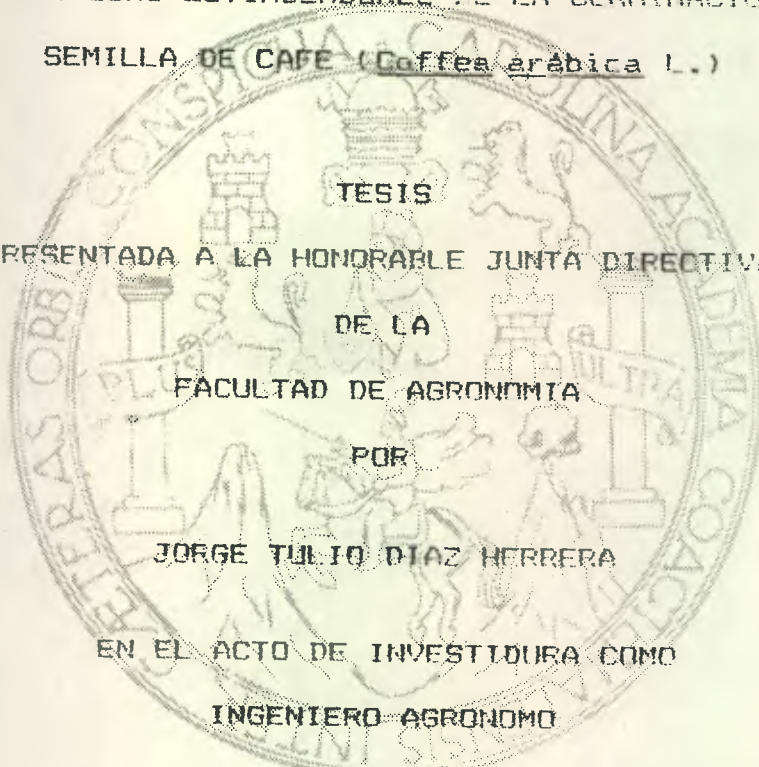


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

EVALUACION DEL EFECTO DE CINCO PRODUCTOS QUIMICOS,  
UTILIZADOS COMO ESTIMULADORES DE LA GERMINACION EN LA  
SEMILLA DE CAFE (Coffea arábica L.)



TESIS  
PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
DE LA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
POR  
JORGE JULIO DIAZ HERRERA  
EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRONOMO  
EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA  
EN EL GRADO ACADEMICO DE  
LICENCIADO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1991

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

DL

01

T(1323)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DR. ALFONSO FUENTES SORIA

RECTOR

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Efraim Medina
VOCAL I:	Ing. Agr. Maynor Estrada
VOCAL II:	
VOCAL III:	
VOCAL IV:	P. A. Alfredo Itzep
VOCAL V:	P. A. Francisco Ibarra
SECRETARIO:	Ing. Agr. Marco Romilio Estrada Nuñez

Guatemala, octubre de 1991

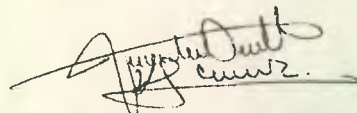
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado:

"Evaluación del efecto cinco productos químicos, utilizados como estimuladores de la germinación en la semilla de café (Coffea arábica L.)"

Presentándolo como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola en el grado académico de Licenciado.

Esperando obtener la aprobación correspondiente, me suscribo de ustedes, deferentemente.



Jorge Tulio Díaz Herrera

## ACTO QUE DEDICO

A DIOS, NUESTRO SEÑOR

A MIS PADRES:

JORGE TULIO DIAZ CALDERON

MARIA HERLINDA HERRERA DE DIAZ

A MIS HERMANAS:

MILDA AIDE

BLANCA JANNETT

VERONICA JOVINA

MARIA ANABELLA

ADA LUPITA

A MIS ABUELITOS:

JOSE MARIANO DIAZ (EPD)

ELFEGO HERRERA CHAVEZ (EPD)

MARIA JOVINA CALDERON (EPD)

CONCEPCION HERRERA (EPD)

A MI FAMILIA EN GENERAL



TESIS QUE DEDICO

A:

MI PATRIA GUATEMALA

SAN PEDRO NECTA, HUEHUETENANGO

ESCUELA "ADALBERTO RODRIGUEZ AVILA", SAN PEDRO NECTA

COLEGIO EVANGELICO "LA PATRIA", QUETZALTENANGO

COLEGIO "DE LA SALLE", HUEHUETENANGO

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LA FACULTAD DE AGRONOMIA

## AGRADECIMIENTO A:

Agricultores de la Aldea Tuticopote Abajo, Olopa, Chiquimula, por permitirme compartir con ellos los conocimientos adquiridos durante mi formación profesional.

Ingenieros Agrónomos Adalberto Rodríguez y Mike Estrada Ajá, por su asesoría en el desarrollo de las prácticas de los Cursos Especializados y Ejercicio Profesional Supervisado EPS.

Ingenieros Agrónomos Marino Barrientos García y César Augusto García, por su eficiente colaboración y asesoría para la realización de esta tesis.

## CONTENIDO GENERAL

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEORICO	4
3.1 MARCO CONCEPTUAL	4
3.1.1 LA SEMILLA DEL CAFETO	4
A. CARACTERISTICAS GENERALES	4
B. SELECCION DE SEMILLA	5
3.1.2 GERMINACION	7
3.1.3 CONDICIONES AMBIENTALES	11
3.1.4 LA ESCARIFICACION	12
A. ESCARIFICACION MECANICA	12
B. ESCARIFICACION QUIMICA	13
C. ESTIMULADORES DE LA GERMINACION	14
a. NITRATO DE POTASIO	14
b. THIOUREA	15
c. ETILENO	16
d. GIBERELINAS	17
e. ACIDO INDOLACETICO	19
3.2 MARCO REFERENCIAL	20
3.2.1 UBICACION DEL ENSAYO	20
3.2.2 MATERIAL EXPERIMENTAL	20
A. SELECCION DEL LUGAR	20
B. MATERIAL DEL GERMINADOR	22
C. MATERIAL VEGETAL	22
D. PRODUCTOS QUIMICOS	22

4.	OBJETIVOS	23
5.	HIPOTESIS	24
6.	METODOLOGIA	25
6.1	DISEÑO EXPERIMENTAL	25
6.2	TRATAMIENTOS Y SU DISTRIBUCION	25
6.3	MANEJO DEL EXPERIMENTO	27
6.3.1	PREPARACION Y DESINFECCION DEL SUSTRATO	27
6.3.2	RIEGO	27
6.3.3	APLICACION DE ESTIMULADORES DE LA GERMINACION	27
6.3.4	SIEMBRA	28
6.3.5	COBERTURA VEGETAL	28
6.4	VARIABLES RESPUESTA	28
6.4.1	PORCENTAJE DE GERMINACION	28
6.4.2	LONGITUD DE LA PARTE AEREA DE LA PLANTULA	29
6.4.3	LONGITUD DE LA RAIZ PRINCIPAL	29
6.5	ANALISIS DE DATOS	29
7.	RESULTADOS	32
7.1	PORCENTAJE DE GERMINACION	32
7.2	LONGITUD DE LA PARTE AEREA DE LA PLANTULA	42
7.3	LONGITUD DE LA RAIZ PRINCIPAL	44
8.	CONCLUSIONES	47
9.	RECOMENDACIONES	48
10.	BIBLIOGRAFIA	49
11.	APENDICES	51
11.1	DATOS PARA REALIZAR EL ANDEVA DE LA RAPIDEZ DE GERMINACION	52
11.2	DATOS DE SEMILLAS GERMINADAS POR TRATAMIENTO POR LECTURA	53



11.3	DATOS PARA EL PORCENTAJE MAXIMO DE GERMINACION	55
11.4	DATOS DE LA LONGITUD DE LA PARTE AEREA Y DE LA RAIZ PRINCIPAL DE LA PLANTULA DE CAFE	56

## INDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1: UBICACION DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO NECTA, EN EL DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO	21
FIGURA 2: CROQUIS DE CAMPO DEL EXPERIMENTO	26
FIGURA 3: CURVAS DE RAPIDEZ DE GERMINACION DE LA SEMILLA DE CAFE, POR TRATAMIENTO	39
FIGURA 4: CURVAS DE RAPIDEZ DE GERMINACION	40
FIGURA 5: PORCENTAJES MAXIMOS DE GERMINACION DE LA SEMILLA DE CAFE	43

## INDICE DE CUADROS

		Página
CUADRO 1:	TRATAMIENTOS EVALUADOS	25
CUADRO 2:	ANDEVA PARA EL NUMERO DE DIAS A LAS PRIMERAS SEMILLAS GERMINADAS DE CAFE	32
CUADRO 3:	ANALISIS DE CONTRASTES ORTOGONALES PARA EL NUMERO DE DIAS A LAS PRIMERAS SEMILLAS GERM	33
CUADRO 4:	ANDEVA PARA EL NUMERO DE DIAS NECESARIOS PARA OBTENER UN 50% DE GERMINACION	34
CUADRO 5:	ANALISIS DE CONTRASTES ORTOGONALES PARA EL NUMERO DE DIAS NECESARIOS PARA OBTENER UN 50% DE GERMINACION	35
CUADRO 6:	ANDEVA PARA EL NUMERO DE DIAS A LAS ULTIMAS SEMILLAS GERMINADAS	36
CUADRO 7:	ANALISIS DE CONTRASTES ORTOGONALES PARA EL NUMERO DE DIAS A LAS ULTIMAS SEMILLAS GERMINADAS	36
CUADRO 8:	RESUMEN DEL ANALISIS DE REGRESION OBTENIDO PARA LA RAPIDEZ DE GERMINACION	37
CUADRO 9:	ANDEVA PARA EL PORCENTAJE MAXIMO DE GERMINACION	38
CUADRO 10:	ANALISIS DE CONTRASTES ORTOGONALES PARA EL PORCENTAJE MAXIMO DE GERMINACION	41
CUADRO 11:	ANDEVA PARA LA LONGITUD DE LA PARTE AEREA DE LA PLANTULA DE CAFE	44
CUADRO 12:	ANDEVA PARA LA LONGITUD DE LA RAIZ PRINCIPAL DE LA PLANTULA DE CAFE	45
CUADRO 13:	RESUMEN DE LOS DATOS DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA ESTUDIADAS	46
CUADRO 14 "A"	DATOS PARA REALIZAR EL ANDEVA PARA LA RAPIDEZ DE GERMINACION	52
CUADRO 15 "A"	DATOS DEL PROMEDIO DE SEMILLAS GERMINADAS POR TRATAMIENTO POR NUMERO DE LECTURA	53
CUADRO 16 "A"	DATOS DEL PORCENTAJE MAXIMO DE GERMINACION DE LA SEMILLA DE CAFE	55
CUADRO 17 "A"	DATOS DE LA LONGITUD DE LA PARTE AEREA Y DE RAIZ PRINCIPAL DE LA PLANTULA DE CAFE	56

## RESUMEN

EVALUACION DEL EFECTO DE CINCO PRODUCTOS QUIMICOS UTILIZADOS COMO ESTIMULADORES DE LA GERMINACION, EN LA SEMILLA DE CAFE (Coffea arábica L.).

EFFECT OF FIVE CHEMICAL PRODUCTS USED TO GERMINATE ESTIMULATION IN THE COFFEE SEED (Coffea arábica L.)

La semilla de café estando en óptimas condiciones, tiene un período normal de latencia entre 40-60 días, estando en un sustrato adecuado para su germinación; si llegara a estar infértil es hasta este momento cuando el agricultor lo detecta. En la mayoría de veces ya es tarde para hacer otro semillero, debido a que la planta de café tiene un cronograma fisiológico bien marcado en el transcurso del año.

Los objetivos trazados para la presente investigación fueron: Evaluar el efecto que provoca los productos químicos utilizados como estimuladores de la germinación sobre el número de días a inicio del proceso germinativo y además evaluar el efecto de éstos sobre la longitud de la parte aérea y la longitud de la raíz principal de la plántula de café durante la etapa de semillero.

La metodología utilizada en el desarrollo de esta investigación consistió en controlar el número de días que tardó cada tratamiento para iniciar la germinación, y a partir de este momento se tomaron lecturas cada 3 días hasta que se observó que el número de semillas germinadas se mantuvo constante. Además se midió la longitud de la parte aérea y la longitud de la raíz principal de la plántula de café a los 90 días después de la siembra, para poder observar si el uso de los productos químicos producía algún efecto en el desarrollo normal de la plántula.

Los resultados obtenidos muestran que con el uso de alguno de los



diferentes productos químicos evaluados, se redujo en seis días el inicio del proceso germinativo, así como se prolongó en nueve días dicho proceso, y además se logró aumentar el porcentaje máximo de germinación obtenido en un 8.67 a un 12.67% en relación al tratamiento testigo. También se observó que el uso de los productos químicos no afecta el desarrollo normal de la parte aérea ni de la raíz principal de la plántula de café, ya que éstos se comportaron en similar forma que el tratamiento testigo.

