

"PROPAGACION VEGETATIVA DE JOJOBA (Simmondsia chimensis)  
(Link) schneider) EN AMBIENTE CONTROLADO"

TESIS

Sometida a la consideración de la  
Escuela de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

por

Josefina Romo Trujillo

Como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo.

Septiembre de 1981.

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

## RECONOCIMIENTO

Deseo expresar mi agradecimiento a Viveros Rosella por la ayuda prestada en la realización del presente trabajo, en especial a Marco Antonio Terán Rivera por su valiosa ayuda y dirección.

## INDICE

	Pág.
INTRODUCCION.....	1
LITERATURA REVISADA.....	4
MATERIAL Y METODOS.....	20
RESULTADOS.....	27
DISCUSION.....	66
RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	74
APENDICE.....	78
BIBLIOGRAFIA.....	84

## INDICE DE FIGURAS Y FOTOS

Pág.

- Figura 1. Efecto de los diferentes niveles de AIB, ANA, Vitamina B<sub>1</sub> y Cinetina, en el promedio y error del promedio de estacas de jojoba con callo. Repetición 1, a los 25, 32 y 39 días..... 28
- Figura 2. Efecto de las combinaciones de AIB 2000 ppm, con ANA, Vit. B<sub>1</sub> y Cinetina, en el promedio y error del promedio de estacas de jojoba con callo. Repetición 1, a los 25, 32 y 39 días..... 30
- Figura 3. Efecto de las combinaciones de AIB 4000 ppm, con ANA, Vit. B<sub>1</sub> y Cinetina, en el promedio y error del promedio de estacas de jojoba con callo. Repetición 1, a los 25, 32 y 39 días..... 32
- Figura 4. Efecto de las combinaciones de AIB 8000 ppm, con ANA, Vit. B<sub>1</sub> y Cinetina, en el promedio y error del promedio de estacas de jojoba con callo. Repetición 1, a los 25, 32 y 39 días..... 33
- Figura 5. Efecto de las combinaciones de ANA 1000, 2000 y 3000 ppm; Vitamina B<sub>1</sub> y Cinetina, en el promedio y error del promedio de estacas de jojoba con callo. Repetición 1, a los 25, 32 y 39 días..... 35
- Figura 6. Efecto de los diferentes tratamientos de Cinetina y Vit. B<sub>1</sub> en el promedio y error del promedio de estacas de jojoba con callo, Repetición 1, a los 25, 32 y 39 días..... 37
- Figura 7. Efecto de los diferentes niveles de AIB, ANA, Vitamina B<sub>1</sub> y Cinetina, en el promedio y error del promedio de estacas de jojoba con raíz. Repetición 1, a los 25, 32 y 39 días..... 38

Figura 8.	Efecto de las combinaciones de AIB 2000 ppm, y ANA Vit. B <sub>1</sub> y Cinetina, en el promedio y error del promedio de estacas de jojoba con raíz. Repetición 1, a los 25, 32 y 39 días.....	39
Figura 9.	Efecto de las combinaciones de AIB 4000 ppm y ANA, Vit. B <sub>1</sub> y Cinetina, en el promedio y error del promedio de estacas de jojoba con raíz. Repetición 1, a los 25, 32 y 39 días.....	40
Figura 10.	Efecto de las combinaciones de AIB 8000 ppm y ANA, Vit. B <sub>1</sub> y Cinetina, en el promedio y error del promedio de estacas de jojoba con raíz. Repetición 1, a los 25, 32 y 39 días.....	42
Figura 11.	Efecto de las combinaciones de ANA 1000, 2000 y 3000 ppm, Vit. B <sub>1</sub> y Cinetina, en el promedio y error del promedio de estacas de jojoba con raíz. Repetición 1, a los 25, 32 y 39 días.....	43
Figura 12.	Efecto de los diferentes tratamientos de Cinetina y Vit. B <sub>1</sub> , en el promedio y error del promedio de estacas de jojoba con raíz. Repetición 1, a los 25, 32 y 39 días.....	44
Figura 13.	Efecto de los diferentes niveles de AIB, ANA, Vit. B <sub>1</sub> y Cinetina en el promedio y error del promedio de estacas de jojoba con callo. Repetición 2, a los 25, 32 y 39 días.....	46
Figura 14.	Efecto de las combinaciones de AIB 2000 ppm con ANA, Vit. B <sub>1</sub> y Cinetina, en el promedio y error del promedio de estacas de jojoba con callo. Repetición 2, a los 25, 32 y 39 días.....	47
Figura 15.	Efecto de las combinaciones de AIB 4000 ppm, con ANA, Vit. B <sub>1</sub> y Cinetina, en el promedio y error del promedio de estacas de jojoba con callo. Repetición 2, a los 25, 32 y 39 días.....	49

Figura 16.	Efecto de las combinaciones de AIB 8000 ppm, con ANA, Vit. B <sub>1</sub> y Cinetina, en el promedio y error del promedio de estacas de jojoba con callo. Repetición 2, a los 25, 32 y 39 días.....	50
Figura 17.	Efecto de las combinaciones de ANA 1000, 2000 y 3000 ppm, Vitamina B <sub>1</sub> y Cinetina, en el promedio y error del promedio de estacas de jojoba con callo. Repetición 2, a los 25, 32 y 39 días.....	52
Figura 18.	Efecto de los diferentes tratamientos de Cinetina y Vit. B <sub>1</sub> en el promedio y error del promedio de estacas de jojoba con callo. Repetición 2, a los 25, 32 y 39 días.....	53
Figura 19.	Efecto de los diferentes niveles de AIB, ANA, Vit. B <sub>1</sub> y Cinetina, en el promedio y error del promedio de estacas de jojoba con raíz. Repetición 2, a los 25, 32 y 39 días.....	56
Figura 20.	Efecto de las combinaciones de AIB 2000 ppm, y ANA, Vit. B <sub>1</sub> y Cinetina, en el promedio y error del promedio de estacas de jojoba con raíz. Repetición 2, a los 25, 32 y 39 días.....	57
Figura 21.	Efecto de las combinaciones de AIB 4000 ppm y ANA, Vit. B <sub>1</sub> y Cinetina, en el promedio y error del promedio de estacas de jojoba con raíz. Repetición 2, a los 25, 32 y 39 días.....	58
Figura 22.	Efecto de las combinaciones de AIB 8000 ppm y ANA, Vit. B <sub>1</sub> y Cinetina, en el promedio y error del promedio de estacas de jojoba con raíz. Repetición 2, a los 25, 32 y 39 días.....	59
Figura 23.	Efecto de las combinaciones de ANA 1000, 2000 y 3000 ppm, Vit. B <sub>1</sub> y Cinetina, en el promedio y error del promedio de estacas de jojoba con raíz. Repetición 2, a los 25, 32 y 39 días.....	60

<b>Figura 24.</b> Efecto de los diferentes tratamientos de Cinetina y Vit. B <sub>1</sub> , en el promedio y error del promedio de estacas de jojoba con raíz. Repetición 2, a los 25, 32 y 39 días.....	61
<b>Foto 1.</b> Estacas de madera verde suave de jojoba sin tratar (testigo) y colocada bajo condiciones de neblina en invernadero.....	62
<b>Foto 2.</b> Estaca de madera verde suave de jojoba, tratada con Acido Indolbutírico y colocada bajo condiciones de neblina en invernadero.....	63
<b>Foto 3.</b> Estaca de madera verde suave de jojoba, tratada con Acido Indolbutírico, Acido Naftalenacético, Vitamina B <sub>1</sub> y Cinetina, colocada bajo condiciones de neblina en invernadero.....	64
<b>Foto 4.</b> Estaca de madera verde suave de jojoba, tratada con Acido Naftalenacético y Vitamina B <sub>1</sub> , colocada bajo condiciones de neblina en invernadero.....	65



## INTRODUCCION

La propagación asexual es una forma de reproducción de plantas a partir de porciones vegetativas y es posible porque en muchas de éstas, sus órganos tienen capacidad de regeneración.

En consecuencia, las plantas propagadas vegetativamente, reproducen toda la información de la planta progenitora y es por esto que las características específicas de una planta dada son perpetuadas, estableciéndose un clon. El proceso de reproducción asexual tiene importancia especial en Horticultura porque la composición genética de la mayoría de los cultivares y plantas ornamentales más valiosas, es altamente heterocigota y las características que distinguen a esos tipos se pierden al propagarlos por semilla. Además, la propagación vegetativa es indispensable en la reproducción de cultivares que no producen semillas viables.

Algunas plantas cultivadas a partir de semillas tienen un período juvenil largo y durante ese tiempo no sólo dejan de florecer y fructificar, sino que también pueden mostrar otras características morfológicas indeseables, que no se presentan cuando la propagación se hace con material vegetativo. Por otra parte, puede ser provechoso mantener indefinidamente ese estado juvenil para facili-

tar la propagación de estacas difíciles de enraizar.

El conocimiento de especies cuyas estacas enraizan con relativa facilidad y de otras que presentan dificultad para hacerlo, aunado a las investigaciones sobre las prácticas que promueven su enraizamiento, ha permitido relacionarlo con su contenido de auxinas y otras sustancias.

✓ El objeto de tratar estacas con reguladores de crecimiento, es aumentar el porcentaje de éstas que formen raíces, acelerar su iniciación y crecimiento, aumentar su número y la calidad e incrementar la uniformidad del enraizado. El uso de sustancias que promueve el enraizamiento no permite que se ignoren las buenas prácticas de la propagación por estacas, tales como el mantenimiento de las relaciones agua-planta, las condiciones de luz, humedad y temperaturas adecuadas (13).

La utilización de estacas como método de propagación de jojoba obedece a que este sistema se presenta como la única alternativa para establecer plantas de sexo conocido, además este método también permite el establecimiento de clones de material seleccionado por su alta productividad, el tipo de planta ideal y adaptación al área de influencia.

En el presente trabajo se formularon los siguientes

✓  
objetivos: a) Determinar las dosis óptimas del Acido Indolbutírico, Acido Naftalenacético, Vitamina B<sub>1</sub> y Cinetina. Así como la interacción de las diferentes combinaciones de estos productos en la promoción de callos y enraizamiento en estacas de madera verde suave de jojoba; b) encontrar la fecha óptima en que se produce la aparición de callos y el enraizamiento.

Se efectuó bajo condiciones de invernadero, con el material vegetativo obtenido de una plantación dedicada a la producción comercial de semilla. ✓

## LITERATURA REVISADA

✓ La jojoba, Simmondsia chinensis (Link) Schneider, es un arbusto que crece en forma silvestre en el noroeste de México y suroeste de Estados Unidos. Como el Desierto Sonorense es el habitat natural de la jojoba, se considera necesario delimitar esta región tomando en cuenta los únicos criterios válidos como aquellos de vegetación y flora.

El Desierto Sonorense, puede ser descrito geográficamente como la región adyacente a la porción norte del Golfo de California; siendo su área aproximada de 310,362 Km.<sup>2</sup> Está dividido en 126,256 Km.<sup>2</sup>. que corresponden a Sonora, 62,670 Km.<sup>2</sup>. a Baja California, mientras que en Estados Unidos cubre una superficie de 121,435 Km.<sup>2</sup>. Aunque una parte considerable del desierto se encuentra frente al Pacífico, su característica geográfica dominante es el Golfo de California. Con respecto a la elevación, en el Desierto Sonorense se encuentran alturas máximas de 915 m. sobre el nivel del mar, con excepción de la parte este de Arizona y el norte de Sonora donde las hay de 1,050 m. Las mínimas se encuentran en el área que cruza el Río Colorado, a una elevación de 150 m. y cerca del "Salton Sea" en Estados Unidos a 80 m. El clima del Desierto Sonorense es relativamente uniforme con diferencias regionales causadas por la elevación, latitud y configuración geográfica.

fica del área, siendo este de tipo continental.

La temperatura en el desierto Sonorense es más consistente que la precipitación, ya que las variaciones de año con año son muy pequeñas. El ciclo de temperatura es relativamente simple y predecible. Los períodos sin heladas pueden ser de 8 a 12 meses en diferentes partes del desierto. La duración de la temporada de fructificación se ve interrumpida por períodos carentes de lluvias las cuales reducen drásticamente toda actividad vegetativa (21).

Los meses de verano son relativamente calurosos con temperaturas superiores a los 38°C. Las de invierno varían de 0 a 24°C. En la parte norte del desierto ocurren heladas con frecuencia, pero en la sur son muy raras y las temperaturas varían de 25 a 32°C. La distribución de la precipitación en el Desierto Sonorense se encuentra entre los 13 y los 33 Cm. de precipitación promedio anual, la mayor parte de la jobjoba se encuentra en el área con precipitación de 13 Cm. al año. La vegetación del Desierto Sonorense se encuentra dominada por los siguientes elementos: en el estrato arbóreo o arbustivo alto, Olneya tesota Gray (palo fierro) y Fouquieria splendens Engelm (ocotillo), en el arbustivo bajo por cuatro especies que corresponden en orden de importancia a Larrea tridentata

Sesse & Moc. ex DC. (hediondilla), Simmondsia chinensis (Link) Schneider (jojoba), Lycium sp (salicieso) y Jatropha cuneata Wigg & Roll (sangrengado), mientras que en el estrato sub-arbustivo la especie dominante es Ambrosia dumosa (Gray) Payne (chamizo forrajero). Otras especies menos abundantes son Lophocereus schottii (Engelm), Britt & Rose (sinita), Cercidium microphyllum (Torr) Rose & Johnston (palo verde) y Encelia farinosa Gray ex Torr. (hierba del vaso) (25).

#### DESCRIPCION DE LA PLANTA

✓ La jojoba es un arbusto leñoso, con tallos múltiples que comunmente crece de 1.5 a 4.5 m. de altura. Las hojas son duras, coreáceas, de un color verde grisáceo, oblongas, opuestas y lanceoladas, de 2 a 4 Cm. de longitud (3).

Gibson (1938), estableció la naturaleza dioica de la jojoba, de tal manera que las inflorescencias estaminadas y pistiladas se encuentran en plantas separadas. Las flores femeninas son generalmente únicas, de color verde pálido, mientras que las masculinas son pequeñas, amarillas y se presentan en racimo. Ambos tipos no tienen pétalos y nacen en las axilas de las hojas. La polinización depende en su totalidad del viento (7).

Las semillas de jojoba se desarrollan en una cápsula, contienen un pequeño endospermo, con embrión y cotiledones encerrados en una testa dura y delgada, la que tiene varias estrías de células parenquimatosas de pigmentación café (8, 28).

El interés económico de este arbusto reside en su semilla que contiene el 50% de aceite, el cual tiene múltiples usos debido a su calidad de cera líquida (10).

El aceite de jojoba es un excelente lubricante para usarse en maquinaria de alta velocidad que opera a altas presiones y temperaturas. Por hidrogenación se convierte en cera sólida, que se utiliza en la elaboración de velas de luz brillante y sin humo y ceras para dar brillo a pisos, automóviles y muebles; también es fuente de alcoholes y ácidos de cadena larga que pueden utilizarse como materia intermedia en la elaboración de cosméticos, jabones, aceites para el pelo, surfactantes, emulsificantes, fibras, resinas, desinfectantes e inhibidores de la corrosión. Los esteres de cera hidrogenada de jojoba se pueden mezclar con polietileno y son casi idénticos cristalográficamente a los polímeros, de tal manera que pueden tener un uso comercial como plásticos. En medicina, el aceite se está empleando como agente antiespumante en la penicilina y como no es asimilable por el cuerpo humano

se utiliza en la alimentación humana como aderezo para en saladas, aceite para cocinar y en dietas intensivas. El bagazo de la semilla contiene 30% de proteínas que puede emplearse como complemento en la alimentación del ganado. Otro de los aspectos que han incrementado el interés por el aceite de jojoba es su parecido con el de esperma de ballena; sin embargo, posee algunas características venta josas sobre el aceite de ballena, ya que es resistente a la oxidación y no se rancia (4, 19).

Estudios efectuados llevan a la conclusión de que uno de los aspectos de mayor trascendencia, es el de la domesticación de la jojoba; sin embargo, la variabilidad de sus características es un obstáculo para su cultivo co mercial (1, 32).

✓ Hasta la fecha el método de propagación de jojoba por semilla en el vivero ha sido el más usado. Como todo material proveniente de semilla de cruzamiento libre, la variación fenotípica en estas plantas es muy grande (5). Las variaciones en la capacidad reproductiva de las plantas representa diferentes características de adaptación. La selección natural actúa para maximizar la adaptación individual. Es imposible para una semilla multiplicar el genotipo progenitor y al mismo tiempo ser una variante ge nética (12). ✓



Stebbins y Major (26) reportan que el número de cromosomas de Simmondsia es de  $2n = 100$ . Raven, Kybos y Hill (23), dan  $2n = 26$  (erróneamente reportado por Gentry como  $n = 26$  en 1973). La presencia de poliploides, pudie ra proporcionar un gran potencial de multiplicación en la agricultura (9).

Se han hecho importantes estudios respecto a los caracteres de variabilidad morfológica en la jojoba. Las variaciones en habitat, follaje, flores y frutos son casuales en las diferentes poblaciones en las cuales no hay subespecies reconocibles. Esto refleja la diversidad de habitats en los cuales la jojoba crece y su extensa distribución geográfica en el desierto de Sonora. La diversidad de características de la jojoba permite la posibilidad de la selección genética de la semilla o vegetativamente. Muchos autores han expresado la importancia de ésto en el desarrollo del potencial económico de la jojoba como un cultivo (8). Además, han discutido sobre el éxito del cultivo, su adaptación a un nuevo medio ambiente y las características de producción en plantas silvestres y en este aspecto se ha observado que ésta fluctúa año con año (3, 8).

Se ha mencionado la respuesta de la planta ante diversos tipos de riesgos, pero los datos más completos res

pecto a la producción son los recopilados por Coit en Vista California, cuyas plantas han sido utilizadas por Yermanos y Colaboradores en algunos estudios (2). En Israel se ha estado trabajando en el mejoramiento de las características morfológicas, uniformidad de las plantas y aumento en el rendimiento de híbridos. También la correlación entre rendimiento y las características de las hojas como indicadores de producción, pero no se han encontrado diferencias entre las plantas estudiadas (1).

✓ Debido a que la jojoba es una planta dioica, el sexo de las plantaciones es importante y por ahora los agricultores, deben esperar de 2 a 3 años a la floración para seleccionar las femeninas y plantarlas en la proporción óptima (22). Debido a esto resulta de especial importancia la revisión de Lloyd y Webb sobre las tendencias encontradas en especies dioicas en lo que respecta a caracteres sexuales secundarios, considerando que en perennes de ciclo de vida larga, existe un considerable número de evidencias en el sentido de que los machos exceden a las hembras en vigor, tasas de crecimiento, tamaño total y reproducción vegetativa. En algunas especies monocárpicas de ciclo de vida corto, las femeninas son de mayor tamaño que las masculinas. Existen pocas observaciones sobre crecimiento en etapas pre-reproductivas para ambos sexos, lo

cual se considera de interés teórico. Se ha sugerido por algunos autores que para varias perennes policárpicas, existe una mayor tasa de sobrevivencia en masculinas lo que ocasiona una desviación en la proporción de sexos, hacia la dominancia de éstas en la población; pero que sólo en algunos casos la sobrevivencia diferencial puede ser la causa de la predominancia de masculinas en tales poblaciones. En todas las especies dioicas existen proporciones dominadas por masculinas, de proporciones iguales y aún otros en que las femeninas predominan. Varios autores han mencionado que las femeninas utilizan más recursos hacia la reproducción sexual que las masculinas. Lloyd y Webb, consideran que sólo es posible expresar esta idea como una hipótesis de que el esfuerzo reproductivo en femeninas es mayor que en masculinas, debido a las pocas comparaciones cuantitativas que se han hecho entre ambos sexos (20).

Al tratar de explicar las diferencias en la proporción de sexos entre poblaciones de Arizona, California y Baja California, Gentry (8), menciona que no se conoce con certeza la causa, pero que parece ser debido a factores ambientales más que genéticos.

Debido a ésto, el único camino para establecer plantas de sexo conocido es la propagación vegetativa. Este

método también permite el establecimiento de clones de plantas seleccionadas por su calidad superior. Por esta razón, se ha generado gran interés en las posibilidades de su reproducción vegetativa, sin embargo; la importancia de productores de polen genéticamente superiores, aumenta los aspectos de la producción de semilla a lo que no se le ha dado importancia.

Hogan et al (1, 15), vieron la necesidad de uniformizar las plantas de jojoba para hacer plantaciones comerciales, por lo que iniciaron estudios tendientes a encontrar el método de propagación vegetativa más práctico y efectivo.

Weiland et al (30), experimentaron con la jojoba y otros arbustos leñosos del desierto. Thompson (27), reporta que la jojoba puede propagarse con relativa facilidad utilizando estacas de madera joven. Hogan (15), menciona que el más sencillo y usado de los métodos de propagación vegetativa es mediante el uso de estacas. Si se usa la temperatura, luz y concentraciones de reguladores de crecimiento adecuados se puede obtener el máximo enraizamiento de una especie.

El enraizamiento de estacas no es producto de la acción de un solo factor, sino que intervienen tanto los ambientales como los fisiológicos. En todos los tipos de

crecimiento de las plantas la luz es, desde luego de importancia primordial, ya que es la fuente de la fotosíntesis. En el enraizamiento de estacas con hojas, los productos de la fotosíntesis son importantes para la iniciación de raíces y el crecimiento de éstas. La intensidad y duración de la luz debe ser de magnitud suficiente para que se produzcan carbohidratos en exceso de los que se usen en la respiración. Las estacas de madera dura dura, sin hojas, dependen de los carbohidratos almacenados. Las estacas de madera dura de especies deciduas, que probablemente almacenan auxinas elaboradas con anterioridad, inician mejor su enraizamiento en la obscuridad (13).

En la cama para estacas, las temperaturas diurnas de 21 a 27°C., con nocturnas de alrededor de 15°C., son satisfactorias para hacer enraizar a la mayoría de las especies, aún cuando algunas enraizan mejor a temperaturas más bajas. Se debe evitar una temperatura del aire demasiado alta, debido a que tiende a estimular el desarrollo de las yemas antes de que se formen las raíces, ya que incrementa la pérdida de agua por las hojas (13).

Con la neblina intermitente las estacas de muchas especies pueden enraizar aún cuando haya una alta intensidad de luz. Estas aspersiones mantienen una alta humedad relativa alrededor de las hojas durante el período de en-

raizamiento, de esta manera se reduce la transpiración y la respiración, pero la fotosíntesis continúa, permitiendo la producción de carbohidratos necesarios para el desarrollo de las raíces (6).

La presencia de yemas en las estacas es definitiva para su buen enraizamiento, y así cuando no las tiene no forma raíces, aún cuando se trate con preparaciones ricas en auxinas. Esto indica que un factor distinto a la auxina, producido en las yemas, es necesario para la formación de las raíces. Hogan, trabajando con estacas de joba tomadas de la porción terminal del brote las cuales fueron tratadas con diferentes concentraciones de ácido indolbutírico y colocadas bajo condiciones de nebulización, reporta que la época de corte es importante para el enraizamiento, ya que las estacas cortadas a principios de julio, enraizaron mucho más rápido que las recolectadas en noviembre (15).

Cuando las estacas son del tipo de madera dura (tomadas en época de reposo), las de la porción basal presentan más alto porcentaje de enraizamiento que las tomadas de la parte terminal; en cambio, cuando las estacas son de madera suave tomadas de crecimientos nuevos y suculentos y enraizadas bajo condiciones de neblina, las de la porción terminal presentan los más altos porcentajes de

enraizamiento (14).

