

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS



REGULADORES DEL CRECIMIENTO III
INCREMENTO DEL PESO FRESCO DE LA
ALFALFA (Medicago sativa) POR LA ACCION
DEL ACIDO GIBERELICO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O
P R E S E N T A:

HECTOR MADINAVEITIA RIOS

MEXICO, D. F.

1981



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

C O N T E N I D O

	<u>PAGINA</u>
Introducción	1
1) Giberelinas	4
1.1) Características químicas de las giberelinas.....	5
1.2) Metabolismo de giberelinas	7
1.3) Control del crecimiento por las giberelinas.....	8
a) Promoción del crecimiento por la acción de las giberelinas.	9
1.4) Posible mecanismo de acción de las giberelinas.....	11
1.5) Las giberelinas y el reposo de las plantas.....	13
1.6) Aplicaciones exógenas de giberelinas.....	13
1.7) Factores que influyen en las aplicaciones de giberelinas	15
2) Alfalfa	18
2.1) Morfología de la planta.....	18
a) Raíz	18
b) Tallos y hojas	19
c) Flor y fruto	20
d) Semillas	21
2.2) Ecología de la alfalfa	21
a) Factores climatológicos	22
b) Factores edáficos	24
c) Factores bióticos	26
2.3) Prácticas de cultivo	28

PAGINA

Presentación de Tesis	29
Materiales y Métodos	30
Resultados I	37
Resultados II	48
Discusión	55
Apéndice A	58
Bibliografía	59

INTRODUCCION

La alfalfa, es el principal forraje que cubre la mayor parte de la demanda de la Cuenca Lechera de la Comarca Lagunera.

Es decir, es el producto básico para atender los requerimientos de la misma, por cuya razón ocupa la mayor superficie entre los forrajes.

La superficie total de alfalfa establecida en la Región Lagunera para 1980 fue de 21 mil 234 Ha. con una producción global de un millón 602 mil 670 toneladas en verde*.

La importancia que ha alcanzado este cultivo se debe al incremento en forma continua de la explotación del ganado lechero en la región y a las múltiples ventajas que ofrece: como altas cualidades nutricionales, facilidades de manejo, utilización en verde y henificación, así como en forma de harina y en mezcla con otros cultivos.

Uno de los principales problemas a los que se enfrenta la ganadería de México y especialmente en el norte es la escasez de forrajes en época de bajas temperaturas, pues estas influyen negativamente en la producción de forrajes.

Durante los meses fríos del invierno la alfalfa retarda su

* Datos proporcionados por el C.I.A.N.

crecimiento hasta que al iniciarse la elevación de temperaturas propias de la primavera la planta empieza a crecer más activamente.

Se reconoce actualmente que la mayoría, sino la totalidad de la actividad fisiológica de las plantas está regulada por un conjunto de sustancias naturales del crecimiento. Las hormonas de las plantas (o fitohormonas) son compuestos orgánicos sintetizados en el interior de las plantas, y que a bajas concentraciones regulan los procesos fisiológicos ejerciendo normalmente sus efectos en un lugar distinto al de origen. Mientras que los reguladores del crecimiento son sustancias que aplicadas a las plantas, en pequeñas cantidades fomentan, inhiben o modifican el crecimiento. (Weaver, 1980)

Los reguladores del crecimiento pueden agruparse en dos grandes grupos: promotores e inhibidores del crecimiento. Entre los promotores se encuentran las auxinas, giberelinas y citocininas. Mientras que entre los inhibidores se encuentran, compuestos que inhiben o retrasan algún proceso fisiológico; como son el α -abscisico y el etileno. (Hill, 1977)

La importancia mundial de los reguladores de crecimiento quedó demostrada cuando la primera misión de científicos americanos que visitaron China en 1972 descubrieron que el uso de giberelinas en la agricultura del país asiático, era común. Señalaron que en ese año se había aplicado en --

los campos una tonelada de este producto. En la actualidad todos los países desarrollados ocupan reguladores del crecimiento en mayor o menor grado; los países en desarrollo se están empezando a percatar de la gran utilidad que representa el uso de estos compuestos. (Larqué Saavedra, --- 1980)

1) GIBERELINAS

Las giberelinas (AGs) fueron descubiertas en Japón en estudios fitopatológicos que se realizaron sobre el crecimiento excesivo en tallos en las plantas de arroz. Los agricultores japoneses observaron que las plantas afectadas por la enfermedad eran más altas, más delgadas y más pálidas que las plantas normales, y que algunas veces no llegaban a producir fruto. Las pérdidas en las cosechas llegaban a alcanzar un 40 %. (Devlin, 1980)

A principios del siglo actual, se inició un programa intensivo para determinar las causas de esta enfermedad, que los japoneses llamaron "Bakanae". (Salisbury y Ross - 1978)

Los fitopatólogos japoneses demostraron en primer lugar la relación existente entre la enfermedad y un hongo denominado Fusarium moniliforme en su estado asexual - - - (Giberella fujikuroi) en su estado sexual. Kurosawa (1926) demostró experimentalmente que filtrados estériles procedentes del hongo eran capaces de provocar los síntomas del mal en plántulas de arroz normales. (Devlin, 1980)

En 1939, T. Yabuta y T. Hayashi fueron capaces de aislar e identificar el compuesto activo del hongo; este compuesto fue llamado giberelina. De aquel tiempo a la fecha se han ido descubriendo giberelinas y sustancias del tipo de las giberelinas en plantas superiores. (Turner 1972)

En la actualidad se conocen un mínimo de 50 giberelinas que han sido descubiertas en hongos y plantas. El ácido giberélico AG_3 , es una de las AGs que más se han estudiado, pues sus efectos son numerosos y variados. (Salisbury y Ross, 1978)

Las giberelinas existen en angiospermas, gimnospermas, helechos, musgos, algas, hongos y bacterias. Solo en las plantas vasculares es donde se ha establecido claramente el papel que juegan las AGs. (Lang, 1970)

1.1.) Características químicas de las giberelinas.

Las AGs fueron definidas por L.G. Paleg en 1965 como compuestos isoprenoides que tienen un esqueleto de gibberano (fig. 1a.) y cuya actividad biológica es estimular la división o la elongación celular, o ambas o bien otras actividades biológicas que pudieran estar específicamente asociadas con este tipo de sustancias de origen natural. (Moore, 1979)

Todas las giberelinas tienen 19 o 20 átomos de carbono agrupados en un total de 4 o 5 sistemas de anillo y todas tienen uno o más grupos carboxilos. Las giberelinas se abrevian como AGs con un subíndice como AG_1 , AG_2 , AG_3 y así sucesivamente, de acuerdo al orden cronológico en que fueron aisladas. (Hill, 1977)

Las AGs se encuentran en la naturaleza en dos formas o estados químicos, las cuales están químicamente defi-

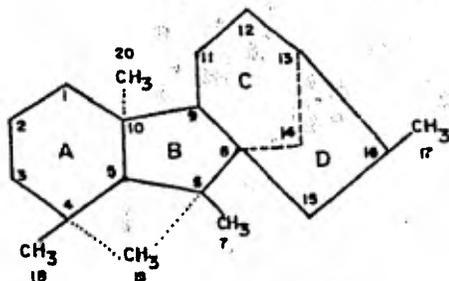


FIG. 1a.- FORMULA ESTRUCTURAL DEL GIBANE.

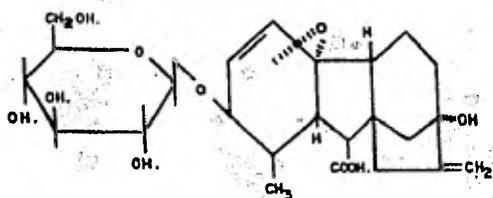
nidas. (Moore. 1979)

- a) AGs libres
- b) AGs conjugadas

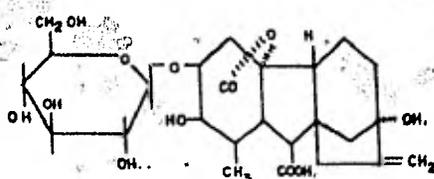
Las AGs libres se caracterizan porque en el carbón 19 o 20 de su esqueleto no están asociados a compuesto alguno. Mientras que las AGs conjugadas están relacionadas básicamente con glucosas, por uniones ésteres de glucosil (Fig. 2a.). (Moore. 1979)

Pueden existir también AGs ligadas a otras sustancias sobre todo a azúcares y probablemente también a proteínas. (Lang. 1970)

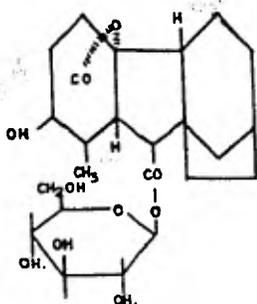
Estas sustancias son más fácilmente extraídas con agua o amortiguadores acuosos que con solventes orgánicos - tales como metanol que es comúnmente usado para extraer las AGs libres. (Lang. 1979)



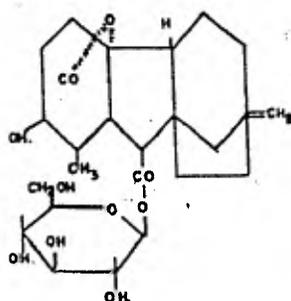
A₃ GLUCOSIDO



A₈ GLUCOSIDO



A₁ ESTER DE GLUCOSIL



A₄ ESTER DE GLUCOSIL.