Las recomendaciones a que se llegó fueron las siguientes: Evaluar estos productos químicos a diferentes dosis y/o a tiempos de inmersión de la semilla, para observar si puede reducirse más el número de días a inicio de la germinación manteniendo las características normales de la planta. En aquellas zonas cafetaleras en donde existen problemas con nemátodos y es necesario realizar injertación hipocotiledonar, el uso de alguno de estos productos químicos podría ser la alternativa para evitarle al agricultor el tener que sembrar siete días antes la variedad que se utiliza como patrón.

1. INTRODUCCION

La actividad cafetalera, es y ha sido por años un rubro de suma importancia en la economía guatemalteca; representa en el sector agropecuario un valor bruto alrededor del 20% respecto a la producción del mismo y el 32% del valor de la producción agrícola. (2)

Además el café constituye el principal producto de exportación en Guatemala y conforma aproximadamente un tercio del valor total de las exportaciones anuales que el país realiza y por lo cual se constituye en la mayor fuente de obtención de divisas para el país. (2)

Se sabe que la semilla de café, estando en óptimas condiciones, tiene un período normal de días a inicio de la germinación de cuarenta hasta sesenta días (4,15) en función de la temperatura, humedad, etc. Estando en un sustrato adecuado para su germinación, si llegara a estar infértil, es hasta entonces cuando el agricultor puede detectarlo. En la mayoría de veces, ya es tarde para hacer nuevamente otro semillero, debido a que la planta de café tiene un cronograma fisiológico bien marcado, durante el transcurso del año.

Se hace entonces necesario evaluar el efecto de algunos estimuladores químicos, que se ha comprobado reducen el período de latencia de la semilla en otras especies. Ya que al reducir el tiempo de la etapa de semillero, le permitirá al agricultor detectar de una manera más rápida,

si la semilla de café es infértil y hacer un nuevo semillero y todavía poder sacar de buen tamaño el almácigo al campo definitivo.

En la presente investigación, se estudió el efecto que producen cinco productos químicos, utilizados como estimuladores de la germinación en la semilla de café (Coffea arábica L.) durante la etapa de semillero. De estos productos dos pertenecena los compuestos inorgánicos (Nitrato de Potasio y Thiourea) y el resto son compuestos orgánicos, pertenecientes a las hormonas sintéticas (Etephón, Acido Giberélico y Acido Indolacético). Dicha investigación se realizó en la cabecera municipal del municipio de San Pedro Necta, ubicado al suroeste del departamento de Huehuetenango.



## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La semilla de café, estando en óptimas condiciones y en un sustrato adecuado para su germinación, tiene un período de días a inicio de germinación que va de 40-60 días (en función de la temperatura y humedad). Si llegara a estar infértil, es hasta entonces que el agricultor puede detectarlo. La mayoría de veces, ya es tarde para hacer nuevamente otro semillero, debido a que la planta de café, tiene un cronograma fisiológico bien marcado durante el transcurso del año.

Se hace necesario entonces evaluar el efecto de algunos productos químicos, que se ha comprobado reducen el número de días a inicio de germinación en otras especies, en el cultivo de café durante la etapa de semillero; ya que al reducir el inicio del proceso germinativo, le permitirá al agricultor detectar de una manera más rápida si la semilla es infértil y poder hacer nuevamente otro semillero y lograr sacar de buen tamaño el almácigo al campo definitivo.



### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1 Marco Conceptual:

##### 3.1.1 La Semilla del Cafeto:

###### A. Características Generales:

La madurez fisiológica de la semilla de café se alcanza alrededor de 220 días después de la antesis (8).

Esta posee características morfológicas especiales que afectan la germinación como son: la presencia del endocarpio (pergamino) y la ubicación casi superficial del embrión dentro de la semilla.

La ubicación del embrión lo predispone a daños mecánicos o por condiciones ambientales adversas (frío o calor excesivo) y a su expulsión de la semilla por efecto del agua cuando la semilla está deteriorada. (15)

La semilla de café es una nuez, oblonga, plano convexa, de tamaño variable (10-18 mm de largo y 6.5-9.5 mm de ancho) y constituida en su mayor parte por un endosperma córneo en uno de cuyos extremos y muy superficialmente se encuentra un embrión de 3.5 a 4.5 mm de largo, de radícula cónica y cotiledones cordiformes. Este endosperma está recubierto por una capa muy fina de células esclerenquimatosas (la película plateada) de de cerca de 70 micrómetros de espesor y dispuestas en su mayoría en forma paralela a la superficie de la semilla. La semilla está además encerrada en forma suelta dentro de una envoltura cartilaginosa de color blanco-amarillento de aproximadamente 100 micrómetros de espesor y que corresponde al endocarpio (pergami-

no) del fruto (7).

La composición química de la semilla de café muestra que es muy rica en carbohidratos 60% , con contenidos de lípidos de 13%, proteína 13% y contenidos de cafeína entre 1-2%. Estas reservas están almacenadas en el endosperma y durante la germinación son hidrolizadas y movilizadas hasta el embrión para ayudar a su crecimiento (7).

#### B. Selección de Semilla:

La selección de la semilla constituye un paso esencial para la explotación cafetalera, ya que ésta debe representar y garantizar la pureza genética del material seleccionado. Esta selección debe principiarse desde las plantas de donde se obtendrá la semilla, tomando en cuenta características físicas y la productividad de los cafetos que se escogen para semilla; ya que al usar semilla proveniente de plantas vigorosas, sanas, de alta productividad y con caracteres propios de la variedad deseada, se está garantizando en gran parte el éxito de la futura siembra.

La selección de la semilla incluye los siguientes pasos:

- a) Establecer lotes específicos, para la producción de semilla y que sean manejados con toda la tecnología recomendada. (3,9). De estos lotes se deben de preferir plantas centrales y que previamente se conocen como de muy buena producción, que sean vigorosas y que tengan menos del 5% de granos vanos, además que éstas se encuentren sanas y los frutos estén en plena madurez.
- b) Recolectar los frutos que presenten un tamaño deseable de a-

acuerdo a la variedad y se introduce en agua para eliminar los granos vanos o flotadores. Una planta con alto porcentaje de grano vano (mayor del 5%), heredará esta característica a sus descendientes y se le considera una planta no apta para progenitoras.

- c) **Despulpado:** Debe de ser procesadas (beneficiadas) el mismo día de la recolección para evitar la fermentación y como consecuencia se muera el embrión. Si la cantidad de semilla es poca debe efectuarse preferiblemente a mano, pero si la cantidad es grande debe de hacerse con pulperos abriendo los pecheros y haciendo girar el cilindro a bajas revoluciones por minuto, a efecto de no dañar el endospermo ni el embrión debido a lo superficial que se encuentran en la semilla.
- d) **Fermentación y lavado:** Realizado el despulpado, se lleva la semilla a la fermentación, la cual se obtiene entre las 24 y las 36 horas, dependiendo de la temperatura. No debe sobrefermentarse, para evitar que se dañe el embrión. Cuando se ha logrado el punto deseable de fermentación, el mucilago se desprende fácilmente de las semillas, y es el momento indicado en que debe efectuarse el lavado por lo menos tres veces con agua limpia, eliminando los granos que floten.
- e) **Secamiento:** Se coloca la semilla en capas delgadas sobre brin, éste a la vez colocarlo a la sombra durante el día y por la noche se guarda la semilla. El tiempo de secamiento varía de 3 a 5 días, dependiendo de la humedad relativa de la zona. Lo que debe de tenerse en cuenta es que las semillas tengan de un 20-30% de humedad. Ya que investigaciones en relación al efecto del contenido de humedad de la semilla en



la germinación señalaron porcentajes de 20-25%, como mejores (8). Cuando se ha logrado el porcentaje de humedad adecuado, se procede a la selección final del grano, eliminando los los granos anormales. La semilla normal y recomendada es aquella que tiene forma ovalada y su ranura es recta. (2,4,7, 16).

- f) Almacenamiento: Cuando la semilla se guarda por algún tiempo, debe de tomarse en cuenta que la viabilidad es inversamente proporcional al contenido de humedad en el momento que se almacena, por lo que debe de colocarse en recipientes que no permitan entrada de aire y mantener un contenido de humedad que esté entre el 20-25%. En condiciones naturales los sitios deben de ser ventilados, secos con una humedad relativa superior al 70%, bajo estas condiciones, la semilla puede conservar un relativo poder germinativo (70-80%) hasta por seis meses.

En condiciones artificiales, la semilla puede ser conservada en sitios refrigerados, con temperaturas alrededor de 10-12°C y con humedad relativa superior al 60%. En este caso, el poder germinativo se mantendrá por más de un año. (4,7,16)

### 3.1.2 Germinación:

El fenómeno de la germinación puede definirse como una cadena compleja de cambios, que se inician con la absorción de agua conducen a la ruptura de la cubierta seminal por la radícula o la plúmula. Estos cambios van acompañados por divisiones y agrandamientos de las células del embrión y por el incremento de la actividad metabólica. Aunque la verdadera germinación empieza largo tiempo antes de la ruptura de la cubierta seminal,



la germinación suele poderse patentizar en forma visible, mediante la observación de la salida de la plúmula o de la radícula. (3,11,23)

El proceso de germinación puede dividirse en varios estadios.

El primer estadio de la germinación, activación o despertar, puede completarse en un período de minutos o de horas. La semilla absorbe agua, el contenido de humedad aumenta con rapidez y luego se estabiliza. La absorción inicial de agua significa la imbibición de la misma por los coloides de la semilla seca, lo cual ablanda las cubiertas de las semillas y ocasiona hidratación del protoplasma. Como resultado de ello, la semilla se hincha y sus cubiertas pueden romperse. Dado que la absorción de agua es en gran parte un proceso físico, puede efectuarse aun en semillas no viables.

Los componentes del sistema de sintetización de proteínas de las células (moléculas de DNA y RNA) se activan. Estos se formaron durante el desarrollo de la semilla y se volvieron inactivos a medida que maduró la semilla. Después de la absorción de agua, este sistema es reactivado para permitir la continuación de la síntesis de proteínas. Las enzimas producidas por esta síntesis controlan las actividades metabólicas de las células. Algunas de ellas fueron producidas durante el desarrollo de la semilla y deben volverse a activar, otras se sintetizan después del comienzo de la germinación.

El segundo estadio de la germinación significa digestión y traslocación. La absorción de agua y la respiración ahora continúan en un ritmo constante. Los sistemas celulares se han reactivado y los sistemas de síntesis de proteínas están funcio-

nando para producir nuevas enzimas, materiales estructurales, compuestos reguladores, ácidos nucleicos, etc. para efectuar las funciones celulares y sintetizar nuevos materiales. Aparecen enzimas y empiezan a digerir materias de reserva (grasas, proteínas, carbohidratos) contenidas en los tejidos de almacenamiento (endospermo), a compuestos químicos más sencillos, éstos luego son traslocados a los puntos de crecimiento del eje embrionario para usarse en el crecimiento y la formación de nuevas partes de la planta.

El tercer estadio de la germinación de semillas consiste en la división celular en los puntos de crecimiento separados del eje embrionario seguida de la expansión de las estructuras de la plántula. (El alargamiento celular y la emergencia de la radícula son indicadores tempranos de germinación y pueden marcar la terminación del primer estadio. La iniciación de la división celular en los puntos de crecimiento parece ser independiente de la iniciación del alargamiento de las células y puede no intervenir en forma directa con la emergencia de la radícula. Una vez que principia el crecimiento en el eje embrionario, aumenta el peso fresco y el peso seco de la plántula, pero disminuye el peso de los tejidos de almacenamiento. La respiración, medida por la absorción de oxígeno, aumenta en forma constante con el avance del crecimiento. Finalmente cesa la actividad metabólica en los tejidos de almacenamiento, excepto en las plantas en que los cotiledones se vuelven activos en la fotosíntesis.

A medida que avanza la germinación, pronto se pone de manifiesto la estructura de la planta. El embrión está formado por un eje que tiene dos horas seminales o cotiledonales. La ra-

dícula emerge de la base del eje embrionario y la plúmula, se encuentra en el extremo superior del eje embrionario, arriba de los cotiledones. El tallo de la plántula se divide en la sección situada abajo de los cotiledones, hipocotilo y la sección que se encuentra arriba, el epicotilo.

El crecimiento inicial de la plántula sigue dos patrones. En un tipo de germinación Epígea, el hipocotilo se alarga y eleva los cotiledones sobre el terreno. En el otro tipo, de germinación hipogea, el alargamiento del hipocotilo no eleva los cotiledones arriba del nivel del suelo y sólo emerge el epicotilo. El patrón de germinación difiere entre las plantas dicotiledóneas y plantas monocotiledóneas. (23,25).

