4.0
AG	500	3.0	3.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0
AG	1000	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Cinetina	10	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Cinetina	50	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Cinetina	100	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Etefón	1000	3.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	2.0	3.0	2.0
Etefón	2500	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Etefón	5000	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	4.0	5.0
AIA + Cinetina	100 + 50	2.0	2.0	2.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0
AIA + AG3	100 + 500	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	4.0
AG3 + Cinetina	500 + 50	3.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0
AIA + AG3 + Cint.500 + 100 + 50		3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
TESTIGO	-	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

* Días de observación después de la siembra.

edad anterior, según las observaciones realizadas a los 30 y 60 días después de haber sido tratados. Se exceptúan los tratamientos con cinetinas, los cuales presentaron plantas con una ligera clorosis en el borde de las hojas. Las dosis de AG_3 usadas como un tratamiento separado o en mezclas con cinetinas o AIA presentaron síntomas severos que se manifestaron en una proliferación marcada de tallos de seis a ocho por planta (figura 5) y, por consiguiente, un incremento en el número de bulbillos, los cuales aumentaron de tamaño en comparación al testigo.

En la edad tres, (60 días después de la cosecha) los daños causados por las hormonas fueron más leves que en las edades anteriores, esto pudo ser consecuencia de las condiciones favorables al cultivo.

Los tratamientos que produjeron más deformaciones o daños en las plantas fueron los realizados con AG_3 . Dentro de la escala empleada este daño fué catalogado como moderado. Las diferentes dosis de AIA y cinetina, no causaron ningún daño comparadas con el testigo.

En la edad tres (90 días después de la cosecha), se observaron diferencias muy marcadas entre los distintos tratamientos. El etefón en las dosis de 2500 y 5000 ppm causó los síntomas más severos. Sus efectos estuvieron relacionados con una reducción marcada en la densidad de población de las plantas, además se presentaron plantas con hojas entorchadas com-

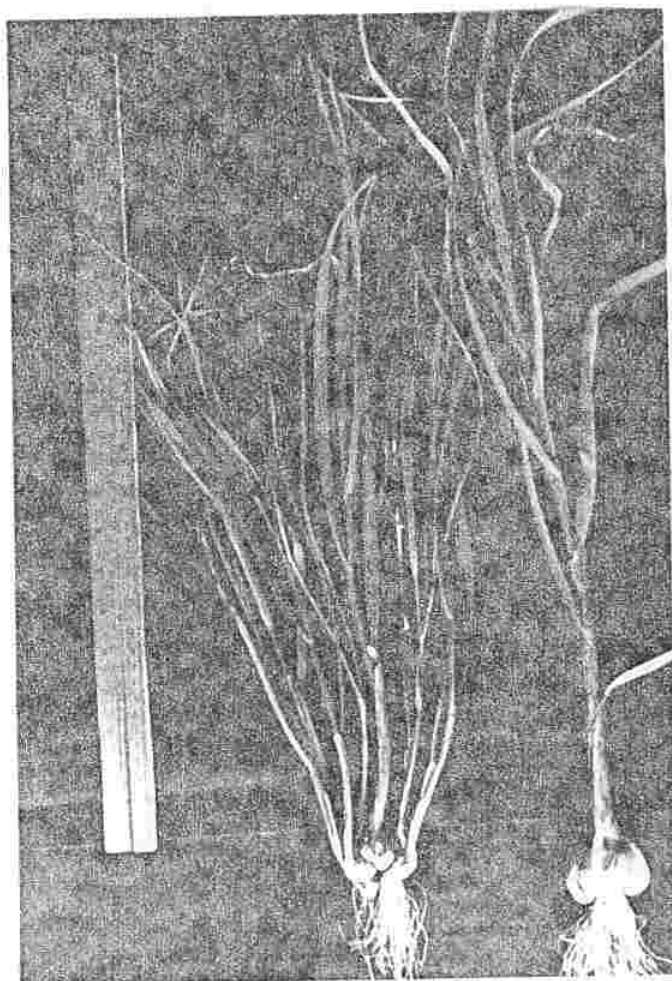


FIGURA 5. Efecto de la giberelina en la proliferación de tallos de plantas de ajo. Condiciones de campo, Tibaitatá, 1981A.

paradas con el testigo.

Por otra parte, el etefón a 5000 ppm causó la muerte de más del 50% de la población (ver tabla 14 de germinación en condiciones de campo) (figura 6), ésto sugiere que un aumento en la concentración de etileno dentro del bulbilllo o diente pudo interferir la síntesis de auxina, impidiendo en unos casos la germinación y en otros el crecimiento y desarrollo de las plántulas que habían emergido inicialmente. El efecto anterior fué menos severo en las edades uno, dos y tres lo que indica que los niveles endógenos de etileno para esas edades eran tan bajos que no afectaron el desarrollo de las plantas. Los tratamientos que mostraron menos daño en las plantas fueron los de AIA y cinetina.

En resumen, se puede afirmar que efectos tales como proliferación de tallos, deformación de los bulbillos y de las hojas causados por el AG_3 , sólo o en mezclas, fué común para todas las edades. Sin embargo, el daño fué más severo en las edades uno y dos. Respuestas muy parecidas fueron observadas por Lipe en 1975, cuando aplicó AG_3 en concentraciones de 100 ppm a bulbos de cebolla. Los datos anteriores indican que las aplicaciones de AG_3 , aumentaron las concentraciones de la hormona en aquellos bulbillos que estaban terminando el reposo, permitiendo la ruptura de la latencia de las yemas dormantes.