FIG. 2a.- ALGUNAS FORMULAS ESTRUCTURALES DE AG GLUCOSIDOS Y ESTERES DE GLUCOSIL.

SUSTRATO	ORDEN DE ACTIVIDAD.
TALLO DE CHICHARO.	$A_3 > A_7 > A_4 = A_1$
HIPOCOTILO DE LECHUGA	$A_7 > A_3 > A_4 = A_1$
HIPOCOTILO DE PEPINO.	$A_7 = A_4 > A_1 > A_3$
HOJA DE MAIZ.	$A_3 > A_7 = A_4 = A_1$
CEBADA DE MALTA.	$A_1 > A_7 > A_4 > A_3$
ENDOSPERMO DE ARROZ.	$A_3 > A_1 > A_7 > A_4$
ABSIION DE BELLOTAS ALGODON.	$A_3 > A_4 > A_7 > A_1$

FIG. 3a.- ORDEN DE ACTIVIDAD DE CUATRO GIBERELINAS EN DIFERENTES SUSTRATOS.

Las AGs que se han aislado presentan variabilidad en cuanto al grado de polaridad, que es importante debido a que dependiendo del grado de polaridad, va a ser mayor o menor la solubilidad de las AGs en las soluciones. Las AGs ligadas son más polares que las AGs libres, puesto que las AGs libres al ser extraídas de las plantas contiene AGs ligadas, (Moore, 1979)

Trabajos realizados por P.W. Brian y asociados en 1967, establecieron entre lo más importante que:

1).- Existen AGs que presentan una mayor actividad que otras. En la fig. 3a. se indica el orden de actividad de cuatro de las AGs más activas. (Turner, 1972)

2).- Por lo general los compuestos altamente activos presentan un sistema de anillos de giberelinas intactos (anillos A, B, C y D), esto parece indicar que el esqueleto de gibane es esencial para la actividad de la promoción del crecimiento. (Moore, 1979)

La mejor forma de obtener AGs para uso experimental, práctico y comercial, es por medio de la biosíntesis de cultivos a gran escala de cepas genéticas de Fusarium moniliforme. Sin embargo, en laboratorio el progreso de la síntesis de AGs, ha sido a través de la utilización de compuestos orgánicos como el acetato de etilo. (Hill, 1977)

1.2.).- Metabolismo de giberelinas.

Las AGs se localizan principalmente en meristemos

de hojas y tallos, aunque también están presentes en semillas y frutos. Los cloroplastos presentan el mejor sitio de síntesis de AGs (Salisbury y Ross, 1978). Sin embargo, también en algunas vacuolas pueden encontrarse AGs. (Rappaport, 1980)

Las AGs son sintetizados a partir de unidades de acetato de acetyl coenzima A. El geranylgeranyl pirofosfato, un compuesto de 20 carbonos que sirve como donador de carbono para la formación de las AGs. (Lang, 1970); es convertido en la planta a AGs. Luego el Kaureno es convertido a Kaurenol (un alcohol), después a Kaurenal (un aldehído) y a ácido Kaurenico. El primer compuesto giberelínico que se forma es el aldehído de AG₁₂, una molécula de 12 carbonos. A partir de este paso se forman las demás giberelinas (Fig. 4a). Sin embargo, las reacciones enzimáticas no han sido bien determinadas. (Salisbury y Ross, 1978)

Existen compuestos que inhiben el metabolismo de las AGs. Estos compuestos incluyen a Fosfón D, AMO1618, CCC o Cycocel y Ancymidol. Los primeros dos bloquean la conversión de geranyl pirofosfato a copalil pirofosfato. (Moore 1979). El Fosfón D parece que también inhibe la formación de Kaureno, mientras que el CCC inhibe la biosíntesis de AGs después de que se ha formado el Kaureno. El ancymidol inhibe la reacción entre Kaureno y Kaurenol. (Lang, 1970)

1.3) Control del crecimiento por las giberelinas.

Los efectos de las AGs son de diversa índole, a sa

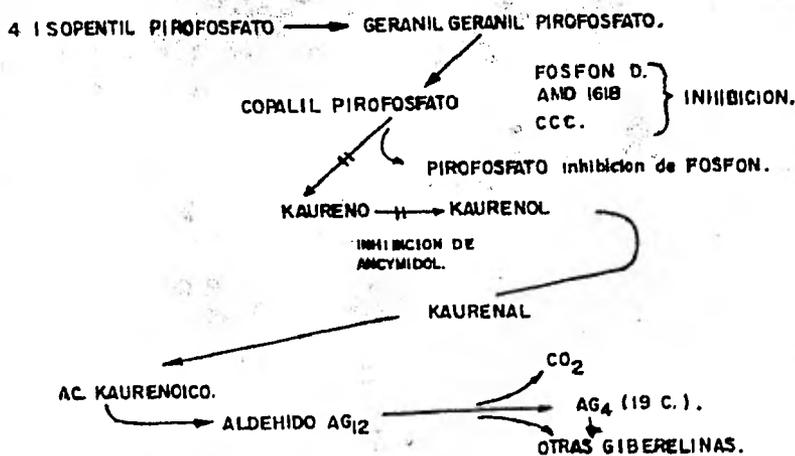


FIG. 40.- ALGUNAS REACCIONES DE LA BIOSINTESIS DE GIBERELINAS.

ber; sobre el enanismo genético, espigamiento y floración, plantas fotoinhibidas, partenocarpia y movilización de glúcidos de reserva durante la germinación (Devlin, 1980). --- Aquí solo se tratará de explicar y discutir los efectos de las AGs sobre el desarrollo vegetativo.

a) Promoción del crecimiento por la acción de las giberelinas.

Las AGs generalmente favorecen la elongación de tallos intactos mucho más que en tallos que han sido cortados. Muchas dicotiledóneas y algunas monocotiledóneas responden a un crecimiento más rápido cuando son tratadas con giberelinas, como la col en forma de roseta que tiene muy cortos los entrenudos, puede crecer 2 mts. de altura y florecer -- después de la aplicación de ácido giberélico, mientras que las plantas no tratadas quedan cortas y vegetativas. (Salisbury y Ross, 1978)

Las AGs presentan propiedades tan notables como es el de hacer desaparecer el enanismo genético en ciertas plantas. Su efecto es debido a que el enanismo es provocado por la mutación de un gene único. Posiblemente la mutación de este gene provoca un bloqueo en el camino metabólico que conduce a la síntesis de la giberelina; por lo que consecuentemente se acortan los entrenudos, pero no hay disminución del número de estos. (Hill, 1977)

Muchos investigadores piensan que la corrección del enanismo, lograda a través de la aplicación de AGs es debido a la falta de giberelina endógena o a la existencia de concentraciones tan bajas que no tienen ningún efecto. Esto podría ser debido, por ejemplo, a la falta de alguna enzima de las que intervienen en la secuencia de reacciones que conduce a la síntesis de giberelinas.

La aplicación de AG exógeno cubre la escasez de giberelina endógena.

Así mismo, hay quien opina que en las plantas enanas existe un exceso de algún inhibidor natural que retarda el crecimiento, y que la giberelina contrarresta el efecto de este inhibidor (Devlin, 1980). Cuando se aplica AG a plantas enanas como Pisum sativum, Vicia faba y Phaseolus - florus, la actividad de el gene mutante es reprimida y por lo tanto las plantas crecen normalmente. (Hill, 1977)

Las AGs, tienen un efecto importante sobre plantas

que requieren de un termoperíodo frío y de un fotoperíodo - corto para poder florecer y aumentar su crecimiento vegetativo. Así se demostró en plantas de zanahoria que necesitan pasar por un período determinado de horas frío y de horas - luz previos a la floración. El tratamiento con AG, sustituyó las horas frío, así como las horas luz y las plantas no solo florecieron, sino que también incrementaron su crecimiento vegetativo. (Salisbury. 1957)

1.4) Posible mecanismo de acción de las giberelinas.