Durante las etapas iniciales de la germinación, las semillas secas absorben agua, sus cubiertas se ablandan y se produce la hidratación del protoplasma. Una vez terminado el reposo, la semilla completa el proceso de germinación, cuando las condiciones ambientales exteriores son favorables y no haya otros factores limitantes, como las cubiertas endurecidas de las semillas. La actividad metabólica aumenta y se produce el correspondiente incremento de las actividades enzimáticas y el ritmo respiratorio. Las reservas alimenticias insolubles y complejas, incluyendo grasas, carbohidratos y por lo común proteínas, son digeridas a fin de constituir formas solubles que se trasladan a las zonas de crecimiento. La asimilación de esas sustancias en los meristemas proporciona energías para el crecimiento y actividades celulares. La plántula se desarrolla mediante la división, expansión y diferenciación de las células en el punto de crecimiento, y depende de sus propias reservas alimenticias,



hasta que se desarrollan las hojas verdaderas y absorben plasma del suelo para elaborar sus propios nutrientes. (11,23)

La germinación se mide en dos parámetros: el porcentaje y la velocidad de germinación. En los casos de germinación lenta, la indicación del porcentaje de germinación debe incluir una consideración del elemento tiempo, indicando el número de plantas producidas en un período de tiempo determinado. La velocidad de germinación puede medirse determinando el número de días requerido para lograr un porcentaje de germinación especificado. (5, 11).

Las semillas germinadas no se deben de contar como normales o anormales y descartarlas, sino hasta que han crecido lo suficiente para que el analista confirme si se encuentran o no, las partes esenciales de la plántula; bajo las condiciones y dentro del término especificado por las reglas internacionales para el ensayo de semillas. (5)

### 3.1.3 Condiciones Ambientales:

La información acerca de la influencia de factores ambientales como la luz (intensidad y calidad), temperaturas (máxima, media y mínima) y humedad en la germinación del café es limitada. (15)

A) Luz: Hay discrepancias sobre el efecto de la luz, en la germinación de la semilla del cafeto. Huxley (12), opina que la semilla germina bien bajo condiciones de luz difusa. Valio (20), observó que las semillas germinaron más en la oscuridad que en la luz. Por su parte Arcila (1), observó que la luz tiene un efecto inhibitorio en la morfogénesis de la raíz y no parece afectar la emisión de la radícula ya que las



semillas germinadas en la oscuridad presentaron radícula con más desarrollo de raíces absorventes pero igual porcentaje de germinación que semillas dejadas a la luz.

B) Temperatura: Según Wellman (24) y Huxley (12), la mejor temperatura para germinar semilla de café es de 28-30°C. En CENICAFE se ha observado que las semillas germinan bien a la temperatura ambiente (20-25°C). (8).

C) Humedad: Es importante mantener saturación de humedad en el medio de germinación para que la semilla, se embeba y se inicien los procesos metabólicos característicos de la germinación. (12).

#### 3.1.4 La Escarificación:

En la naturaleza las cubiertas duras de las semillas se ablandan por medio de diversos agentes del ambiente, tales como abrasión mecánica, congelamiento y deshielo alternados, ataque por microorganismos del suelo, paso por el tracto digestivo de aves y mamíferos, desgaste por el fuego, sol y agua. (11,14,22,)

La escarificación es un tratamiento mediante el cual se logra que la cubierta seminal se haga permeable al agua y/o a los gases. (11)

La escarificación puede agruparse en dos categorías generales:

- Escarificación mecánica
  - Escarificación química.
- A. Escarificación mecánica:

La escarificación mecánica es cualquier proceso, ruptura, rayado o alteración mecánica de las cubiertas de las semillas para hacerlas permeables al agua o a los gases (14).

El desgaste o la ruptura de la cubierta seminal se puede lograr con la agitación de las semillas con algún material abrasivo como la arena o mediante raspado, también cortando la cubierta con un cuchillo (11).

Artificialmente, se pueden utilizar los siguientes tratamientos:

- a) Escarificación de las semillas con limas, lijas y vasos de agitación.
- b) Inmersión en agua caliente y en agua hirviendo.
- c) Presiones hidrostáticas elevadas (2000 atmósferas).
- d) Vibraciones de alta frecuencia.
- e) Ataque por ácido sulfúrico concentrado.
- f) Lavado con etanol y otros solventes. (14)

Dentro de las desventajas de este tipo de escarificación podemos mencionar:

- i) A veces es necesario tratar unitariamente a la semilla; lo que significa un mayor costo.
- ii) Eventualmente se puede dañar el embrión o los cotiledones y esto puede ser un medio de introducción de patógenos a las partes de la semilla.

#### B. Escarificación Química:

La escarificación química es un método muy eficaz para interrumpir el reposo debido a la cubierta seminal. Si se sumergen las semillas en ácidos fuertes, como el ácido sulfúrico, o en disolventes orgánicos como la acetona o el alcohol, se puede interrumpir este tipo de reposo. Para este propósito incluso se ha empleado con éxito el agua hirviendo, especialmente para algunas leguminosas (3,11).

La escarificación con ácido tiene el objeto de modificar los tegumentos duros e impermeables de las semillas, el remojo con ácido sulfúrico concentrado es un método eficaz para lograrlo. Las semillas se colocan en recipientes de vidrio o de barro y se cubren con el ácido en proporción de 1:2. La duración del tratamiento varía desde 10 minutos en algunas especies hasta 6 ó más en otras. Al final del tratamiento se escurre el ácido y las semillas se lavan con agua más cal, luego se sumergen en agua corriente por lo menos 10 minutos. (11)

El propósito de remojar las semillas en agua es modificar las cubiertas duras, remover los inhibidores, ablandar las semillas y reducir el tiempo de germinación.

Algunas cubiertas impermeables pueden suavizarse colocando las semillas de cuatro a cinco veces su volumen en agua caliente (77-100°C), se retiran del fuego de inmediato y las semillas se dejan remojando en el agua que se enfría gradualmente. (12)

### C. Estimuladores de la Germinación:

Trabajando con semillas de diversas especies muy distintas, se ha demostrado en muchas ocasiones que hay diversos compuestos que estimulan la germinación. Los más conocidos y empleados actualmente son: el Nitrato de Potasio, la Thiourea, el Etileno, las Giberelinas y la Cinetina. (23)

#### a) El Nitrato de Potasio ( $KNO_3$ ) :

El nitrato de potasio se presenta en forma de prismas transparentes, incoloros o en polvo cristalino de color blanco. Es inodoro, tiene sabor salino y produce una sensación de frío en la boca. (13)



Tiene un peso molecular de 111.10, está compuesto de K: (38.67%), NO (61.33%). (25)

Muchas semillas latentes recién cosechadas germinan mejor después de un remojo en una solución de nitrato de potasio. Esta técnica se emplea en gran parte en los laboratorios de semillas. Las semillas se colocan en charolas de germinación o en cajas de petri y el sustrato se humedece con una solución de nitrato de potasio al 0.2 %. (5,11).

b) La Thiourea. ( $\text{NH}_2\text{CSNH}_2$ ):

Es un compuesto químico perteneciente al grupo de los tio-carbamatos, se obtiene de la fusión del tiocinato de amonio, posee una reacción neutra. Su peso molecular es: 76.12; está compuesta de: C (15.78%), H (5.30%), N (31.8%), S (42.12%). Con un punto de ebullición de 176-178 grados.

Esta sustancia química se ha empleado para estimular la germinación de algunas semillas latentes, en particular de aquellas que no germinan en la oscuridad o que requieren un tratamiento de enfriamiento en húmedo. Se emplean soluciones acuosas del 0.5 al 3 por ciento. (11)

Debe evitarse el contacto de este producto con los ojos, piel o ropa, ya que causa irritación. (23)

La thiourea, tiene efecto de citokininas, ya que contrarresta el efecto de los inhibidores, principalmente del Acido Indolbutírico (ABA) y además desempeña un papel "permisor" en la germinación al dejar funcionar al ácido giberélico. El efecto de la thiourea para superar la inhibición puede ser debido a su actividad como citokinina. (23)

La thiourea supera algunos tipos de letargo, como el efecto



inhibidor de las cubiertas de las semillas del embrión profundo de semillas de Prunus en letargo, así como la inhibición de las temperaturas elevadas en las semillas de lechuga (Lactuca sativa). (23)

c) Etileno:  $\text{CH}_2\text{CH}_2$

El precursor natural del etileno es la metionina, un aminoácido que contiene azufre. Que el etileno puede formarse a partir de la metionina fue demostrado por primera vez en un modelo invitro por Yang y otros en 1966 (Yang y Pratt, 1966). Poco después se demostró que al tratar tanto el fruto como los tejidos vegetativos con metionina se aceleraba considerablemente la producción de etileno (Burg y Claguett 1967, Lieberman y otros 1966). Finalmente un argumento convincente de que la metionina es la sustancia precursora natural del etileno está en que la etionina, un potente metabolito de la metionina, bloquea la formación de etileno en el tejido del fruto (Thimann, 1972). (11,23)

A temperaturas fisiológicamente normales, el etileno es un gas, y comparado con las giberelinas, auxinas, citoquininas y Ácido abscísico, su estructura molecular es muy sencilla. A pesar de ello, se parece a las otras hormonas vegetales por el hecho de que pequeñas cantidades de etileno pueden causar intensos cambios en las actividades fisiológicas de las plantas.

También parece probable que muchos de los efectos atribuidos en alguna ocasión exclusivamente a las auxinas, estén en realidad provocados por el etileno, actuando sólo o en colaboración con las auxinas. (23,27)

Se sabe que el etileno, estimula la germinación de racimos de semilla en condiciones de suelo castroso. De manera similar la

semilla del maní (Arachys hypogea), que también se produce bajo tierra, producen etileno que supera su letargo. Además produce un 100% de germinación en las semillas de la hierba de bruja (Striga asiática). Se ha usado en experimentos para superar el letargo de altas temperaturas en semillas de lechuga (Lactuca sativa). (11)

Estructura Química:



d) Las Giberelinas (GA<sub>3</sub>C<sub>19</sub>H<sub>32</sub>O<sub>7</sub>):

El descubrimiento de las giberelinas se atribuye a Kurosawa en 1926, denominando a la enfermedad Bakanae, a la producida por un ascomiceto, fase sexual Gibberella fujikuroi, fase asexual Fusarium moniliforme (11).

Hasta el año 1976, se conocían cuando menos 38 giberelinas, variando enormemente su eficacia relativa (11). La más conocida de las giberelinas es el ácido giberélico GA<sub>3</sub>; cuyo peso molecular es de 346.37, con un punto de ebullición de 233-235 grados, con un pH 4.0 y está compuesto de C:65.88%, H:6.4% y O:27.22%.

Las giberelinas pueden definirse como compuestos, que tienen un esqueleto de gibane y estimulan la división o la prolongación celular o ambas cosas. (23). Están químicamente relacionadas con un grupo de compuestos naturales denominados terpe-

noides, los cuales están constituidos por unidades de isopreno de cinco átomos de carbono.

El precursor inmediato de la giberelina es el diterpeno, 20 carbonos, denominado kaureno (11).

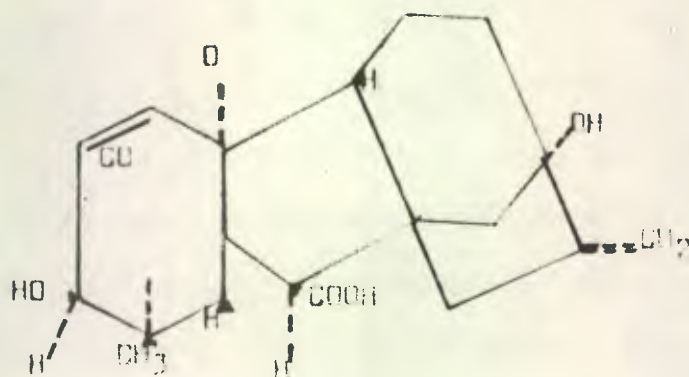
La función de las giberelinas en la germinación de las semillas y en la expansión de las células no se conoce aún bien, pero se han propuesto varias teorías. Una de estas teorías se refiere a los mecanismos de acción de las giberelinas durante la germinación e indica que las mismas inducen la producción de enzimas del tipo  $\alpha$ -amilasas, preteasas y lipasas, las cuales descomponen rápidamente las paredes celulares de los endospermos e hidrolizan después los almidones y proteínas, liberando así los nutrientes necesarios y la energía necesarios para el desarrollo de los embriones. (9,22)

Las giberelinas pueden provocar la expansión mediante la inducción de enzimas que debiliten las paredes celulares o mediante la hidrólisis del almidón, resultante de la producción de  $\alpha$ -amilasa generada por las giberelinas, pudiendo incrementar la concentración de azúcares y elevando así la presión osmótica del fluido celular, de modo que el agua entre a la célula y tienda a expandirla. (23)

Se ha reportado que el  $GA_3$ , modifica los siguientes procesos: la germinación de las semillas, el crecimiento de plantas, la floración, la fructificación, el contenido de sustancias internas, inducen partenocarpia e incluso han logrado eliminar la sintomatología de algunas enfermedades, principalmente virosas. (11,23)

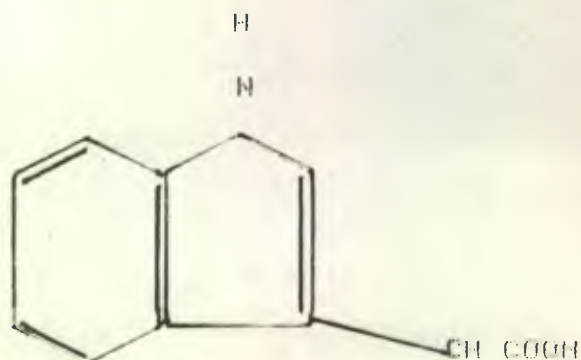


## Estructura Química:

e) Acido Indolacético (C<sub>10</sub> H<sub>9</sub> NO<sub>2</sub>):

Este es un compuesto que pertenece al grupo de las auxinas; tiene un peso molecular de 175.18; está compuesto de: C: 68.56%, H: 5.18%, N: 8.0%, O: 18.27%. Tiene un punto de ebullición de 160-170 grados; pH: 4.75.