FIGURA 6. Inhibición de la germinación causada por el etileno en dosis de 5000 ppm. Condiciones de campo. Tibaitatá. Tibaitatá, 1981A.

del bulbo y ocasionando la emergencia de tallos de cada bulbillillo. Esto corrobora los trabajos de Thomas (1969) quien demostró que al final del reposo de los bulbos la actividad giberelínica se aumenta y la de los inhibidores se disminuye.

El AIA en dosis de 200 ppm produjo plantas con daños severos especialmente en las edades uno y dos, las cuales presentaron las siguientes características:

- 1- Acortamiento de los entrenudos
- 2- Ensanchamiento de las hojas
- 3- Engrosamiento del tallo y
- 4- Mayor susceptibilidad al ataque de patógenos (figura 7).

4.2.3 Vigor de las plantas. Condiciones de campo.

Analizando los resultados de la tabla 16, se observa que el vigor aumentó a medida que las plantas iban creciendo, con excepción de las plantas cuyos bulbillillos fueron tratados previamente con etefón, especialmente las de la edad cuatro.

En general las calificaciones de vigor efectuadas para la edad uno, muestran un vigor que varió de pobre a re-

TABLA 16. Vigor promedio en el campo de plantas de ajo cuyos bulbillos de diferentes edades fueron tratados con hormonas.

TRATAMIENTOS	DOSIS (ppm)	E D A D E S											
		U N O			D O S			T R E S			C U A T R O		
		30 D*	60 D	30 D	60 D	30 D	60 D	30 D	60 D	30 D	60 D	30 D	60 D
AIA	50	3.0	3.0	2.0	4.0	4.0	5.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0
AIA	100	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	5.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0
AIA	200	2.0	2.0	3.0	4.0	4.0	5.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0
AG	100	2.0	2.0	3.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	4.0	4.0	4.0	4.0
AG	500	2.0	3.0	2.0	3.0	4.0	4.0	2.0	2.0	4.0	4.0	4.0	4.0
AG	1000	2.0	3.0	2.0	3.0	4.0	4.0	2.0	2.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Cinetina	10	3.0	4.0	3.0	4.0	5.0	5.0	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Cinetina	50	3.0	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Cinetina	100	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Etefón	1000	4.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Etefón	2500	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	4.0	2.0	2.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Etefón	5000	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	1.0	1.0	4.0	4.0	4.0	4.0
AIA + Cinetina	100 + 50	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0
AIA + AG3	100 + 500	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0
AG3 + Cinetina	500 + 50	3.0	4.0	4.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0
AIA + AG3 + Cinet. 100 + 500 + 50		3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Testigo	-	2.0	3.0	4.0	4.0	4.0	5.0	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0

* Días de observación después de la siembra.



FIGURA 7. Enanismo en plantas de ajo debido a efectos fitotóxicos de la auxina en concentraciones altas. Condiciones de campo, Tibaitatá, 1981A.

gular, exceptuando los tratamientos con cinetinas, los cuales fueron calificados como buenos.

En la edad dos, el vigor tuvo valores superiores a los de la edad anterior, calificándose como muy bueno para los tratamientos con cinetinas y auxinas.

En la edad tres, el vigor fué evaluado de bueno a excelente, para las dos épocas en que se efectuaron las observaciones.

Examinando las lecturas de vigor tomadas en las plantas de la edad cuatro se observa que únicamente las plantas de bulbillos tratados con cinetina tuvieron un valor que de acuerdo a la escala utilizada, se cataloga como muy bueno. El resto de tratamientos muestran vigores que van de regulares a malos; lo cual pudo deberse a una inhibición del crecimiento causada por un desbalance hormonal ocasionado por el tratamiento y edad de los bulbillos usados como semilla.

En resumen, se puede anotar que los tratamientos con AG₃ presentaron un vigor evaluado entre regular y bueno, tanto en las plantas cuyos bulbillos lo recibieron como tratamiento único y como en las de los tratados con la mezcla de AIA y cinetinas.

El vigor más bajo observado a través de todas las edades correspondió a los tratamientos de etefón en dosis de 2500 y 5000 ppm (Figura 6). En la edad tres, se apreció un desarrollo débil de tallos y de hojas, en las plantas de bulbillos tratados con etefón, debido posiblemente a una inhibición del crecimiento causada por concentraciones altas de la hormona, o por una interferencia de la acción de giberelinas y auxinas.

En resumen, al comparar las cuatro edades puede observarse que el vigor más alto correspondió a la edad dos, en la cual la siembra coincidió con un buen período de lluvias. En el campo los vigos más pobres correspondieron a la edad tres donde se observaron plantas con un crecimiento deficiente, debido a factores desconocidos que intervinieron en su normal desarrollo. Así mismo, se puede afirmar que las plantas tratadas con cinetinas, (Figura 4) en sus tres dosis, fueron las que mostraron el vigor más alto, a través de todas las edades.

4.2.4 Altura de las plantas

La tabla 17, muestra los valores de alturas de plantas a través de cuatro edades diferentes, a los 30, 60, y 90 días después de sembradas.

Para la edad uno inmediatamente después de la cosecha, se en-

TABLA 17. Efecto de algunas fitohormonas sobre la altura (cms) de plantas de ajo bajo condiciones de campo. Tibaitatá, 1981A.