En trabajos realizados en estacas con follaje de madera semidura de un híbrido almendro-durazno, cortadas en una etapa intermedia entre el pleno crecimiento y el reposo, no encontraron diferencias significativas para enraizamiento, entre las estacas cortadas de la porción terminal del brote y las de la base. Es probable que en tallos leñosos de un año o más de edad, donde los carbohidratos se han acumulado en la base de las ramas y tal vez se han formado indicios de raíz, bajo la influencia de sustancias promotoras procedentes de yemas y hojas, el mejor material para estacas se encuentra en la porción basal de esas ramas. En cambio, en las ramas suculentas de plantas deciduas que se usan para estacas de madera suave, existe una situación fisiológica diferente por completo, en ellas no se encuentra preformada la raíz, ni hay almacenamiento de carbohidratos. El mejor enraizamiento de las puntas de las ramas pueden ser explicado por la posibilidad de que en la porción terminal de ellas se encuentre una mayor concentración de alguna sustancia endógena promotora del enraice que se origine en las secciones terminales. También, en las estacas terminales hay menos diferenciación y en consecuencia hay más células capaces de volverse meristemáticas (13).

Hartmann y Kester (13), mencionan que para la formación de raíces adventicias en las estacas, es evidente que ciertos niveles de substancias naturales vegetales de crecimiento son más favorables que otras. Hay varios grupos de tales substancias, entre ellas las auxinas, que son consideradas las de mayor interés en relación a la formación de raíces. Las auxinas son hormonas del crecimiento, sintetizadas principalmente en las yemas apicales y en las hojas jóvenes de las plantas. En forma natural presentan un movimiento dentro de la planta del ápice a la base morfológica. El ácido indolbutírico, es un regulador del crecimiento o auxina sintética que se utiliza para estimular el enraizamiento en estacas. Es muy persistente y de poca translación. El ácido naftalenácetico, es una auxina sintética utilizada con frecuencia junto con el anterior en la formación de raíces. Este compuesto es más tóxico que el ácido indolbutírico y deben evitarse las concentraciones excesivas por el peligro de provocar daños a la planta. La Cinetina, es la primer citocinina descubierta y es una substancia sintética o natural que provoca la división celular y además interactúa con las auxinas para dar o mostrar expresiones diferentes de crecimiento. Cuando la cantidad de cinetina es baja en proporción con las auxinas, se produce un desarrollo en las



raíces, pero cuando es elevada, afecta tanto las yemas como los brotes. Cuando la relación es intermedia, se producen tejidos de callos no diferenciados. Las citocininas provocan también la elongación de algunas hojas y segmentos de tallos etiolados. Estas respuestas se deben en gran parte a la expansión celular. Otro efecto de las citocininas es retrasar la senescencia de los tejidos vegetales (29).

La Vitamina B<sub>1</sub>, es necesaria para el crecimiento en medios estériles de raíces separadas de muchas especies y para el crecimiento en raíces normales. La mayoría de las plantas ya tienen almacenada una amplia provisión en las estacas o pueden ser manufacturadas por las hojas (13).

Se ha observado que en estacas de especies de difícil enraizamiento, la respuesta a la aplicación de auxinas no es muy clara. En trabajos realizados con especies de fácil y difícil enraizamiento, se ha concluido que en las hojas de las estacas de fácil enraizamiento existe otro factor o complejo que lo promueve además de las auxinas. Anteriormente se había postulado la presencia de factores específicos diferentes a la auxina que probablemente se elaboran en las hojas y que actuaban como cofactores del enraizamiento. Trabajos con estacas de pera "Old Home" y "Bartlett" de fácil y difícil enraizamiento

respectivamente, en la primera obtuvieron una sustancia cuya caracterización fue la de una estructura compleja de peso molecular elevado y posiblemente un producto de condensación entre la auxina aplicada y una sustancia fenólica producida por las yemas (24).


Se ha encontrado también que estacas con hojas bajo nebulización enraizan mejor que las que están desprovistas de ellas. Se ha postulado que ciertas sustancias producidas en las hojas favorecen el enraizamiento. En trabajos llevados a cabo con estacas de madera semidura, de algunos híbridos Prunus fruticosa y P. avium bajo neblina intermitente y sumergiendo las estacas en una solución de 1000 ppm de ácido indolbutírico se encontró que aumenta la formación de raíces en las estacas en un 80% (17).

Asimismo se reporta que en Ixora spp, las estacas terminales enraizaron mejor que las intermedias o las estacas de madera semidura. Cuando el ácido naftalenácetico o el ácido indolbutírico fueron usados solos (2500 y 5000 ppm) se obtuvo un pequeño incremento en el enraizamiento, pero cuando estos materiales fueron usados en combinación, resultaron en una significativa promoción de raíces (31).

El enraizamiento de estacas de 4 clones de pino mugo (Pinus mugo var. Mughus zeneri), tuvo un promedio de 75% cuando fueron colectadas en junio y sumergidas en una so-

lución de 0.6% de AIB mas 0.5% de benomyl en 95% de alcohol etílico. Las estacas recolectadas en marzo y junio enraizaron mejor que las de septiembre y diciembre (18).

En relación al tipo de substancia a utilizar y su concentración óptima para el enraizamiento de estacas de una especie determinada, es necesario realizar pruebas em píricas. Se ha observado que la aplicación de auxinas en altas concentraciones, puede inhibir el desarrollo de las yemas vegetativas hasta el punto en que no hay desarrollo de nuevos brotes aún cuando la formación de raíces es ade cuada (13).



## MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo bajo condiciones de ambiente controlado, en invernaderos, los cuales se encuentran ubicados en el Km. 67 de la carretera a Bahía Kino, en la Costa de Hermosillo, Sonora. Se utilizaron estacas de jojoba de plantas femeninas, seleccionadas por su tipo esférico y erecto, crecimiento vigoroso y buena floración, las cuales se obtuvieron de una plantación de 3 años, establecida en un campo agrícola de la localidad, siendo consideradas importantes como material para propagación.

El experimento se inició el 25 de septiembre de 1979, estando las plantas en etapa de floración. El material vegetativo se cortó por la mañana del mismo día, colocándose en bolsas de plástico cerradas cuidadosamente para trasladarse posteriormente a los invernaderos donde se colocaron bajo condiciones de neblina, empleándose dos horas para efectuar la recolección de estacas y colocarlas en ambiente controlado. El material para enraizamiento se tomó de la porción terminal del brote, obteniéndose una estaca de cada uno, las cuales tenían de 3 a 4 nudos, con una longitud media de 10 Cm. y un diámetro de 2 mm. Se cortaron las hojas basales dejándose las demás. A las estacas no se les hizo ningún corte en la parte superior

y el inferior fue horizontal y debajo del nudo.

Las sustancias químicas utilizadas en los tratamientos fueron: Acido Indolbutírico (Acido Indol-3-butírico), y los niveles utilizados fueron 0, 2000, 4000 y 8000 ppm. Acido naftalenacético (Acido Alfa-naftalenacético) a 0, 1000, 2000 y 3000 ppm. ✓

Vitamina B<sub>1</sub> (Cloruro de Tiamina) a 0, 1000 y 2000 ppm

Cinetina (6-furfurilamino purina) a 0, 100 y 200 ppm

Se utilizaron soluciones concentradas, haciéndose las aplicaciones mediante una inmersión rápida (5 seg.), en la base de las estacas. Inmediatamente después, se colocaron en charolas de plástico de 52 X 26 X 6.5 Cm., teniendo cada una 96 conos con una dimensión de 4 X 3 X 5.5 Cm. cada uno, perforados éstos en su base al igual que las charolas. El medio para enraizar fue arena previamente esterilizada.

Las estacas se colocaron en las charolas, de tal forma que sólo una tercera parte de su longitud quedó en el medio de enraizamiento y las dos terceras partes en la superficie.

#### METODOLOGIA

El diseño experimental fue un arreglo factorial de 4 X 4 X 3 X 3 en bloques al azar con dos repeticiones.

Cada uno de los bloques tenía ciento cuarenta y cuatro tratamientos utilizando para cada uno doce estacas como unidad experimental. Las variables que se midieron fueron: tiempo, encallado y enraizado. El objetivo de los niveles fue encontrar los productos y las dosis óptimas para obtener el máximo encallado y enraizamiento y el efecto que pudiera tener en las fechas en que éstos se presentan.

Los tratamientos para las estacas fueron todas las combinaciones posibles de los cuatro productos probados.

Se tomaron los siguientes datos: A) Formación de callo. Número de estacas con callo: B) Formación de raíz. Número de estacas con raíz.

Estas observaciones fueron realizadas a los 25, 32 y 39 días.

El Análisis Estadístico consistió en: Una vez agrupados los datos en las diferentes fechas, por dosis; se obtuvo el promedio ( $\bar{X}$ ) de cada tratamiento; la desviación estandar ( $\sigma$ ) y el error del promedio ( $\sigma \bar{X}$ ). Posteriormente se graficó cada uno de los tratamientos en las tres fechas para observar los efectos de los tratamientos. Una vez graficado el promedio y el error del promedio se aplicó la prueba de la T de Student a nivel de significancia de 0.05 y 0.01, para ver si algún valor fue significancia

tivo tanto para valores dependientes como independientes.

Los resultados se presentan en las gráficas en forma de histogramas, representando también los efectos significativos y altamente significativos.

✓ El invernadero es un almacén de metal y madera cubierta de plástico de 30 m. de largo por 9.6 m. de ancho. Tiene para el movimiento y enfriamiento del aire un sistema que proporciona un control satisfactorio de temperatura y humedad. Este sistema está formado por una pila que mide 2.5 m. de largo por 1.8 de ancho, la cual se encuentra en uno de los extremos del invernadero. Este extremo tiene una pared de 7.9 m. formada de paja y alambre, por donde entra el aire el cual es impulsado por dos abanicos que se encuentran en el otro extremo y hacen circular el aire interior, La paja es mojada por una bomba centrífuga la cual está regulada por un control automático o manual operado con el controlador central y el humidificador. Durante el invierno se usan calentadores de gas, los cuales disponen también de controles automáticos operados termostáticamente, según las fluctuaciones de temperatura.

Se colocaron las charolas sobre una mesa de madera de 28.20 X 0.7 X 0.6 m. acondicionada de tal manera que facilita el drenaje. Dándose después del último riego

del día una aplicación al follaje con Agrimicin (Sulfato de estreptomicina) y Benlate (metil-1(butilcarbamoil)-2-benzimidazol carbamato). - *Hasta aquí a todo*

El sistema de riego por neblina consta de una pila de almacenamiento de agua, la cual es extraída de la misma por un motor de 5 C.F. que la somete a altas presiones en un tanque presurizador dotado de un manómetro con válvula automática el cual enciende el motor a 7.150 Kg./Cm<sup>2</sup>. y apaga a 10.720 Kg./Cm<sup>2</sup>. y que por efectos de fricción esta presión se reduce al llegar a 5.360 Kg./Cm<sup>2</sup>. El sistema funciona como nebulizador, controlado por relojes para el arranque automático con un reloj de una hora y otro de 24 horas; éste pone a funcionar el sistema y lo apaga a una hora determinada. Y el primero enciende el motor entrando el riego a los intervalos deseados, durante el riego desde 2.5 seg. o según sea necesario. Esta válvula abre y corta el flujo de una tubería de 19 mm. sobre la cual están colocadas las boquillas de 1.6 mm. con dispersor y a un espaciamiento de 75 Cm. entre boquillas, con un gasto de 0.04 litros/seg. Esta línea consta de 36 boquillas dando un gasto total de 1.44 litros/seg. Regándose de tal manera que se mantuviera mojado el follaje y húmeda la arena.

Los riegos al inicio de la plantación se programaron



a intervalos de 15 minutos durante el día, la duración de cada riego fue de 5 seg. Los primeros cuatro días se dieron riegos de noche.

Una semana después el riego se programó cada 30 minutos; cambiándose a cada 20 de acuerdo con las necesidades debido a altas temperaturas. De las dos semanas en adelante el riego se programó cada hora dejándose este intervalo hasta la fecha en que se hicieron las evaluaciones, se plantaron las estacas enraizadas en bolsas de polietileno conteniendo suelo esterilizado a base de musgo "Peat moss" y perlita en la proporción de 3:1. Las macetas se regaron durante las primeras dos semanas con agua, dándose posteriormente los riegos con una solución nutritiva completa. Las macetas se dejaron por espacio de cuatro semanas dentro del invernadero, de donde se trasladaron a una sombra con 50% de luz, quitándose ésta a las dos semanas.

Dentro del invernadero hay un termómetro de máximas y mínimas para observar las temperaturas y un hidrómetro donde se tomaron los porcentos de humedad.

Se observó durante el tiempo que duró el experimento una temperatura máxima de 35°C. y una mínima de 17°C.

Con respecto a la intensidad de la luz la mínima fue de 2500 lumens y la máxima de 3500 lumens.

Durante la noche se tuvieron dos horas de luz con una intensidad de 30 lumens.

En cuanto a problemas observados durante el tiempo que duró el experimento fueron principalmente hongos secundarios en las hojas, los cuales se presentaron al cuarto día de establecida la plantación, habiéndose dado una aplicación con Benlate y Captan Cis-N- [(triclorometil) tio]-4-ciclohexano-1,2-dicarboximida, la cual se repitió al tercer día. Se presentaron también pudriciones en la base de algunas estacas, las cuales se debieron al exceso de agua en la arena, observándose también esto en algunas estacas en etapa de callo. Exceptuando estos problemas el material vegetativo se encontraba en buenas condiciones, no presentándose abscisión de las hojas, ni amarillamientos.

Las estacas que no enraizaron se dejaron para observar algún efecto posterior, encontrándose que a los 95 días muchas de ellas presentaban callos y raíces.

## RESULTADOS

Los resultados se exponen en base a la formación de callo y el enraizamiento de las estacas. La evaluación de los efectos de los tratamientos, sobre la formación de callo se consideró importante por ser una fase intermedia hacia el enraizamiento. La cuantificación de los efectos se realizó en base al número de estacas con callo y con raíz.

En relación a la formación de callo el análisis estadístico detectó diferencias significativas para algunos tratamientos.

En la Figura 1, están expresados los promedios ( $\bar{X}$ ) y el error del promedio ( $\sigma \bar{X}$ ) en forma de histograma de los niveles de cada substancia a los 25, 32 y 39 días después de la plantación.

Con respecto a la formación de callo a los 25 días, el ácido indolbutírico en dosis de 2000 y 4000 y 8000 ppm produjo un efecto inductivo sobre su aparición, siendo significativo a 4000 y 8000 ppm con una  $p < 0.05$  con respecto al testigo, que tuvo cero número de callos. El ácido naftalenacético también tuvo cierto efecto pero éste no fue significativo, mientras que la vitamina B<sub>1</sub> y la cinaetina no lo tuvieron.

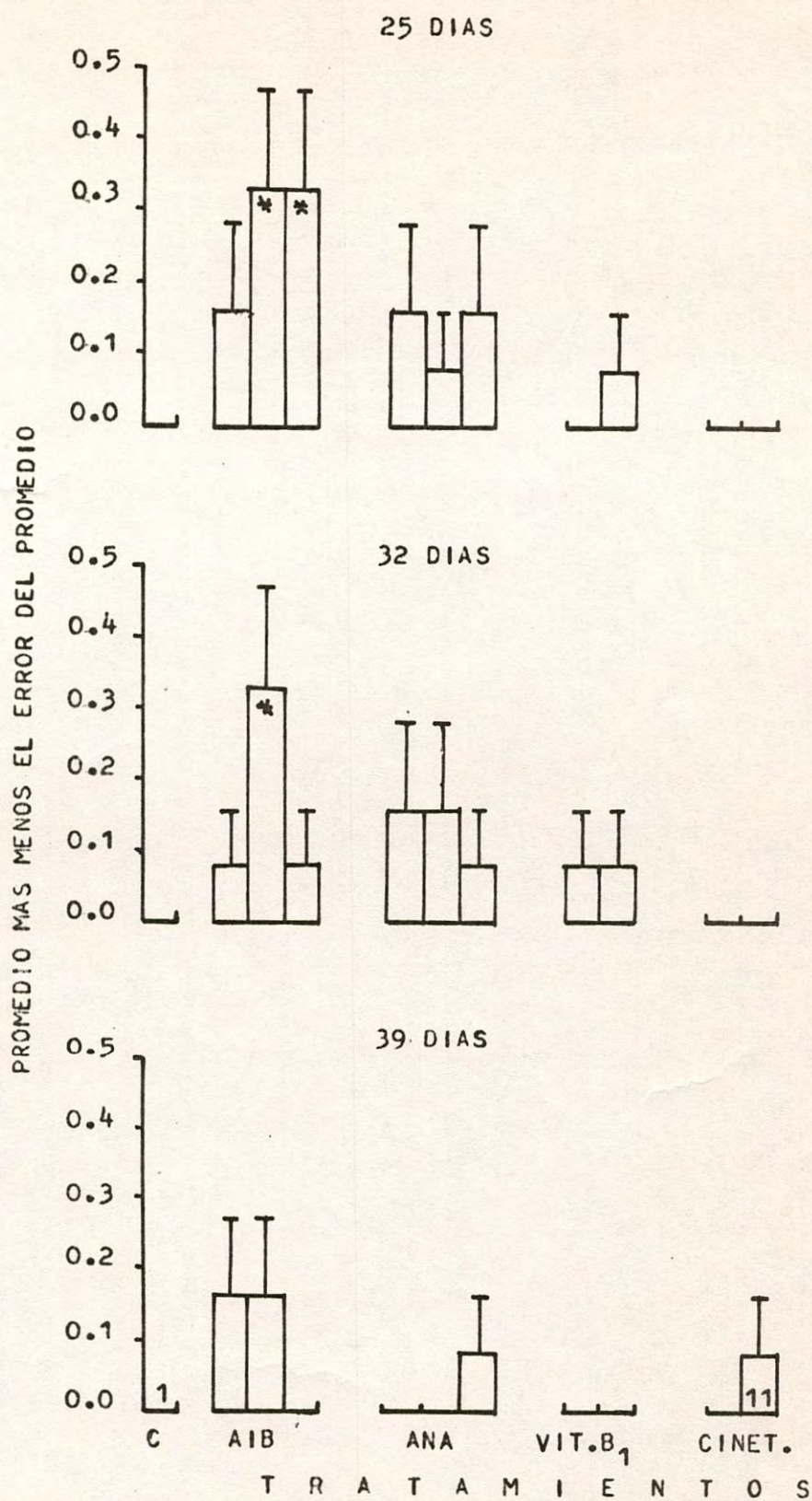


FIGURA 1.- EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE AIB, ANA, VITAMINA B<sub>1</sub> Y CINETINA, EN EL PROMEDIO Y ERROR DEL PROMEDIO DE ESTACAS DE JOJOBA CON CALLO.- REPETICIÓN 1, A LOS 25, 32 Y 39 DÍAS.

Sobre el efecto a los 32 días, se observa que el ácido indolbutírico, ácido naftalenacético y vitamina B<sub>1</sub> lo muestran sobre la formación de callo, sin embargo el AIB a una dosis de 4000 ppm muestra un efecto significativo con una  $p < 0.05$ . Mientras que la cinetina no tuvo ninguno como sucedió a los 25 días.

A los 39 días, el AIB con una dosis de 2000 y 4000 ppm siguen mostrando un efecto, mientras que el ANA, Vitamina B<sub>1</sub> y Vinetina no muestran ninguno a esta fecha; el AIB no tiene ningún efecto significativo, por lo que se concluye que el AIB y ANA tienen un efecto inductivo sobre la aparición de callos en las estacas.

El AIB a una dosis de 4000 y 8000 ppm muestra un efecto significativo con una  $p < 0.05$  a los 25 días y a los 32 días sólo con una dosis de 4000 ppm, mientras que los demás no lo tienen.

En el caso de la interacción de AIB-2000 ppm con el ácido naftalenacético, vitamina B<sub>1</sub> y Cinetina la cual se muestra en la Figura 2, se encontró que el tratamiento No. 21 fue el único que tuvo un efecto significativo con una  $p < 0.05$  a los 25 días. Mientras que a los 32 días el tratamiento No. 31 mostró un efecto también significativo sobre la formación de callos. A los 39 días no hay ningún efecto significativo, por lo que la influencia del

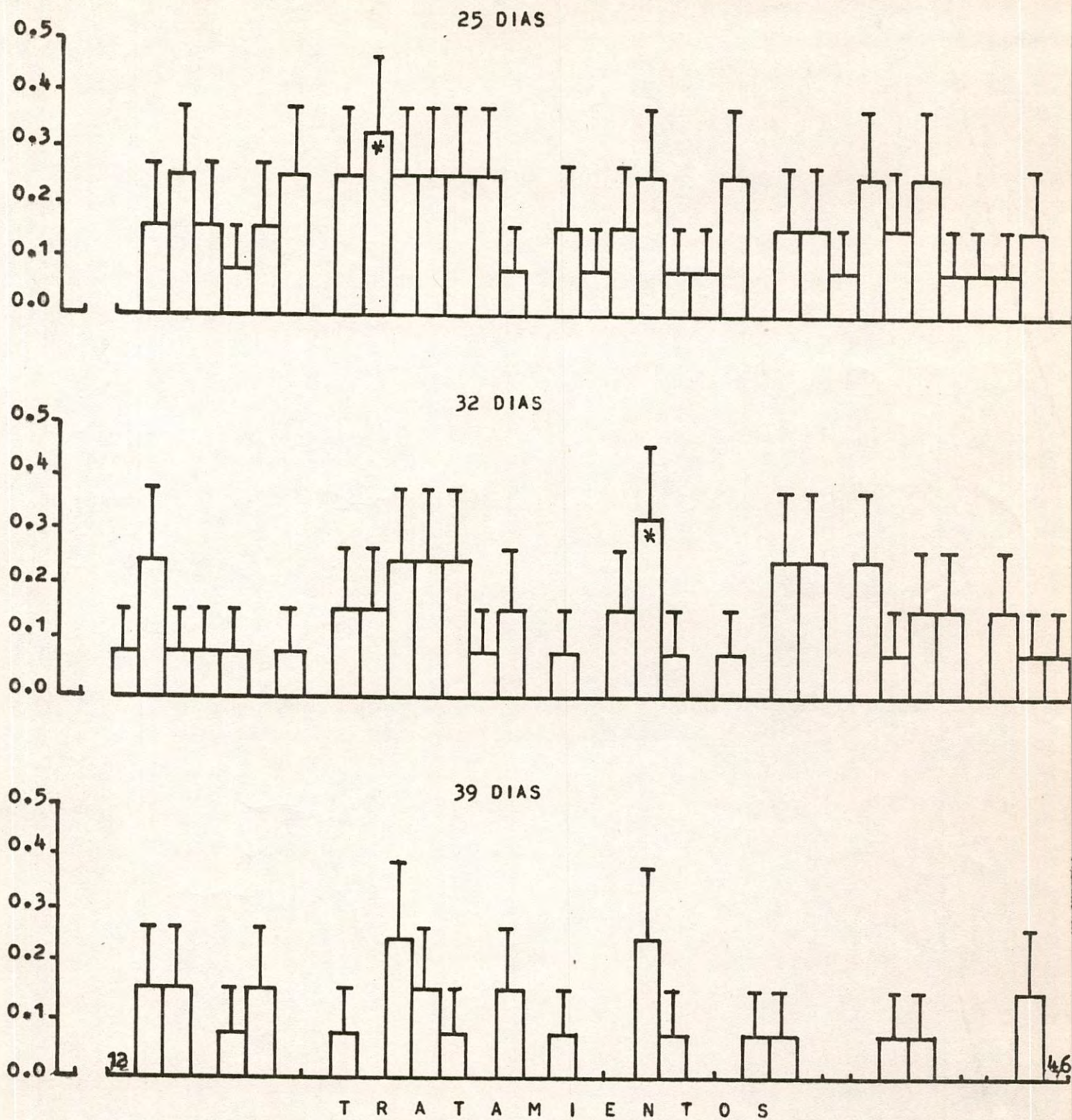


FIGURA 2.- EFECTO DE LAS COMBINACIONES DE AIB - 2000 PPM, CON ANA, VIT. B<sub>1</sub> Y CINETINA, EN EL PROMEDIO Y ERROR DEL PROMEDIO DE ESTACAS DE JOJOBA CON CALLO. REPETICIÓN 1, A LOS 25, 32 Y 39 DÍAS.