El mecanismo de acción de las AG, no se conoce por completo, pero se ha propuesto que al menos la elongación y división celular de los tallos de las plantas, es debido a la siguiente serie de eventos:

Después de que las AGs han sido sintetizadas, se - lleva a cabo la estimulación de la división y alargamiento celular que tiene lugar en la región subapical del tallo. - Aunque hay poca evidencia de la participación directa de las AGs en los procesos mitóticos, se puede afirmar que las AGs, promueven la división celular debido a que estimulan a las - células a realizar más rápidamente su ciclo celular, pues - las células que se encuentran en la fase G_1 , las AGs las inducen a entrar a la fase S, y además de que también acortan la fase S, del ciclo celular. Al realizar esta función, las AGs incrementan el número de segmentos de DNA y RNA y así - acelera la síntesis de proteínas, trayendo por consecuencia que la célula entre más rápidamente a la mitosis. (Rappaport, 1980)

La forma en que las AGs provocan la elongación celular no se conoce aún muy bien, pero se han propuesto varias teorías: Las AGs pueden provocar que las paredes celulares se debiliten, mediante la inducción de enzimas como amilasas, proteasas, invertasas, celulasas que hacen esta función. (Turner, 1972)

Otro mecanismo, es por medio de la hidrólisis del almidón que resulta de la estimulación de la enzima alfa - amilasa que es generada por las AGs (Weaver, 1980). Las hexosas (como glucosa y fructosa) que se producen de la hidrólisis del almidón proveen energía a través de la respiración y además hacen que el potencial de agua sea más negativo, dando como resultado que el agua penetre más rápidamente, diluyendo los azúcares, causando en consecuencia la elongación celular. (Salisbury y Ross, 1978)

Por otro lado, el tratamiento con AGs, puede provocar la formación de enzimas proteolíticas, que pueden inducir la formación del aminoácido triptófano que es el precursor del ácido indolacético (AIA); con frecuencia, las AGs incrementan el contenido de auxinas, además de que las pueden transportar al sitio de acción. Otro mecanismo, es que las AGs estimulan la biosíntesis de ácidos polihidroxicinnámicos que inhiben a la oxidasa del AIA, que es una enzima que degrada a las auxinas, promoviendo por lo tanto la acción de las auxinas. (Weaver, 1980).

1.5) Las giberelinas y el reposo de las plantas.

El reposo es un mecanismo indispensable en la supervivencia de las plantas y por lo tanto un factor importante en la evolución. El reposo es un estado en el cual aunque existan condiciones ambientales favorables para el crecimiento (Temperatura, agua, aireación adecuada), las yemas de las plantas no desaparecen, sino hasta que se experimente una serie de eventos endógenos en las plantas. (Weaver, 1980)

Las hormonas intervienen en el reposo de las plantas; las hormonas promotoras del reposo como el α -abscisico y el etileno predominan cuando los días son cortos; mientras que las hormonas inductoras del crecimiento como las AGs, auxinas y citocininas, empiezan a aumentar endógenamente después de haberse recibido varios estímulos ambientales (días más largos, temperatura adecuada) para el crecimiento. (Villiers, 1979)

Se ha comprobado que el rompimiento del reposo se realiza a medida que va aumentando la concentración endógena de giberelinas (Turner, 1972). La interrupción del reposo se puede romper artificialmente al aplicar AG exógeno, como se demostró en plantas de Lilium longiflorum. (Lin; --- Wilkins y Angells, 1975)

1.6) Aplicaciones exógenas de giberelinas.

El uso de reguladores de crecimiento en la agricultura es una alternativa, que abre nuevas posibilidades en el intento de incrementar la producción de las cosechas. El empleo adecuado de los reguladores de crecimiento además de

implicar la modificación del desarrollo, trae consigo un incremento en la producción. (Morgan, 1980).

Según las condiciones ambientales y las dosis a aplicar el AG, puede provocar diversas reacciones en las plantas que se traten. De tal modo que antes de realizar aplicaciones masivas de reguladores del crecimiento, conviene saber en que fase de estudio se encuentra el cultivo que se va a tratar:

a) Fase comercial, en donde la aplicación de AG ha pasado su etapa experimental o sea que se ha comprobado que el AG a una concentración dada y aplicada en determinada época va a provocar respuestas positivas.

b) Fase experimental, en esta fase la aplicación de AG todavía no se puede hacer masivamente, sino hasta que se logren resultados en que se observe que los procesos fisiológicos no son afectados negativamente por las aplicaciones, sino que al contrario, aceleren e incrementen su crecimiento. En esta fase de estudio se encuentra la alfalfa.

Se ha visto que los efectos de reguladores del crecimiento y antitranspirantes químicos sobre requerimientos de agua y componentes del crecimiento en la alfalfa, se observó que el AG bajó significativamente los requerimientos de agua de la alfalfa, y además el AG también incrementó significativamente la cantidad de tejido de tallo producido, lo cual trajo como consecuencia un mayor rendimiento total de forraje seco (Cole, Dobrenz y Massengale, 1971).

1.7) Factores que influyen en las aplicaciones de AG.

Cuando se realizan aplicaciones de AG en el campo, existen factores que van a influir en los resultados que se obtengan estos factores son principalmente: la luz, la temperatura, la época de aplicación, la edad de la planta la dosis de aplicación, estado de nutrición de la planta.

a) Luz:

Tiene un efecto que puede influir en la obtención de resultados, debido a que generalmente durante el día las plantas tienen los estomas abiertos y por lo tanto están -- transpirando, de tal modo que si se asperja AG en horas que la intensidad luminosa es fuerte, la mayoría del AG se pierde en el proceso de la transpiración (Sutcliffe, 1977). Por lo que es mejor aplicar el AG en horas del día en que la intensidad luminosa sea baja (Temprano o tarde).

b) Temperatura:

Aplicar AG cuando la temperatura es extremadamente alta (más de 32°C), pueden causar que el AG sea degradado y por lo tanto no provocar el efecto esperado. Se obtienen mejores resultados cuando las temperaturas no son muy altas - (15.5°C - 31°C, Mertz y Lutz, 1974). Por lo general a temperaturas altas la transpiración es excesiva, por lo tanto si se aplica AG cuando existen altas temperaturas, mucho del AG se pierde a través de la transpiración.

c) Época de aplicación:

Este factor es importante, porque el efecto deseado

no puede ocurrir siempre en cualquier época del año por lo que es importante conocer, si la época es propicia para obtener el efecto esperado en las plantas. Dentro de la época de aplicación hay que considerar las condiciones ambientales (como fotoperíodo y termoperíodo) para poder llevar a cabo las aplicaciones de AG (Rojas Garcidueñas, 1979).

d) Edad de la planta.

El efecto que esperamos que produzca la acción -- del AG, no se puede observar, en cualquier etapa del ciclo vital de las plantas, sino que es necesario, saber qué efecto es el que se desea producir para así aplicar en el momento adecuado. (Nickel, 1975)

e) Dosis de aplicación.

Estas son de suma importancia, porque obviamente -- no cualquier concentración es benéfica para la planta. Primero se tienen que probar varias dosis y de allí seleccionar las dosis adecuadas para el efecto que se quiera producir. (Nickel, 1975)

f) Estado de nutrición de la planta.

La respuesta positiva de las plantas a aplicaciones de AG depende también del estado de nutrición que presentan las plantas. Plantas sin problemas de nutrición tienen la capacidad de incorporar a su metabolismo con mayor eficiencia el AG, que las plantas que tienen problemas de nutrición. (Nickel, 1975)

Estos son algunos de los factores que influyen en la obtención de resultados; secundariamente, se pueden mencionar que además de estos, hay que, considerar algunas características del suelo como: el tipo, la fertilidad y el contenido de humedad.