## Estructura Química:





### 3.2 Marco Referencial:

#### 3.2.1 Ubicación del Ensayo:

La investigación se realizó en la cabecera municipal del municipio de San Pedro Necta, el cual se encuentra situado al suroeste del departamento de Huehuetenango, a una distancia de 55 kms. de la cabecera departamental y a 306 kms. de la ciudad capital de Guatemala. El municipio de San Pedro Necta, está localizado a 15 29' 24" Latitud Norte y a 91 45' 56" Longitud Oeste, a una altura de 1520 metros sobre el nivel del mar; con una precipitación pluvial de 1344 mm/año como promedio y con temperaturas promedio entre 18-26°C; la zona de vida se identifica dentro del Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical, según Holdridge.

La principal actividad a que se dedican sus habitantes es la caficultura, produciendo en la actualidad aproximadamente un 20% del total de la producción del departamento de Huehuetenango, ocupando el segundo lugar en producción a nivel departamental. (2).

En la figura 1, se indica la ubicación del municipio, dentro del departamento de Huehuetenango.

#### 3.2.2 Material Experimental:

##### A. Selección del lugar:

Para seleccionar el sitio donde se realizó el experimento, se consideró que éste fuera de fácil acceso, cercano a una fuente de agua, topografía plana y que estuviera totalmente expuesto al sol.



ESCALA 1:13000000  
REFERENCIAS  
— LIMITE MUNICIPAL  
○ CABECERA MUNICIPAL

FIGURA 1: UBICACION DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO NECTA, DENTRO DEL DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO.

**B. Material del Germinador:**

El sustrato utilizado, fue una mezcla de tierra más arena, en proporción de 1:1. También se utilizó madera para construir el germinador; fungicida (PCNB) y un nemátocida-insecticida (Terbufos).

**C. Material Vegetal:**

Se utilizó semilla de Coffea arábica L., de la variedad Catuai, la cual se colectó, en la Finca Campo Alegre, ubicada en el mismo municipio, utilizando toda la tecnología, para la selección de semilla. (4,9,17)

**D. Productos Químicos:**

La selección de los productos químicos se hizo de acuerdo a su acción y disponibilidad en el mercado de agroquímicos; así como también en base a la literatura consultada. (11,23). Los productos utilizados fueron:

a) Nitrato de Potasio

b) Thiourea

c) Etephón

d) Mezcla 1: ácido giberélico (0.19%) + extracto de origen vegetal (40%) + diluyentes (59.81%). El producto comercial utilizado fue el Byozime T.S.

e) Mezcla 2: ácido giberélico (0.0031%) + ácido indolacético (0.0013%) + hongos y levaduras (20%) + ingredientes inertes (79.99%). El producto comercial utilizado fue el Belligo PBR IV.



#### 4. OBJETIVOS

##### 4.1 General:

Generar información básica sobre el efecto que produce la utilización de diferentes productos químicos utilizados como estimuladores, en la germinación de la semilla de café (*Coffea arabica* L.)

##### 4.2 Específicos:

- 4.2.1 Evaluar el efecto sobre la reducción del periodo de latencia de la semilla de café, de cinco productos químicos utilizados como estimuladores de la germinación.
- 4.2.2 Evaluar el efecto sobre la longitud de la parte aérea y de la raíz principal de la plántula de café de cinco productos químicos utilizados como estimuladores de la germinación, a los noventa días después de la siembra.



## 5. HIPOTESIS

5.1 El tiempo en que se logra la germinación de la semilla de café tratada con los diferentes productos químicos utilizados como estimuladores, no presenta diferencias significativas.

5.2 No existe diferencias significativas entre los diferentes estimuladores de la germinación utilizados en la semilla de café en lo que respecta a la longitud de la parte aérea y de la raíz principal de la plántula de café, a los noventa días después de la siembra.

## 6. METODOLOGIA

## 6.1 Diseño Experimental:

Se utilizó el diseño experimental completamente al azar, incluyendo seis tratamientos y seis repeticiones.

## 6.2 Tratamientos y su Distribución:

En el cuadro 1 se presentan los tratamientos evaluados.

CUADRO 1: TRATAMIENTOS EVALUADOS

TRATAMIENTO	DESCRIPCION
A	Remojo de las semillas, durante 12 hrs. en una solución de Nitrato de potasio al 0.2% en agua.
B	Remojo de las semillas, durante 12 hrs. en una solución de Thiourea al 0.5% en agua.
C	Remojo de las semillas, durante 12 hrs. en una solución conteniendo Etephón al 0.06% en agua.
D	Remojo de las semillas, durante 12 hrs. en una solución conteniendo la mezcla 1 (Biozyme T.S.) al 0.1% en agua.
E	Remojo de las semillas, durante 12 hrs. en una solución conteniendo la mezcla 2 (Bellgro PGR IV) al 0.4% en agua.
F	Remojo de las semillas, durante 12 hrs. en agua a temperatura ambiente (testigo).

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

Tratamiento A: Nitrato de potasio.

Tratamiento B: Thiourea.

Tratamiento C: Etephón.

Tratamiento D: Mezcla 1: Biozime T.S.

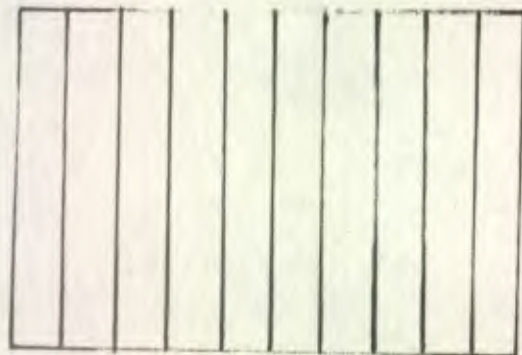
Tratamiento E: Mezcla 2: Bellgro PGR IV

Tratamiento F: Testigo: Agua a temperatura ambiente.

En la figura 2, se observa el croquis de campo del experimento.

4.95 m

	C	E	A	E	D	D	C	B	E
1.2	A	F	F	A	C	A	E	C	F
m	B	B	F	B	D	E	D	D	F
	A	F	C	A	D	E	B	C	B



U.E.

FIGURA 2: Croquis de campo del experimento.

Trat. A: Nitrato de potasio      Trat. B: Thiourea  
 Trat. C: Etephón                    Trat. D: Mezcla 1 (Biozime T.S.)  
 Trat. E: Mezcla 2 (Bellgro      Trat. E: Testigo  
 PGR IV)

Unidad Experimental: 100 semillas tratadas.

# de surcos/unidad experimental: 10

# de semillas/surco: 10

Distancia entre surcos: 0.05 m

Distancia entre semillas: 0.02 m

Distancia entre tratamientos: 0.05 m

Longitud del germinador: 4.95 m

Ancho del germinador: 1.20 m

### 6.3 Manejo del Experimento:

#### 6.3.1 Preparación y desinfección del sustrato:

Se utilizó una era o tablón de 4.95 m. de largo x 1.2 m. de ancho x 0.20 mts. de alto, bordeado con madera.

Luego se procedió al llenado del tablón utilizando una mezcla de tierra + arena ambas tamizadas, en una proporción de 1:1.

Se realizó la desinfección y desinfestación del suelo utilizando PCNB con dosis de 6.25 gr/lt de agua, más Terbufos al 10%, 7.5 gr/metro cuadrado del tablón.

#### 6.3.2 Riego:

Se aplicaron riegos en forma alterna, es decir un día sí y un día no, para mantener una adecuada humedad en el sustrato.

#### 6.3.3 Aplicación de Estimuladores de la Germinación:

Para la aplicación de los estimuladores de la germinación, se utilizó el siguiente procedimiento: En un beaker de 1 lt. se se prepararon las diferentes soluciones, luego se sumergieron



lotes de 600 semillas en cada uno de los beakers por espacio de 12 horas. El agua utilizada tanto para el testigo como para los otros tratamientos fue agua a temperatura ambiente.

#### 6.3.4 Siembra:

Se realizó a una profundidad de 0.01 m., con un distanciamiento de 0.05 m. entre surcos y 0.02 m. entre semillas, de la siguiente manera: primero se abrieron los surcos de 0.01 m. de profundidad, luego se colocaron las semillas y después se cubrieron con una capa de tierra de 0.01 m.

#### 6.3.5 Cobertura Vegetal:

Luego se procedió a colocarles la cobertura vegetal (con gramíneas de la región) para evitar la evaporación excesiva en el germinador y mantener un nivel de humedad adecuado en el mismo, evitar que se descubriera la semilla al efectuar el riego y mantener la temperatura constante. Esta cobertura se levantó sobre un tapezco a una altura de 0.40 m., cuando se observó que los soldaditos empezaron a emerger (30 días después de la siembra).

#### 6.4 Variables Respuesta:

La toma de datos de las diversas variables respuesta, se anotaron en tarjetas hechas para el efecto, (ver apéndice) en donde se anotó la fecha de la toma de datos, el número de días después de la siembra, número de lectura, variable respuesta y tratamiento.

##### 6.4.1 Porcentaje de Germinación:

La primera lectura, se realizó cuando se observó que las primeras semillas empezaron a germinar (30 días), a partir de entonces se efectuaron lecturas cada tres días hasta que se mantuvo constante el número de semillas germinadas.

#### 6.4.2 Longitud de la parte aérea:

Esta se realizó a los noventa días después de la siembra, ya que éste es un período de tiempo adecuado para observar si las semillas germinadas presentan las características de una planta normal bajo las condiciones y dentro del término especificado por las reglas internacionales para el ensayo de semillas. (5). Se midió a partir del cuello del tallo hasta el meristemo apical, expresado en cms.

#### 6.4.3 Longitud de la raíz principal:

Se midió el largo de la raíz principal, desde el cuello de la misma hasta el ápice radicular, expresada en centímetros y se efectuó a los noventa días después de la siembra.

#### 6.5 Análisis de Datos:

El análisis de datos; para la primera variables de respuesta, se realizó a través del siguiente modelo.

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}, \text{ de donde:}$$

$i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$  tratamientos.

$j = 1, 2, 3, 4, 5$  repeticiones.

$Y_{ij}$  = Variable respuesta debido al  $i$ -ésimo tratamiento

$U$  = Media general de la variable respuesta.

$T_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$E_{ij}$  = Error experimental, asociado al  $i$ -ésimo tratamiento

Se realizaron los análisis de varianza para: número de días a inicio de germinación, número de días necesarios para alcanzar el 50% de germinación y número de días a las últimas semillas germinadas y porcentaje máximo de germinación obtenido.

Para poder trazar las diferentes curvas de la rapidez de germinación se utilizó el modelo de regresión cuadrática, ya que se ob-

servó, después de plotear la nube de puntos para cada tratamiento evaluado, que era el modelo que mejor se ajustaba.

2

$$Y_i = B_0 + B_1 X_{1i} + B_2 X_{2i} + E_i$$

El análisis de datos, para la longitud de la parte aérea y la longitud de la raíz principal de la plántula, se hizo a través del siguiente modelo lineal.

$$Y_{ijk} = U + T_i + E_{ij} + N_{ijk},$$

$i = 1, 2, \dots, 6$  trat.  
 $j = 1, 2, \dots, 6$  rep.  
 $k = 1, 2, \dots, 10$  muest.

Donde:

$Y_{ijk}$  = Variable de respuesta obtenida debido al  $ijk$ -ésimo tratamiento.

$U$  = Media general de la variable de respuesta.

$T_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$E_{ij}$  = Error experimental asociado a la  $i$ - $j$ -ésima unidad experimental.