AIB más las otras sustancias se obtiene a los 25 y 32 días.

En relación a la combinación de 4000 ppm de AIB y las demás sustancias, la cual se muestra en la Figura 3, se observó que a los 25 días los tratamientos siguientes tuvieron un efecto significativo con una  $P < 0.05$ : 61, 64 y 79, sin embargo los tratamientos: 48, 63 y 67, tuvieron un efecto altamente significativo con una  $p < 0.01$ .

A los 32 días, los tratamientos: 66 y 67 produjeron un efecto significativo con una  $p < 0.05$  a esta fecha sobre la formación de callos, por lo que se concluye que el AIB-4000 ppm y las demás combinaciones fueron más efectivas a los 25 días que a los 32 y 39 días.

En la Figura 4, se muestra el efecto del AIB en dosis de 8000 ppm y las demás combinaciones donde se observó que los tratamientos a los 25 días produjeron un efecto inductor que fue significativo con una  $p < 0.05$ ; los tratamientos fueron los siguientes: 92, 96, 101, 106 y 113. Sin embargo los tratamientos: 98, 110, 114, 115 y 116, tuvieron un efecto mucho mejor sobre la formación de callos que fue significativa con una  $p < 0.01$ .

A los 32 días, los tratamientos 100 y 101, produjeron un efecto inductivo para la formación de callos que fue significativo con una  $p < 0.05$ ; pero el tratamiento

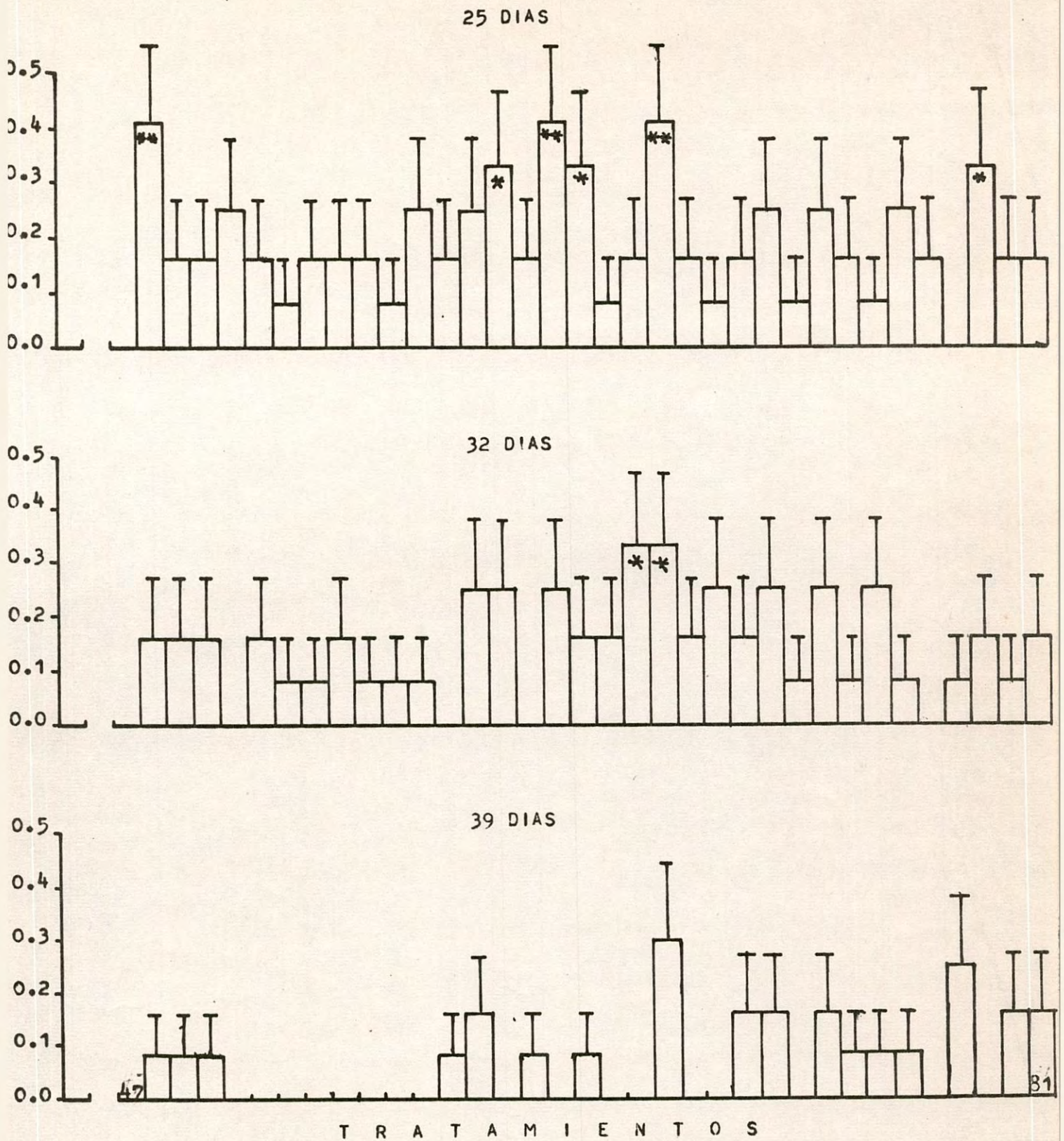


FIGURA 3.- EFECTO DE LAS COMBINACIONES DE AIB - 4000 PPM, CON ANA, VIT. B<sub>1</sub> Y CINETINA, EN EL PROMEDIO Y ERROR DEL PROMEDIO DE ETACAS DE JOJOBA CON CALLO. REPETICIÓN 1, A LOS 25, 32 Y 39 DÍAS.



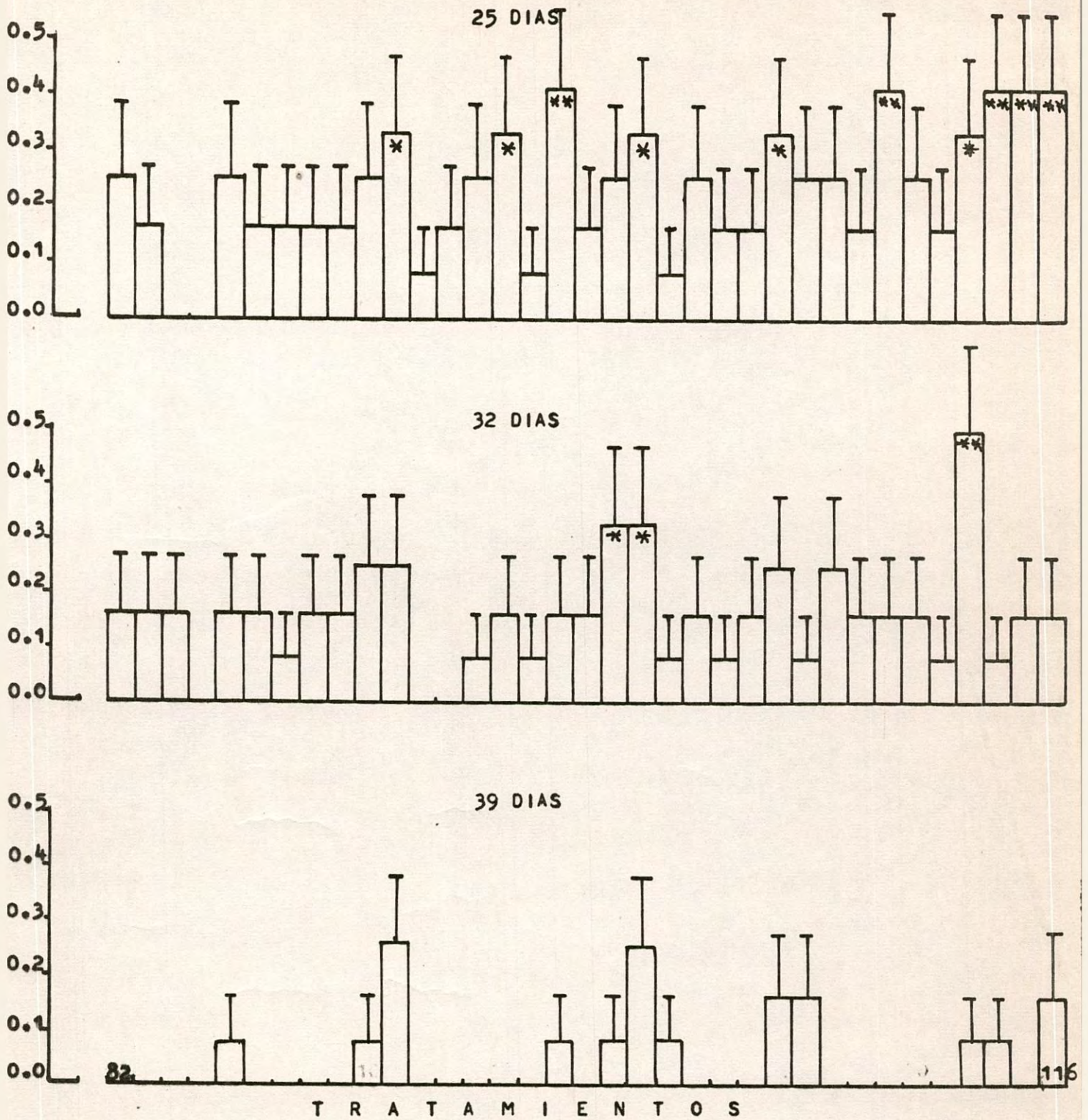


FIGURA 4.- EFECTO DE LAS COMBINACIONES DE AIB - 8000 PPM, CON ANA, VIT. B<sub>1</sub> Y CINETINA, EN EL PROMEDIO Y ERROR DEL PROMEDIO DE ESTACAS DE JOJOBA CON CALLO. REPETICIÓN 1, A LOS 25, 32 Y 39 DÍAS.

113 tuvo un efecto altamente significativo con una  $p < 0.01$ .

Sobre el efecto de los tratamientos a los 39 días, se observó que no fueron significativos. Por lo que se concluye que el AIB 4000 y 8000 ppm y sus combinaciones tienen un efecto mucho mejor que las otras y éstas son altamente significativas y ocurre fundamentalmente a los 25 días.

En la Figura 5, se encuentran expresadas en forma de histogramas los promedios y errores del promedio para las combinaciones de ácido naftalenacético a 1000, 2000 y 3000 ppm con sus demás combinaciones.

Del efecto del ANA-1000 ppm a los 25 días, el tratamiento 118, produjo un efecto que fue significativo con una  $p < 0.05$ . El ANA 2000 ppm no tuvo ningún efecto significativo, mientras que el tratamiento 137 fue significativo con una  $p < 0.05$ , en tanto que los tratamientos 133 y 140, mostraron un efecto sobre el encallado siendo altamente significativo con una  $p < 0.01$ .

A los 32 días, los tratamientos 118 y 122, produjeron un efecto significativo con una  $p < 0.05$ .

Las combinaciones de ANA 2000 ppm no tuvieron ningún efecto significativo; sin embargo el tratamiento 133, fue significativo con una  $p < 0.05$  en la formación de callos a los 32 días.

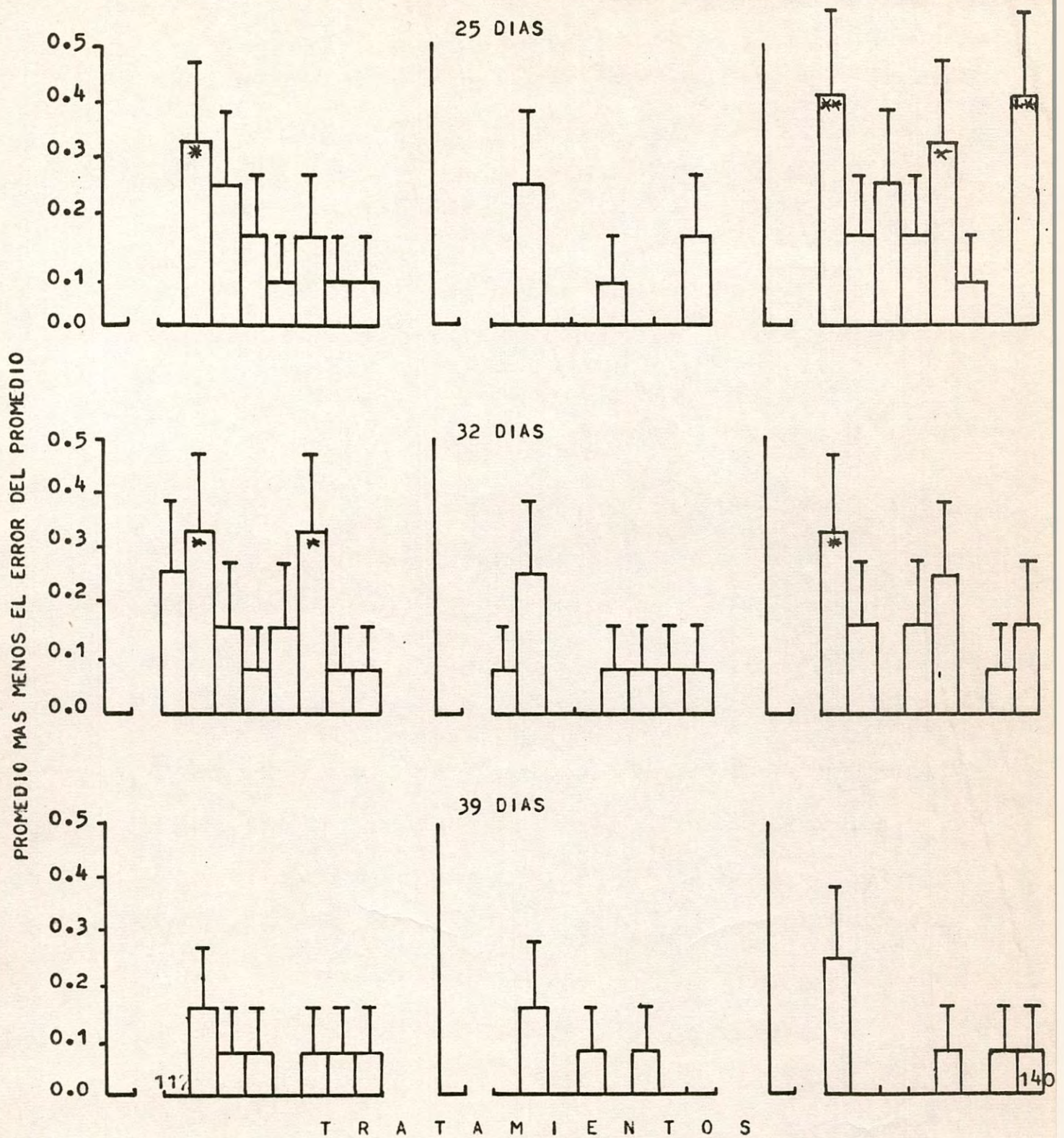


FIGURA 5.- EFECTO DE LAS COMBINACIONES DE ANA - 1000, 2000 Y 3000 PPM; VITAMINA B<sub>1</sub> Y CINETINA, EN EL PROMEDIO Y ERROR DEL PROMEDIO DE ESTACAS DE JOJOBA CON CALLO. REPETICION 1, A LOS 25, 32 Y 39 DÍAS.

A los 39 días no hubo ningún efecto significativo. De esta gráfica se concluye que el ANA 3000 ppm y sus diferentes combinaciones, tienen un efecto mucho mejor en la formación de callos y este se lleva a cabo a los 25 días.

En la Figura 6, se muestra el efecto de la Cinetina y sus combinaciones en la formación de callos, como se observa no tuvieron ningún efecto significativo a los 25, 32 y 39 días.

En relación al enraizamiento, el análisis estadístico para el número de estacas enraizadas, la Figura 7, muestra que no hay significancia para los niveles de AIB, ANA, Vitamina B<sub>1</sub> y Cinetina a los 25, 32 y 39 días.

En el caso de la interacción entre estas sustancias las cuales se muestran en la Figura 8, los efectos significativos con una  $p < 0.05$  de los tratamientos 20, 21 y 38 a los 25 días, mientras que a los 32 y 39 días no los hubo.

En lo que respecta al efecto del AIB 4000 ppm y sus diferentes combinaciones (Figura 9), se observó que a los 25 días los tratamientos 74 y 76 fueron significativos con una  $p < 0.05$  encontrándose que el tratamiento No. 80 tuvo un efecto altamente significativo con una  $p < 0.01$ ; no hubo ninguno a los 32 y 39 días.

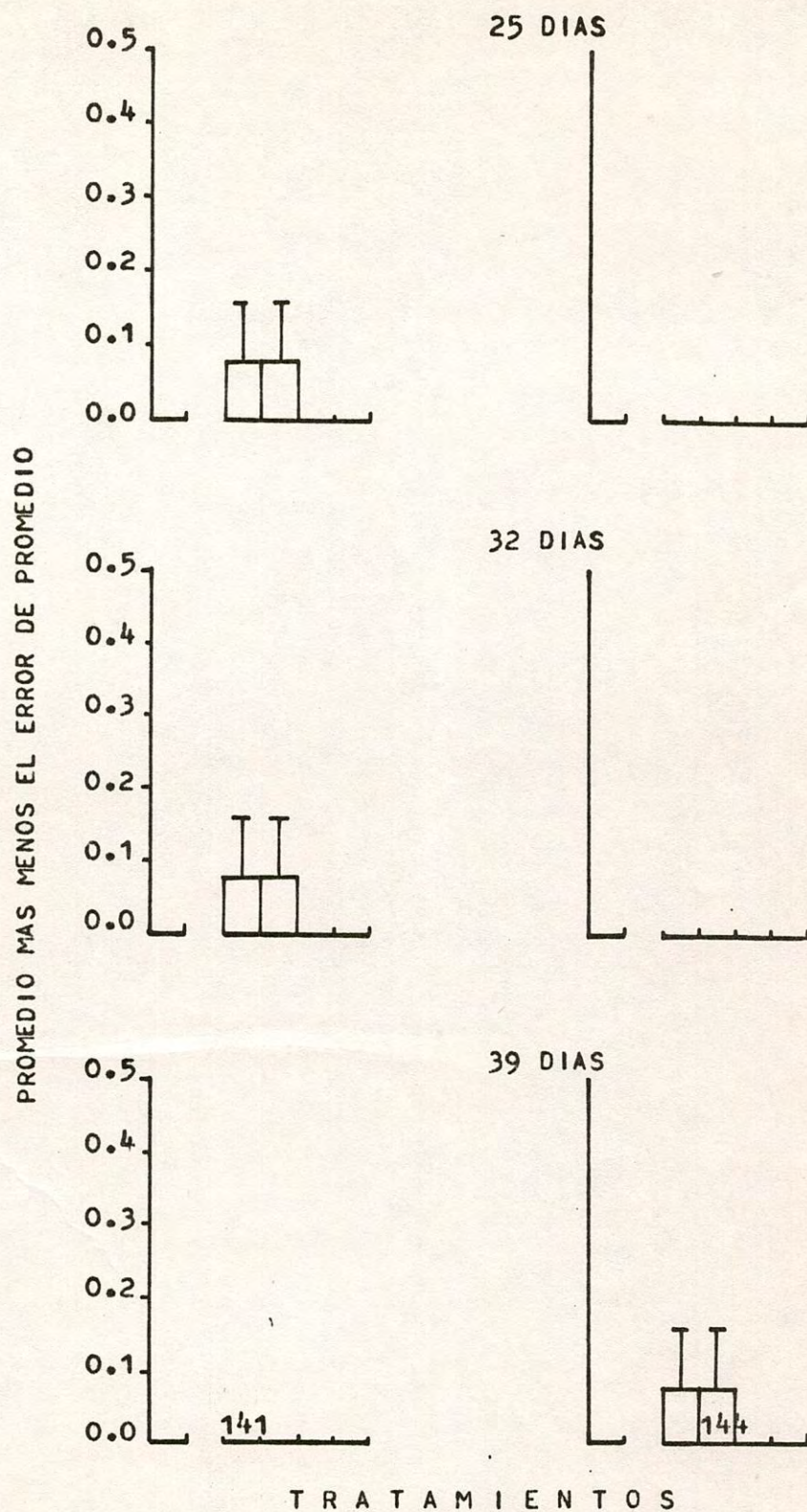


FIGURA 6.- EFECTO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DE CINETINA Y VIT.B<sub>1</sub> EN EL PROMEDIO Y ERROR DEL PROMEDIO DE ESTACAS DE JOJOBA CON CALLO. REPETICIÓN 1, A LOS 25, 32 Y 39 DÍAS.

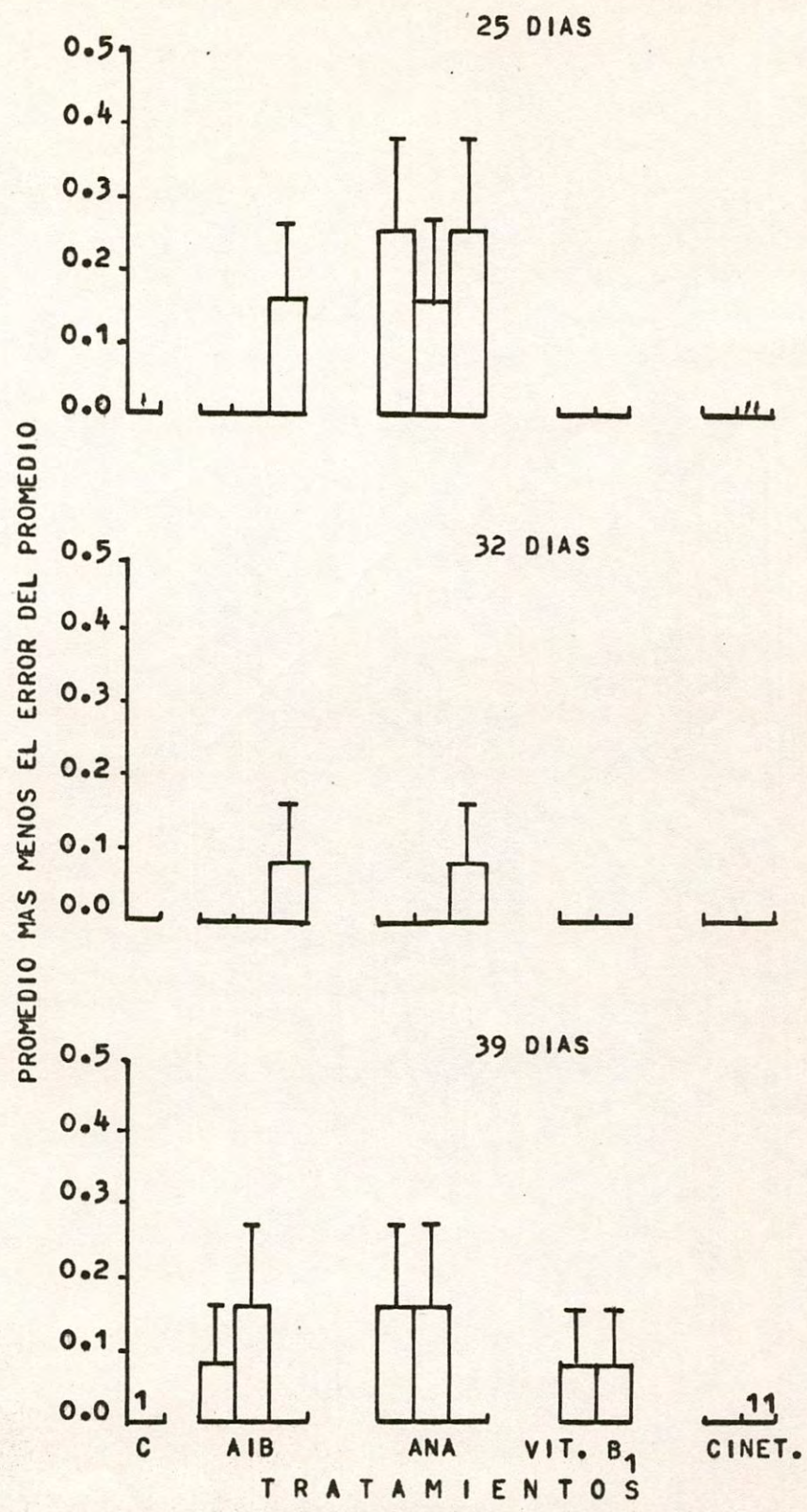


FIGURA 7.- EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE AIB, ANA, VITAMINA B<sub>1</sub> Y CINETINA, EN EL PROMEDIO Y ERROR DEL PROMEDIO DE ESTACAS DE JOJOBA CON RAIZ. - REPETICIÓN 1, A LOS 25, 32 Y 39 DÍAS.