TRATAMIENTOS	DOSIS (ppm)	E D A D			E D A D			D O S		
		30*	60	90	30	60	90	30	60	90
AIA	50	12.9	18.2	36.6	13.4	19.2	50.9			
AIA	100	8.3	13.4	26.3	9.5	15.9	38.2			
AIA	200	6.9	10.1	21.4	8.7	12.6	35.7			
AG	1000	12.0	14.8	28.5	10.1	15.3	34.4			
AG	5000	7.1	12.8	27.5	10.1	12.3	32.7			
AG	1000	6.8	10.9	24.0	8.4	10.7	29.0			
Cinetina	10	10.7	15.3	34.5	11.9	21.0	48.4			
Cinetina	50	8.6	14.0	26.2	11.4	19.4	46.5			
Cinetina	100	8.0	12.1	26.3	10.2	16.3	43.8			
Etefón	1000	8.0	13.3	27.0	15.0	21.5	35.9			
Etefón	2500	8.6	11.5	20.7	9.2	13.2	25.3			
Etefón	5000	7.0	9.4	12.3	8.1	12.7	22.5			
AIA + Cinetina	100 + 50	8.9	14.8	32.9	10.4	17.7	47.4			
AIA + AG ₃	100 + 500	8.2	14.2	24.2	8.3	14.7	36.8			
AG ₃ + Cinetina	500 + 50	8.5	13.6	21.8	9.4	14.9	25.9			
AIA + AG ₃ + Cinet.	100 + 500 + 50	8.4	12.7	30.4	12.3	16.8	24.3			
Testigo	Sin trata- miento	5.7	8.2	19.0	8.7	11.9	24.0			

* Días de observación después de la siembra.

contró que los valores no variaron mucho entre tratamientos y las plantas fueron más altas que las del testigo. El AIA, en dosis de 50 ppm fué el tratamiento que produjo una mayor altura de las plantas, seguido por la cinetina a 10 ppm y en tercer lugar la mezcla de cinetina más AIA. A los 90 días, El etefón en dosis de 5000 ppm causó reducción en la altura si se compara con el testigo. Los demás tratamientos mostraron valores similares en altura cuando se compararon entre sí, aunque siempre fueron más altas que las plantas provenientes de bulbillos sin ningún tratamiento hormonal.

Al comparar los resultados de la altura para las edades uno y dos, los mayores valores obtenidos fueron para la edad dos. El AIA 50 ppm, etefón 1000 ppm fueron los tratamientos que produjeron la mayor altura y en segundo lugar las cinetinas en todas sus dosis.

Los tratamientos con AG₃, presentaron alturas intermedias con relación a los anteriores. Por su parte el etefón en dosis de 5000 ppm, produjo alturas inferiores a las del testigo, especialmente en la lectura realizada a los 90 días.

En la edad tres (60 días después de la cosecha), se encontraron los resultados más altos del crecimiento en altura.

ra, todos los tratamientos fueron efectivos en aumentar la altura de las plantas si al compararlos con el testigo, siendo siendo las plantas tratadas con cinetinas los que mostraron la máxima altura. El único tratamiento inferior al testigo en esta edad, fué el de AG₃ en dosis de 1000 ppm. (tabla 18).

Las alturas para la edad cuatro (90 días después de la cosecha), mostraron un comportamiento diferente al de las anteriores edades. Al comparar las plantas con relación al testigo se estableció que éstas presentaron una mayor altura a través de las tres evaluaciones .

Este menor crecimiento de las plantas pudo estar relacionado con un cambio de niveles endógenos de las hormonas por efecto de los tratamientos lo que ocasionó un incremento en el nivel de inhibidores o un descenso en la concentración de promotores teniendo en cuenta que la semilla estaba al final de su período de reposo.

Uno de los tratamientos más eficaces para incrementar la altura en las dos últimas edades fué el AIA en sus dosis baja de 50 ppm. Esto confirma el papel principal de la auxina que es el de provocar el alargamiento celular, mecanis-

TABLE 18. Efecto de algunas fitohormonas sobre el crecimiento medido, en altura (cms) de plantas de ajo. Condiciones de campo. Tibaitatá 1981A.

TRATAMIENTOS	DOSIS (ppm)	E D A D T R E S			E D A D C U A T R O		
		30 *	60	90	30	60	90
AIA	50	18.6	32.4	57.6	14.8	30.8	48.2
AIA	100	14.6	26.7	50.7	12.6	28.4	42.7
AIA	200	12.0	24.5	48.9	10.5	26.8	38.7
AG	100	14.8	26.6	43.3	10.5	26.1	44.4
AG	500	12.5	25.3	40.1	8.6	24.4	40.8
AG	1000	10.6	23.4	38.5	6.2	20.9	38.1
Cinetina	10	28.3	35.5	64.8	17.5	28.4	58.4
Cinetina	50	26.6	32.1	60.5	14.0	24.4	53.2
Cinetina	100	20.2	30.2	58.5	12.0	20.2	50.4
Etefón	1000	19.0	39.4	59.7	10.3	20.3	33.0
Etefón	2500	18.9	37.0	54.3	8.6	19.4	20.1
Etefón	5000	13.4	33.5	50.2	5.5	11.2	30.1
AIA + Cinetina	100 + 50	18.9	32.6	56.9	21.3	28.8	46.2
AIA + AG3	100 + 500	16.9	28.4	48.8	14.2	24.9	40.2
AG3 + Cinetina	500 + 50	15.6	27.1	44.2	14.2	22.0	36.0
AIA + AG3 + Cinetina	100 + 500 + 50	16.6	29.4	47.7	13.1	29.5	36.1
Testigo	Sin tratamiento	11.7	15.4	40.5	21.7	44.6	61.7

* Días de observación después de la siembra

mos que se realiza por la acción que ésta produce sobre las paredes y membranas celulares, aumentando su tamaño y permeabilidad respectivamente (Carrier y Buffel 1955)(figura 8).