2) ALFALFA*

La alfalfa (Medicago sativa), es oriunda del suroeste de Asia. Hill menciona como probable centro de origen el Asia Occidental o Asia Central, las regiones montañosas de la India, el Asia Menor y Transcaucasia (Robles, - 1975). Esta especie fue introducida a Grecia hacia el año 490 antes de Jesucristo. Más tarde fue llevada a Italia y a otros países europeos, incluyendo España (Hughes, Heath y Metcalfe, 1976). Los conquistadores hispanos se encargaron de traerla a América, siendo México, Perú y Chile los países donde primero se cultivó. Posteriormente en 1854 fue llevada a E.U.A. (Robles, 1975)

2.1.) Morfología de la planta

a) Raíz

Las raíces de la alfalfa son abundantes, profundas. Constan de una raíz principal, robusta y pivotante y numerosas secundarias. En la especie M. sativa la raíz principal es muy marcada y llega hasta la capa freática o roca madre a grandes profundidades. La raíz alcanza profundidades normalmente de dos a cinco mts., aunque los autores señalan -- excepcionales casos de hasta 10 y 20 mts. Este crecimiento determina de alguna manera la capacidad de la planta para extraer agua de las capas más profundas del suelo; por tanto, la resistencia a la sequía de la misma. Se ha observado que dos o tres meses después de la siembra, y en condiciones normales de germinación y establecimiento, la planta ha

* Basado en el trabajo de Del Pozo, 1971.

echado ya raíces hasta de una profundidad de 0.40 a 1 m. Se ha estimado que una sola planta de un año, ocupa un volumen de suelo de 90 centímetros de diámetro y 2 metros de profundidad. Para el segundo año puede penetrar entre 3 y 3.5 metros y según la variedad, profundidad del suelo y de la capa freática, con el tiempo llega a profundidades de 7.5 a 9 metros y a la raíz con un diámetro de 2 a 3 centímetros. -- (Robles, 1975)

Se ha comprobado que si el establecimiento se realiza en condiciones muy favorables (abundante humedad), entonces la raíz no profundiza lo que sería de desear, de ahí que se recomienden riegos moderados o muy distanciados en los alfalfares después de la siembra. El tipo de raíz (profundidad y ramificación) es así mismo una característica varietal.

La alfalfa puede propagarse en forma vegetativa, - gracias a que algunas raíces laterales forman yemas que dan origen a tallitos que emergen al exterior y llegan a producir de esta forma una nueva macolla.

b) Tallos y hojas

La alfalfa es una planta normalmente erecta, de ahí que se preste tan inmejorablemente a la siega.

En la germinación, el primer tallo nace entre los cotiledones. En las axilas de los cotiledones, o cuando estos desaparecen de las hojas inferiores, se producen yemas que posteriormente dan origen a nuevos tallos. Más tarde nue

vos tallos vienen a desarrollarse a la salida del verano, -- mientras que los tallos viejos se lignifican, endurecen y -- mueren. Lo mismo ocurre después de cada siega o paso de ganado. Todos estos tallos nuevos o viejos forman un conjunto -- que recibe el nombre de corona, fracción fundamental de la -- planta de alfalfa. Las variedades adaptadas a climas cálidos presentan típicamente coronas sobre la superficie del suelo; no así en climas fríos, donde la corona aparece bien por debajo de dicho nivel.

Las primeras hojas verdaderas después de los cotiledones son unifoliadas. Posteriormente las hojas normales son trifoliadas, pecioladas con folíolos peciolulados, particularmente el centrado mientras la alfalfa no posee tres hojas normales de tres folíolos, vive a expensas de las reservas de -- los cotiledones (Duthil, 1976).

c) Flor y Fruto

Las flores van reunidas en racimos axilares de distinto tamaño y densidad. Tienen color violeta con distintas tonalidades que van del azul pálido al morado oscuro. (Robles, 1975).

La flor posee un pétalo estandarte, dos pétalos alar y dos pétalos quilla. Estos últimos que están unidos parcialmente encierra al pistilo y a los estambres. Generalmente -- existen diez estambres, nueve de los cuales están soldados en sus filamentos formando un tubo que envuelve al pistilo y ovario. Un estambre permanece libre de los demás. Los cinco pétalos se unen parcialmente para formar una corola de forma tubular.

En la base de la corola hay secreción de néctar. - El pistilo está formado de un solo carpelo que se desarrolla de un ovario supero unilocular con un estilo liso en forma filiforme (Robles, 1975).

El fruto maduro es una vaina curvada de color café con 3 o 5 espirales, ligeramente pubescente, cada vaina lleva semillas en forma arriñonada. (Robles, 1975)

d) Semillas:

Las semillas dicotiledóneas son ovaladas o de aspecto de riñón y combada en varias formas; con una cicatriz (hilio) en una depresión ancha cerca de un extremo en las semillas ovaladas o en una incisión bien definida, cerca de la mitad en la semilla de forma de riñón; su color es amarillo verdoso o café claro y con longitud de 1.5 milímetros o más (Robles, 1975).

2.2) Ecología de la alfalfa.

Al pretender hablar aquí de ecología de la alfalfa se quiere hacer énfasis a aquellos factores que especialmente limitan su cultivo.

Estos factores ecológicos cabe encuadrarlos en tres grandes grupos: climatológicos, edafológicos y bióticos. Dentro de los climatológicos se incluyen fundamentalmente dos: temperatura y humedad; mientras que para el segundo, las principales características edáficas a estudiar son el Ph, salinidad, profundidad del suelo y condiciones de drenaje. Finalmen

te, los factores bióticos se refieren a los organismos que de alguna manera (competencia, predación, etc.) limitan el desarrollo de la alfalfa.

a) Factores climatológicos:

Temperatura.

La semilla de alfalfa puede germinar a temperatura de 2° a 3°C, siempre que los restantes factores (humedad, - fertilizantes, etc.) no actúen como limitantes. La germinación es más rápida cuanto más alta sea la temperatura, hasta alcanzar un óptimo aproximadamente a los 28° - 30°C. Temperaturas por encima de los 38° resultan ya letales para la joven plántula.

Distintos son los requerimientos en temperaturas - para la planta en activo crecimiento y producción forrajera. Durante los meses fríos del invierno la alfalfa detiene su crecimiento, hasta que al iniciarse la elevación de temperaturas propias de la primavera empieza la planta a rebrotar.

Un aspecto especialmente importante, objetivo pasado y actual de gran número de investigaciones, es la resistencia de la alfalfa a las heladas. Es decir a quedar sometida durante un período de tiempo no excesivamente prolongado a temperaturas muy bajas. Las variedades híbridas de - - Medicago falcata aparecen como más resistentes, lo cual se atribuye a que en ellas la corona o base de la macolla, está en general, ligeramente bajo tierra, de tal modo que así logra soportar las heladas.

Agua:

Investigaciones realizadas en E.U.A. demostraron que la alfalfa bajo condiciones extremas de sequía fué agotando poco a poco las reservas de agua que había en el suelo. Las reservas de agua de la primera capa de 2 mts. fueron completamente agotadas por la alfalfa en los primeros dos años de cultivo. Posteriormente este agotamiento se había extendido a los 4.5 mts. al tercer año y a los 7.5 mts. al final de los seis años. Todo ello manteniendo un ritmo de producción bastante aceptable y sostenido durante los seis años.

La limitación de agua restringe, pues la producción de la alfalfa pero no llega a frenar por completo su crecimiento más que cuando son rebasadas ampliamente los límites señalados. Sin embargo, cuando esta limitación ocurre la utilización del agua resulta menos eficiente que cuando la planta dispone de las condiciones óptimas de humedad.

La eficiencia en la utilización del agua por la alfalfa está directamente influida por la riqueza potásica del terreno. Este elemento es capaz de economizar la cantidad de agua transpirada por unidad de materia seca. Por ello, el abonado potásico generoso aumenta la resistencia de la alfalfa a la sequía y disminuye los efectos que pueda tener un prolongado período de estricta limitación de agua. (Krogman y Lutwick, mencionados por Del Pozo, 1971).

El hecho de que la alfalfa sea resistente a la sequía, no quiere decir, que no precise de importantes cantidades de agua para su desarrollo y producción. Así, datos de E.U.A. señalan que el número de kilogramos de agua necesarios para producir un kilogramo de materia seca por la planta es en el caso de la alfalfa de 700 a 800 kgs. mientras que los cereales de invierno (avena, cebada y trigo) solamente precisan de 500 a 600 kgs. y los cereales de verano (maíz y sorgo), de 300 a 350 kgs. naturalmente, la cantidad necesaria de agua para el debido desarrollo de la alfalfa depende de varias condiciones de clima y suelo (temperatura, humedad, ambiente, viento, etc.), que determinan en definitiva la evapotranspiración.

b) Factores edáficos

Ph.

Este es probablemente uno de los factores que resultan de mayor trascendencia en la limitación al área de cultivo de la alfalfa en el mundo.

La alfalfa es una planta cuyo óptimo de Ph se sitúa en la zona de neutralidad, si bien tolera mejor la alcalinidad que la acidez.

En la germinación el Ph ácido no viene a constituir un grave problema, habiéndose logrado porcentajes de germinación aceptables en lotes de semillas sobre agar-agar con Ph hasta de 4. Sin embargo, con plántulas y plantas establecidas la vida de la alfalfa resulta precaria a Phs menores de 4.

La acidez del terreno determina fundamentalmente:

- La nodulación y consecuentemente, la nutrición nitrogenada de la planta.
- La utilización del ión calcio
- La absorción de iones aluminio y manganeso con los posibles efectos tóxicos que se siguen a un exceso de los mismos.