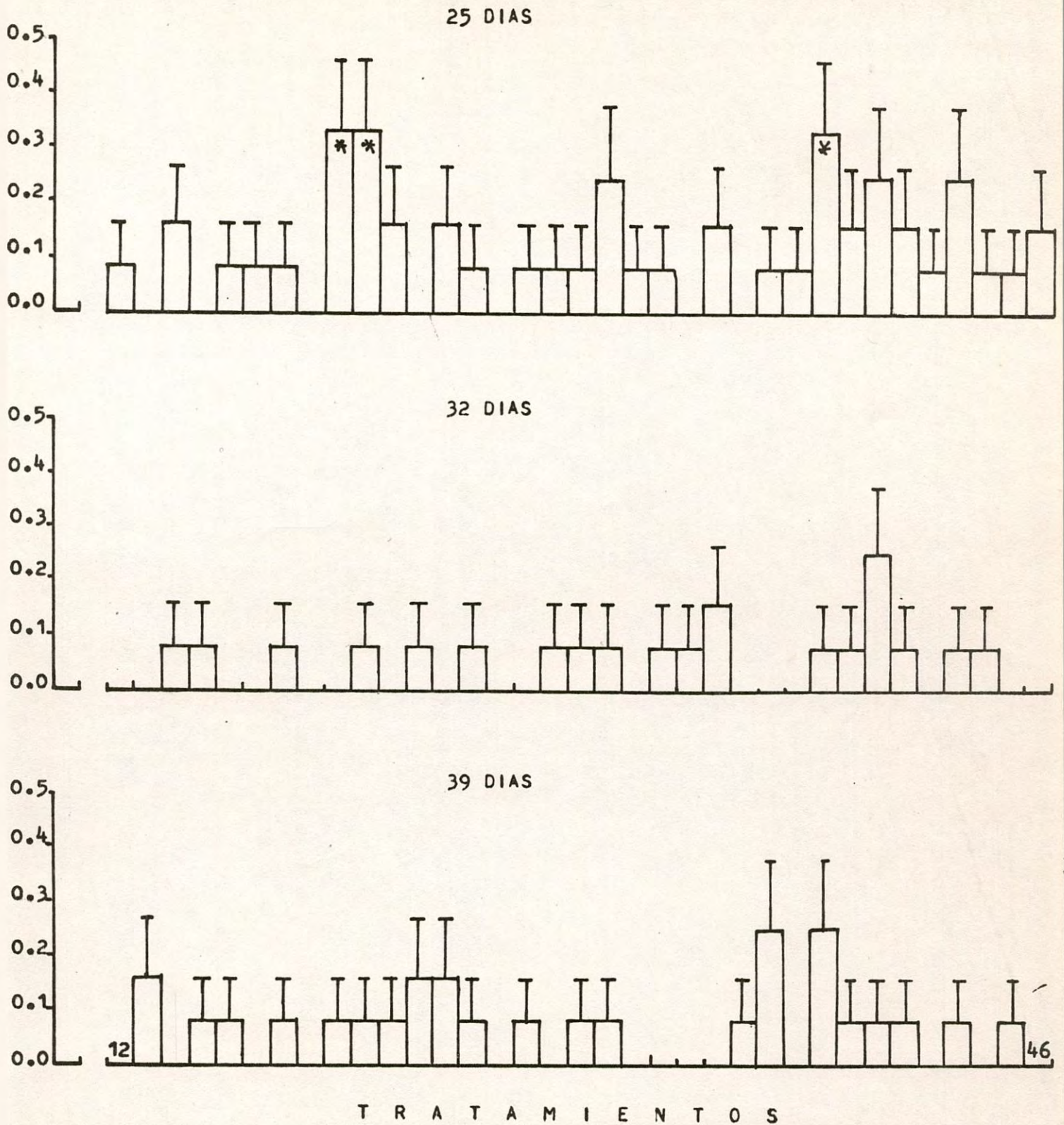
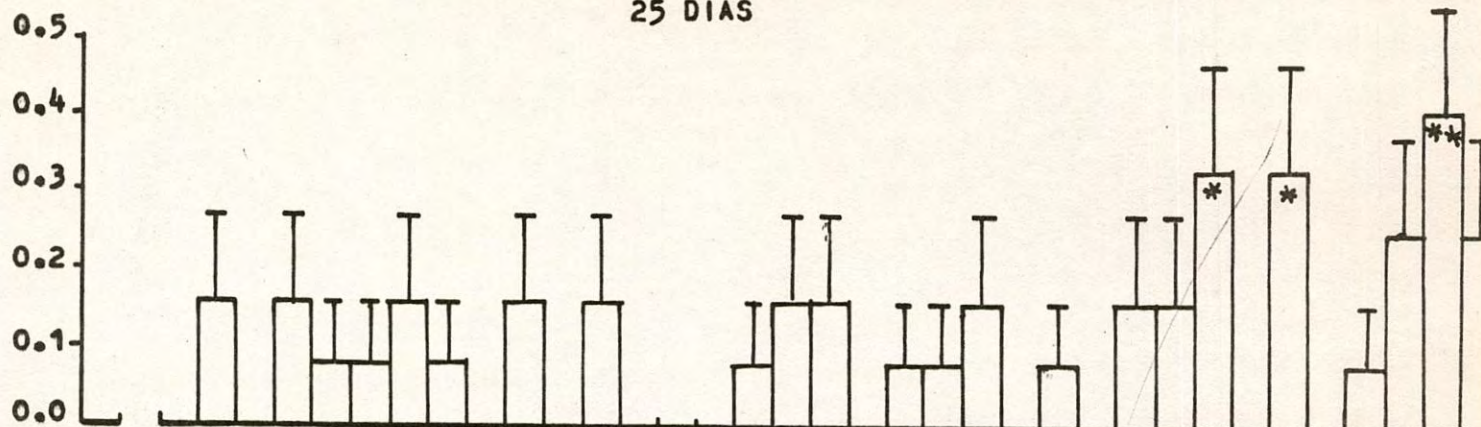
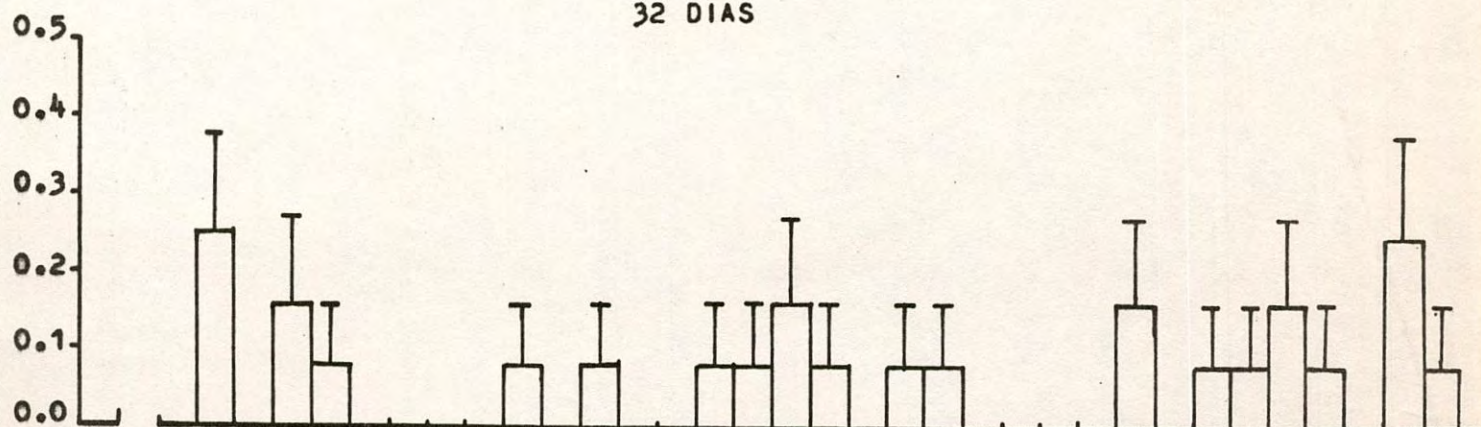


FIGURA 8.- EFECTO DE LAS COMBINACIONES DE AIB - 2000 PPM, Y ANA VIT. B<sub>1</sub> Y CINETINA, EN EL PROMEDIO Y ERROR DEL PROMEDIO DE ESTACAS DE JOJOSBA CON RAIZ. REPETICIÓN 1, A LOS 25, 32 Y 39 DÍAS.

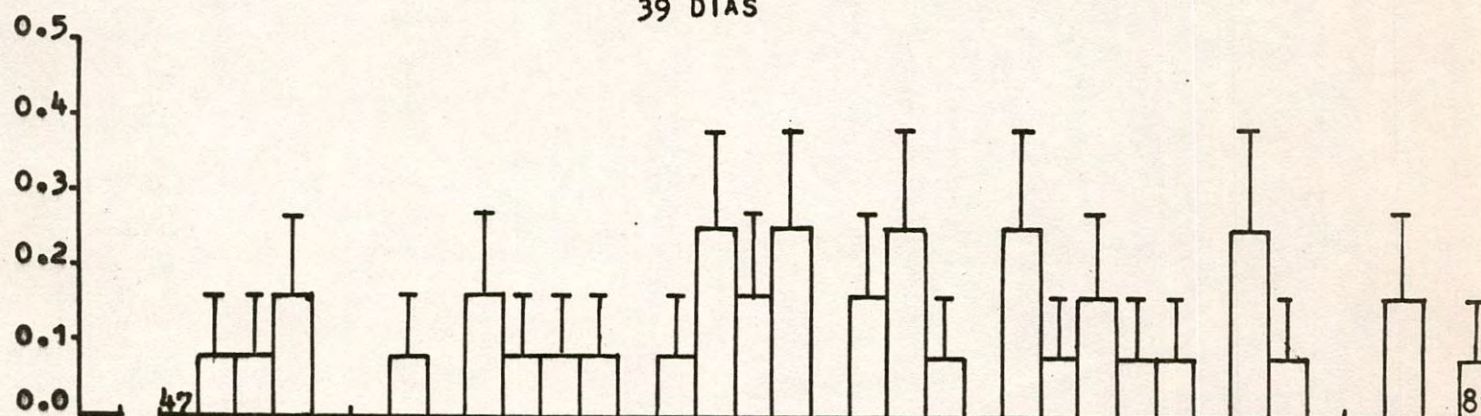
25 DIAS



32 DIAS



39 DIAS



T R A T A M I E N T O S

FIGURA 9.- EFECTO DE LAS COMBINACIONES DE AIB - 4000 PPM Y ANA, VIT. B<sub>1</sub> Y CINETINA, EN EL PROMEDIO Y ERROR DEL PROMEDIO DE ESTACAS DE JOJOBA CON RAIZ. REPETICIÓN 1, A LOS 25, 32 Y 39 DÍAS.

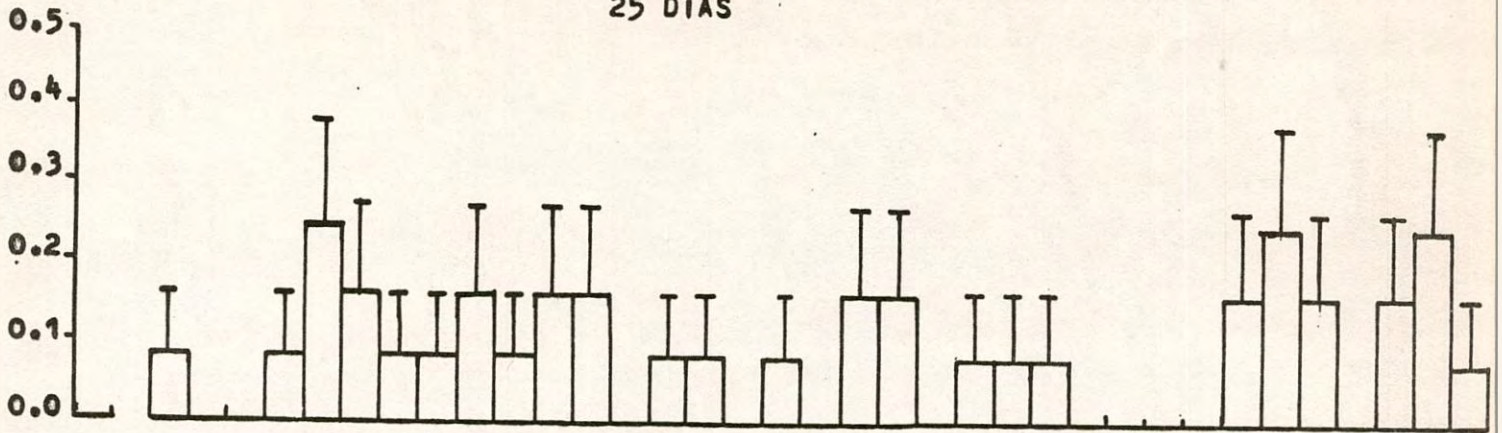


Sobre el efecto del AIB 8000 ppm, Figura 10, y sus diferentes combinaciones en el enraizamiento se observó que no hubo ninguno significativo a los 25 y 32 días. A los 39 días el tratamiento No. 113, tuvo un efecto significativo con una  $p < 0.05$  en el enraizamiento.

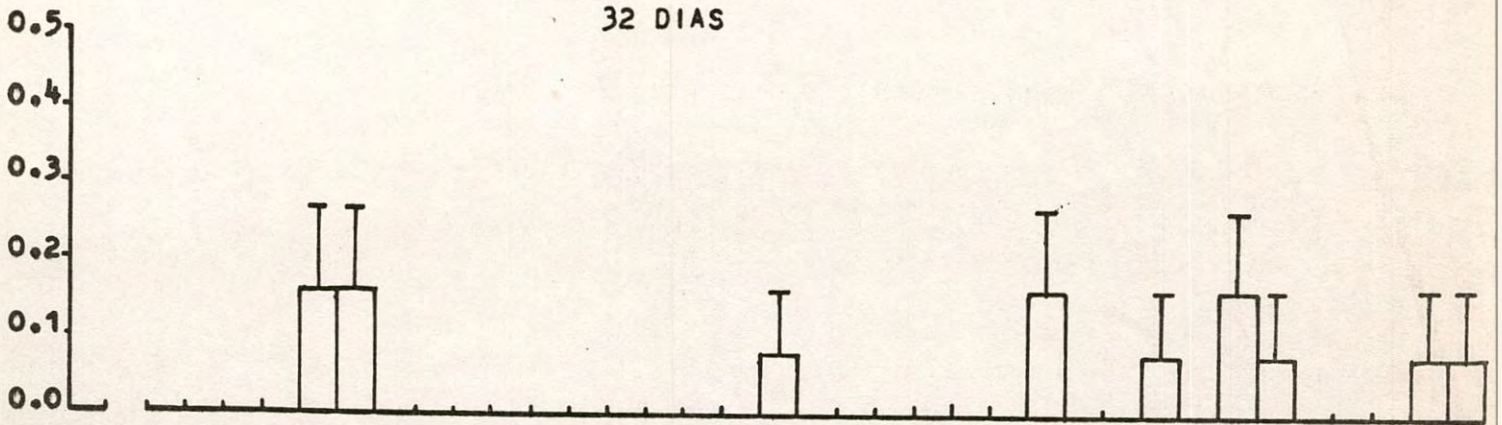
En cuanto a la interacción del ANA-1000, 2000 y 3000 ppm con las demás substancias como se muestra en la Figura 11, no hubo ningún efecto significativo en el enraizamiento a los 25, 32 y 39 días.

En la Figura 12, se observa que no hubo ningún efecto significativo con las combinaciones de Vitamina B<sub>1</sub> y Cinetina.

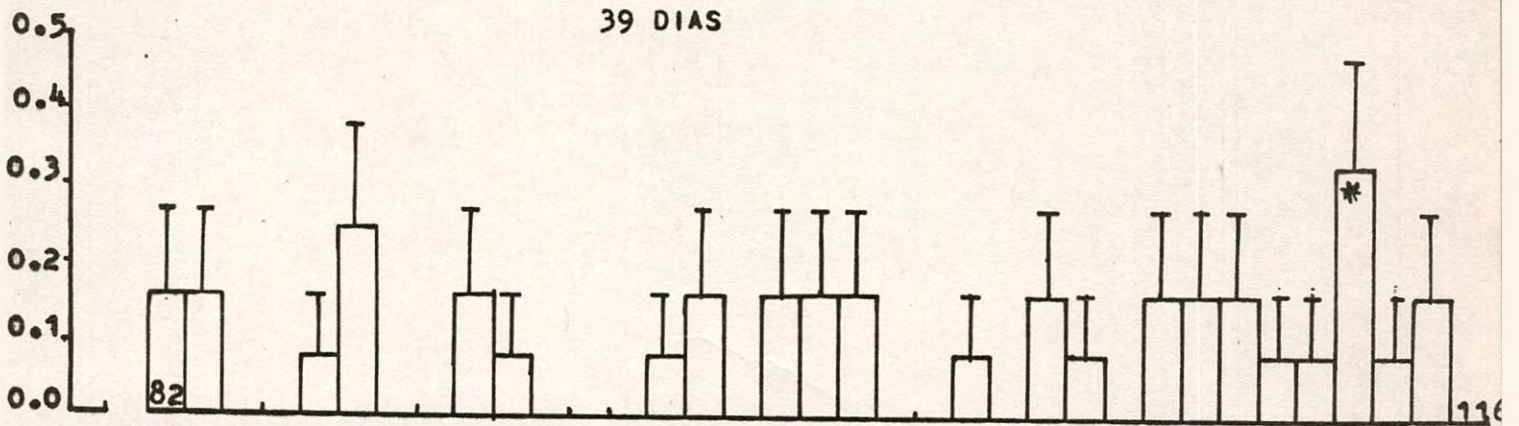
25 DIAS



32 DIAS



39 DIAS



T R A T A M I E N T O S

FIGURA 10.- EFECTO DE LAS COMBINACIONES DE AIB - 8000 PPM Y ANA, VIT. B<sub>1</sub> Y GINETINA, EN EL PROMEDIO Y ERROR DEL PROMEDIO DE ESTACAS DE JOJOBA CON RAIZ. REPETICIÓN 1, A LOS 25, 32 Y 39 DÍAS.

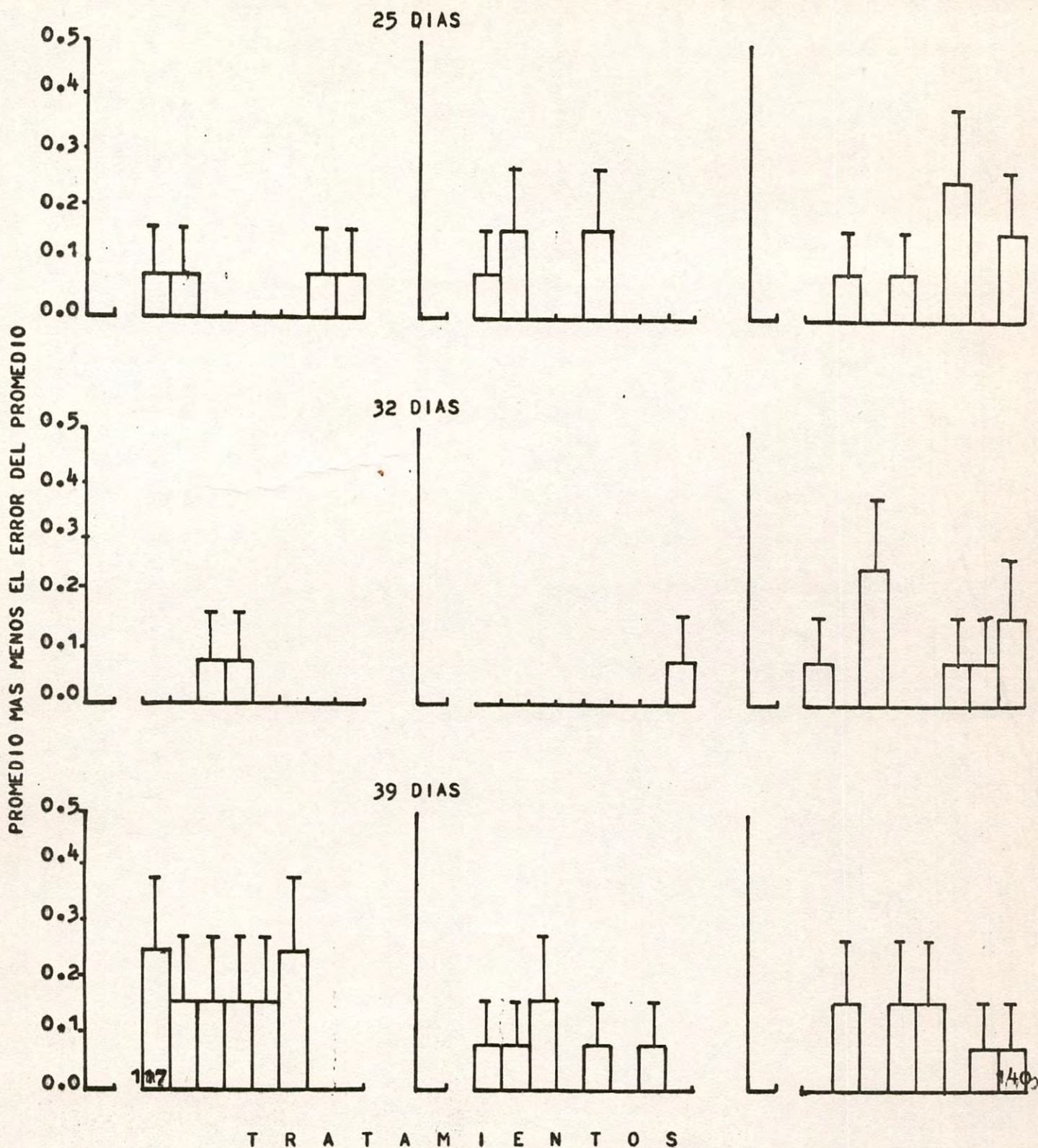


FIGURA 11.- EFECTO DE LAS COMBINACIONES DE ANA - 1000, 2000 Y 3000 PPM ; VIT. B<sub>1</sub> Y CINETINA, EN EL PROMEDIO Y ERROR DEL PROMEDIO DE ESTACAS DE JOJOBA CON RAIZ. REPETICIÓN 1, A LOS 25, 32 Y - 39 DIAS.