$N_{ijk}$  = Error de muestreo dentro de la  $i$ - $j$ -ésima unidad experimental.

Luego se realizaron los análisis de contrastes ortogonales, para determinar cual era el mejor tratamiento en los casos donde se encontró diferencias significativas entre los mismos.

Los contrastes ortogonales generados fueron:

Contraste 1: Con producto químico vs. testigo.

Contraste 2: Dentro de los productos químicos evaluados se comparó: productos orgánicos vs. productos inorgánicos.



- Contraste 3: Dentro de los productos inorgánicos se comparó el Nitrato de potasio vrs. Thiourea
- Contraste 4: Dentro de los productos orgánicos se comparó el E-tephón vrs. Mezclas.
- Contraste 5: Dentro de las mezclas se comparó: Mezcla 1 (Biozime T.S.) vrs. Mezcla 2 (Bellgro PGR IV).

## 7. RESULTADOS

### 7.1 Porcentaje de Germinación:

A continuación se presentan y discuten los resultados obtenidos en lo que respecta a la velocidad de germinación. El parámetro de medida utilizado fue el número de días para iniciar la germinación, número de días para alcanzar el 50% de germinación y número de días a las últimas semillas germinadas. Los datos que sirvieron de base para los análisis se presentan en el cuadro 14 "A" (Apéndice).

En el cuadro 2 se presenta el análisis de varianza para el número de días a inicio de la germinación.

Cuadro 2 ANDEVA, para el número de días a las primeras semillas germinadas de café (*Coffea arabica* L.).

FV	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	Significancia
Tratam.	5	145.25	29.05	20.03	0.0001
Error Exp.	30	43.50	1.45		
Total	35	188.75			

C.V. = 3.81%

De este análisis se puede decir, que existe diferencias significativas entre los tratamientos evaluados; lo que significa que

no todos los tratamientos necesitaron el mismo tiempo para iniciar la germinación.

Se realizó el análisis de contrastes ortogonales y se obtuvo los resultados que se observan en el cuadro 3.

Cuadro 3 Análisis de Contrastes Ortogonales, para el número de días a las primeras semillas germinadas.

Contraste	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc.	Significancia
Con Trat vrs Test.	140.45	140.45	96.86	0.0001
Inorg.vrs Orgán.	1.80	1.80	1.24	0.2741
KNO vrs Thiourea	0.00	0.00	0.00	1.0000
Eteph.vrs Mezclas	0.00	0.00	0.00	1.0000
Mezcl.1 vrs Mezcl.2	3.00	3.00	2.07	0.1607

Este análisis de contrastes ortogonales, permite observar, que sólo existe diferencia significativa entre los productos químicos evaluados contra el testigo; el cual necesitó de 36 días para iniciar la germinación, mientras que la semilla que fue tratada con alguno de los cinco productos químicos, necesitó de 30 - 31 días para iniciar el proceso germinativo; por lo que puede decirse en lo que respecta a la rapidez de germinación que la semilla de café respondió positivamente a los diferentes productos químicos utilizados, ya que con estos tratamientos la germinación empezó 6 días antes que el testigo; y aunque, esta diferencia es poca en



relación a los objetivos trazados podría llegar a ser una alternativa para las zonas cafetaleras en donde existen problemas de nemátodos y es necesario realizar injertación hipocotiledonar (injerto Reyna); ya que actualmente lo que se hace es sembrar 7 días antes la variedad que sirve de patrón y luego la variedad que se desea injertar, lo que representa un mayor costo en el establecimiento de los semilleros. Así como también puede decirse que los productos químicos utilizados respondieron en forma similar, ya que no existe diferencia significativa entre los mismos; por lo que el agricultor puede utilizar el que esté más a su alcance y le resulte más económico.

En el cuadro 4, se presenta el análisis de varianza, para el número de días necesario para alcanzar un 50% de semilla germinada Cuadro 4 ANDEVA, para el número de días necesarios para obtener un 50% de germinación de la semilla de café.

F.V.	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc.	Significancia
Tratam.	5	41.00	8.20	2.83	0.033
Error Exp.	30	87.00	2.90		
Total	35	128.00			

C.V. = 3.84%

De este análisis se puede observar que existe diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

El análisis de contrastes ortogonales se presentan en el cuadro 5.

Cuadro 5 Análisis de Contrastes Ortogonales, para el número de días necesario al 50% de germinación.

Contraste	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc.	Significancia
Con Trat. vrs Test.	33.80	33.80	11.66	0.0019
Inorg. vrs Organ.	7.20	7.20	2.40	0.1256
KNO vrs Thiourea	0.00	0.00	0.00	1.0000
Etephón vrs Mezclas	0.00	0.00	0.00	1.0000
Mezc.1 vrs Mezc.2	0.00	0.00	0.00	1.0000

De este cuadro puede concluirse, que sólo existe diferencia significativa entre los productos utilizados y el testigo, no así entre los distintos productos químicos entre sí, los cuales se comportaron estadísticamente igual. Ya que cuando la semilla fue tratada con alguno de los productos químicos, necesitó de 43 - 44 días para alcanzar el 50% de germinación, en cambio el tratamiento testigo necesitó de 47 días para poder alcanzar este porcentaje.

Se presenta el análisis de varianza, correspondiente al número de días a las últimas semillas germinadas, cuyos resultados se observan en el cuadro 6.

Cuadro 6 ANDEVA, para el número de días a las últimas semillas germinadas de café.

F.V.	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc.	Significancia
Tratam.	5	296.00	59.20	3.59	0.0116
Error Exp.	30	495.00	16.50		
Total	35	791.00			

C.V. = 6.14%

Este análisis permite observar, que existe diferencias significativas, entre los tratamientos evaluados y el testigo. Se realizó el análisis de contrastes ortogonales y los resultados se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7 Análisis de Contrastes Ortogonales, para el número de días a las últimas semillas germinadas.

Contraste	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc.	Significancia
Con Trat.vrs Test.	273.80	273.80	16.59	0.0003
Inorg.vrs Organ.	14.75	14.75	0.88	0.3568
KNO vrs Thiourea	6.75	6.75	0.41	0.5273
Etephón vrs Mezclas	1.00	1.00	0.06	0.0072
Mezc.1 vrs Mezc.2	0.00	0.00	0.00	1.0000



Este cuadro permite observar que con la utilización de los productos químicos, se prolongó el período de germinación de la semilla de café hasta los 69 días, mientras que en el testigo a partir de los 60 días el número de semillas germinadas ya no aumentó. El incremento en el período de germinación produjo un aumento del porcentaje máximo de germinación obtenido, como se observa en el cuadro 13 y la figura 5, respectivamente.

Las curvas de rapidez de germinación se estimaron mediante una regresión cuadrática, con la cual se obtuvo los coeficientes de la ecuación de regresión que se presenta en el cuadro 8. Los datos utilizados como base están en el cuadro 15 "A" (Apéndice).

Cuadro 8 Resumen del análisis de regresión, obtenido para la rapidez de germinación, de la semilla de café.

2

$$\text{Modelo: } Y = B_0 + B_1 X + B_2 X^2 + E$$

Tratamiento	Coeficientes			R
	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	
Nitrato de Potasio	-237.559	9.809	-0.073	0.965
Thiourea	-245.842	10.061	-0.074	0.968
Etephón	-250.581	10.454	-0.079	0.966
Acido Giberélico	-246.842	10.144	-0.075	0.973
Acido Giberélico +				
Acido Indolacético	-249.638	10.389	-0.078	0.965
Testigo	-234.012	9.518	-0.071	0.964

En el cuadro 8, respecto a la última columna puede decirse que son valores apropiados, ya que mientras más se aproximen a "1" nos indican en qué "%" la variabilidad de Y es explicada por X.

Con los valores obtenidos, de las ecuaciones de regresión, del cuadro 8, se procedió a trazar las curvas correspondientes a la rapidez de la germinación de cada uno de los 6 tratamientos evaluados, como se observa en la figura 3 y luego estas curvas se trazaron en un solo plano para poder observar de una mejor forma las diferencias, figura 4. En estas curvas de la rapidez de germinación puede observarse que en los diferentes tratamientos evaluados, el proceso germinativo tuvo un comportamiento similar en lo que respecta a el período de días en los que se logró el mayor incremento del porcentaje de germinación, el cual estuvo comprendido entre los 39 y 57 días después de la siembra.

Se presenta el análisis de varianza para el porcentaje máxima de germinación obtenido, de la semilla de café. Los datos utilizados como base para este análisis están en el cuadro 16 "A". Cuadro 9 ANDEVA, para el porcentaje máximo de germinación, de la semilla de café.

F.V.	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc.	Significancia
Tratam.	5	656.667	131.33	15.93	0.001
Error Exp.	30	247.333	8.24		
Total	35	904.000			

C.V. = 3.17%



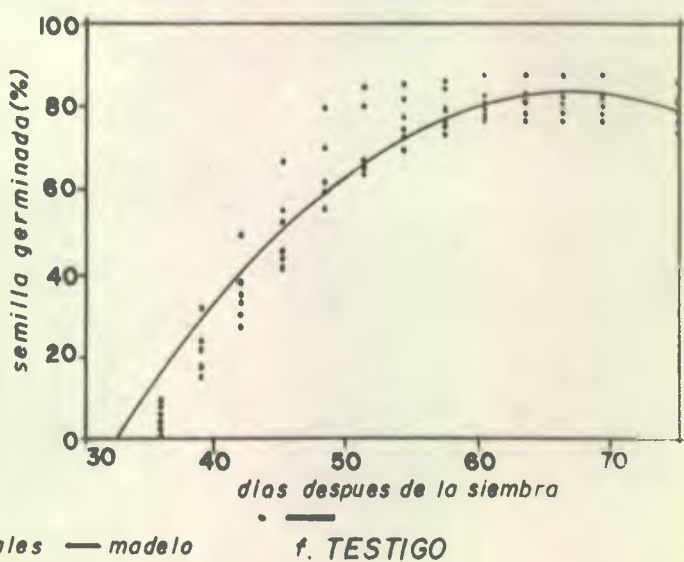
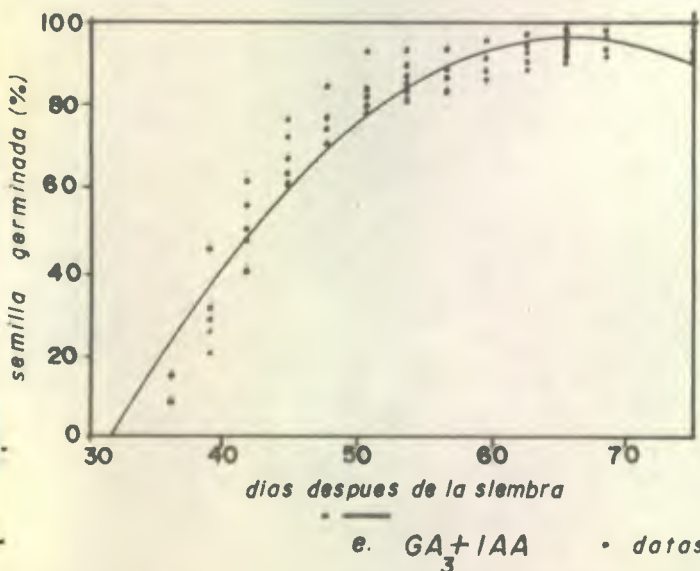
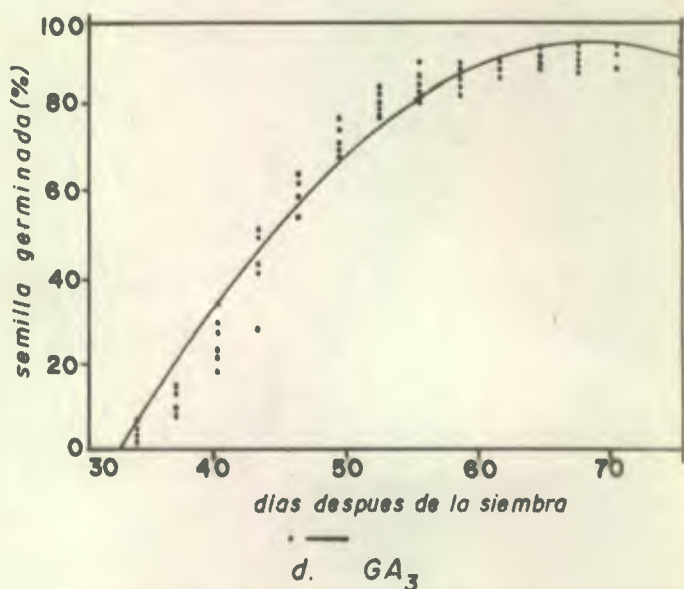
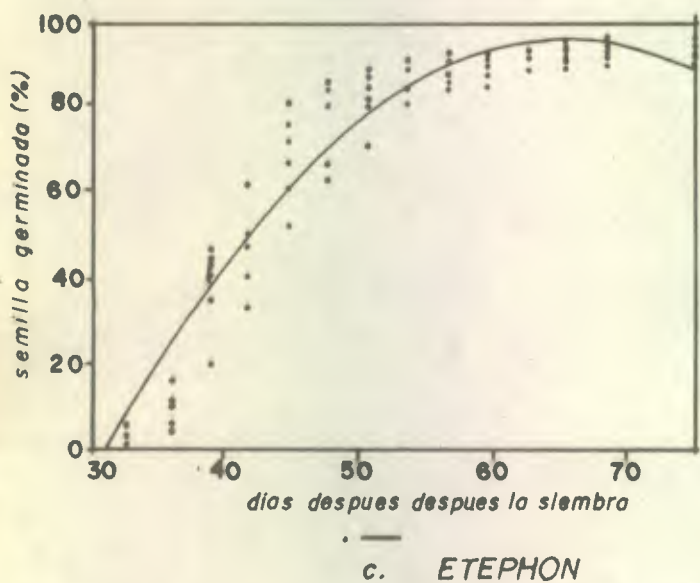
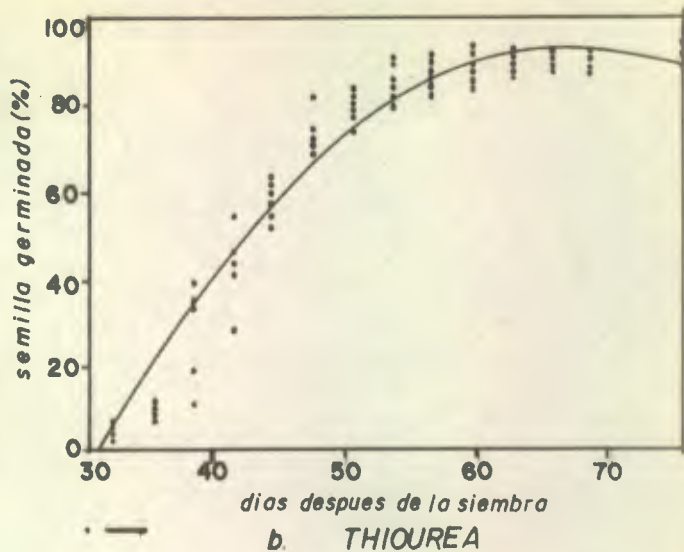
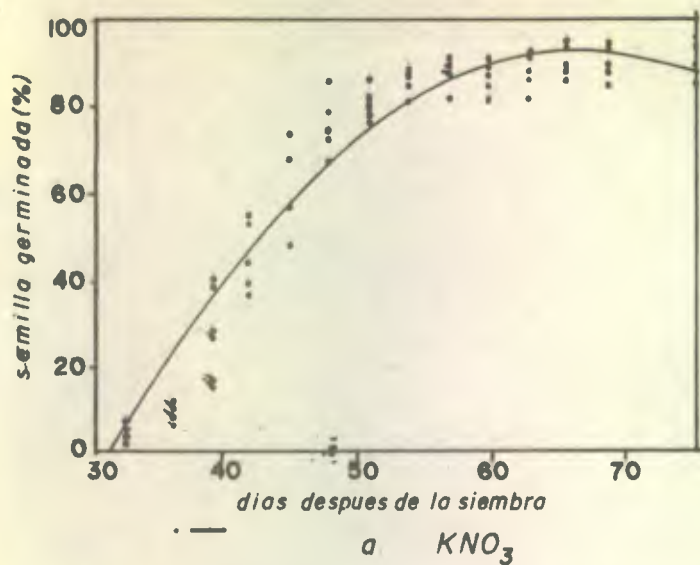