El etefón en sus tres dosis no mostró valores muy altos con respecto al testigo a través de todas las edades, con excepción de la tres. Lo anterior pudo deberse a que las aplicaciones de etefón aumentaron las concentraciones endógenas de ésta hormona provocando una interferencia en el transporte de auxinas. El efecto fué más marcado a medida que las dosis se aumentaron.

La reducción marcada en la altura de las plantas encontrando en éste experimento con los tratamientos de etefón a las dosis de 2500 y 5000 ppm (figura 6), corrobora los resultados obtenidos por Lecaro (1977), quién halló una fuerte reducción en la longitud de las plantas de ajo, cuando el regulador se aplicó en dosis de 5000 y 10.000 ppm.

En general, el AG₃ produjo plantas de tamaño normal o inferiores al testigo, en la medida que las dosis se aumentaron. No obstante las hojas fueron delgadas y cortas con una ma

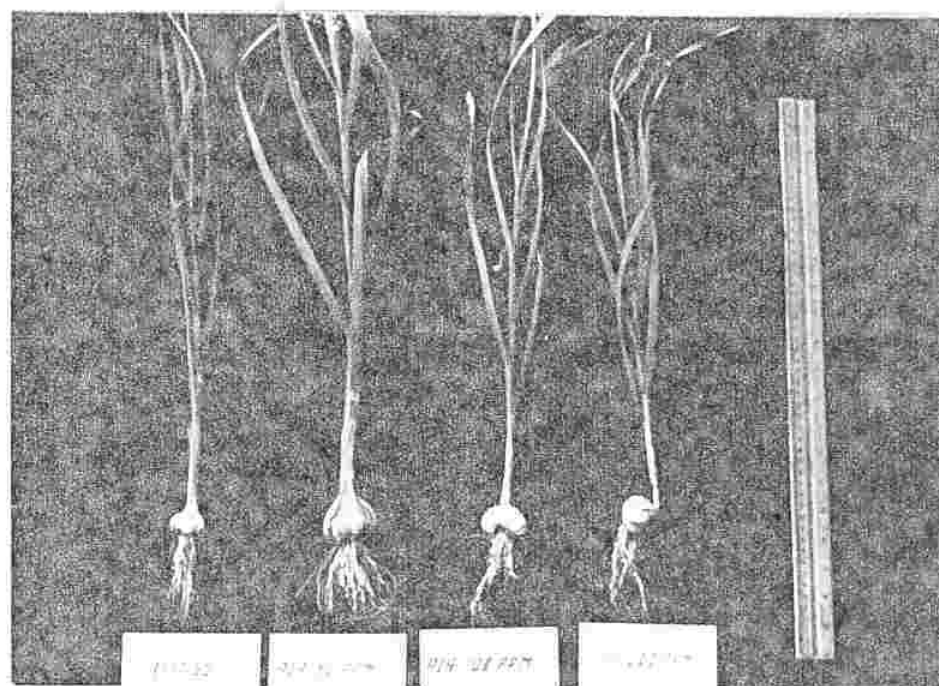


FIGURA 8. Efecto de la auxina en el desarrollo y altura de plantas de ajo, correspondientes a bulbillos de 60 y 90 días de almacenamiento. Condiciones de campo. Tibaitatá. 1981A.

yor proliferación de tallos. Estos resultados concuerdan con las afirmaciones de Magsino (1961), quién aplicó AC_3 en ajo en dosis de 100 ppm y logró obtener plantas con un aumento en el área foliar debido a la mayor cantidad de tallos producidos por planta.

En resumen, se puede afirmar que las plantas que mostraron mayor crecimiento en altura, fueron las correspondientes a la edad tres, le siguieron las de edad cuatro, dos y uno respectivamente. El comportamiento en la edad tres pudo deberse a una mayor cantidad interna de sustancias promotoras las cuales fueron efectivas en producir un mayor crecimiento.

5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo, permiten concluir lo siguiente:

1. Los tratamientos con cinetinas en sus tres dosis, fueron efectivos en interrumpir la dormancia de bulbillos, recién cosechados.
2. Los tratamientos con auxina de 200 ppm, produjeron respuestas inhibitorias en la emergencia de raíces, sin embargo a dosis de 50 ppm mostraron efectos promotores en la emergencia de tallos a través de todas las edades.
3. En el laboratorio, las diferentes dosis de giberelinas mostraron respuestas inhibitorias en la emergencia de tallos de bulbillos recién cosechados, pero a medida que el reposo se aumentó, sus efectos fueron inductores.
4. El etileno en dosis de 1000 ppm mostró respuestas promotoras de la germinación, en bulbillos recién cosechados; mientras que a dosis altas de 2500 y 5000 ppm presentó respuestas inhibitorias especialmente en las edades tres y cuatro.

5. Los diferentes tratamientos hormonales produjeron respuestas de germinación superiores o iguales al testigo, en bulbillos con un mayor período de almacenamiento.

6. Los valores más altos de vigor y altura de las plantas en el campo, correspondieron a los tratamientos con cinetinas en todas sus dosis.

7. Los porcentajes de germinación en el campo fueron superiores a los obtenidos en el laboratorio.

8. De acuerdo a los porcentajes de emergencia obtenidos en el laboratorio y en el campo se puede afirmar que el período absoluto de dormancia se presentó alrededor de los 30 días de almacenamiento.

6. RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo durante el primer semestre de 1981, en el Centro Experimental de Tibaitatá del Instituto Colombiano Agropecuario tuvo por objetivo disminuir el período de dormancia de bulbillos de ajo (Allium sativum L), variedad Sáchica, mediante tratamientos hormonales. Para tal fin se ensayaron cuatro hormonas: auxinas, giberelina, cinetina y etileno, aplicadas a bulbillos que tenían 0, 30, 60 y 90 días de almacenamiento después de cosechados.

Se realizaron dos experimentos, uno en condiciones de laboratorio y otro en el campo. En el laboratorio se registraron el número de bulbillos que desarrollaron raíces y tallos. En el campo se observó el número de plántulas emergidas, así como el vigor, síntomas de fitotoxicidad y altura de las plantas.

En condiciones de laboratorio la cinetina aún en la dosis más baja (10 ppm) promovió la brotación de raíces en bulbillos con cero y 30 días de almacenamiento, cuyos valores fueron del 60 y 100% respectivamente. La brotación de raíces también fué mayor en los bulbillos almacenados por más tiempo, pero las diferencias con los testigos fueron menos pronunciados.

En condiciones de campo, no hubo diferencias entre dosis en cuanto a la emergencia de plántulas para cada período de almacenamiento, todos presentaron efectos promotores de la germinación. Los valores más altos de vigor y altura de las plantas, correspondieron a los tratamientos con cinetinas en todas sus dosis.

Las giberelinas, en ninguna de las dosis empleadas estimularon la emisión de raíces en bulbillos recién cosechados, mientras que en los almacenados por 30 días mostraron un efecto promotor bajo. Sin embargo, causaron casi un 100% de brotación en los bulbillos almacenados por 60 y 90 días, aún en las dosis de 100 ppm.

Los bulbillos sembrados en el campo fueron aumentando su respuesta inductora al tratamiento con giberelina a medida que se incrementaba el reposo. Todos los tratamientos con AG₃ produjeron proliferación de tallos en las plantas de bulbillos sembrados en el campo.

La auxina mostró respuestas poco inductoras de la emergencia del tallo y raíz en bulbillos recién cosechados, efecto que se observó hasta los 60 días de edad, época en que la emergencia de raíz fué inhibida por completo.

En el campo los tratamientos con auxinas produjeron respuestas superiores al testigo especialmente en las edades uno y dos, y en las edades tres y cuatro, se alcanzó un 100% de germinación.

El etileno en dosis de 1000 ppm, causó una respuesta promotora de la emergencia de las raíces de bulbos recién cosechados y de los almacenados por 30 días, pero restringió la brotación de raíces en bulbillos almacenados durante 60 y 90 días. En el campo y en el laboratorio al aumentar las dosis de 2500 ppm se presentó inhibición en todos los períodos de almacenamiento exceptuando la edad cuatro, y el mismo efecto fué más acentuado con las dosis de 5000 ppm.

BIBLIOGRAFIA

1. ABELES, F. B. Auxin stimulation of ethylene evolution. *Plant Physiology (Estados Unidos)*. Vol. 41 p. 585-588, 1966.
2. _____; Ethylene in plant Biology. Academic Press, New York p. 81. 1963.
3. ABDALLA, A.; MANN, L. K. Bulb development in the onion (*Allium cepa* L), and the effect of storage temperature on bulb rest *Hilgardia (Estados Unidos)*. Vol. 35. p. 85-112. 1963.
4. CARLIER, A. ; BUFFELL, K., Polysaccharide changes in the cell walls of water absorbing potato tuber tissue in relation to auxin action. *Plant Physiology (Estados Unidos)* v. 4, 1955.
5. BURG, S. P. The physiology of ethylene formation. *Annual Review of plant Physiology. (Estados Unidos)* v. 13. p. 265-302. 1962.
6. CLARK, J. E.; HEATH, O. V. Studies in physiology of the onion plant. An investigation into the growth substance content of bulbing onion. *Journal Experimental Botany. (Estados Unidos)*. v. 13. p. 227-249. 1967.
7. CORGAN, J. N. Experiences with ethephon on onions. *Horts Science. (Estados Unidos)*. v. 9 no. 2 p. 158. 1974. (Abstracts presented at the 1973 annual Meeting. June 18-20. Colorado State University).
8. GALINDO, O.; Estudio económico sobre la producción del ajo y sus posibilidades de industrialización y exportación III tecnología (Colombia) v. 39. 1969.
9. HEMBERG, T. Significance of growth inhibitory substances for the rest period in potato tuber. 1949. En THOMAS, T. the role of growth substances in the regularion of onion bulb dormance. *Journal Experimental Botany. (Estados Unidos)*. v. 20 p. 124-137. 1969.
10. _____ Significance of growth inhibitory substance and auxins for the rest period in potato. *Physiology. (Estados Unidos)* v. 2 p. 24-36. 1949.