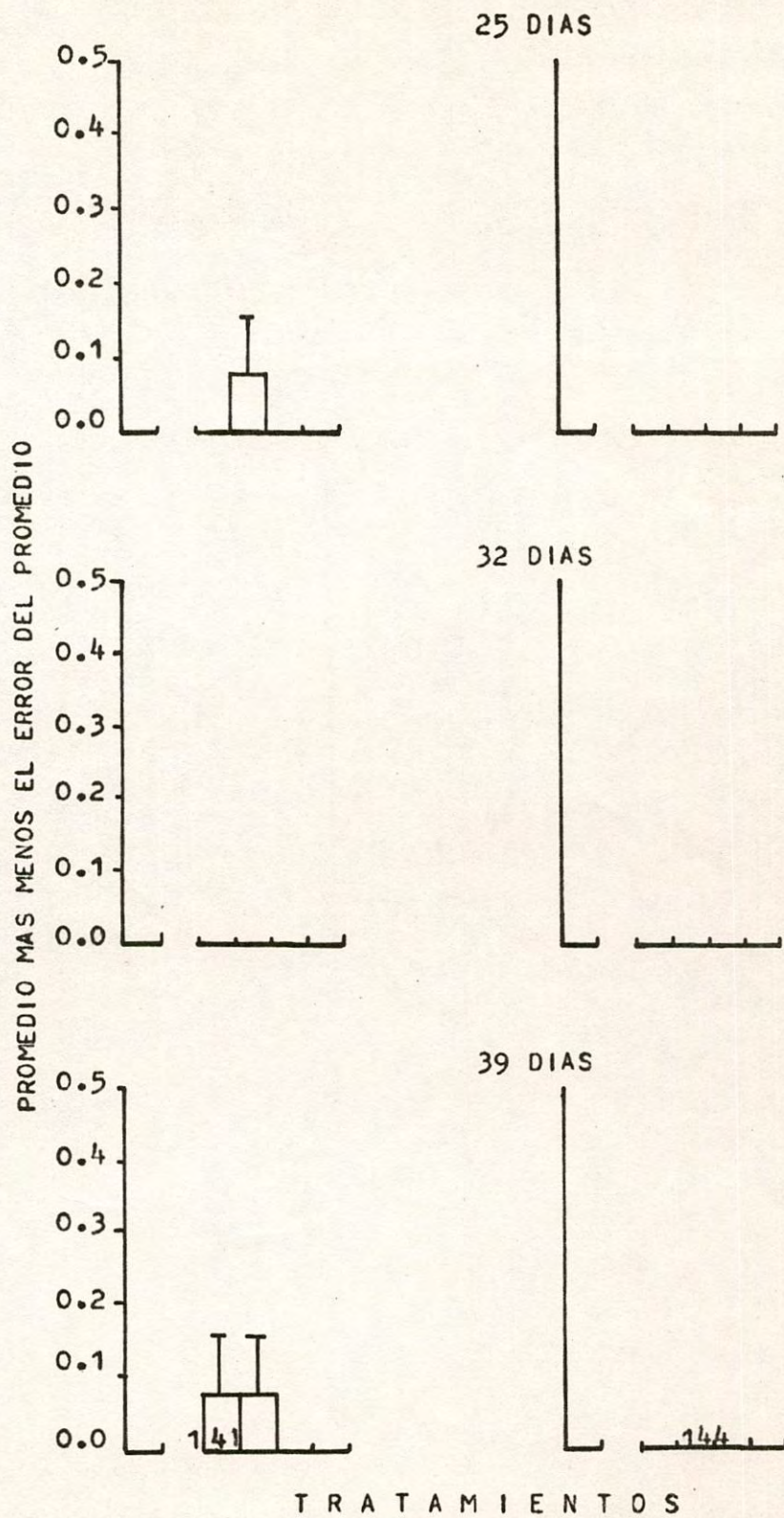


FIGURA 12.- EFECTO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DE CINETINA Y VIT. B<sub>1</sub>, EN EL PROMEDIO Y ERROR DEL PROMEDIO DE ESTACAS DE JOJOBA CON RAÍZ. REPETICIÓN 1, A LOS 25 32 Y 39 DÍAS.

## RESULTADOS DE LA SEGUNDA REPETICION

En la Figura 13, están expresados los promedios ( $\bar{X}$ ) y el error del promedio ( $\sigma_{\bar{X}}$ ) en forma de histogramas de los niveles de cada sustancia a los 25, 32 y 39 días.

Con respecto a la formación de callos a los 25 días el AIB en dosis de 4000 y 8000 ppm produjo un efecto inductivo sobre la aparición de callos siendo significativo a 4000 ppm con una  $p < 0.05$ .

El ANA tuvo cierto efecto pero este no fue significativo, mientras que la vitamina B<sub>1</sub> y la Cinetina no tuvieron ninguno.

A los 32 días se observa que el AIB, ANA y Vitamina B<sub>1</sub> muestran un efecto inductivo sobre la formación de callos; el AIB a una dosis de 4000 ppm muestran un efecto altamente significativo con una  $p < 0.01$ , mientras que la Cinetina y la Vitamina B<sub>1</sub> no lo tuvieron.

A los 39 días el ácido naftalenacético muestra cierto efecto en una dosis de 2000 ppm pero no es significativo.

El AIB, Vitamina B<sub>1</sub> y Cinetina no muestran ningún efecto.

En el caso de la interacción de AIB 2000 ppm con el ANA, Vitamina B<sub>1</sub> y Cinetina la cual se muestra en la Figura 14, se encontró que el tratamiento No. 24 y el trata-

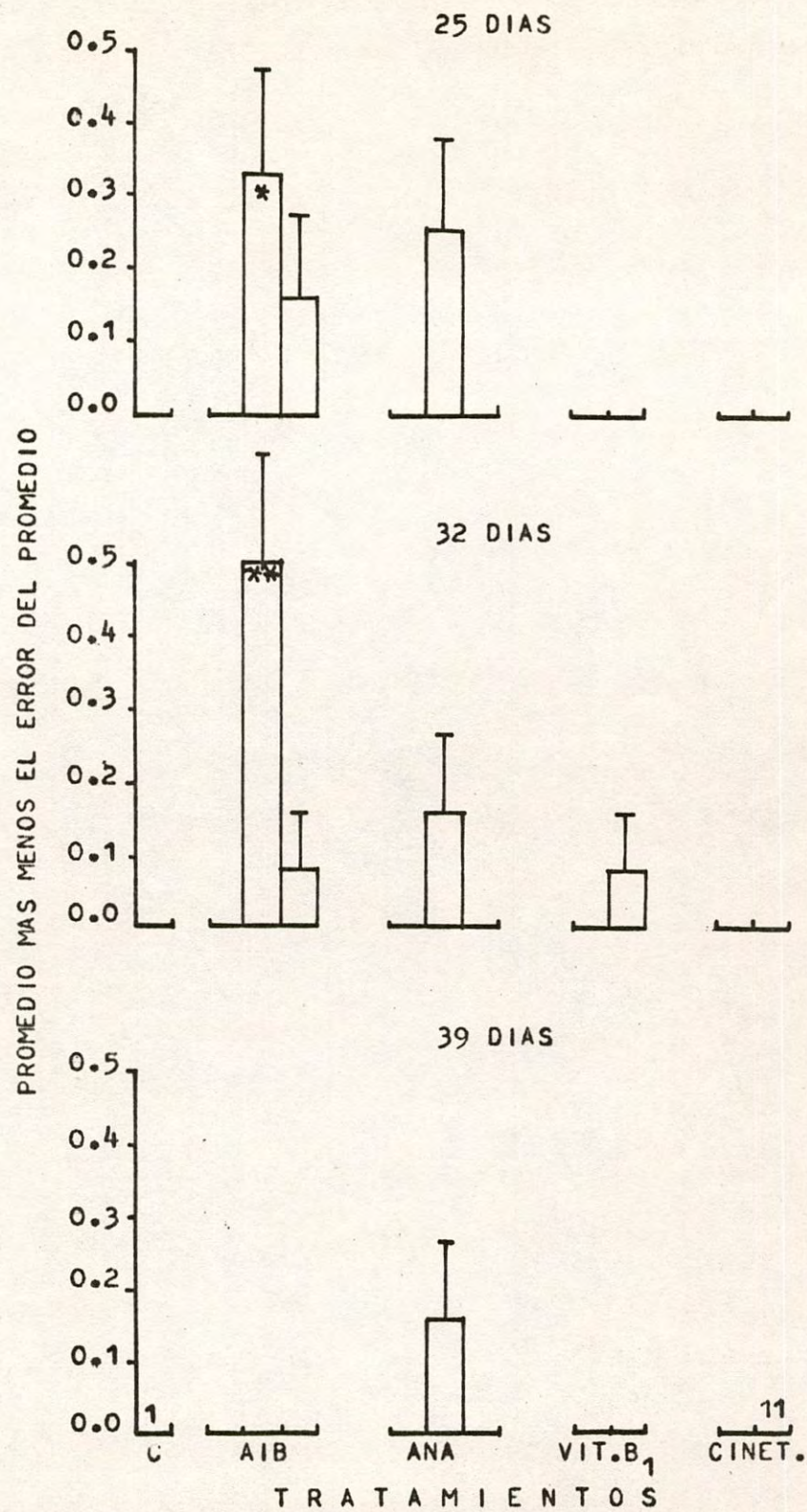
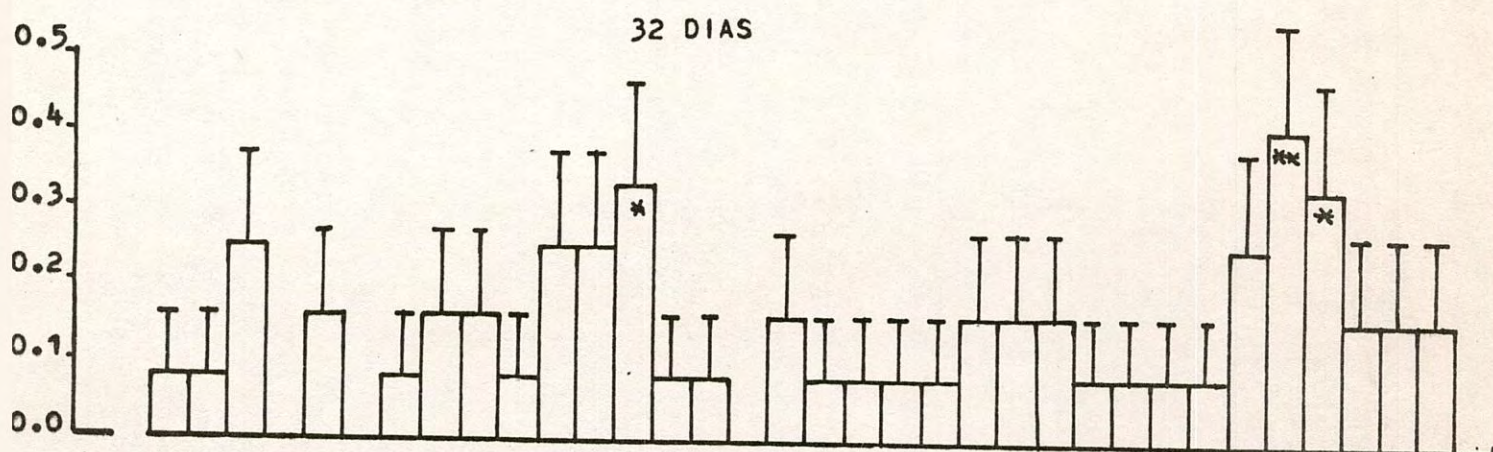
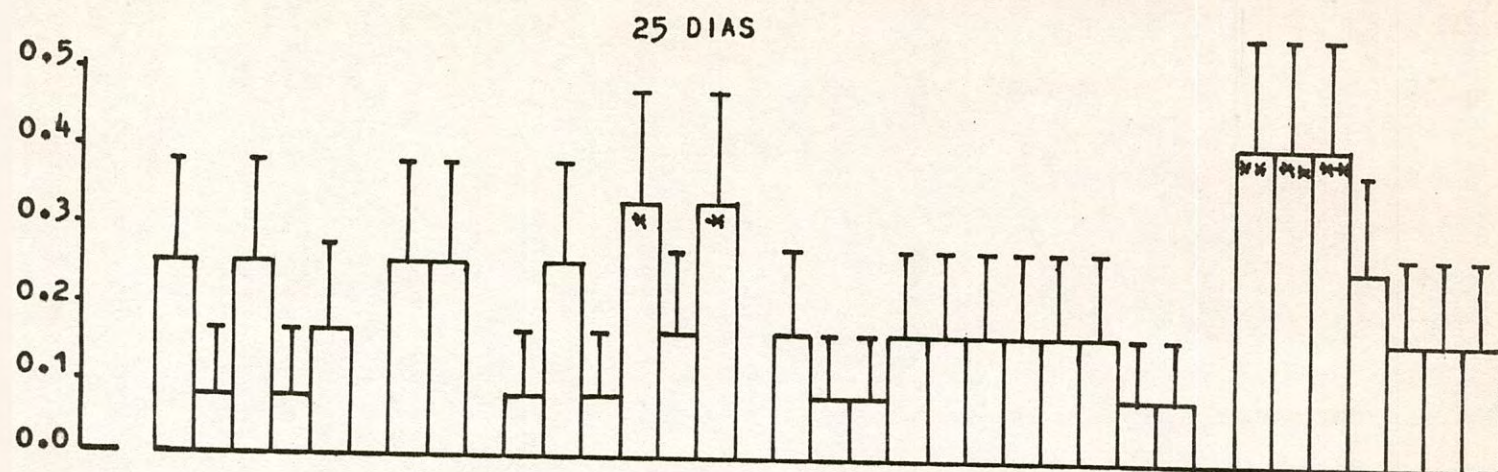


FIGURA 13.- EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE AIB, ANA, VIT. B<sub>1</sub> Y CINETINA EN EL PROMEDIO Y ERROR DEL PROMEDIO DE ESTACAS DE JOJOBA CON CALLO. REPETICIÓN 2, A LOS 25, 32 Y 39 DÍAS.



miento No. 26 tuvieron efectos significativos con una  $p < 0.05$ ; los tratamientos 40, 41 y 42 mostraron un efecto altamente significativo con una  $p < 0.01$  a los 25 días.

A los 32 días los tratamientos No. 24 y 42 tuvieron efectos significativos con una  $p < 0.05$ , mientras que el tratamiento No. 41, se muestra altamente significativo con una  $p < 0.01$  igual que los 25 días.

A los 39 días no se muestra ningún efecto significativo.

En relación a la combinación de AIB 4000 ppm y las demás substancias las cuales se muestran en la Figura 15, se observó que a los 25 días los tratamientos siguientes tuvieron un efecto significativo con  $p < 0.05$ : 50, 52, 56, 57, 60, 61, 66, 69, 71, 73 y 79. El tratamiento No. 70 tuvo un efecto altamente significativo con una  $p < 0.01$ .

A los 32 días, los siguientes tratamientos: 51, 57, 58, 60, 72, 73 y 76, tuvieron un efecto significativo con un  $p < 0.05$ ; mientras tanto el tratamiento No. 70 sigue mostrando a los 32 días un efecto altamente significativo con una  $p < 0.01$  como a los 25 días. A los 39 días no hubo ningún efecto significativo.

Del efecto de AIB 8000 ppm y las demás combinaciones como se muestra en la Figura 16, se observó que algunos tratamientos a los 25 días produjeron un efecto significaca



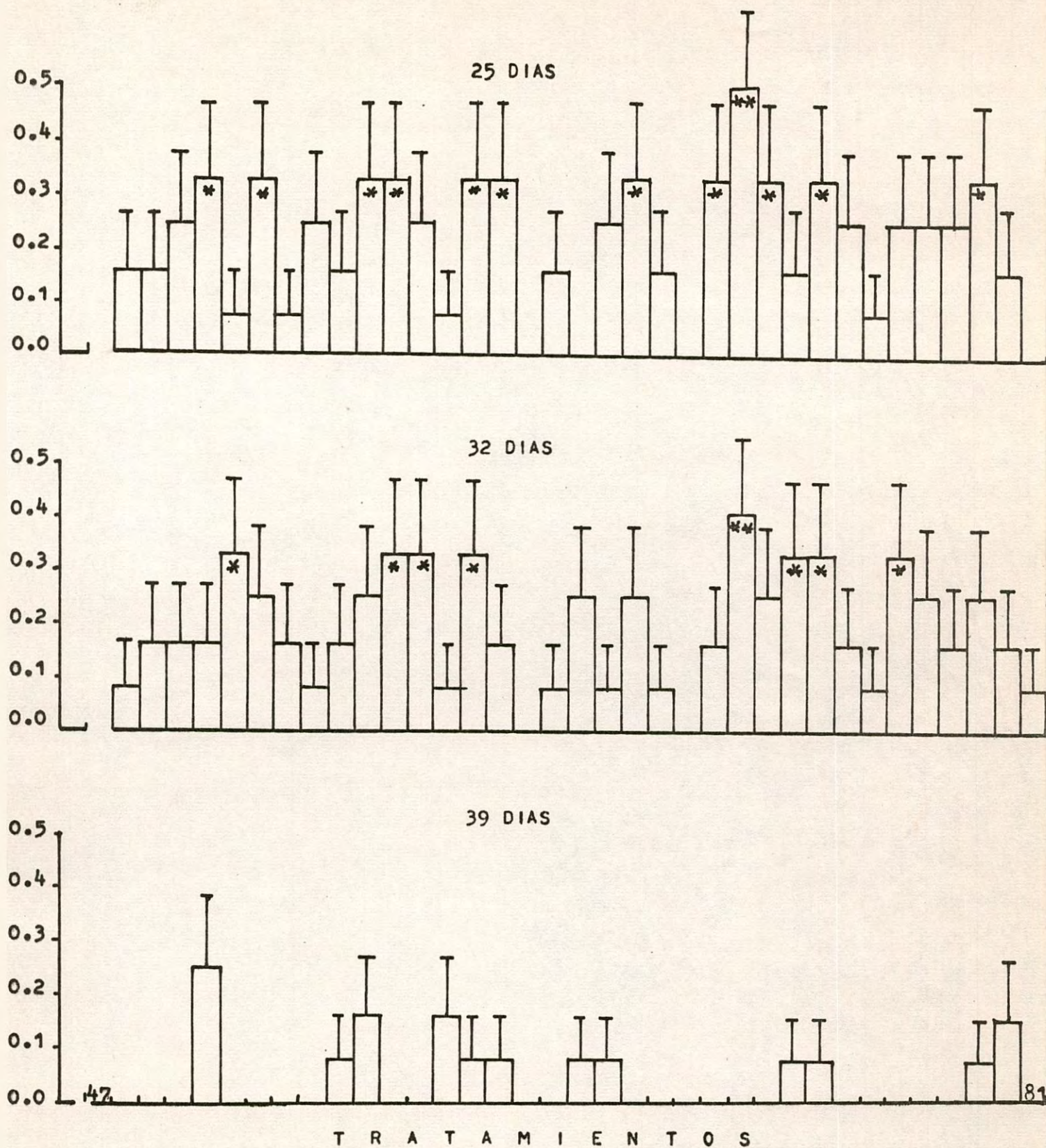


FIGURA 15.- EFECTO DE LAS COMBINACIONES DE AIB - 4000 PPM, CON ANA, VIT. B<sub>1</sub> Y CINETINA, EN EL PROMEDIO Y ERROR DEL PROMEDIO DE ESTACIONES DE JOJOBA CON CALLO. REPETICION 2, A LOS 25, 32 Y 39 - - DÍAS.

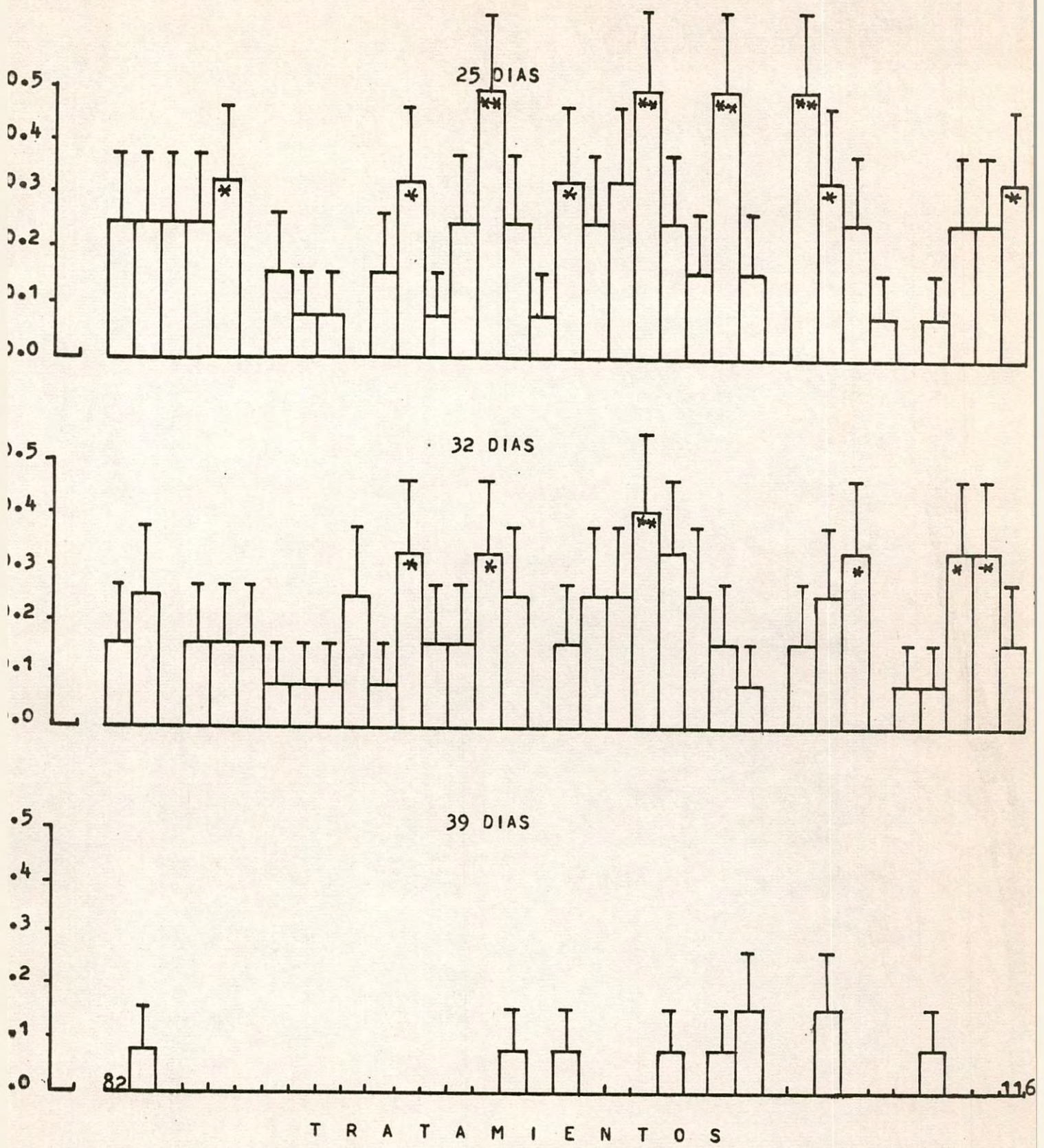


FIGURA 16.- EFECTO DE LAS COMBINACIONES DE AIB - 8000 PPM, CON ANA, VIT. B<sub>1</sub> Y CINETINA, EN EL PROMEDIO Y ERROR DE PROMEDIO DE ESTACAS DE JOJOBA CON CALLO. REPETICIÓN 2, A LOS 25, 32 Y 39 DÍAS.

tivo con una  $p < 0.05$ , siendo los siguientes: 86, 93, 99, 109 y 116. Sin embargo los tratamientos: 96, 102, 105 y 108 tuvieron un efecto mucho mejor sobre la formación de callos puesto que fueron altamente significativos con una  $p < 0.01$ .

A los 32 días, los tratamientos: 93, 96, 110, 114 y 115 produjeron un efecto significativo para la formación de callos. El tratamiento 102, tiene un efecto mejor puesto que fue altamente significativo. A los 39 días se observó que no hubo efectos significativos.

En la Figura 17, se observan el ANA-1000, 2000 y 3000 ppm y las combinaciones de las otras sustancias.