El Rhizobium meliloti, bacteria nodulante en la alfalfa, es una especie neutrófila que no se reproduce por debajo del Ph 5, y su eficiencia como fijadora de nitrógeno - es débil para un Ph de 6 (Hallsworth, mencionado por Del Pozo, 1971)

Existe una cierta incompatibilidad, en relación a su absorción por las raíces de la alfalfa, entre los iones calcio, por un lado, y los aluminios y manganeso, por el otro, que la acidez del suelo se encarga de acentuar en favor de estos últimos. De la misma manera que a Ph bajos el calcio era absorbido en menor proporción relativamente, el aluminio y el manganeso son tóxicos, en tanto cuanto las cantidades de ellos absorbidos por las raíces son movilizadas y transportadas a las partes aéreas de la planta; solo entonces resultan perjudiciales para el vegetal. (Duthil, 1976).

Quando el Ph alcanza valores altos (alcalinos), - la disponibilidad de ciertos elementos, tales como el Fósforo, Hierro, Manganeso, Boro y Zinc, queda reducida, lle-

gando en algunos hasta límites inadecuados para la vida de la planta. De todas formas, no es la alcalinidad problema - que pueda limitar severamente la implantación de la alfalfa, a no ser que se complique con problemas de salinidad.

Salinidad:

Los síntomas de salinidad en la planta son en to - do parecido al de los de sequía. Se inician con una ligera palidez de algunas partes del vegetal, para luego ir redu - ciendo el tamaño de las hojas que adquieren un color verde oscuro, al mismo tiempo que la planta va achaparrándose y arrosotándose.

La alfalfa es reconocida como bastante tolerante - de la salinidad juntamente con el sorgo. Sin embargo, esta tolerancia se refiere únicamente al período adulto de la - planta. Su tolerancia durante la germinación es incluso in - ferior a la de los cereales.

Profundidad del suelo y drenaje.

La alfalfa se desarrolla óptimamente en suelos -- profundos, sanos y bien drenados. Este cultivo parece ser que presenta su mejor crecimiento en suelos limo-arenosos cálcicos con alto contenido de fósforo y potasio (Robles, 1975). No es aconsejable, cultivar esta planta en suelos de menor de 60 cms. de profundidad.

c) Factores bióticos

Los principales factores bióticos que reducen el -

rendimiento y calidad de las cosechas son: las plagas y las enfermedades (Hughes, Heath y Metcalfe, 1976).

Las plagas por insectos, reducen los rendimientos de forraje y la vida de esta leguminosa, por los daños ocasionados en sus órganos al alimentarse de ellos. Por las lesiones que estos insectos dejan, se pueden introducir los inóculos de enfermedades fungosas y bacterianas que son el principio del fin de un vigoroso alfalfar (Robles, 1975).

Existen muchas plagas de insectos como:

El pulgón manchado de la alfalfa (*Thuriphis maculata*); el barrenador de la raíz de la alfalfa (*Epicaerus aurifer*); el calcidido de la semilla de la alfalfa (*Bruchophagus gibbus*); la chinche de la alfalfa (*Lygus elisus*). Los métodos para combatir estas plagas son el cultural, el biológico y el químico (Duthil, 1976).

Las enfermedades en la alfalfa pueden también causar pérdidas de consideración en la cosecha. En México existen cinco enfermedades que revisten importancia: Peca de la alfalfa (*Pseudopeziza medicaginis*); Mildiú vellos - - - - (*Peronospora trifoliorum*) Pudrición de la raíz y la corona - (*Fusarium oxysporum*, *cylindrocarpon* sp. y *Rhizoctonia* sp); - marchitez bacteriana (*Corynebacterium insidiosum*); pudrición texana de la raíz (*Phymatotrichum omnivorum*). (Robles 1975).

Para prevenir esta serie de enfermedades se recomienda, el uso de rotación de cultivo, buenas prácticas de manejo

(Especialmente riego), el uso de la cantidad adecuada de fer-tilizantes y otros factores tendientes a mantener una planta saludable (Robles, 1975).

2.3.) Práctica de cultivo*

Antes de realizar la siembra es recomendable barbechar a 30 cms. de profundidad y hacer las melgas que deban de tener 150 mts. de largo como máximo por 100 mts. de ancho.

La fecha de siembra de la alfalfa debe efectuarse - en los meses de noviembre y principios de diciembre, esto es con el propósito de evitar la competencia con poblaciones de maleza. La siembra se puede realizar manualmente o con una - máquina cultivadora, la cantidad de semillas que se utilizan para la siembra, es de 30 a 35 Kg. de semillas/ha.

Los riegos se realizan por lo general tres días des-pués de cada corte.

En alfalfares nuevos, es recomendable fertilizar con 480 kilos de superfosfato triple por hectárea, equivalente a 220 kilos de fósforo.

El corte de la alfalfa se realiza cuando las plan - tas tienen un 10 % de floración.

* Basado en la guía para la Asistencia Técnica Agrícola, CIANE

PRESENTACION DE TESIS

Dada la importancia del cultivo de la alfalfa, y habiéndose reportado los efectos positivos de giberelinas sobre este cultivo, se decidió llevar a cabo el siguiente trabajo que tuvo como objetivo fundamental establecer si el AG comercial asperjado a diferentes concentraciones y en diferentes épocas del desarrollo vegetativo del cultivo, podría favorecer un incremento en peso fresco.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en el Centro de Investigaciones Agrícolas del Norte de la ciudad de Matamoros, Coah., - que se localiza entre los paralelos 24° 34' y 27° 00' de latitud norte y entre los meridianos 102° 00' y 104° 40' de longitud al oeste de Greenwich.

Sus fuentes de agua son: La Cuenca del Nazas, la del Aguanaval y el acuífero subterráneo.

El clima según Thornthwaite es muy seco, con deficiencia de lluvia en todas las estaciones, temperatura semicálida con invierno benigno (Edb' ₁ b'). Según W. Koeppen es seco de desierto, llueve durante el verano $r \leq + 14^\circ$ - temperatura caliente con media anual $\geq 18^\circ\text{C}$ (BWhw)*

Las características fisicoquímicas del suelo son:

* Nitrógeno = .107% a la profundidad 0-30 cms.

Fósforo = 66.49 kg/ha. P_2O_5

Carbonato de calcio = 8.26%

% Materia orgánica = 1.002%

Conductividad eléctrica = .58 x 10 milimhos/cms.

Ph = 7.35 en dilución 1:1 en Kcl

% de sodio intercambiable = 8.50 %

Textura:

Arena = 26.42 %

* Guía climatológica de la Comarca Lagunera.

** Datos proporcionados por el laboratorio de suelos del C.I.A.N.

Arcilla = 56.39 %

Limo = 20.19 %

Por lo que el tipo de suelo es: arcilloso.

Se preparó el terreno con barbecho, rastreo y nivelación efectuados del 13 al 25 de noviembre de 1979 y el 9 de enero de 1980 se realizó simultáneamente la fertilización y la siembra por medio de una máquina sembradora. Para la fertilización se emplearon 110 kg. de Fósforo por Ha. -- mientras que para la siembra 35 kg. de semilla por ha. antes de comenzar el experimento se hicieron 8 cortes de alfalfa, después de cada corte se aplicó un riego.

El establecimiento del diseño experimental en el campo se llevó a cabo el día 11 de noviembre de 1980, empleándose un diseño factorial de 6 x 3 tratamientos arreglados en parcelas divididas con tres repeticiones de acuerdo a la fig. 1. El area experimental incluyó 63 parcelas de 2 metros cuadrados de alfalfa Medicago sativa variedad NK-819. Para cuadricular el terreno, se utilizaron estacas, martillo, hilo y cinta métrica. El terreno cuadrículado fué de 56 metros de largo por 8 metros de ancho haciendo un total de --- 448 metros cuadrados.

El AG, tiene varios nombres comerciales, como: acti vol, pro-gibb, gib-sol, giberelina y se distribuye en forma de polvo o tabletas. Para este trabajo se empleó un frasco -- con 10 gr. de AG Pfizer en polvo a este frasco se le agregan 100 cc. de alcohol de 96°, quedando la concentración madre --

al 10 %.

Para la obtención de las concentraciones de AG, se siguieron las indicaciones del instructivo Acido Gihérico Pfizer (circular no. 7); se prepararon 10 litros de cada -- concentración; de tal modo que a cada 10 litros de agua se le añadieron: 5 c.c. de AG para la dosis 5 ppm; 1.5 c.c. de AG para la concentración 15 ppm y finalmente 2.5 c.c. de AG para la dosis 25 ppm. Para facilitar la acción del AG (dispersión y penetración), a cada concentración se le agregó 3 c.c. de líquido mejorador de aspersiones Spreader Sticker (que es un detergente).