11. JONES, H. A.; MANN, L. K. Onions and their allies. Nueva York. Interscience Public Incorporation. 1963.
12. KAMERBEEK, G.; DE MUNK, W. A review of ethylene effects in bulbous plants. *Scientia Horticulturae* v. 4 p. 101-115. 1976.
13. KATO, T. Physiological studies on the bulbing and dormancy of onion plants. *Society Horticultural Science. (Estados Unidos)* v. 35. p. 49-56. 1966.
14. KEFELI, V. I.; KADYROV, CH. Natural growth inhibitors. The chemical and physiological properties. *Annual Review of Plant Physiology. (Estados Unidos)* v. 22. p. 185-196. 1971.
15. KIHARA, Y.; Carbohidrates of the bulbs of allium *Chemistry society of japan (Japón)* v. 15. En THOMAS, T. the role of growth substances in the regulation of onion bulb dormance. *Journal Experimental Botany (Estados Unidos)* v. 20. p. 124-137. 1969.
16. LEDESMA, A; REALE, M. I.; RACCA, R.; BURBA, J. L. Efecto de bajas temperaturas y periodos de almacenaje de preplantación sobre diversas manifestaciones del crecimiento del ajo - (*Allium sativum* L), tipo clonal rosado Paraguayo. *Phyton (Argentina)*. v. 39. p. 39-48. 1980.
17. LEGUIZAMON, C. J. Reconocimiento e identificación de enfermedades de cultivo de ajo, en Cundinamarca y Boyacá. Bogotá UNC- ICA, 1971. p. 10 (Tesis mag. Sci).
18. LEOPOLD, A. C.; KRIEDEMANN, P. E. Plant growth and development. London. McGraw-Hill. 1975.
19. LERCARI, B.; PICIARELLI, P.; ALPI, A. The effect of ethephon on the time of formation and on the growth of onion bulbs. *Revista delle Ortoflorofruticoltura Italiana. (Italia)*. v. 61. no. 5 p. 330-341. 1977.
20. LEVY, D.; KEDAR, N. Effect of ethrel on growth and bulb initiation in onion. *Hortscience. (Estados Unidos)* v. 5 no. 2 p. 80-82. 1970.

21. _____; KARACINQUE, R. Effect of ethephon on bulbing of onion under noninductive photoperiod. Hortscience (Estados Unidos), v. 8, p. 228-229, 1973.
22. LIPE, W. Influence of growth regulators on growth, bulbing, maturity and yield in onion. Hortscience. (Estados Unidos) v. 10, no. 1. p. 20-21. 1975.
23. LITTLE, T. M.; HILIS, F. G. Métodos Estadísticos para la investigación de la agricultura, México. Trillas. 1976.
24. MAGSINO, H. J. The effect of gibberellic acid on garlic. Aránetas Journal of Agriculture. (Estados Unidos). v. 8, p. 54-73, 1961.
25. MANN, L. K. Anatomy of garlic bulb and factors affecting bulb development. Hilgardia. (Estados Unidos) v. 21, no. 8. p. 195-251 1952.
26. _____; Rest and dormancy in garlic. Hilgardia. (Estados Unidos). v. 26, no. 3. p. 161-189. 1956.
27. _____; MINGES, P. A. Growth and bulbing of garlic in response to storage temperature of planting stocks, day length and planting date. Hilgardia. (Estados Unidos) v. 27 no. 15. p. 385-419. 1958.
28. MONTANO, J. M. Effects of 2-chlorethyl-phosphonic acid (ethephon), and succinic acid 2-dimethylhidrazide (SADH), on "El Capitan", "Yellow Sweet Spanish", and Pronton 5" onions. Hortscience (Estados Unidos) v. 6, p. 158. 1971. (Abstracts 68 th annual meeting American Society for Horticultural Science). Agosto 1-4, 1971.
29. MOORE, T. C. Biochemistry and physiology of plant Hormones. New York, Springer-Verlag, p. 32-226. 1979.
30. SALISBURY, F.; ROSS, C. Plant Physiology. California. Wadsworth. p. 444. 1969.
31. SMITH, O. E.; RAPPAPORT, L. Endogenous gibberellins in resting and sprouting potato tubers. Advances of chemistry (Estados Unidos). v. 28. p. 42-48. 1961.

32. TAKAGI, H.; AOBA, T. Studies on bulbs formation in garlic-
The effect of growth and bulb formation. Journal of the
Jamagata agriculture and forestry society. (Japan) v. 33
p. 39-50. 1976.
33. THOMAS, T. H. The role of growth substances in the regula-
tion of onion bulb dormance. Journal Experimental Botany
(Inglaterra). v. 20. p. 124-137. 1969.
34. VAN OVERBEEK, J. Van plants hormones and regulators. Science.
(Estados Unidos) v. 152. p. 721-731. 1966.
35. WARNER, H. L.; LEOPOLD, A. C. Plant growth regulation by sti-
mulation of ethylene production. Bioscience. (Estados Uni-
dos). v. 17. p. 722-1967.
36. _____, Ethylene evolution from 2-chlo-
rethylphosphonic acid. Plant Physiology. (Estados Unidos)
v. 44. p. 156-158. 1969.
37. WAREING, P. R.; SAUNDERS, P. R. Hormones and dormancy Annual
Review of plant Physiology. (Estados Unidos) v. 2. p. 261-
288. 1971.
38. WILDE, R. Practical aplicaciones of 2-chloroethylphosphonic
acid in agricultural production. Hortscience. (Estados -
Unidos) v. 4. p. 364-367. 1975.
39. WILKINS, M. B. Physiology of plant Growth and development.
London. McGraw Hill. 1970.

A P E N D I C E

TABLAS 3.1, 3.2, 3.3 ANAVA para la emergencia de raíces en la edad uno.

Condiciones de laboratorio.

Observaciones a los 20 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	433.6	97.10	34.57 **
Réplica	2	1.99	0.99	1.27
Error	32	25.09	0.78	
Total	50	460.78	9.2	
C. V. = 24.95			X = 12.03	

Observaciones a los 30 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	437.01	27.31	92.87 **
Réplica	2	0.66	0.33	1.3
Error	32	9.41	0.29	
Total	50	447.0	8.94	
C. V. = 11.20			X = 22.92	

Observaciones a los 40 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	349.0	21.8	80.91 **
Réplica	2	2.30	1.15	4.28
Error	32	8.62	0.26	
Total	50	3.59	0.07	
C. V. = 8.64			X = 35.5	

TABLAS. 4.1, 4.2, 4.3. ANAVA para la emergencia de tallos en la edad
uno. Condiciones de laboratorio.