FIGURA 3: CURVAS DE RAPIDEZ DE GERMINACION DE LA SEMILLA DE CAFE POR TRATAMIENTO EVALUADO.



GERMINACION

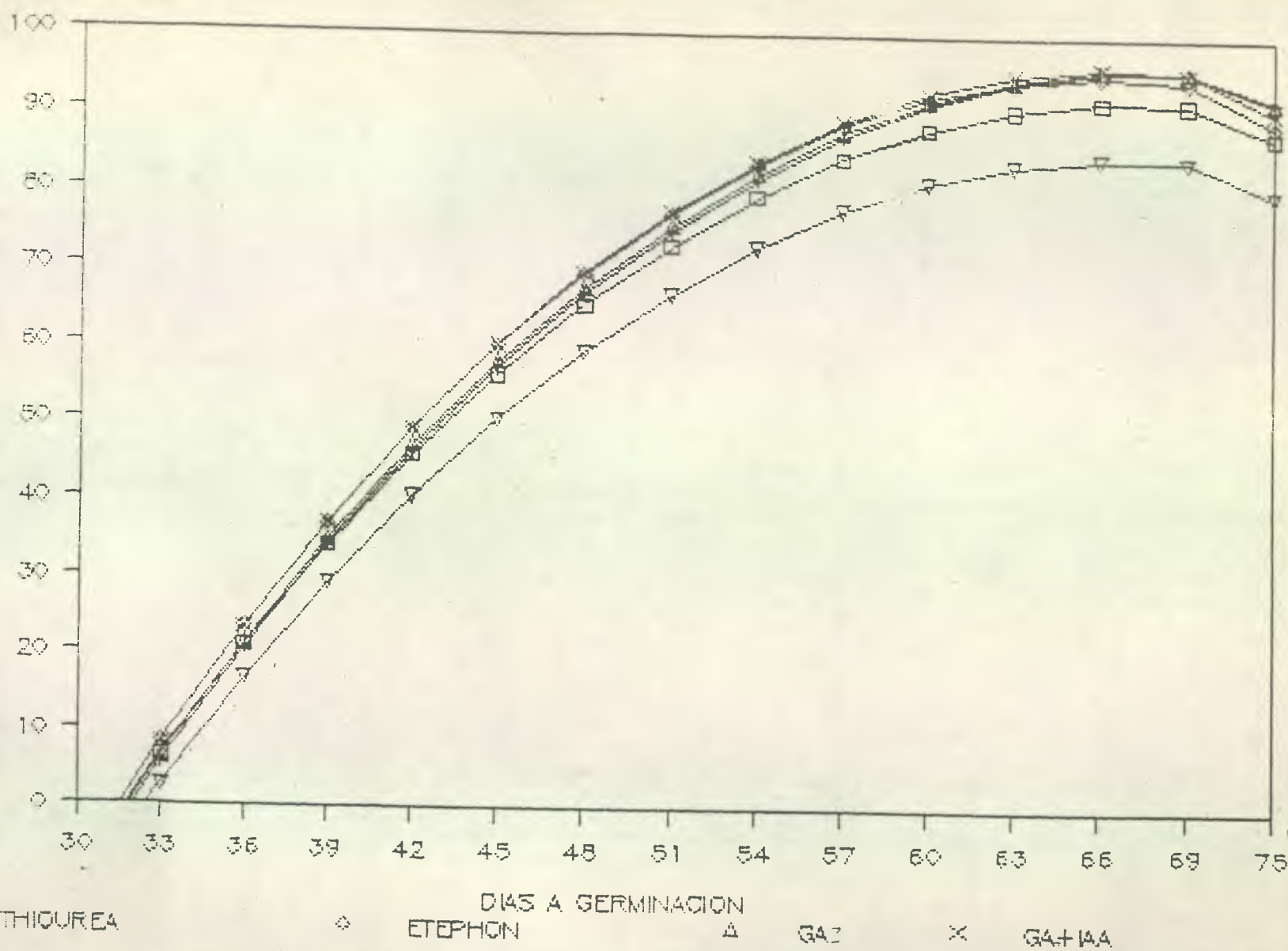


FIGURA 4. CURVAS DE RASTRO DE GERMINACION

En este análisis puede observarse, que existe diferencias significativas, entre los tratamientos evaluados; lo que significa que no todos los tratamientos presentaron el mismo porcentaje de germinación.

Se realizó el análisis de contrastes ortogonales y los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 10.

Cuadro 10 Análisis de Contrastes Ortogonales, para el porcentaje máximo de germinación de la semilla de café.

Contraste	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc.	Significancia
Con trat.vrs test.	605.000	605.000	73.38	0.0001
Inorg.vrs Organ.	16.805	16.805	2.04	0.1637
KNO vrs Thiourea	24.083	24.083	2.92	0.0978
Etephón vrs Mezclas	5.444	5.444	0.66	0.4228
Mezo.1 vrs Mezo.2	5.333	5.333	0.65	0.4276

En este análisis puede observarse, que existe diferencias significativas, en lo que respecta al porcentaje de germinación total obtenido, entre el testigo y los productos químicos evaluados; ya que el testigo presentó un porcentaje de germinación de 81.5%, mientras que en los tratamientos como el Acido Giberélico se alcanzó un 94.17% y el tratamiento con Thiourea con un 93%, resultando éstos como los que tuvieron un mayor porcentaje de germinación. Aunque los otros tratamientos: Acido Giberélico + Acido Indolacético, Etephón y Nitrato de Potasio presentaron un porcen-

taje de germinación de: 92.83, 92.33 y 90.17%, respectivamente, los que también resultaron significativamente diferentes al tratamiento testigo. Este aumento del porcentaje de germinación, que va de un 8.67 a un 12.67% en relación al testigo puede compensar el costo de los productos químicos utilizados; ya que dicho incremento al porcentaje de germinación significa que existe una menor pérdida de semilla, y a medida que aumenta la cantidad de semilla sembrada aumenta el número de plantas obtenidas, es decir, es una relación directamente proporcional y esto es beneficioso no sólo para los agricultores que hacen su propio almácigo, sino también para aquellas personas que se dedican a la producción de almácigo para su comercialización.

En la figura 5 se presentan los porcentajes máximos de germinación de la semilla de café obtenido a los 90 días después de la siembra.

## 7.2 Longitud de la parte aérea de la plántula de café:

Se presentan los resultados obtenidos, en lo que respecta a la longitud (en cms.) de la parte aérea de la plántula de café a los 90 días después de la siembra.

Los datos que se utilizaron para realizar los análisis correspondientes se presentan en el cuadro 17 "A" (Apéndice).



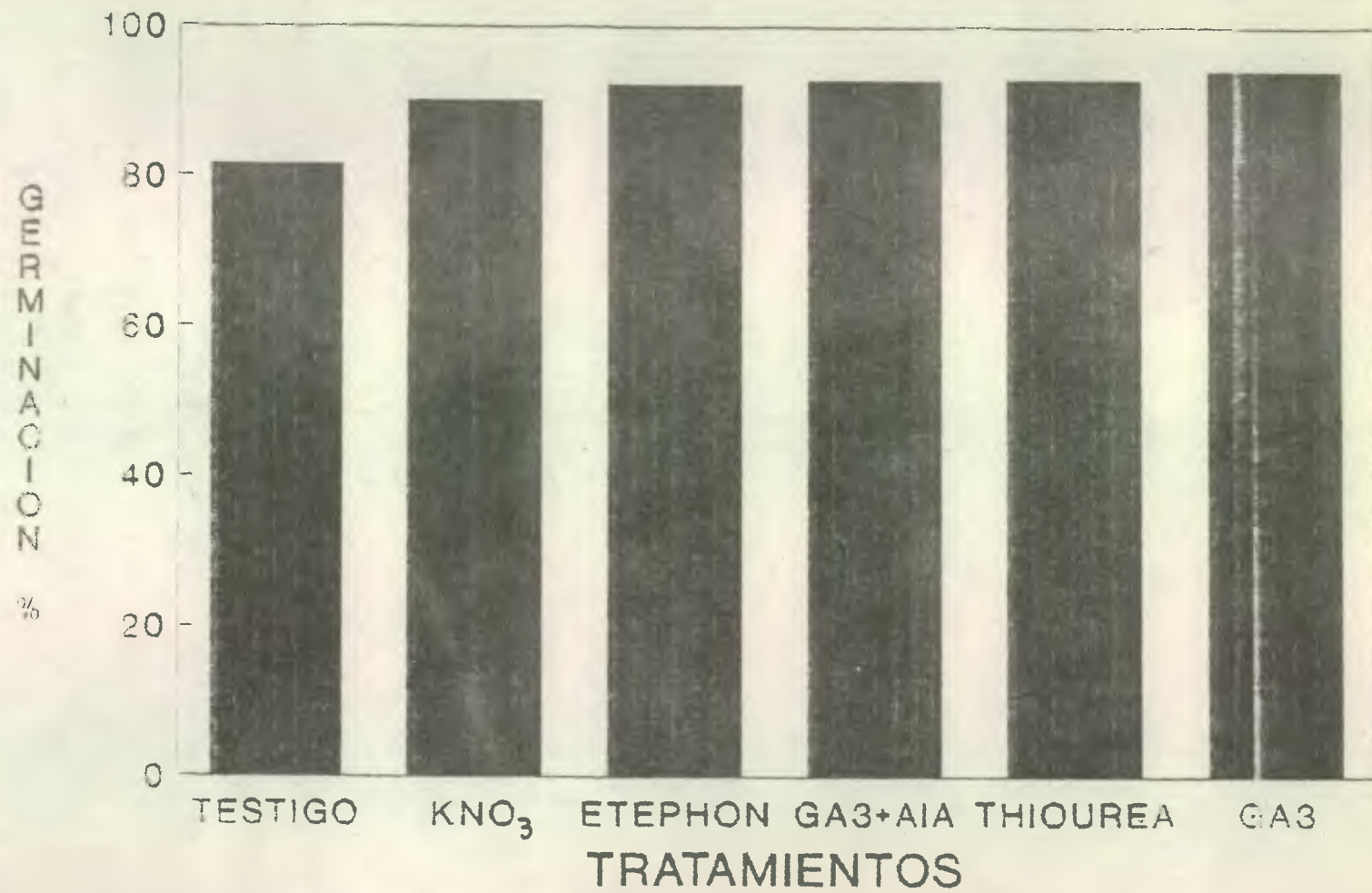


FIGURA 5. PORCENTAJE DE GERMINACION DE LA SEMILLA DE CAFE.