Del efecto del ANA 1000 ppm a los 25 días; se observó que el tratamiento 120 produjo un efecto que fue altamente significativo con una  $p < 0.01$ . El ANA 2000 ppm, no mostró ningún efecto significativo a esta fecha, mientras que el tratamiento 137 mostró un efecto mucho mejor sobre la aparición de callos siendo altamente significativo con un  $p < 0.01$ .

A los 32 días, el tratamiento 137 sigue mostrando un efecto altamente significativo como a los 25 días, mientras que a los 39 días no hay ningún efecto.

En la Figura 18, se muestra el efecto de la cinetina y sus combinaciones sobre la formación de callos, como se

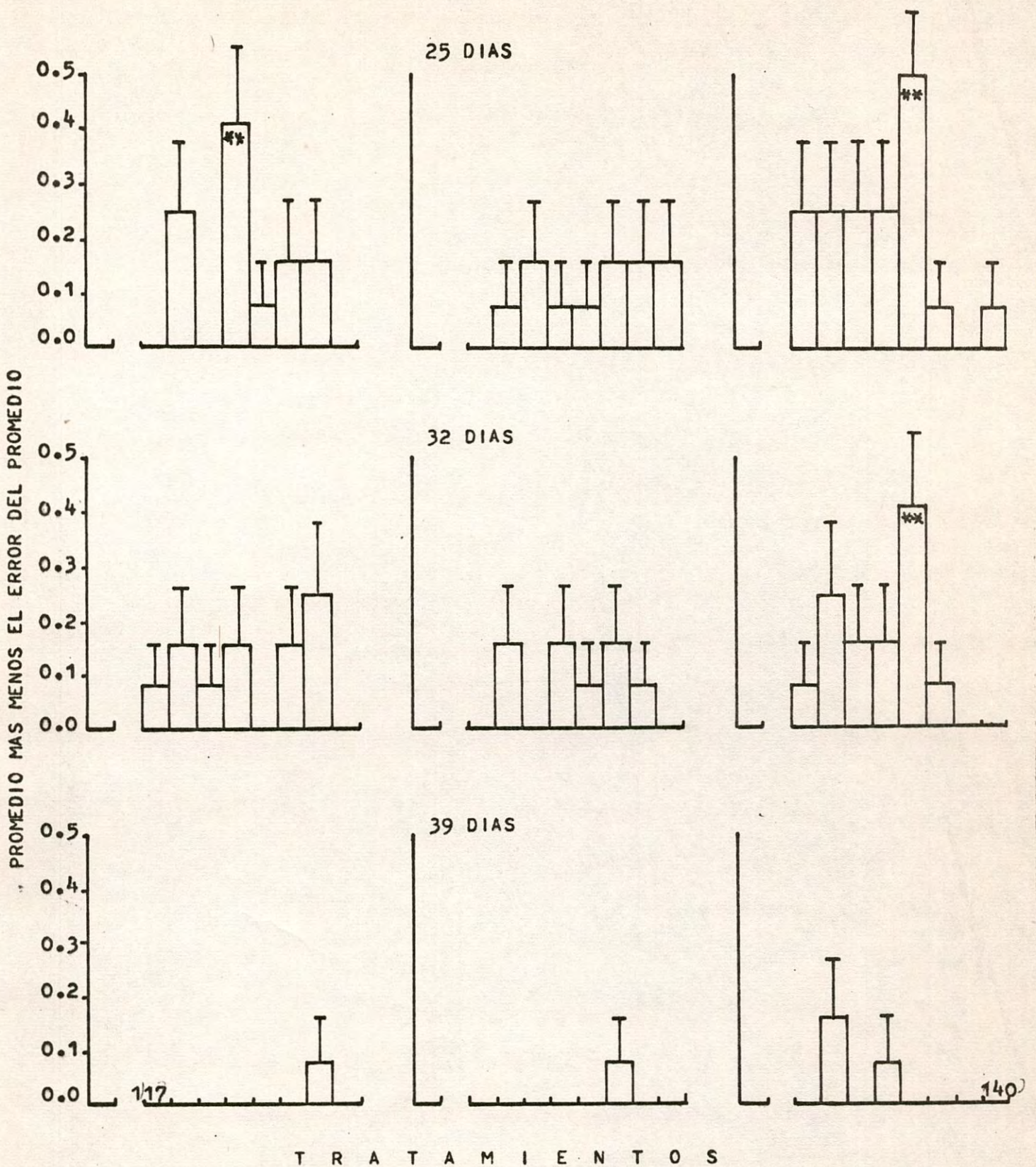


FIGURA 17.- EFECTO DE LAS COMBINACIONES DE ANA - 1000, 2000 Y 3000 PPM; VITAMINA B<sub>1</sub> Y CINETINA, EN EL PROMEDIO Y ERROR DEL PROMEDIO DE ESTACAS DE JOJOBÁ CON CALLO. REPETICIÓN 2, A LOS 25, 32 Y 39 DÍAS.

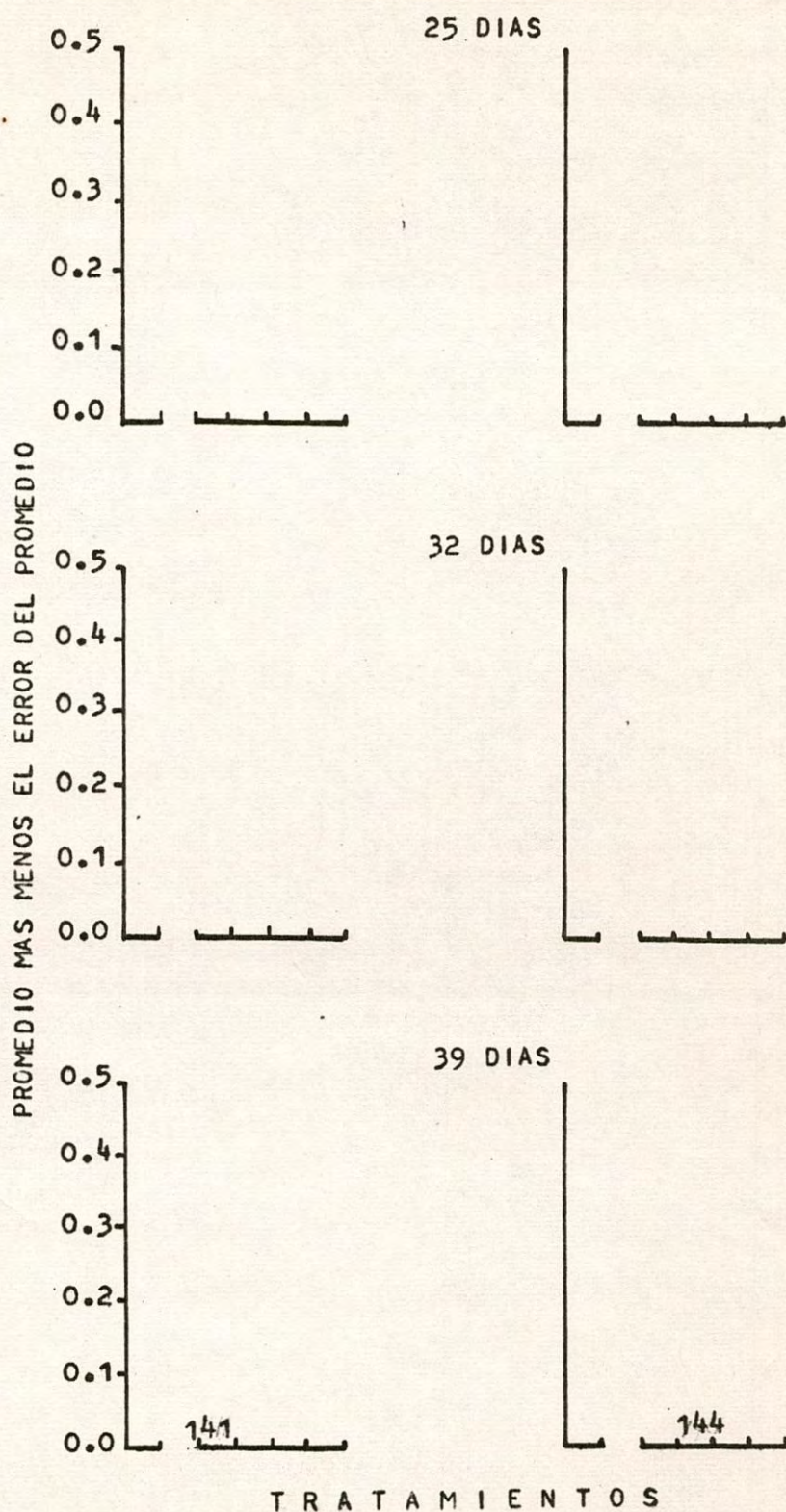


FIGURA 18.- EFECTO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DE CINETINA Y VIT. B<sub>1</sub> EN EL PROMEDIO Y ERROR DEL PROMEDIO DE ESTACAS DE JOJOBA CON CALLO. REPETICIÓN 2, A LOS 25, 32 Y 39 DÍAS.

observa no tuvieron ningún efecto a los diferentes días probados.

En relación con el enraizamiento el análisis estadístico, para el número de estacas enraizadas, la Figura 19, muestra que no hay significancia para los niveles de AIB, ANA, Vitamina B<sub>1</sub> y Cinetina a los 25 y 32 días, mientras que a los 39 días, el AIB-8000 ppm muestra un efecto altamente significativo con una  $p < 0.01$ .

En el caso de la interacción de estas sustancias en la Figura 20, se observa que no hay efectos significativos en la combinación de AIB 2000 ppm y las demás sustancias a los 25 y 32 días, en tanto que a los 39 días, el tratamiento No. 42, resultó ser significativo con una  $p < 0.05$ , mientras que el No. 41 se muestra altamente significativo con una  $p < 0.01$ .

Sobre el efecto de AIB 8000 ppm y sus diferentes combinaciones a los 25 días se observa en la Figura 22, sobre el enraizamiento. Hubo un efecto altamente significativo con una  $p < 0.01$  en el tratamiento 111 y a los 32 días el tratamiento 105 mostró ser significativo con una  $p < 0.05$ .

A los 39 días, se observó que los tratamientos 96 y 110 tuvieron un efecto significativo con una  $p < 0.05$  sobre enraizamiento.

En cuanto a la interacción de ANA 1000, 2000 y 3000 ppm con las demás sustancias como se observa en la Figura 23, el tratamiento 134 resultó ser altamente significativo con una  $p < 0.01$  a los 25 días mientras que los demás tratamientos no mostraron ningún efecto significativo sobre el enraizamiento a los 25, 32 y 39 días.

En la Figura 24, se observa que la Cinetina sola y con Vitamina B<sub>1</sub>, no tuvieron ningún efecto en el enraizamiento.

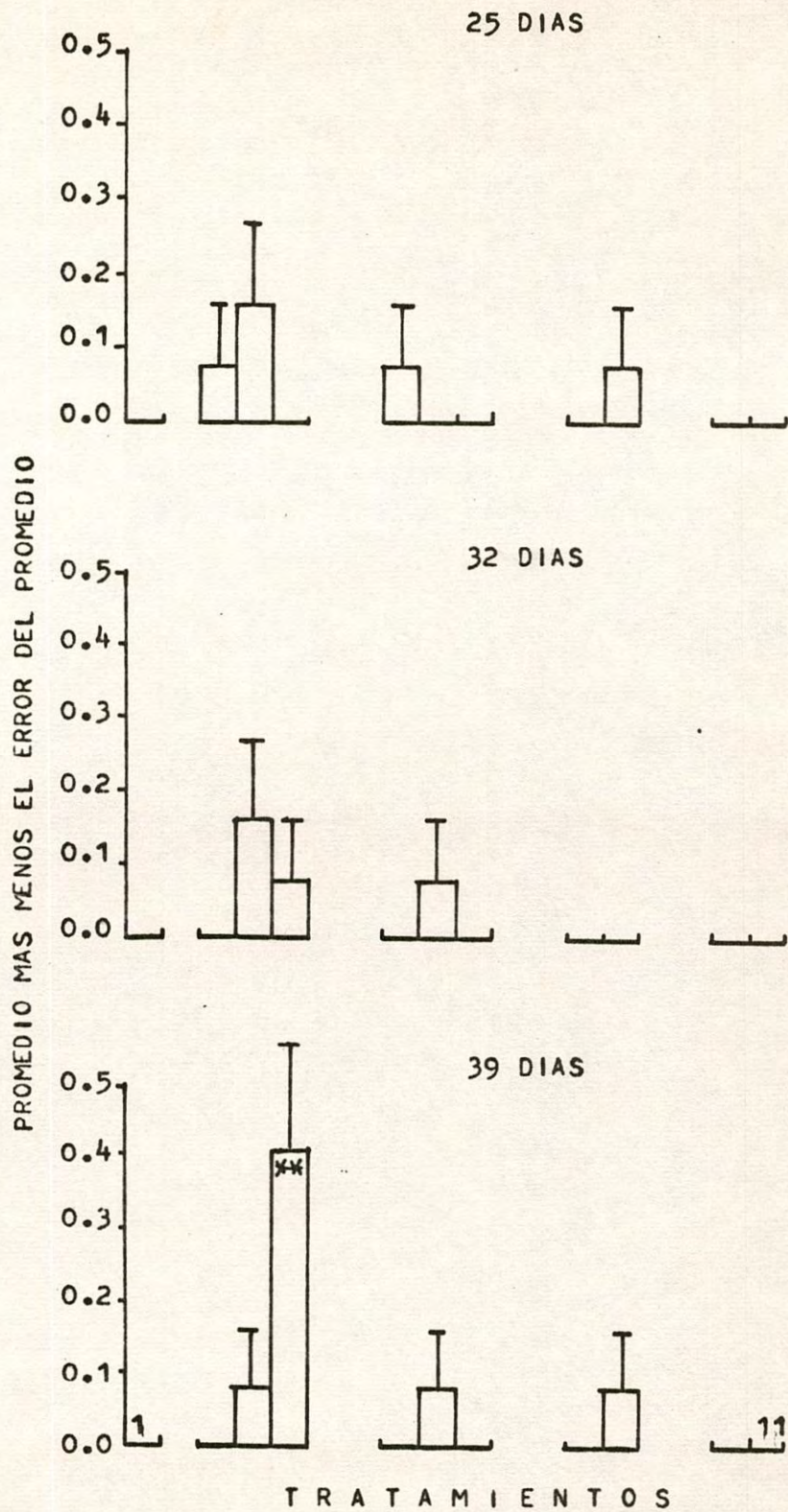


FIGURA 19.- EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE AIB, ANA, VIT. B<sub>1</sub> Y CINETINA, EN EL PROMEDIO Y ERROR DEL PROMEDIO DE ESTACAS DE JOJOBA CON RAÍZ. REPETICIÓN 2, A LOS 25, 32 Y 39 DÍAS.



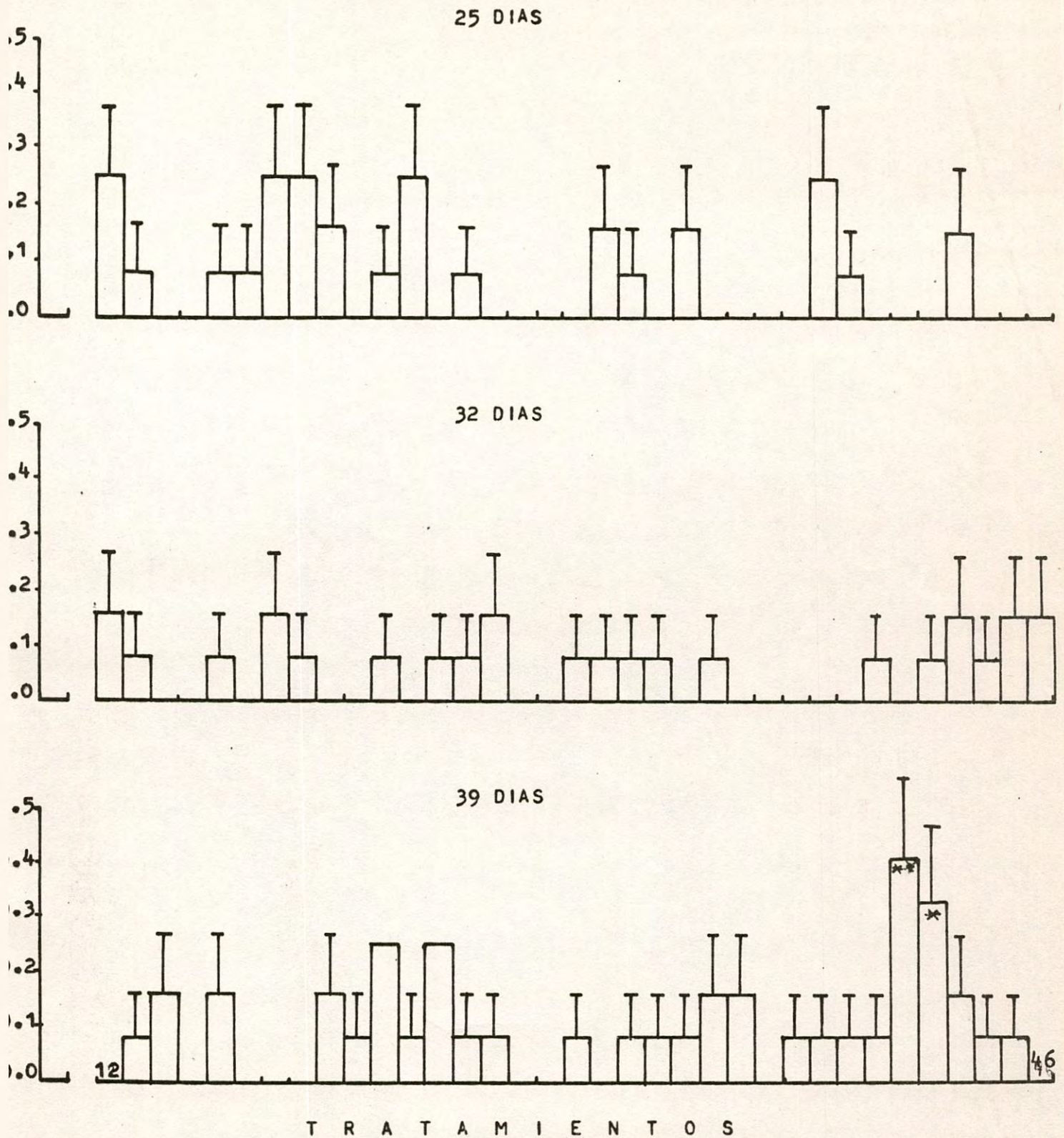


FIGURA 20.- EFECTO DE LAS COMBINACIONES DE AIB - 2000 PPM, Y ANA, VIT. B<sub>1</sub> Y CINETINA, EN EL PROMEDIO Y ERROR DEL PROMEDIO DE ESTACAS DE JOJOBA CON RAÍZ. REPETICIÓN 2, A LOS 25, 32 Y 39 DÍAS.

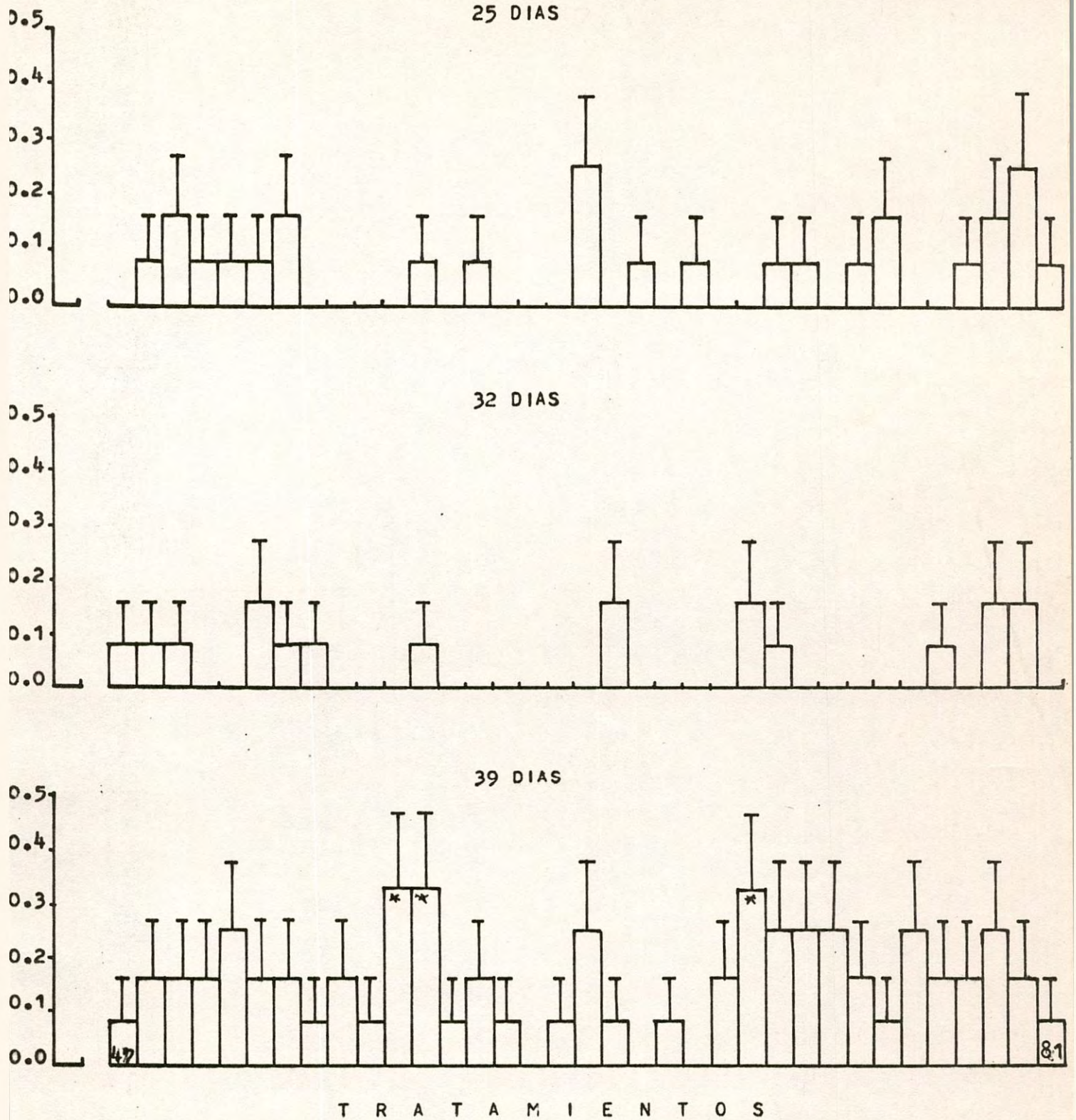


FIGURA 21.- EFESTO DE LAS COMBINACIONES DE AIB - 4000 PPM Y ANA, VIT. B<sub>1</sub> Y CINETINA, EN EL PROMEDIO Y ERROR DEL PROMEDIO DE ESTACAS DE JOJOBA CON RAÍZ. REPETICIÓN 2, A LOS 25, 32 Y 39 DÍAS.