Observaciones a los 20 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	174.15	10.87	16.70 **
Réplica	2	0.36	0.18	0.28
Error	32	20.85	0.65	
Total	50	195.38	3.91	
C. V. = 44.27			X = 2.81	

Observaciones a los 30 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	301.98	18.81	22.09 **
Réplica	2	1.20	0.6	0.71
Error	32	27.34	0.85	
Total	50	330.54	6.61	
C. V. = 31.33			X = 8.20	

Observaciones a los 40 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	436.91	27.25	64.96 **
Réplica	2	0.44	0.22	0.53
Error	32	13.45	0.42	
Total	50	450.8	9.0	
C. V. = 16.87			X = 14.24	

TABLAS. 5.1, 5.2, 5.3. ANAVA para la emergencia de raíces en la edad dos
Condiciones de laboratorio.

Observaciones a los 20 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	433.6	97.10	34.57 **
Réplica	2	1.99	0.99	1.27
Error	32	25.09	0.78	
Total	50	460.78	9.2	
C. V. = 24.95			X = 12.03	

Observaciones a los 30 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	437.01	27.31	92.87 **
Réplica	2	0.66	0.33	1.13
Error	32	9.41	0.29	
Total	50	447.0	8.94	
C. V. = 11.20			X = 22.92	

Observaciones a los 40 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	349.0	21.8	80.91 **
Réplica	2	9.30	1.15	4.28
Error	32	8.62	0.26	
Total	50	3.59	0.07	
C. V. = 8.64			X = 35.5	

TABLAS 6.1, 6.2, 6.3 ANAVA para la emergencia de tallos en la edad dos.
Condiciones de laboratorio.

Observaciones a los 20 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	316.38	19.7	16.02 **
Réplica	2	12.90	6.4	5.23
Error	32	39.49	1.23	
Total	50	368.78	7.36	

C. V. = 38.91

X = 7.62

Observaciones a los 30 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	474.13	29.6	83.62 **
Réplica	2	2.81	1.4	3.98
Error	32	11.34	0.35	
Total	50	488.30	9.76	

C. V. = 12.97

X = 20.47

Observaciones a los 40 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	596.5	37.25	321.54 **
Réplica	2	0.29	0.14	1.29
Error	32	3.71	0.11	
Total	50	60.05	12	

C. V. = 6.19

X = 28.66

TABLAS 7.1, 7.2, 7.3 ANAVA para la emergencia de raíces en la edad tres
Condiciones de laboratorio.

Observaciones a los 20 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	316,9	19,7	28,90 **
Réplica	2	1,54	0,75	1,12
Error	32	21,93	0,68	
Total	50	340,4	6,8	
C. V. = 26,61			X = 9,17	

Observaciones a los 30 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	386,0	24,1	59,23 **
Réplica	2	2,62	1,31	3,22
Error	32	13,03	0,40	
Total	50	401,6	0,8	
C. V. = 14,39			X = 18,86	

Observaciones a los 40 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	509,79	31,8	114,37 **
Réplica	2	1,74	0,87	3,13
Error	32	8,91	0,27	
Total	50	520,4	10,4	
C. V. = 9,45			X = 30,6	

TABLAS 8.1, 8.2, 8.3 ANAVA para la emergencia de tallos en la edad tres
Condiciones de laboratorio.

Observaciones a los 20 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado
Tratamiento	16	277.3	17.3	22.81 **
Réplica	2	1.15	0.57	0.76
Error	32	24.3	0.75	
Total	50	302.8	6.05	
C. V. = 14.4			X = 35.7	

Observaciones a los 30 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	238.0	14.8	28.69 **
Réplica	2	0.08	0.04	0.08
Error	32	16.59	0.51	
Total	50	254.7	5.08	
C. V. = 10.21			X = 49.06	

Observaciones a los 40 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	115.8	7.18	16.97 **
Réplica	2	0.03	0.15	0.04
Error	32	13.65	0.42	
Total	50	129.58	2.58	
C. V. = 8.0			X = 66.08	

TABLAS 9.1, 9.2, 9.3 ANAVA para la emergencia de raíces en la edad
cuatro. Condiciones de laboratorio.

Observaciones a los 20 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	525,2	32,8	118,4 **
Réplica	2	0,29	0,14	0,54
Error	32	8,87	0,27	
Total	50	534,4	10,68	
C. V. = 13,7				X = 14,16

Observaciones a los 30 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	614,9	38,3	88,37 **
Réplica	2	2,69	1,34	3,10
Error	32	13,9	0,43	
Total	50	631,6	12,6	
C. V. = 13,65				X = 22,7

Observaciones a los 40 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	641,8	40,0	128,66 **
Réplica	2	0,18	0,09	0,29
Error	32	9,97	0,31	
Total	50	651,8	13,02	
C. V. = 9,8				X = 31,8

TABLAS 10.1, 10.2, 10.3 ANAVA para la emergencia de tallos en la edad
cuatro. Condiciones de laboratorio.