Cuadro 11 ANDEVA, para la longitud (en cms.) de la parte aérea de la plántula de café, a los noventa días después de la siembra.

F.V.	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc.
Tratamiento	5	3.18314	0.6366	0.943 NS
Error Experimental	30	20.25316	0.6751	2.85
Error de muestreo	324	76.7290	0.2368	
Total	359	100.1653		

NS: No significativo

C.V. = 21.39%

No existe diferencias significativas entre el largo de la parte aérea de la planta entre los tratamientos evaluados; a pesar de que cuando se utilizó alguno de los cinco productos químicos el proceso germinativo empezó 6 días antes que el testigo, éste no tuvo efecto significativo en el desarrollo de la parte aérea de la plántula, ya que las diferencias acá encontradas fueron insignificantes (3 mm. entre el valor máximo y mínimo presentado). Ver cuadro 13. Lo que significa que todos los tratamientos actuaron en igual forma; por lo tanto, se acepta la segunda hipótesis planteada.

### 7.3 Longitud de la raíz principal:

Se presentan los resultados obtenidos en el análisis de varianza para la longitud (en cms.) de la raíz principal de la plántula de café, a los 90 días después de la siembra.

Los datos que sirvieron de base para hacer este análisis se presentan en el cuadro 17 "A" (Apéndice).

En el cuadro 12, se presenta el análisis de varianza, para la longitud (en cms.) de la raíz principal del café, a los 90 días después de la siembra.

Cuadro 12 ANDEVA, para el largo (en cms.) de la raíz principal de la planta de café, a los 90 días después de la siembra.

F.V.	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc
Tratamiento	5	48.422	9.6844	0.887 NS
Error Experimental	30	327.294	10.9098	1.93
Error de Muestreo	324	1829.937	5.6479	
Tota	359	2205.653		

NS: No significativo

C.V. = 16.26%

No existió diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en lo que respecta a la longitud de la raíz principal de la plántula a los 90 días después de la siembra, a pesar de que el período germinativo inició 6 días antes cuando se utilizó alguno de los productos químicos en relación al testigo, ésto no influyó en el desarrollo del sistema radicular, el cual presentó diferencias insignificantes entre el valor máximo y mínimo obtenido (1.1 cms.). Ver cuadro 13. Por lo tanto, se acepta la segunda hipótesis planteada ya que todos los tratamientos actuaron en igual forma.



En el cuadro 13 se presenta un resumen, en el cual se incluyen los datos de las variables de respuesta estudiadas en los diferentes tratamientos.

CUADRO 13 Resumen de los datos de las variables de respuesta estudiadas.

Trat	Dias a la 1er.sem ger				Dias ult sem ger				Porcentaje germinacion				Longitud del tallo				Longitud de Raiz			
	Max.	Min.	X	STD	Max.	Min.	X	STD	Max.	Min.	X	STD	Max.	Min.	X	STD	Max.	Min.	X	STD
KNO3	33	30	31	1.41	75	63	67.5	3.77	94	84	90.17	3.20	4.4	2.3	3.38	0.51	17.4	4.8	11.99	2.59
Thiourea	33	30	31	1.41	75	63	69.0	3.46	96	90	93.00	2.16	4.2	2.2	3.00	0.43	17.7	6.2	11.63	2.63
Etephon	33	30	30	1.12	75	57	66.5	5.31	95	90	94.17	1.70	4.2	2.0	3.22	0.57	15.7	6.2	10.81	2.24
GA3	33	30	31	1.41	69	63	67.0	2.23	96	90	94.17	2.03	4.2	2.2	3.22	0.52	16.7	7.0	11.76	2.25
GA3+IIA	30	30	30	0.00	75	60	67.0	4.79	96	91	92.83	1.95	4.2	2.0	3.15	0.49	17.3	5.0	11.62	2.43
Testigo	36	36	36	0.00	60	60	60.0	0.00	89	78	81.50	3.86	4.8	2.0	3.25	0.55	18.0	5.5	11.42	2.50

## 8. CONCLUSIONES

- 8.1 Los cinco productos químicos utilizados como estimuladores de la germinación en la semilla de café (*Coffea arabica* L.); provocaron una disminución de 6 días para el inicio de éste proceso, así como aumentaron el período germinativo en 9 días, produciendo además un aumento del porcentaje máximo de germinación, que va de un 8.67% a un 12.67% más que el testigo (81.5% a 94.17%); por lo tanto se rechaza la primer hipótesis planteada.
- 8.2 Ninguno de los productos químicos evaluados presentó diferencias significativas, en lo que respecta a la longitud de la parte aérea y la longitud de la raíz principal, a los noventa días después de la siembra, de la plántula de café en comparación con el testigo, ni entre sí, por lo que se acepta la segunda hipótesis planteada para la presente investigación.

## 9. RECOMENDACIONES

- 9.1 Evaluar los productos químicos utilizados en este estudio, a diferentes dosis y/o a diferentes tiempos de inmersión de la semilla, para observar si puede reducirse más el número de días a inicio de germinación, manteniendo las características normales de la planta.
- 9.2 Al efectuar nuevas evaluaciones de estos productos, es necesario tener en cuenta el costo de los mismos, para observar si resulta rentable la aplicación de éstos en función de la respuesta obtenida por su utilización.
- 9.3 En aquellas zonas cafetaleras en donde existe problemas con nemátodos y es necesario realizar injertación hipocotiledonar, el uso de alguno de estos productos químicos podría ser la alternativa para evitar el tener que sembrar 7 días antes la variedad que se utilizará como patrón; ya que además se observó que el uso de estos productos químicos no tiene efectos negativos sobre el desarrollo del sistema radicular de la plántula.



## 10. BIBLIOGRAFIA

1. ARCILA, P.A. 1983. Efecto de la luz en la germinación de la semilla de café. In Informe anual de labores 1982-1983. Chinchiná, Colombia. Centro Internacional de Investigaciones de Café, Sección de Fitofisiología. p. 34.
2. ASOCIACION NACIONAL DEL CAFE (Gua.). 1990. Producción de café en quintales oro 1989. Boletín Estadístico (Gua) 1990: 85-98.
3. CARDENAS, M.H. 1973. Semillas y viveros. Siguatepeque, Honduras, s.e. p. 244.
4. CARVAJAL, J.F. 1984. Cafetos: cultivo y fertilización. 2 ed. Costa Rica, Instituto Nacional de la Potaza. p. 42-44.
5. CENTRO REGIONAL DE AYUDA TECNICA (Mex.). 1965. Reglas internacionales para el ensayo de semillas. 5 ed. México, D.F. 128 p.
6. COOK, E.F.; MARTIN, E.W. 1986. Farmacia práctica de Remington. Trad. por Carrera, O.G. México, D.F., Continental. p. 385.
7. DEDECAA, D.M. 1957. Anatomía e desenvolvimiento de Coffea arábica L. Var. Typica Craner. Brasil, Bragantia. p. 315-366.
8. FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA (Col.). 1971. Avance técnico no. 3. Colombia. p. 15.  
  
Citado por: TECNOLOGIA DEL cultivo del café. 1988. 2 ed. Caldas, Colombia. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 365 p.
9. ----- . 1988. Tecnología del cultivo del café. 2 ed. Caldas, Colombia, Centro Internacional de Investigaciones de Café. p. 61-67.
10. GOYAL, A.K.; BAIJAL, B.D. 1981. A note on gibberellic acid induced alpha-amilase activity during seeds germition in some rice (Oryza sativa) cultivars. Abstracts on Tropical Agriculture (EE.UU.) 7(6):113.
11. HARTMAN, T.; KESTLER, D.E. 1982. Propagación de plantas. Trad. por Ambrosio, A.M. 3 ed. México, D.F., Continental. p. 151-211.
12. HUXLEY, P.A. 1964. Some factors which can regulate germination and influence viability of coffee seeds. Proc. Int. Seeds. Test Ass. (EE.UU.) 29:33-57, p. 61-70.
13. KODAK (EE.UU.). 1981. Laboratory chemicals. Rochester, EE.UU. p. 236. (Cat. no. 51).
14. LABOURIAU, L.G. 1983. A germinacao das sementes. Brasil, OEA. p. 75. (Serie de Biología, Monografía no. 24).

15. MANUAL DE recomendaciones para el cultivo del café. 1989. Programa cooperativo ICAFE-MAG, Costa Rica. 6 ed. Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería. p. 34-39.
16. NAGAO, M.A.; KANEGAWA, K.; SAKAI, W.S. 1983. Accelerating palm seed germination of old seeds of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). Abstract on Tropical Agriculture (EE.UU.) 9 (2): 127.
17. PAQUETE TECNOLÓGICO para el cultivo del café. 1988. Venezuela, s.e. p. 34-39. (Serie de Paquetes Tecnológicos no.6).
18. QUINTERO, H.M. 1968. Determinación del poder germinativo de semillas de café, bajo diferentes pruebas. Tesis Ing. Agr. Manizales, Colombia, Universidad de Caldas, Facultad de Agronomía. 41 p.
19. VALENCIA, A.G. 1970. Tratamientos para acelerar la germinación de la semilla de café. Revista Cafetalera de Colombia (Col.) 19: 55-59.
20. VALIO, I.F. 1980. Inhibition of germination of coffee seeds by the endocarp. J. Seed. Teclán. 5:32-39.
21. VELASCO, J.R.; GUTIERREZ, J. 1974. Germination and inhibition in coffee. J. Sci. (Filipinas) 103:1-11.
22. WAREING, B.F. 1976. Modification of plants growth by hormones and other growth regulators. Outlook on Agriculture (EE.UU.) 9(2): 42-45.
23. WEAVER, R.J. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la Agricultura. Trad. por Contin, A. México, D.F., Trillas. 622 p.
24. WELLMAN, F.L.; TOOLE, V.K. 1960. Coffee seed germination as affected by species, diseases, temperature and chemicals. Abs. Proc Caribbean Sect. Amr. Soc. Hort. Sci (P.R.) 4:1-6.
25. WINDHOLZ, M. et al. 1976. THE MERCK index; and encyclopedia of chemicals and drugs. Rahway, EE.UU., Merck. p. 855-56, 1046.
26. WOTOWIEC, P. 1983. Tratamientos sencillos de semillas forestales en viveros de Guatemala. Guatemala, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. p. 10.
27. YUFERA, E.; DORRIEN, J.M. 1977. Química agrícola; plaguicidas y fitoreguladores. Madrid, España, Alhambra. p. 592-597.

66 Bo.  
*Pitruelle*



## II. - APPENDICES



Cuadro 14 "A" Datos del número de días necesario para iniciar la germinación, número de días para alcanzar el 50% de germinación y número de días necesario para las últimas semillas germinadas.

Tratamiento	Días a la primera semilla germinada	Días al 50% semilla germinada	Días a la última semilla germinada
C	33	42	75
E	30	45	69
A	30	45	66
E	30	45	66
D	30	45	69
D	33	45	63
C	30	45	66
B	30	45	69
E	30	45	63
F	36	48	60
C	30	42	57
E	30	42	69
A	33	45	63
C	30	42	69
A	30	42	66
F	36	45	60
F	36	48	60
A	30	42	75
B	30	42	63
B	30	45	75
F	36	48	60
B	33	45	69
D	30	42	69
E	30	42	75
D	30	42	69
D	30	45	66
F	36	45	60
B	30	45	69
C	30	45	66
B	33	45	69
E	30	42	69
D	33	42	66
A	30	48	69
C	30	45	66
F	36	45	60
A	33	45	66

CUADRO 15 "A" Datos del número promedio de semillas germinadas por tratamiento por lectura realizada.