La aplicación de AG a la alfalfa se hizo por medio de un tanque de aspersion de una capacidad de aproximadamente 15 litros. El volúmen aplicado fué de 3.3 litros aproximadamente con un tiempo de aspersion de más o menos 1.5 minutos.

Las horas de aplicación de AG variaron (no siempre fue la misma), dependiendo de las condiciones ambientales (temperatura, nublado y viento) que existieran, se efectuaban la aplicación.

La primera aplicación de AG que fué el día 12 de noviembre (12 días después del corte) se realizó de las -- 19:00 a las 20:hrs. se aplicó AG a las dosis 5, 15 y 25 ppm en las parcelas F_1 * F_4 y F_6 . La temperatura al momento de aplicar fue de aproximadamente 20°C. Casi no hubo viento.

* Cada F está formada por 3 parcelas: 1 de 5 ppm, 1 de 15 ppm y 1 de 25 ppm.

La segunda aplicación se realizó el 19 de noviembre. El AG se aplicó en las mismas tres dosis en las parcelas F₂, F₄, F₅ y F₆. Dichas aplicaciones fueron de las 16:00 a las 17:30 hrs. La temperatura al momento de aplicar fué de aproximadamente 11°C, y estuvo nublado casi todo el día y hubo poco viento.

La tercera aplicación se realizó el día 28 de noviembre. Las 3 dosis utilizadas se aplicaron a las parcelas F₃, F₅ y F₆ de las 17:30 hrs. a las 18:20 hrs, la temperatura al momento de aplicar fué de 11°C (que fué la máxima del día).

La temperatura media ambiental durante el mes de noviembre fué de 8.23°C. Temperatura media máxima del mes fué de 21.26°C. Temperatura media mínima del mes fué de 4.23°C. Temperatura media del mes fué de 12.85°C. Temperatura media de la oscilación diaria del mes fué de 17.23°C. Temperatura media mínima a la intemperie del mes fué 1.06°C. Evaporación media en 24 hrs. del mes fué 3.85 mm. de agua.*

El corte de la alfalfa se efectuó el día 4 de diciembre de 1980 (34 días después del corte inicial).

Para estimar el efecto del AG en la alfalfa, se realizaron muestreos, utilizándose un marco de madera de un metro cuadrado; el marco se lanzó al azar en cada una de las parcelas de dos metros cuadrados, de tal modo que solo se muestreo un metro cuadrado. El corte de la alfalfa se hizo con hoz.

*Datos proporcionados por el Centro Meteorológico del CIAN.

Fig. 1.- DISEÑO EXPERIMENTAL: FACTORIAL 6x3 TRATAMIENTOS
 CON 3 REPETICIONES ARREGLADOS EN PARCELAS DIVIDIDAS.

F ₆	D ₁ (3) D ₂ (3) D ₃ (3)	F ₂	D ₁ (1) D ₂ (1) D ₃ (1)	F ₆	D ₁ (3) D ₂ (3) D ₃ (3)
F ₅	D ₁ (2) D ₂ (2) D ₃ (2)	F ₁	D ₁ (1) D ₂ (1) D ₃ (1)	F ₀	D ₀ (0) D ₀ (0) D ₀ (0)
F ₃	D ₁ (1) D ₂ (1) D ₃ (1)	F ₃	D ₁ (1) D ₂ (1) D ₃ (1)	F ₂	D ₁ (1) D ₂ (1) D ₃ (1)
F ₂	D ₁ (1) D ₂ (1) D ₃ (1)	F ₅	D ₁ (2) D ₂ (2) D ₃ (2)	F ₃	D ₁ (1) D ₂ (1) D ₃ (2)
F ₀	D ₀ (0) D ₀ (0) D ₀ (0)	F ₄	D ₁ (2) D ₂ (2) D ₃ (2)	F ₁	D ₁ (0) D ₂ (0) D ₃ (0)
F ₁	D ₁ (1) D ₂ (1) D ₃ (1)	F ₆	D ₁ (3) D ₂ (3) D ₃ (3)	F ₅	D ₁ (2) D ₂ (2) D ₃ (2)
F ₄	D ₁ (2) D ₂ (2) D ₃ (2)	F ₀	D ₀ (0) D ₀ (0) D ₀ (0)	F ₄	D ₁ (2) D ₂ (2) D ₃ (2)

Inmediatamente que era cortada la alfalfa, se guardaba en bolsas de plástico etiquetadas y se pesaban en una balanza granatoria.

- La Fig. 1 muestra el diseño experimental mediante el que se logró estudiar 3 factores de la producción.

- 1) Concentración del AG
- 2) Fecha de aplicación del AG
- 3) Número de aplicación del AG

En el primer factor se consideraron 4 niveles:

D_0 = cero ppm de la concentración de AG (Control)

D_1 = 5 ppm de la concentración de AG

D_2 = 15 ppm de la concentración de AG

D_3 = 25 ppm de la concentración de AG

Para el segundo factor se tomaron en cuenta 7 niveles:

F_0 = Sin aplicación (control)

F_1 = Aplicación a los 12 días después del corte

F_2 = Aplicación a los 19 días después del corte

F_3 = Aplicación a los 28 días después del corte

F_4 = Aplicación a los 12 y 19 días después del corte.

F_5 = Aplicación a los 19 y 28 días después del corte.

F_6 = Aplicación a los 12, 19 y 28 días después del corte.

En cuanto al tercer factor se consideraron 4 niveles:

- (0) cero aplicaciones de AG (Control)
- (1) Aplicación de AG una sola vez
- (2) Aplicación de AG dos veces
- (3) Aplicación de AG tres veces

RESULTADOS I

En el desarrollo del presente trabajo de investigación se pretendió establecer una curva de dosis respuesta y otra de fecha-respuesta del cultivo de la alfalfa al efecto del AG. Para el primer caso las concentraciones a probar -- fueron: 0-5-15 y 25 ppm; y para el segundo las siguientes - fechas 12-19 y 28 días después del último corte-finalmente se planteó la variable número de aplicaciones-dosis-respuegta para lo cual se probaron las mismas concentraciones de - AG y las mismas fechas señaladas.

Los resultados obtenidos por una aplicación de AG a diferentes concentraciones se muestra en las figuras 5,6 y 7. En ellas se puede observar un patrón de incremento en el peso fresco por la acción del AG en todas las fechas probadas, a excepción de la concentración 25 ppm de las figu - ras 5 y 6.

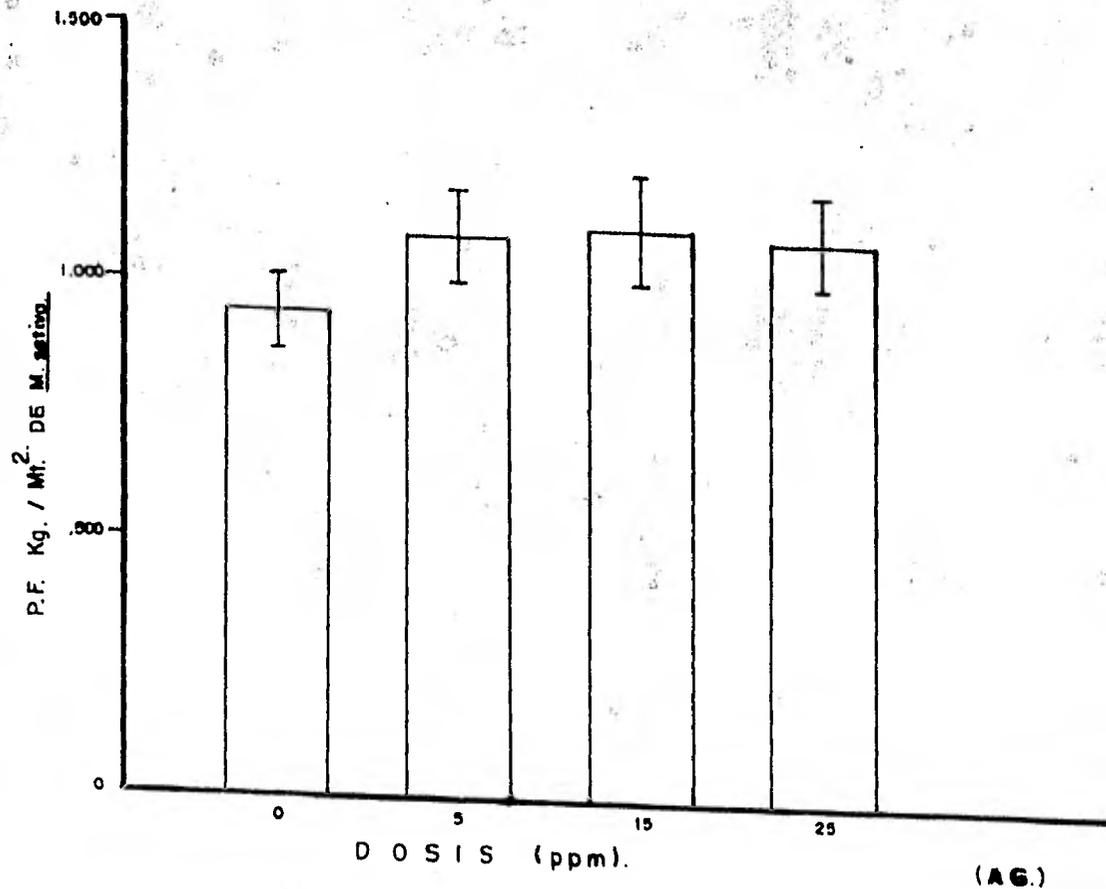
Este incremento en peso es de .204 kg (21%) con - respecto al control. Las respuestas más pronunciadas corres pondió a las concentraciones 15 ppm (31%) cuando la aplica - ción se hizo a los 19 días después del corte y a 25 ppm - - (34%) cuando la aplicación se hizo a los 28 días después -- del corte (fig. 2,3,4).