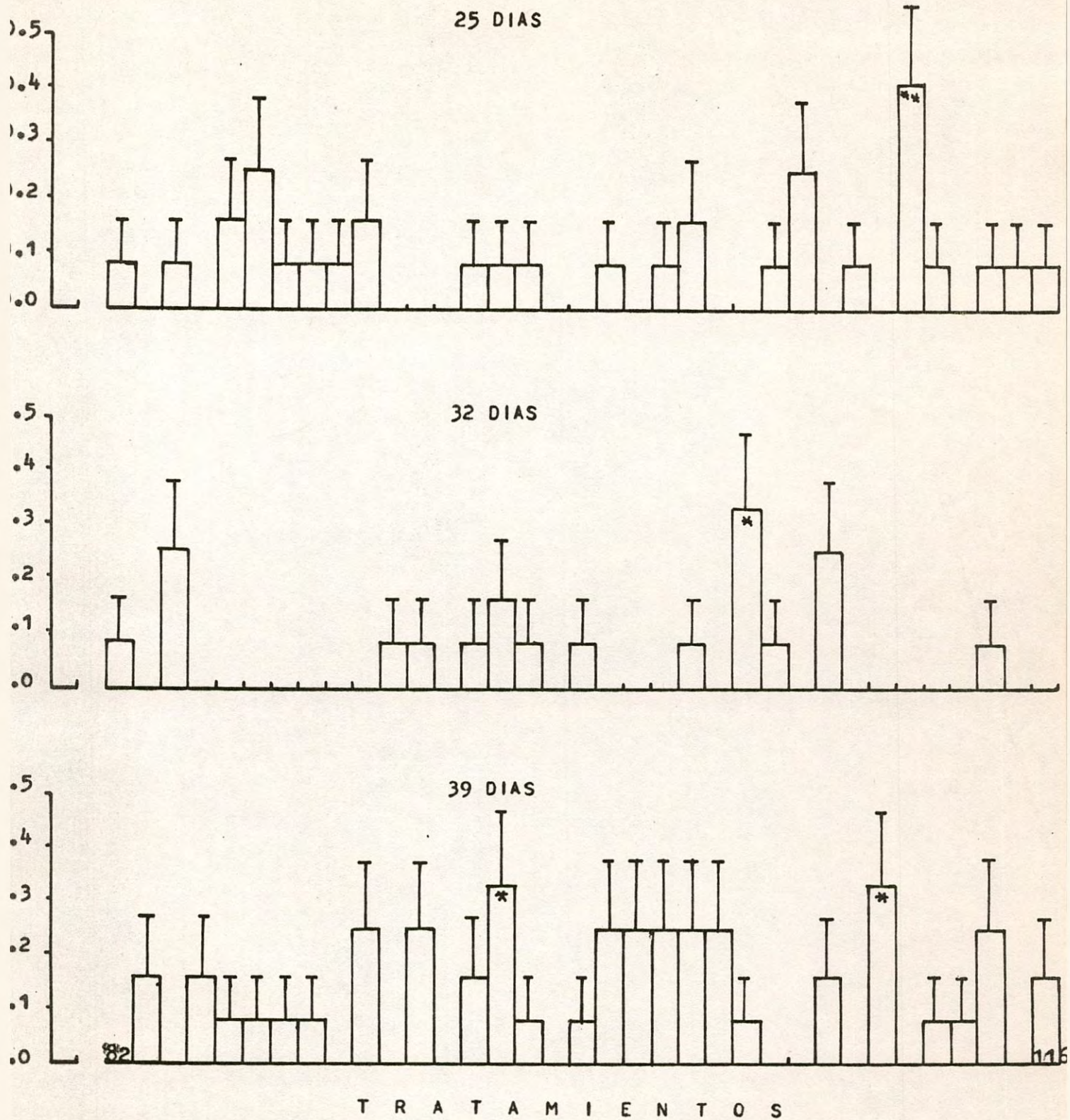


FIGURA 22.- EFECTO DE LAS COMBINACIONES DE AIB - 8000 PPM Y ANA, VIT. B<sub>1</sub> Y CINETINA, EN EL PROMEDIO Y ERROR DEL PROMEDIO DE ESTACAS DE JOJIBA CON RAÍZ. REPETICIÓN 2, A LOS 25, 32 Y 39 DÍAS.

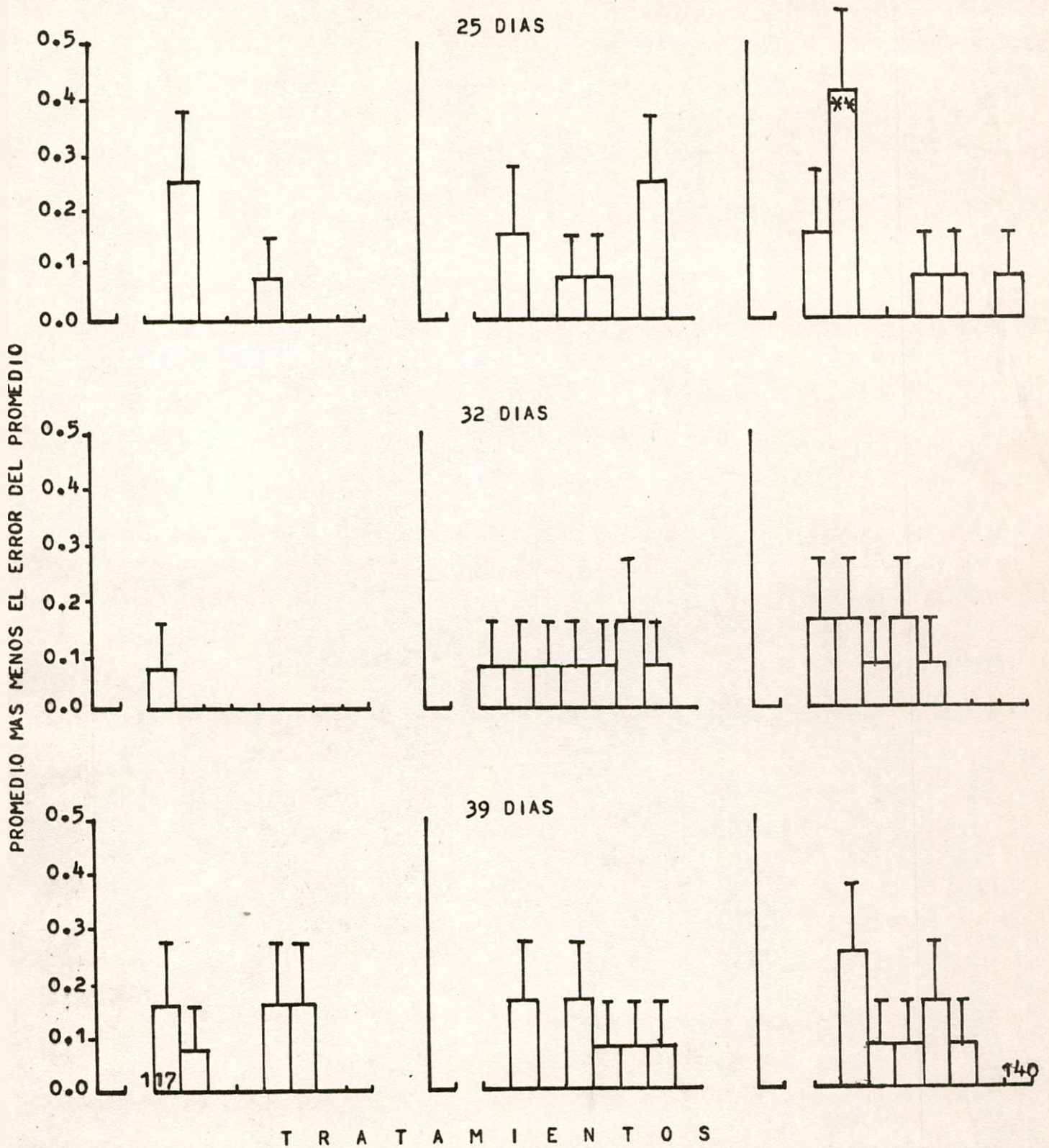


FIGURA 23.- EFECTO DE LAS COMBINACIONES DE ANA - 1000, 2000 Y 3000 PPM; VIT. B<sub>1</sub> Y CINETINA, EN EL PROMEDIO Y ERROR DEL PROMEDIO DE ESTACAS DE JOJOBA CON RAÍZ. REPETICIÓN 2, A LOS 25, 32 Y - 39 DÍAS.

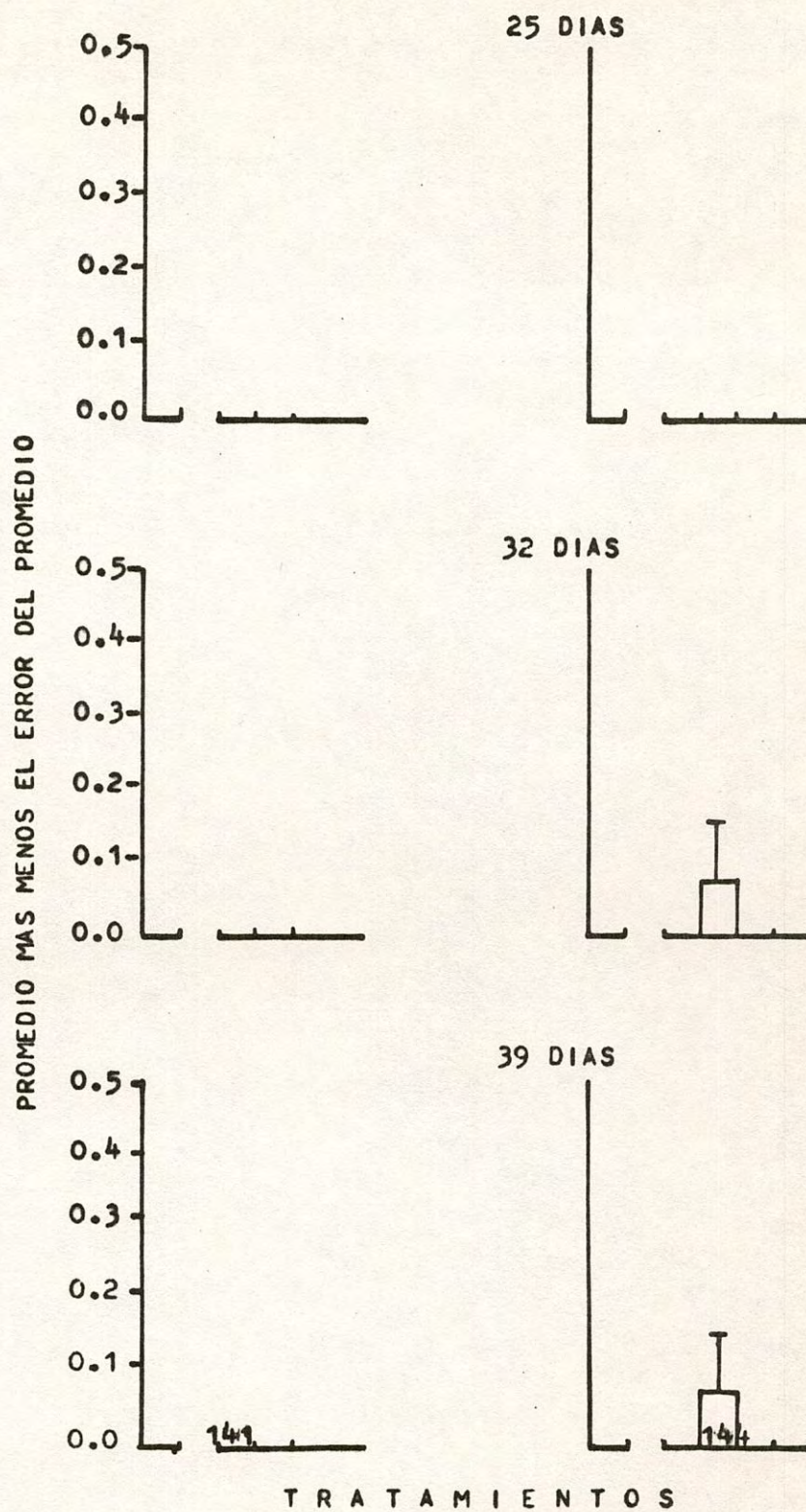


FIGURA 24.- EFECTO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DE CINETINA Y VIT. B<sub>1</sub>, EN EL PROMEDIO Y ERROR DEL PROMEDIO DE ESTACAS DE JO-JOBA CON RAÍZ. REPETICIÓN 2, A LOS 25, 32 Y 39 DÍAS.

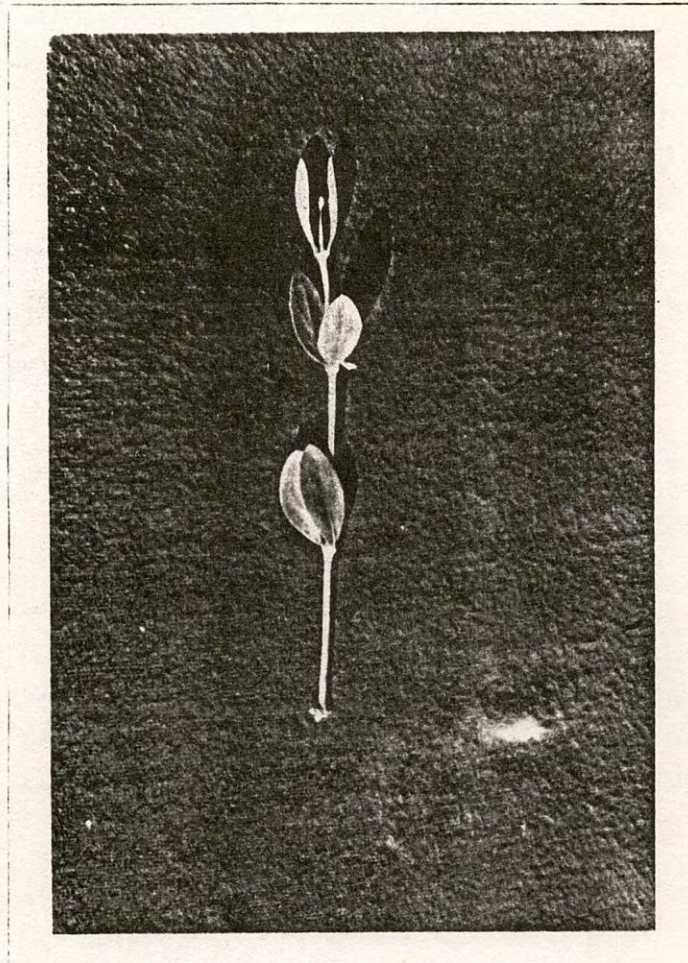


Foto 1. Estacas de madera verde suave de jojoba sin tratar (testigo) y colocada bajo condiciones de neblina en invernadero.

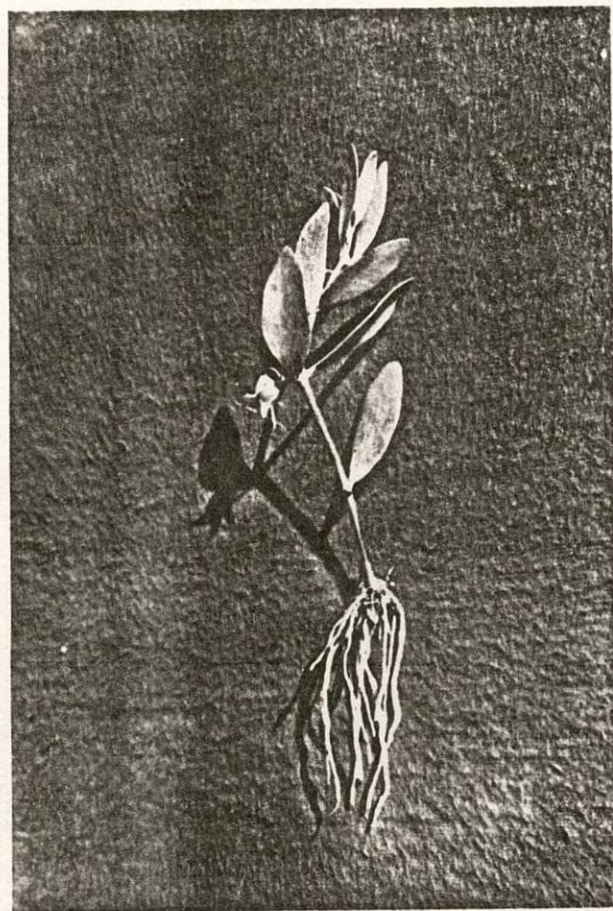


Foto 2. Estaca de madera verde suave de jojoba, tratada con Acido Indolbutírico y colocada bajo condiciones de neblina en invernadero.

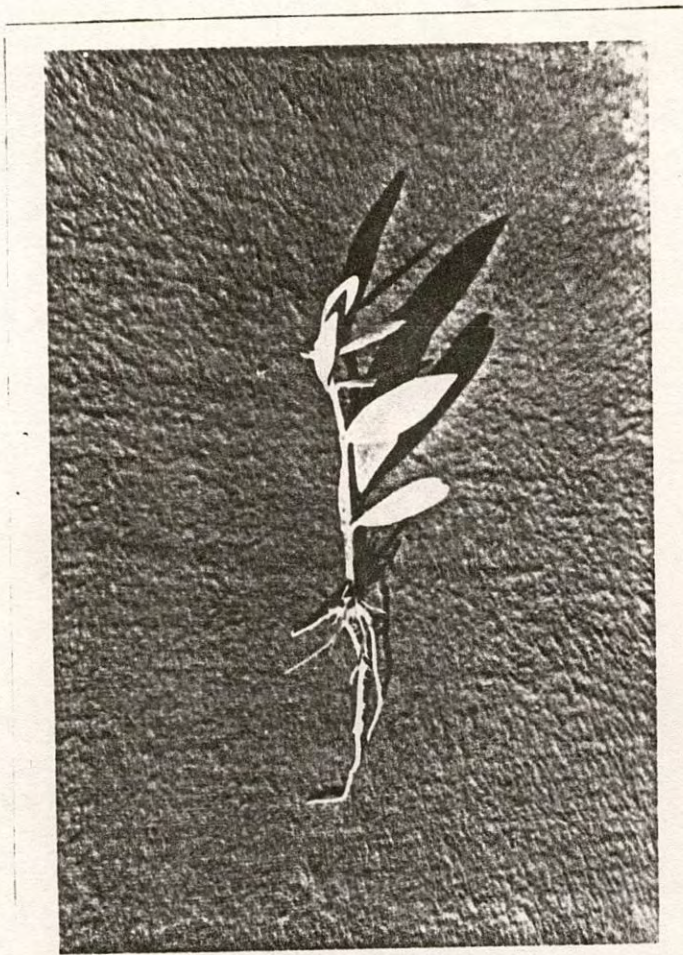


Foto 3. Estaca de madera verde suave de jojoba, tratada con Acido Indolbutírico, Acido Naftalenacético, Vitamina B<sub>1</sub> y Cinetina, colocada bajo condiciones de neblina en invernadero.



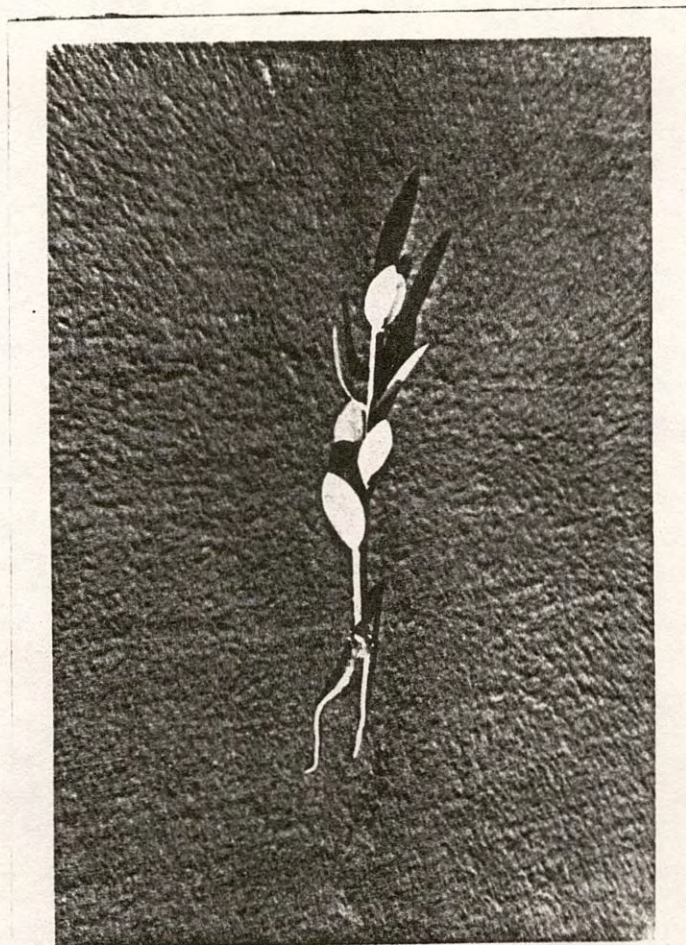


Foto 4. Estaca de madera verde suave de jojoba, tratada con Acido Naftalenacético y Vitamina B<sub>1</sub> colocada bajo condiciones de neblina en invernadero.

## DISCUSION

La obtención de estacas con un buen sistema radicular es uno de los principales objetivos en la propagación vegetativa. Por tal motivo se ha considerado conveniente analizar el efecto de los tratamientos tanto sobre la formación de callo como de enraizamiento de estacas de jojoba.

En relación a la formación de callo, que se ha considerado como una etapa de transición hacia el enraizamiento sólo se discutirán los efectos observados en los mejores tratamientos.

En las aplicaciones a base de AIB, ANA, Vitamina B<sub>1</sub> y Cinetina, se observa al comparar el testigo que tuvo cero número de estacas con callo contra los tratamientos a base de AIB 4000 y 8000 ppm, que en este caso el AIB incrementa la formación de callo; observándose que el efecto de AIB 4000 ppm es más persistente tanto a los 25, 32 y 39 días; mientras que el ácido naftalenacético (ANA) y Vitamina B<sub>1</sub> sólo muestran cierto efecto sobre la formación de callo, no sucediendo así con la Cinetina.

En la interacción de AIB 2000, 4000 y 8000 ppm con las demás sustancias; sólo se mencionan los tratamientos que fueron altamente significativos a los 25 y 32 días; tanto a la primera como a la segunda repetición. Con com

binaciones de AIB, ANA, Vitamina B<sub>1</sub> y Cinetina, cuando el nivel base AIB fue 2000 ppm no se observó en la primera repetición efectos altamente significativos a los 25, 32 y 39 días en la formación de callos.

En cuanto al efecto del ácido indolbutírico (AIB) a 4000 y 8000 ppm combinado con ácido naftalenacético, Vitamina B<sub>1</sub> y Cinetina se observó que a los 25 días se encontraron que los tratamientos altamente significativos fueron:

AIB 4000 + Vitamina B<sub>1</sub> 2000

AIB 4000 + ANA 1000 + Vitamina B<sub>1</sub> 2000 + Cinetina 200

AIB 4000 + ANA 2000 + Cinetina 100

AIB 8000 + ANA 1000 + Vitamina B<sub>1</sub> 2000 + Cinetina 200

AIB 8000 + ANA 3000 + Vitamina B<sub>1</sub> 1000

AIB 8000 + ANA 3000 + Vitamina B<sub>1</sub> 2000 + Cinetina 100

AIB 8000 + ANA 3000 + Vitamina B<sub>1</sub> 1000 + Cinetina 200

AIB 8000 + ANA 3000 + Vitamina B<sub>1</sub> 2000 + Cinetina 200

ANA 3000 + Vitamina B<sub>1</sub> 1000

ANA 3000 + Vitamina B<sub>1</sub> 2000 + Cinetina 200

y a los 32 días el tratamiento cuyas dosis son:

AIB 8000 + ANA 3000 + Vitamina B<sub>1</sub> 1000 + Cinetina 100

Mostró el mismo efecto que los anteriores. Observándose que los otros productos se encontraban en dosis variables encontrándose que el efecto determinante en la

formación de callos es el AIB aunque se observó que en la mayoría de los tratamientos se encontraba el ANA y se encontró que en dosis de ANA 3000 combinado con Vitamina B<sub>1</sub> se obtuvo el mismo efecto que combinado con el AIB y las demás substancias.

Las diferencias en respuesta a los otros tratamientos y el comportamiento del testigo es probable que se deba al tipo de material utilizado, el cual es muy heterogéneo.

Se sabe que una vez que se han hecho las estacas y se han colocado en condiciones favorables para el enraizamiento, se forma un callo en el extremo basal; con frecuencia, las primeras raíces aparecen a través del callo, conduciendo esto a la suposición de que su formación es esencial para el enraizado.