-----

Días Después de la Siembra      Tratamiento      Número de Semillas Germinadas

-----

30	A	1.50
30	B	0.03
30	C	1.66
30	D	1.00
30	E	1.50
30	F	0.00
33	A	4.50
33	B	3.50
33	C	4.16
33	D	3.66
33	E	4.33
33	F	0.00
36	A	8.50
36	B	8.16
36	C	9.83
36	D	11.00
36	E	10.33
36	F	5.83
39	A	27.00
39	B	26.00
39	C	34.00
39	D	26.66
39	E	29.00
39	F	21.50
42	A	44.16
42	B	42.67
42	C	47.00
42	D	44.83
42	E	50.17
42	F	36.00
45	A	58.67
45	B	57.83
45	C	67.33
45	D	60.17
45	E	65.83
45	F	51.33
48	A	73.17
48	B	73.33
48	C	75.50
48	D	73.00
48	E	75.33
48	F	64.66
51	A	79.17
51	B	79.67
51	C	80.83
51	D	81.50

-----

## Continuación CUADRO 15 "A"

---

51	E	82.00
51	F	72.00
54	A	82.33
54	B	85.67
54	C	85.67
54	D	86.17
54	E	84.83
54	F	77.33
57	A	83.17
57	B	87.33
57	C	87.33
57	D	88.33
57	E	86.33
57	F	79.67
60	A	86.00
60	B	89.17
60	C	88.83
60	D	90.50
60	E	88.83
60	F	81.50
63	A	87.33
63	B	91.00
63	C	90.17
63	D	92.33
63	E	90.67
63	F	81.50
66	A	89.33
66	B	91.67
66	C	92.00
66	D	93.50
66	E	91.50
66	F	81.50
69	A	89.50
69	B	92.83
69	C	92.17
69	D	94.17
69	E	92.50
69	F	81.50
75	A	90.17
75	B	93.00
75	C	92.33
75	D	94.17
75	E	92.83
75	F	81.50

---



Cuadro 16 "A" Datos del porcentaje máximo de germinación de la semilla de café.

Tratamiento	Repetición						Media
	I	II	III	IV	V	VI	
A	88	92	92	91	94	84	90.17
B	94	91	90	96	95	92	93.00
C	90	94	92	95	92	91	92.33
D	94	90	94	95	96	96	94.17
E	91	92	91	95	92	96	92.83
F	78	89	78	79	82	83	81.50

Cuadro 17 "A" Datos de la longitud de la parte aérea y de la raíz principal de la plántula de café a los noventa días después de la siembra.

Trat	Muest	Long Tallo (cms)	Long Raíz (cms)	Trat	Muest	Long Tallo (cms)	Long Raíz (cms)
C	1	3.4	7.9	E	1	3.6	10.8
	2	3.5	13.2		2	3.0	13.6
	3	2.8	7.0		3	3.2	12.8
	4	2.9	13.5		4	3.5	10.9
	5	2.0	6.7		5	4.2	8.5
	6	2.0	8.2		6	4.0	13.2
	7	2.0	7.3		7	3.0	10.2
	8	2.9	10.8		8	3.0	8.5
	9	3.8	6.2		9	4.0	13.8
	10	4.0	10.4		10	3.7	9.6
A	1	3.8	8.2	F	1	3.4	10.9
	2	3.4	12.0		2	3.6	10.2
	3	3.4	9.7		3	2.2	8.8
	4	3.8	17.4		4	2.0	12.5
	5	3.3	8.1		5	3.0	12.2
	6	2.4	8.8		6	2.7	11.2
	7	3.0	4.8		7	4.0	7.8
	8	3.6	9.5		8	2.8	8.3
	9	3.9	13.8		9	3.5	11.6
	10	3.0	5.5		10	2.2	7.5
A	1	4.2	14.0	A	1	3.2	12.0
	2	4.4	11.9		2	3.3	11.9
	3	2.8	12.0		3	3.8	12.5
	4	4.0	11.5		4	3.8	12.6
	5	3.8	16.5		5	3.5	11.8
	6	3.5	16.6		6	4.0	12.0
	7	3.8	15.0		7	3.6	10.6
	8	3.5	13.6		8	3.4	10.3
	9	3.9	13.5		9	4.0	10.5
	10	3.3	8.0		10	3.5	11.5
A	1	2.8	11.0	B	1	3.0	12.6
	2	3.4	8.1		2	3.6	11.6
	3	2.4	13.0		3	3.4	12.8
	4	3.6	14.1		4	3.2	8.0
	5	4.1	12.2		5	2.8	14.0
	6	3.2	7.5		6	3.8	13.7
	7	3.4	11.7		7	3.4	12.0
	8	3.5	14.2		8	3.5	12.0
	9	4.0	11.4		9	2.4	7.5
	10	2.3	12.5		10	3.2	11.8

## Continuación CUADRO 17 "A"

C	1	2.6	7.3	F	1	3.6	14.4
	2	2.9	8.3		2	4.0	9.7
	3	2.3	7.2		3	3.5	11.0
	4	3.3	9.0		4	3.2	7.7
	5	3.2	7.6		5	3.8	7.9
	6	3.8	10.0		6	3.3	9.8
	7	3.0	9.4		7	3.4	11.7
	8	3.0	9.3		8	4.0	11.2
	9	3.3	11.2		9	3.8	9.0
	10	3.8	10.5		10	4.4	12.0
D	1	3.8	16.7	D	1	3.0	14.3
	2	3.5	10.2		2	2.9	15.0
	3	3.3	12.6		3	2.3	13.4
	4	3.5	7.5		4	3.0	9.6
	5	2.2	10.2		5	2.8	14.0
	6	3.3	11.0		6	3.3	10.0
	7	3.0	11.5		7	3.0	9.7
	8	2.7	7.9		8	2.7	15.1
	9	3.1	12.7		9	2.5	9.7
	10	3.4	10.5		10	2.5	14.0
A	1	3.8	10.4	C	1	3.5	10.0
	2	2.6	9.4		2	3.0	10.2
	3	2.8	10.5		3	2.8	13.5
	4	3.3	12.6		4	3.2	13.0
	5	3.6	8.5		5	3.8	10.5
	6	3.0	14.2		6	4.0	10.5
	7	2.7	15.0		7	2.2	11.0
	8	3.5	12.0		8	3.5	9.0
	9	3.6	13.2		9	4.2	13.5
	10	3.5	15.0		10	3.6	12.5
B	1	4.0	8.5	B	1	3.1	11.5
	2	3.5	15.5		2	2.8	15.0
	3	3.2	12.6		3	3.1	8.2
	4	3.0	12.0		4	3.4	10.6
	5	3.0	6.2		5	2.4	6.6
	6	2.2	7.2		6	2.5	13.4
	7	3.5	16.5		7	3.0	11.6
	8	3.0	8.5		8	3.4	15.0
	9	3.0	8.6		9	3.0	16.0
	10	4.0	12.0		10	3.2	15.0
F	1	3.4	11.5	D	1	4.0	14.2
	2	3.5	11.5		2	4.2	7.0
	3	4.8	14.0		3	3.6	11.0
	4	3.2	8.0		4	4.0	13.1
	5	3.0	13.6		5	3.2	13.2
	6	3.0	18.0		6	3.8	9.8
	7	3.5	12.0		7	3.4	9.0



## Continuación CUADRO 17 "A"

	8	3.4	5.5		8	3.0	9.1
	9	3.5	12.5		9	3.1	12.1
	10	3.2	14.2		10	2.8	14.1
E	1	3.0	13.0	F	1	2.2	6.5
	2	2.9	12.8		2	2.6	12.0
	3	3.0	10.5		3	2.8	14.0
	4	3.0	15.0		4	3.2	11.6
	5	2.6	11.5		5	3.0	15.0
	6	4.0	8.5		6	3.3	11.5
	7	3.7	10.5		7	3.5	10.2
	8	3.0	5.0		8	3.2	12.3
	9	2.2	7.9		9	2.0	9.0
	10	3.0	10.5		10	2.5	11.8
E	1	2.3	14.0	D	1	2.6	10.7
	2	2.0	12.5		2	3.2	9.1
	3	2.7	13.6		3	2.3	8.5
	4	3.1	13.0		4	3.5	10.7
	5	2.7	13.5		5	3.5	10.6
	6	2.9	10.5		6	2.4	9.3
	7	4.2	11.7		7	3.6	11.0
	8	2.9	11.3		8	2.5	13.7
	9	3.5	12.8		9	2.9	13.0
	10	2.7	13.8		10	3.2	10.1
C	1	3.9	9.1	D	1	3.4	13.5
	2	3.5	13.0		2	5.0	15.1
	3	3.8	11.6		3	3.8	12.5
	4	3.1	15.0		4	3.6	11.5
	5	3.1	8.5		5	3.5	13.0
	6	2.5	13.0		6	3.8	10.8
	7	3.1	12.0		7	3.7	11.0
	8	3.8	11.5		8	3.0	13.5
	9	2.7	10.9		9	3.5	13.0
	10	2.7	9.8		10	3.2	10.5
C	1	2.5	12.6	B	1	3.3	13.8
	2	3.7	12.0		2	2.6	12.0
	3	3.0	13.4		3	2.6	16.5
	4	2.2	12.3		4	2.9	11.0
	5	3.0	9.4		5	2.8	13.8
	6	2.5	11.4		6	2.7	12.7
	7	3.8	14.8		7	3.0	10.5
	8	2.8	10.0		8	3.0	7.9
	9	3.2	10.7		9	2.7	11.7
	10	3.3	11.4		10	3.4	12.6
E	1	2.8	12.5	F	1	3.4	15.5
	2	3.3	10.4		2	4.2	13.3
	3	3.0	6.5		3	3.7	11.8

## Continuación CUADRO 17 "A"

	4	2.7	6.8		4	3.4	9.1
	5	3.1	13.2		5	2.8	12.9
	6	2.7	15.3		6	4.0	10.5
	7	3.2	17.3		7	3.2	14.2
	8	2.5	13.2		8	3.3	12.5
	9	3.3	12.0		9	3.7	15.5
	10	3.3	9.3		10	2.7	11.2
F	1	3.4	16.0	E	1	2.7	16.1
	2	3.2	10.5		2	4.0	11.5
	3	3.2	10.2		3	2.8	9.5
	4	2.8	14.5		4	3.4	9.2
	5	2.8	6.6		5	3.4	10.7
	6	2.8	11.4		6	3.4	13.0
	7	3.6	12.5		7	3.0	10.9
	8	3.0	13.2		8	3.5	10.4
	9	3.7	11.5		9	3.8	13.2
	10	3.0	12.8		10	3.4	9.9
A	1	2.8	12.3	D	1	3.6	16.3
	2	3.2	16.3		2	2.7	11.9
	3	4.3	15.8		3	3.5	13.2
	4	2.8	13.2		4	3.5	14.0
	5	2.5	12.1		5	3.0	8.8
	6	3.5	14.4		6	3.0	9.0
	7	3.0	13.3		7	3.5	11.5
	8	2.8	13.8		8	2.5	12.6
	9	4.0	13.3		9	2.7	13.3
	10	2.3	12.3		10	3.2	16.0
B	1	2.4	11.6	B	1	2.7	10.7
	2	2.8	15.5		2	2.6	11.1
	3	3.2	11.3		3	3.6	11.6
	4	3.0	11.7		4	2.6	13.9
	5	3.5	10.4		5	3.0	12.8
	6	3.8	12.8		6	3.2	8.5
	7	2.5	9.6		7	3.7	17.7
	8	2.8	9.4		8	2.6	7.9
	9	2.8	12.8		9	3.0	9.6
	10	3.3	11.5		10	4.2	9.1
C	1	4.2	15.7	E	1	3.2	9.8
	2	3.8	9.6		2	4.2	11.8
	3	3.0	15.1		3	2.8	14.8
	4	4.1	12.2		4	2.7	15.0
	5	3.2	11.8		5	2.9	10.2
	6	3.4	9.0		6	3.7	9.5
	7	3.5	12.8		7	3.0	12.1
	8	3.5	11.0		8	2.5	9.8
	9	3.6	12.3		9	3.0	13.6
	10	3.8	12.3		10	3.2	16.0



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DEL EFECTO DE CINCO PRODUCTOS QUIMICOS,  
UTILIZADOS COMO ESTIMULADORES DE LA GERMINACION, EN LA SEMILLA DE CAFE  
(Coffea arábica L.)"

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: JORGE TULIO DIAZ HERRERA


CARNET NO: 8415400

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ingenieros Agrónomos Waldemar Nufio  
y Carlos Fernández.

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar  
que ha cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad  
de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.


  
Ing. Agr. Marino Barrientos  
ASESOR

  
Ing. Agr. César García  
ASESOR

  
Dr. Luis Mejía de León  
DIRECTOR DE IIA



IMP R I M A S E:

  
Ing. Agr. Efraim Medina Guerra  
DECANO



/sler