La respuesta a dos aplicaciones de AG puede verse en las figuras 8 y 9. Nuevamente se puede observar que el

AG incrementó la producción de peso fresco en todos los casos, dicho incremento es de .358 kg. (38%) con respecto al control. La mejor respuesta se encontró para la concentración de 25 ppm (46%) aplicada a los 12 y 19 días después del corte. En términos generales se encontró mejor respuesta al AG por la alfalfa cuando las aspersiones se hicieron a los 19 y 28 días (fig. 2,3,4).

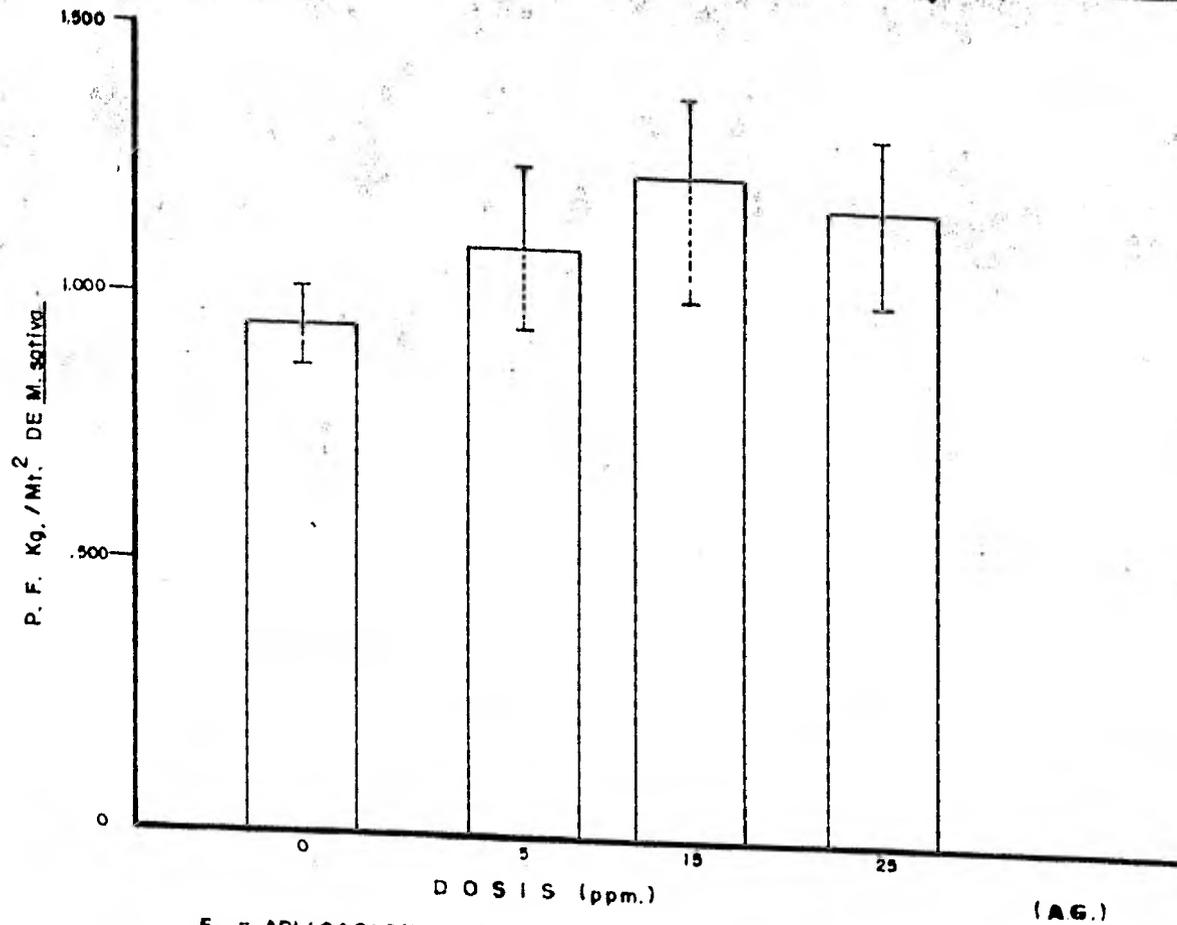
Finalmente cuando se aplicó AG a la alfalfa en tres ocasiones después del corte, el efecto de incrementar el peso fresco fué más notorio que en cualquiera de los tratamientos anteriores. Esto se puede observar en la figura 10, en donde el incremento es de .404 Kg. (41%) con respecto al control. La concentración de 25 ppm fué la que mejores resultados dió, incrementando 52% sobre el control (Fig. 2,3,4).

También se observa que al aumentar el número de aplicaciones de AG, el efecto de provocar un incremento en el peso fresco es un efecto aditivo.



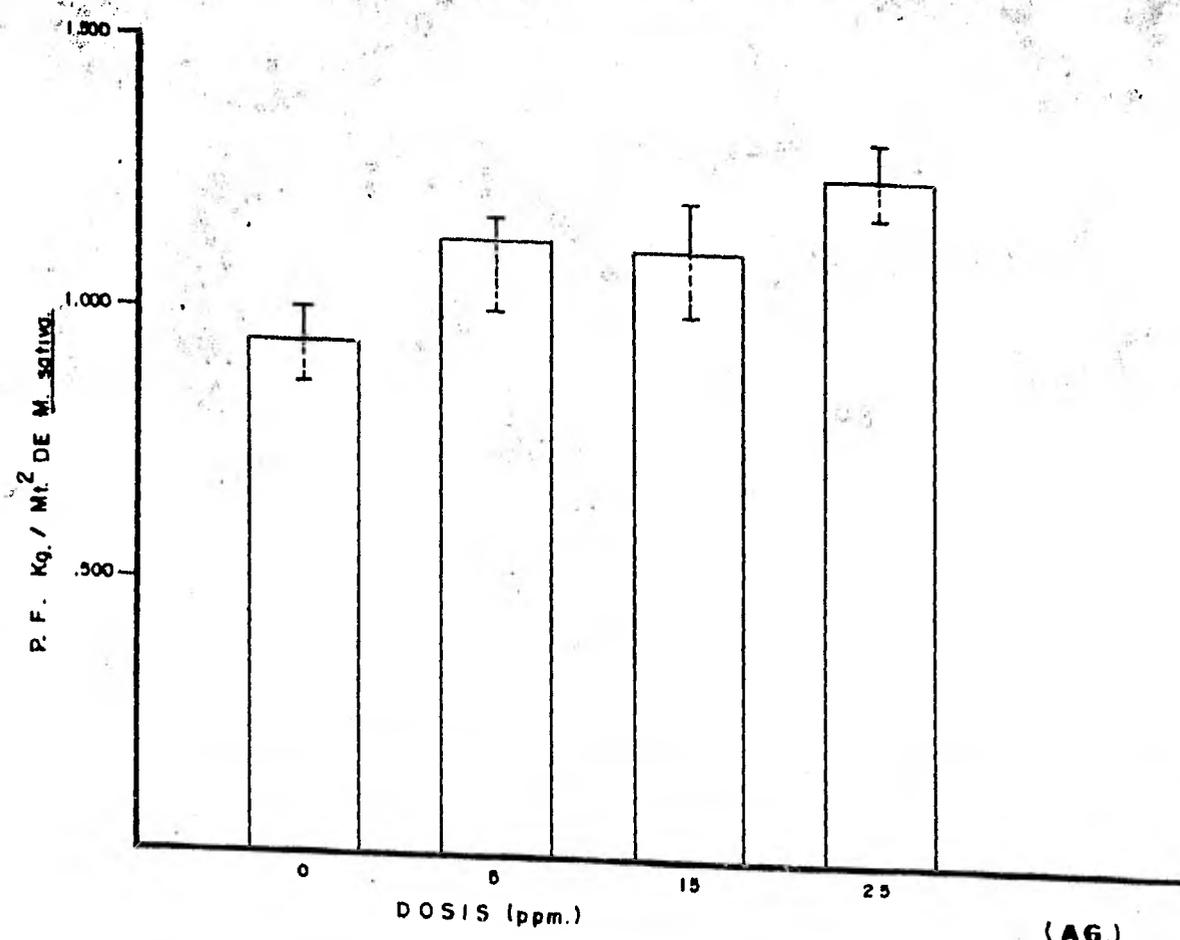
F₁ = APLICACION A LOS 12 DIAS DESPUES DEL CORTE . DE M. activo.