La formación de callo y de raíces son independientes. El hecho de que con frecuencia ocurran de manera simultánea se debe a la dependencia de condiciones internas y ambientales análogas. Para la iniciación de raíces adventicias en estacas es evidente que las auxinas estimulan la división celular; por ejemplo, frecuentemente fomentan el desarrollo de callos de los que se desprenden crecimientos similares a raíces (13).

En cuanto al efecto del ácido indolbutírico (AIB) a 2000, 4000 y 8000 ppm sobre el enraizamiento de las esta-

cas en la repetición uno, se observa al comparar el testigo con cero número de estacas con raíz, que en este caso el AIB incrementa su número; observando que el tratamiento de AIB 8000 ppm a los 25 días tiene un marcado efecto en la promoción de raíces, al igual que el AIB 4000 ppm a los 39 días pero estos efectos no fueron significativos.

En los tratamientos combinados de AIB 2000 ppm con las demás sustancias no se encontró ningún efecto altamente significativo en el enraizamiento de estacas.

En el caso de la interacción de AIB 4000 ppm con el ANA, Vitamina B<sub>1</sub> y Cinetina, se encontró que a los 25 días el tratamiento altamente significativo fue el que tenía una dosis de 4000 ppm de AIB + 3000 ppm ANA + 1000 ppm Vitamina B<sub>1</sub> + 200 ppm de Cinetina.

Viendo la necesidad de uniformizar las plantas de jojoba para hacer plantaciones comerciales Hogan y Maisari (15) comenzaron los estudios de propagación vegetativa, considerando algunos factores importantes como: Especie del cultivo, edad de la planta y desarrollo de las estacas durante la propagación. El estudio lo realizaron utilizando tres concentraciones de AIB en dosis de 3000, 4000 y 5000 ppm; los medios de propagación usados fueron Vermiculita y arena.

Se encontró que el mayor sistema de raíces desarro-

llado fue en estacas tratadas con 4000 ó 5000 ppm de AIB que las tratadas con 3000 ppm. Los medios de enraizamiento fueron comparados y se encontró el 50% de las estacas enraizadas en vermiculita, 30.3% de arena y 27% de mezcla de arena y vermiculita. Posteriormente este estudio lo confirmaron Hogan y Lee (16), encontrando como concentración óptima 4000 ppm de AIB.

En la reptición dos, se observa al comparar el testigo con cero número de estacas con callo, que en este caso las mejores respuestan se obtuvieron a los 25 y 32 días, encontrándose que el tratamiento de AIB 4000 ppm elevó el número de estacas con callo comparado con los otros niveles.

En los tratamientos con combinaciones de AIB, ANA, Vitamina B<sub>1</sub> y Cinetina, cuando el nivel de AIB fue de 2000 ppm se observaron efectos altamente significativos a diferencia de la repetición uno, y los tratamientos fueron: AIB 2000 + ANA 3000 + Vitamina B<sub>1</sub> 2000.

AIB 2000 + ANA 3000 + Cinetina 100

AIB 2000 + ANA 3000 + Cinetina 200 a los 25 días; encontrándose que el tratamiento cuyas dosis son:

AIB 2000 + ANA 3000 + Cinetina 100, sigue mostrando a los 32 días el mismo efecto.

En algunos tratamientos de AIB 4000 ppm se observa

de nuevo este efecto en la formación de callos encontrándose que el tratamiento cuya dosis es: AIB 4000 + ANA 2000 + Vitamina B<sub>1</sub> 2000 + Cinetina 100, fue uno de los que dió mejores resultados ya que se encontró el efecto altamente significativo tanto a los 25 como 32 días.

En los tratamientos cuando el nivel base fue 8000 ppm y las combinaciones de ANA, Vitamina B<sub>1</sub> y Cinetina, los efectos altamente significativos fueron los tratamientos cuyas dosis eran a los 25 días.

AIB 8000 + ANA 1000 + Vitamina B<sub>1</sub> 2000 + Cinetina 100

AIB 8000 + ANA 2000 + Cinetina 100

AIB 8000 + ANA 2000 + Vitamina B<sub>1</sub> 2000 + Cinetina 100

AIB 8000 + ANA 3000

Encontrándose que el tratamiento cuya dosis fueron: AIB 8000 + ANA 2000 + Cinetina 100 siguió mostrando el efecto altamente significativo a los 32 días.

Al comparar los tratamientos de ANA 1000, 2000 y 3000 ppm combinados con Vitamina B<sub>1</sub> y Cinetina contra el testigo que los tratamientos cuyas dosis son: ANA 1000 + Cinetina 200; ANA 3000 + Vitamina B<sub>1</sub> 1000 + Cinetina 100 dieron efectos altamente significativos a los 25 días encontrándose que el último tratamiento seguía presentando a los 32 días el mismo efecto en la formación de callos.

Asimismo en los tratamientos de AIB, ANA, Vitamina B<sub>1</sub>

y Cinetina, se observó que la dosis de AIB 8000 ppm fue la que dió mejor efecto en el enraizamiento encontrándose este efecto a los 39 días.

La Vitamina B<sub>1</sub> y Cinetina no muestran efecto en el enraizamiento. Algunos experimentos realizados condujeron a la creencia de que la Vitamina B<sub>1</sub> era eficaz estimulante de las raíces. En experimentos posteriores, produjeron resultados erráticos, encontrándose que es necesaria para el crecimiento en medios estériles de raíces (13).

Aún cuando no puede esperarse que las Citocininas estimulen el desarrollo de las raíces, ya que por lo común actúan en el desarrollo de brotes y se oponen al enraizamiento, se han presentado algunos informes en el sentido de que las bajas concentraciones estimulan la formación de raíces. La Cinetina en concentraciones de 0.1 ppm duplica el enraizamiento de las estacas terminales de Feijoa Sellowiana de difícil enraizamiento; en estacas de Acer rubrum, cuando se aplica a las hojas aumenta el enraizamiento, pero tiene efectos inhibitorios cuando se sumerge la base de las estacas (13).

En los tratamientos combinados de AIB 2000 ppm, ANA y Cinetina se encontró que a los 39 días el tratamiento cuya dosis era: AIB 2000 + ANA 3000 + Cinetina 100 tenía



efectos altamente significativos en la promoción del enraizamiento.

En las combinaciones de AIB 8000 ppm con las otras substancias se observó que el tratamiento en dosis de AIB 8000 + ANA 3000 + Cinetina 100 se encontró el efecto mayor a los 25 días.

En las combinaciones de ANA 1000, 2000 y 3000 ppm con las demás substancias se observó que el tratamiento cuyas dosis son: ANA 3000 + Vitamina B<sub>1</sub> 2000 muestra un efecto altamente significativo en el enraizamiento a los 25 días.

Se ha observado claramente en la repetición uno y dos que el AIB y ANA mostraron una acción muy efectiva como promotores del enraizamiento al incrementar en la mayoría de los casos el número de estacas enraizadas en comparación con el testigo. Se reporta que en Ixora spp, las estacas terminales enraizaron mejor que las intermedias o las de madera semidura. Cuando el ácido naftalenacético o el Acido Indolbutírico fueron usados solos se obtuvo un pequeño incremento en el enraizado, pero cuando estos materiales fueron usados en combinación, resultaron en una significativa promoción de raíces (31).

## RESUMEN Y CONCLUSIONES

Algunas sustancias que se supone son producidas en las hojas, interaccionan con las auxinas y promueven el enraizamiento de estacas con hojas. Sin embargo, el uso de sustancias que promueven el enraizamiento no permite que se ignoren las buenas prácticas de la propagación por estacas, tales como el mantenimiento de las relaciones agua-planta y las condiciones de luz, humedad y temperaturas adecuadas.

Bajo los razonamientos anteriores y encontrando que la utilización de estacas como método de propagación de jojoba obedece a que este sistema se presenta como la única alternativa para establecer plantas de sexo conocido; así como el establecimiento de clones de material seleccionado por su alta productividad, el tipo de planta ideal y adaptada al área de influencia.

Se realizó este trabajo bajo condiciones de invernadero con el material vegetativo obtenido de una plantación dedicada a la producción comercial de semilla.

El objeto de este trabajo fue el de determinar las dosis óptimas del Acido Indolbutírico, Acido Naftalenacético (auxinas), Cinetina (citocinina), y Vitamina B<sub>1</sub>, así como la interacción de las diferentes combinaciones de estos productos, en la promoción de callos y el enraizamiento

to de estacas de madera verde suave de jojoba; y además encontrar la fecha óptima en que se produce la aparición de callos y el enraizamiento.

Se observó que en las fechas en que se hicieron las evaluaciones hubo diferencias estadísticamente significativas a los 25, 32 y 39 días, en relación a la formación de callo y enraizamiento de las estacas comparadas con el testigo.

En la primera y segunda repetición el AIB 4000 ppm fue la dosis que dió los mejores efectos en la formación de callo, encontrándose un 83.3% de encallado en las fechas que se hizo la evaluación.

Los mejores tratamientos para la promoción de callos fueron: AIB 4000 + ANA 2000 + Cinetina 100 y ANA 3000 + Vitamina B<sub>1</sub> 1000, ya que el porcentaje fue del 100% de encallado en la primera repetición. Estos tratamientos en inmersión basal rápida, promovieron el encallado de estacas observándose el efecto a los 25 y 39 días.

El mejor tratamiento para la promoción del enraizamiento fue: AIB 4000 + ANA 3000 + Vitamina B<sub>1</sub> 1000 + Cinetina 200 y tuvo un 50% de enraizamiento.

En la segunda repetición, los mejores tratamientos en la formación de callos fueron: AIB 4000 + ANA 2000 + Vitamina B<sub>1</sub> 2000 + Cinetina 100; AIB 8000 + ANA 2000 + Ci

netina 100 y ANA 3000 + Vitamina B<sub>1</sub> 1000 + Cinetina 100, con un 91.6% de encallado.

El mejor tratamiento fue ANA 3000 + Vitamina B<sub>1</sub> 2000 con un 83.3% de enraizamiento.

Finalmente la fecha óptima se ha considerado a los 32 días ya que a esta fecha se siguieron encontrando efectos significativos tanto en el encallado como enraizamiento.

Se detectaron diferencias estadísticamente significativas en relación a la formación de callo y enraizamiento de las estacas tratadas, comparadas con el testigo sin aplicación.

De acuerdo con los resultados obtenidos y las observaciones efectuadas se concluye que:

1) Con respecto a la formación de callos los mejores resultados se obtuvieron con los tratamientos AIB 4000 + ANA 2000 + Cinetina 100 y

ANA 3000 + Vitamina B<sub>1</sub> 1000, siguiéndole a estos los tratamientos siguientes:

AIB 4000 + ANA 2000 + Vitamina B<sub>1</sub> 2000 + Cinetina 100

AIB 8000 + ANA 2000 + Cinetina 100

AIB 8000 + ANA 3000 + Vitamina B<sub>1</sub> 1000 + Cinetina 100

ANA 3000 + Vitamina B<sub>1</sub> 1000 + Cinetina 100,

superando estadísticamente al testigo.

2) El mejor tratamiento para la formación de raíces fue: ANA 3000 + Vitamina B<sub>1</sub> 2000, siguiéndole a éste los tratamientos:

AIB 2000 + ANA 3000 + Cinetina 100

AIB 4000 + ANA 3000 + Vitamina B<sub>1</sub> 1000 + Cinetina 200

AIB 8000

AIB 8000 + ANA 3000 + Cinetina 100, superando también al testigo.

3) Hubo diferencias en las fechas óptimas encontrándose que en la repetición uno, los máximos efectos se observaron a los 25 y 32 días y en la repetición dos a los 32 y 39 días por lo que se considera que a la fecha óptima es la de 32 días.

4) Se observó interacción entre el AIB y ANA en la promoción de callos y raíces adventicias en estacas. Pero el ácido naftalenacético dió la mejor respuesta combinado con Vitamina B<sub>1</sub>; lo cual no había sido reportado en otras investigaciones.

Estas diferencias en respuesta a los otros tratamientos y el comportamiento del testigo es probable que se deba al tipo de material utilizado, el cual es muy heterogéneo por lo que se recomienda seguir explorando con las dosis y fechas.

## A P E N D I C E

## TRATAMIENTOS

	AIB (ppm)	ANA (ppm)	Vitamina B <sub>1</sub> (ppm)	Cinetina (ppm)
1	Testigo			
2	2000	0	0	0
3	4000	0	0	0
4	8000	0	0	0
5	0	1000	0	0
6	0	2000	0	0
7	0	3000	0	0
8	0	0	1000	0
9	0	0	2000	0
10	0	0	0	100
11	0	0	0	200
12	2000	0	1000	0
13	2000	0	2000	0
14	2000	0	0	100
15	2000	0	0	200
16	2000	0	1000	100
17	2000	0	2000	100
18	2000	0	1000	200
19	2000	0	2000	200
20	2000	100	1000	0
21	2000	2000	0	0
22	2000	1000	1000	0
23	2000	1000	2000	0
24	2000	1000	0	100
25	2000	1000	0	200
26	2000	1000	1000	100
27	2000	1000	2000	100
28	2000	1000	1000	200
29	2000	1000	2000	200
30	2000	2000	1000	0
31	2000	2000	2000	0
32	2000	2000	0	100
33	2000	2000	0	200
34	2000	2000	1000	100
35	2000	2000	2000	100
36	2000	2000	1000	200
37	2000	2000	2000	200
38	2000	3000	0	0
39	2000	3000	1000	0
40	2000	3000	2000	0

	AIB (ppm)	ANA (ppm)	Vitamina B <sub>1</sub> (ppm)	Cinetina (ppm)
41	2000	3000	0	100
42	2000	3000	0	200
43	2000	3000	1000	100
44	2000	3000	2000	100
45	2000	3000	1000	200
46	2000	3000	2000	200
47	4000	0	1000	0
48	4000	0	2000	0
49	4000	0	0	100
50	4000	0	0	200
51	4000	0	1000	100
52	4000	0	2000	100
53	4000	0	1000	200
54	4000	0	2000	200
55	4000	1000	0	0
56	4000	1000	1000	0
57	4000	1000	2000	0
58	4000	1000	0	100
59	4000	1000	0	200
60	4000	1000	1000	100
61	4000	1000	2000	100
62	4000	1000	1000	200
63	4000	1000	2000	200
64	4000	2000	0	0
65	4000	2000	1000	0
66	4000	2000	2000	0
67	4000	2000	0	100
68	4000	2000	0	200
69	4000	2000	1000	100
70	4000	2000	2000	100
71	4000	2000	1000	200
72	4000	2000	2000	200
73	4000	3000	0	0
74	4000	3000	1000	0
75	4000	3000	2000	0
76	4000	3000	0	100
77	4000	3000	0	200
78	4000	3000	1000	100
79	4000	3000	2000	100
80	4000	3000	1000	200



	AIB (ppm)	ANA (ppm)	Vitamina B <sub>1</sub> (ppm)	Cinetina (ppm)
81	4000	3000	2000	200
82	8000	0	1000	0
83	8000	0	2000	
84	8000	0	0	100
85	8000	0	0	200
86	8000	0	1000	100
87	8000	0	2000	100
88	8000	0	1000	200
89	8000	0	2000	200
90	8000	1000	0	0
91	8000	1000	1000	0
92	8000	1000	2000	0
93	8000	1000	0	100
94	8000	1000	0	200
95	8000	1000	1000	100
96	8000	1000	2000	100
97	8000	1000	1000	200
98	8000	1000	2000	200
99	8000	2000	0	0
100	8000	2000	1000	0
101	8000	2000	2000	0
102	8000	2000	0	100
103	8000	2000	0	200
104	8000	2000	1000	100
105	8000	2000	2000	100
106	8000	2000	1000	200
107	8000	2000	2000	200
108	8000	3000	0	0
109	8000	3000	1000	0
110	8000	3000	2000	0
111	8000	3000	0	100
112	8000	3000	0	200
113	8000	3000	1000	100
114	8000	3000	2000	100
115	8000	3000	1000	200
116	8000	3000	2000	200
117	0	1000	1000	
118	0	1000	2000	
119	0	1000		100
120	0	1000		200

	AIB (ppm)	ANA (ppm)	Vitamina B <sub>1</sub> (ppm)	Cinetina (ppm)
121	0	1000	1000	100
122	0	1000	2000	100
123	0	1000	1000	200
124	0	1000	2000	200
125	0	2000	1000	
126	0	2000	2000	
127	0	2000		100
128	0	2000		200
129	0	2000	1000	100
130	0	2000	2000	100
131	0	2000	1000	200
132	0	2000	2000	200
133	0	3000	1000	
134	0	3000	2000	
135	0	3000		100
136	0	3000		100
137	0	3000	1000	100
138	0	3000	2000	100
139	0	3000	1000	200
140	0	3000	2000	200
141	0	0	1000	100
142	0	0	2000	100
143	0	0	1000	200
144	0	0	2000	200

Cuadro 1. Promedio ( $\bar{X}$ ), desviación estandar ( $\sigma$ ) y error del promedio ( $\sqrt{\bar{X}}$ ) del número de estacas con callo y raíz.

Número de estacas	$\bar{X}$	$\sigma$	$\sqrt{\bar{X}}$	$t$	
1	0.083	0.276	0.083	1.000	NS
2	0.166	0.372	0.112	1.483	NS
3	0.25	0.433	0.130	1.915	NS
4	0.333	0.471	0.142	2.345	*
5	0.416	0.493	0.148	2.803	**
6	0.500	0.500	0.150	3.316	**

NS No Significativa

\* Significativa al 0.05

\*\* Altamente significativa al 0.01

NOTA:

Los resultados se presentan en las gráficas en forma de histogramas, estando numerados el primero y último correspondiéndole a cada uno su respectivo tratamiento; representando también el error del promedio y los efectos significativos y altamente significativos.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) ABRAMOVICH, R., M. FORTI and M. TAL. 1978. Vegetative Propagation of Simmondsia chinensis by conventional methods. Jojoba mthods. Jojoba Happenigs 23:8.
- 2) COIT, J. E. 1962. Horticultural Aspects of Jojoba. Fruit Varietes and Horticultural Digest. 1:32-34.
- 3) DAUGHERTY, P. M., H. H. SINEATH and T. A. WASTLER. 1953. Industrial Raw Material of Plant Origin IV:A Survey of Simmondsia chinensis. Georgia Institute of Technology. Bull 17. p. 1-16.
- 4) DE LA VEGA, M. 1977. La jojoba, Domesticación de un cultivo potencial. S.A.R.H., I.N.I.A., C.I.A. N.O. Circular No. 92. Hermosillo, Sonora. p. 4.
- 5) \_\_\_\_\_. 1978. La jojoba bajo cultivo: Avances preliminares en su manejo y comportamiento. Memorias de la II Conferencia Ingernacional sobre Jojoba. CONACYT; CONAZA; Consejo Internacional sobre Jojoba, México. p. 51.
- 6) FRETTS, T. A., P. A. READ and M. C. PEELE. 1979. Plant Propagation Lab. Manual. Third ed. Burgess Pub. Co. Minneapolis, Minnesota. p. 1.
- 7) GAIL, P. A. 1964. Simmondsia chinensis (Link) Schneider: Anatomy and Morfology of Flowers, Claremont College, Claremont, California. p. 40.
- 8) GENTRY, H. S. 1958. The Natural History of jojoba. (Simmondsia chinensis) and Its Cultural Aspects, Ecom. Bot. 12 (3): 261-295.
- 9) \_\_\_\_\_. 1973. Jojoba and Its Uses. An International Conference: Office of Arid Lands Studies, University of Arizona. Tucson, Arizona. p. 81.
- 10) GREENE, R. A. and E. O. FOSTER. 1933. The Liquid Wax of Simmondsia californica. Botanical Gazzete 94 (4): 826.

- 11) HAASE, E. F. and W. C. Mc. GINNIES. Ed. 1972. Jojoba and its uses. An International Conference. University of Arizona. Tucson, Arizona. p. 81.
- 12) HARPER, J. L. 1967. Dinámica de poblaciones de *Cordia alliodora* (D.C.). En una selva baja caducifolia. Facultad de Ciencias U.N.A.M. México. p. 99. (Tesis mimeografiada).
- 13) HARMAN, H. T. and D. L. RESTER. 1978. Propagación de Plants. 7ma. Ed. Continental, S. A. México. 318-319.
- 14) HITCHON, C. M. and W. HEYDECKER. 1971. Propagation of Black Currants. Single-noded cutting Jou. Am. Soc. Hort. Sci. 46(4): 517-523.
- 15) HOGAN, L. and A. A. MAISARI. 1976. Propagation of Jojoba by Stem Cuttings. Jojoba Happening 14: 9-10.
- 16) HOGAN, L. and C. W. LEE. 1978. Vegetative Propagation of Jojoba. Abstracts Third International Conference in Jojoba. Riverside, California. p. 7.
- 17) HUALLANCA, H. and J. N. CUMMINS. 1974. Rooting Capacities of Some *Prunus fruticosa* P. *avium* Hybrids Hort Sci. 9(2): 123-124.
- 18) KIANG, Y. T., O. M. ROGERS and R. B. PIKE. 1974. Rooting Mugo Pine Cutting. Hort. Sci. 9(4): 350.
- 19) MIWA, T. K. 1971. Jojoba Oil Wax Esteres and Deriver Fatty Acids and Alcohols: Gas Chromatographic Analisis. American Oil Chemists Society. Journal 48: 259-264.
- 20) MOLINA, F. F. 1980. Aspectos Demográficos de Semillas y Plántulas de Jojoba. Universidad de Sonora. Esc. de Agricultura y Ganadería. Hermosillo, Sonora. p. 49-50. (Tesis mimeografiada).
- 21) MURRIETA, S. X., A. CASTELLANOS V. y M. ESPERICUETA. 1978. Evaluación y Utilización de la Jojoba silvestre. Primer Informe Parcial. CONACYT, CONAZA, NSF, C.I.C.T.U.S. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora. p. 2-4.

Am. T. 48

- 22) OFFICE OF ARIDS LANDS STUDIES. 1974. Jojoba a Wax Producing Shrub. Paper No. 5. University of Arizona.
- 23) RAVEN, P. H., D. W. KYBOS and HILL. 1965. Chromosome Numbers of Spermatophytes, Mostly California. Ed Aliso 6(1): 105-113.
- 24) RUELAS, S. 1976. Estudio de los efectos del Rutin y el Acido Indolbutírico así como su interacción en el enraizamiento de estacas de un híbrido natural entre durazno (Prunus persica L.) y almenadro (P. amygdalus batsch). Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México, p. 13. (Tesis mimeografiada).
- 25) SHREVE, F. and I. L. WIGGINS. 1964. Vegetation and Flora of The Sonora Desert. 2 Vols. Stanford University Press. Stanford, California.
- 26) STEBBINS, G. L. and J. MAJOR. 1965. Endemism and Speciation in The California Flora. Ecological Monographs. 35 (1): 1-35.
- 27) THOMPSON, A. E. 1973. Needs for Horticultural Research on Propagation, Culture and Breeding of Jojoba. An Internacional Conference, Office of Arid Lands Studies University Of Arizona, Tucson, Arizona. p. 33-36.
- 28) VAUGHAN, J. G. 1970. The Structure and Utilization of Oil Seed. Ed. Champman and Hall. London. p. 279.
- 29) WEAVER, E. J. 1976. Reguladores del crecimiento de las Plantas en la agricultura. Ira. Ed. en Español. Edit. Trillas. México, p. 154.
- 30) WEILAND, P. A. T., E. F. FROLICH and A. WALLACE. 1971. Vegetative Propagation of Woody Shrub Species From the Northern Mojave an Southern Great Basin Deserts. Madrono. 21(3): 149-159.
- 31) YAMAKAWA, R. M., S. OKA and F. O. RAUCH. 1975. Vegetative Propagation of Ixora Spp. Hort. Sci. 10(3): 23.
- 32) YERMANOS, M. D. 1979. jojoba a Crop Whose Time has Come. California Agriculture. 33 (7 y 8): 4-7.