Observaciones a los 20 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	82.2	5.13	15.28 **
Réplica	2	0.83	0.41	
Error	32	10.76	0.33	
Total	50	93.81	1.87	
C. V. = 6.80				X = 71.75

Observaciones a los 30 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	43.0	2.68	22.22 **
Réplica	2	0.23	0.11	0.97
Error	32	3.87	0.12	
Total	50	47.1	0.94	
C. V. = 3.74				X = 85.80

Observaciones a los 40 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	23.7	1.48	22.4 **
Réplica	2	0.04	0.02	0.37
Error	32	2.11	0.06	
Total	50	25.9	0.51	
C. V. = 2.64				X = 93.53

TABLAS 11.1, 11.2, 11.3. ANAVA para la emergencia de plantas de ajo
en la edad uno. Condiciones de campo.

Observaciones a los 40 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	16.17	1.01	2.25 *
Réplica	2	0.55	0.27	0.62
Error	32	14.36	0.44	
Total	50	31.09	0.62	

C. V. = 9.64

$\bar{x} = 47.66$

Observaciones a los 50 días

Fuente de variación	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	20.91	1.30	2.54 **
Réplica	2	4.35	2.17	4.23
Error	32	16.47	0.51	
Total	50	41.74	0.83	

C. V. = 9.23

$\bar{x} = 59.71$

TABLAS 11.1, 11.2, 11.3. ANAVA para la emergencia de plantas de ajo
en la edad uno. Condiciones de campo.

Observaciones a los 20 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	38.44	2.40	3.59 **
Réplica	2	0.89	0.44	0.67
Error	32	21.41	0.66	
Total	50	60.75	1.21	

C. V. = 27.13

\bar{X} = 8.56

Observaciones a los 30 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	55.73	3.48	8.01 **
Réplica	2	0.12	0.06	0.15
Error	32	13.79	0.43	
Total	50	69.65	1.39	

C. V. = 12.32

\bar{X} = 27.80

TABLAS 12.1, 12.2, 12.3 ANAVA para la emergencia de plantas de ajo
en la edad dos. Condiciones de campo.

Observaciones a los 20 días

Fuente de variación	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	52.92	3.30	13.32 **
Réplica	2	0.63	0.31	1.28
Error	32	7.88	0.24	
Total	50	61.44	1.22	

C. V. = 12.59

\bar{x} = 15.02

Observaciones a los 30 días

Fuente de variación	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	46.53	2.90	7.07 **
Réplica	2	4.02	2.01	4.89
Error	32	13.16	0.41	
Total	50	63.72	1.27	

C. V. = 9.89

\bar{x} = 41.49

TABLAS 12.1, 12.2, 12.3 ANAVA para la emergencia de plantas de ajo
en la edad dos. Condiciones de campo

Observaciones a los 40 días

Fuente de variación	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	59.17	3.69	12.76 **
Réplica	2	0.45	0.22	0.79
Error	32	9.27	0.28	
Total	50	68.90	1.37	

C. V. = 6.59

$\bar{X} = 65.92$

Observaciones a los 50 días

Fuente de variación	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	20.24	1.26	11.13 **
Réplica	2	0.44	0.22	1.95
Error	32	3.63	0.11	
Total	50	24.33	0.48	

C. V. = 3.67

$\bar{X} = 83.77$

TABLAS 13.1, 13.2, 13.3 ANAVA para la emergencia de plantas de ajo
en la edad tres. Condiciones de campo.

Observaciones a los 20 días

Fuente de variación	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	64,49	4,03	9,83 **
Réplica	2	3,17	1,58	3,87
Error	32	13,12	0,41	
Total	50	80,79	0,16	

C. V. = 8.31

X = 58.63

Observaciones a los 30 días

Fuente de variación	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	28,29	1,76	8,53 **
Réplica	2	0,006	0,003	0,02
Error	32	6,63	0,20	
Total	50	34,9	0,69	

C. V. = 5.23

X = 75.19

TABLAS 13.1, 13.2, 13.3 ANAVA para la emergencia de plantas de ajo
en la edad tres. Condiciones de campo.

Observaciones a los 40 días

Fuente de variación	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	14,63	0,91	8,91 **
Réplica	2	0,31	0,15	1,52
Error	32	3,28	0,10	
Total	50	18,22	0,36	

C. V. = 3,43

X = 86,36

Observaciones a los 50 días

Fuente de variación	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	6,94	0,43	26,11 **
Réplica	2	0,02	0,01	0,65
Error	32	0,53	0,01	
Total	50	7,49	0,14	

C. V. = 1,32

X = 94,56

TABLAS 14.1, 14.2, 14.3 ANAVA para la emergencia de plantas de ajo
en la edad cuatro. Condiciones de campo.

Observaciones a los 20 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	153.08	9.56	30.81 **
Réplica	2	0.78	0.39	1.26
Error	32	9.93	0.31	
Total	50	163.80	3.27	

G. V. = 7.38

X = 36.35

Observaciones a los 30 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	60.52	3.78	11.44 **
Réplica	2	0.23	0.11	0.35
Error	32	10.58	0.33	
Total	50	71.34	1.42	

G. V. = 6.63

X = 74.44

TABLAS 14.1, 14.2, 14.3 ANAVA para la emergencia de plantas de ajo
en la edad cuatro. Condiciones de campo.

Observaciones a los 40 días

Fuente de variación	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	39.01	2.43	39.77 **
Réplica	2	0.01	0.005	0.10
Error	32	1.96	0.06	
Total	50	40.98	0.81	
C. V. = 2.67				X = 85.06

Observaciones a los 50 días

Fuente de variación	G. L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado
Tratamiento	16	27.87	1.70	147.61 **
Réplica	2	0.02	0.01	0.89
Error	32	0.37	0.01	
Total	50	28.27	0.56	
C. V. = 1.14				X = 89.55