FIG. 5

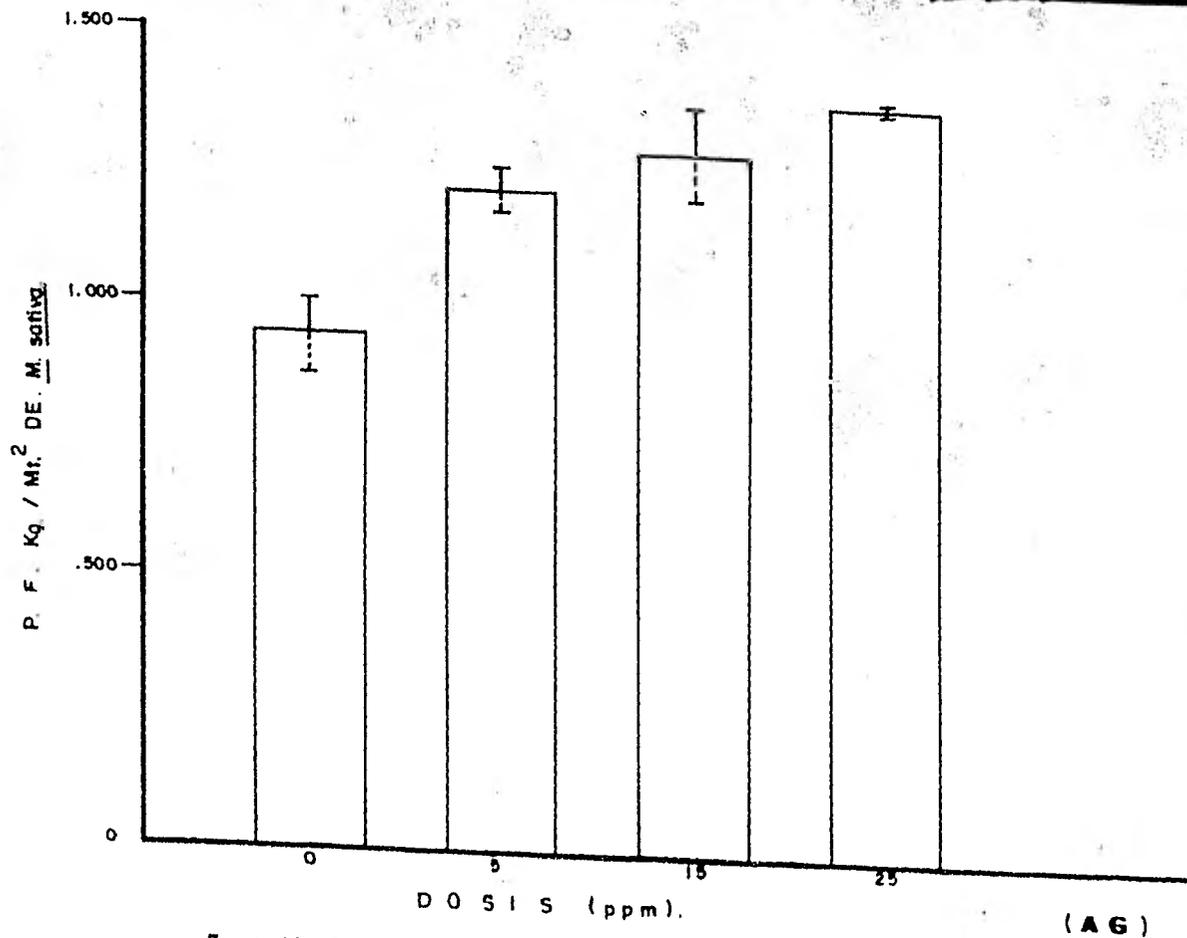


F₂ = APLICACION A LOS 19 DIAS DESPUES DEL CORTE DE M. soliva.

FIG. 6.

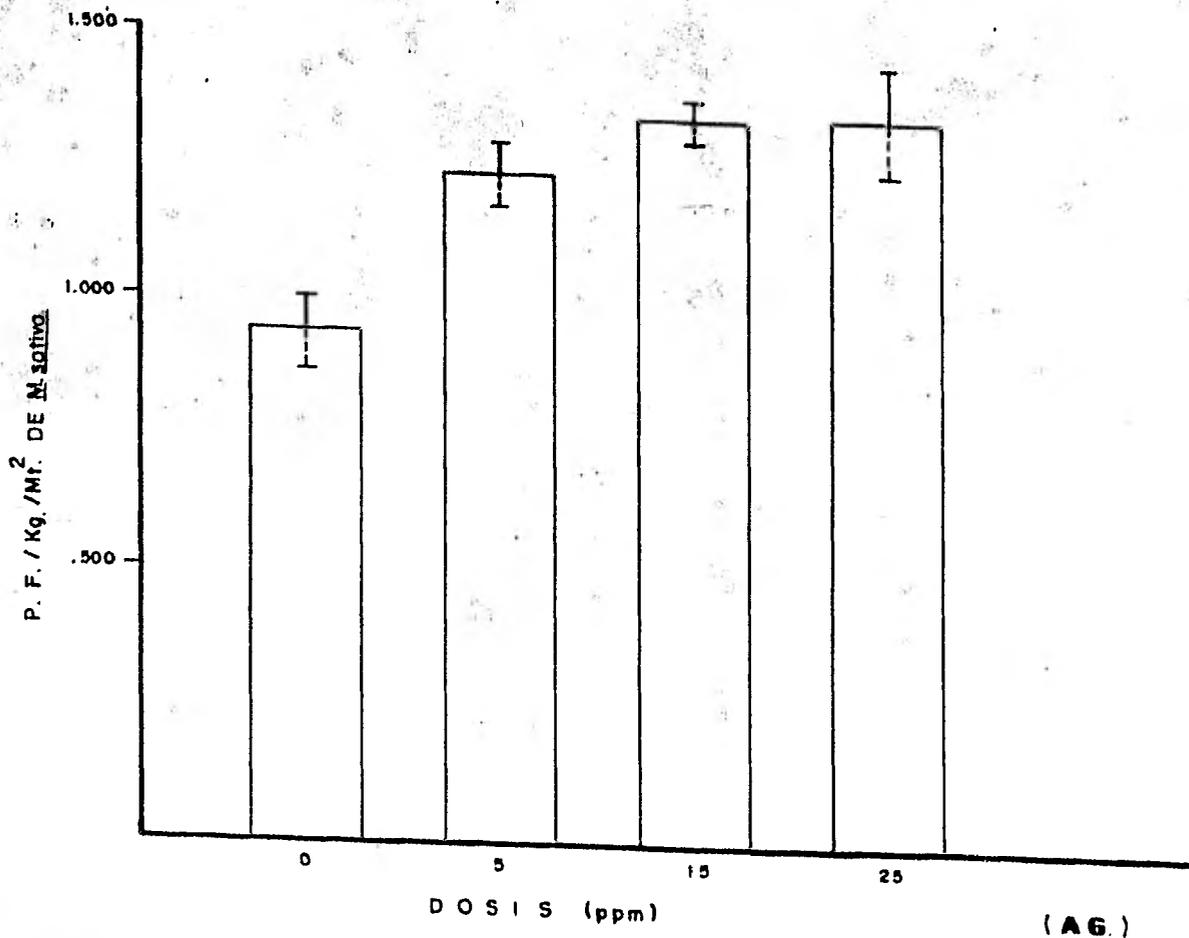


F₃ = APLICACION A LOS 28 DIAS DESPUES DEL CORTE, DE M. sativa.
FIG. 7



F₄ = APLICACION A LOS 12 y 19 DIAS DESPUES DEL CORTE, DE M. sativa.

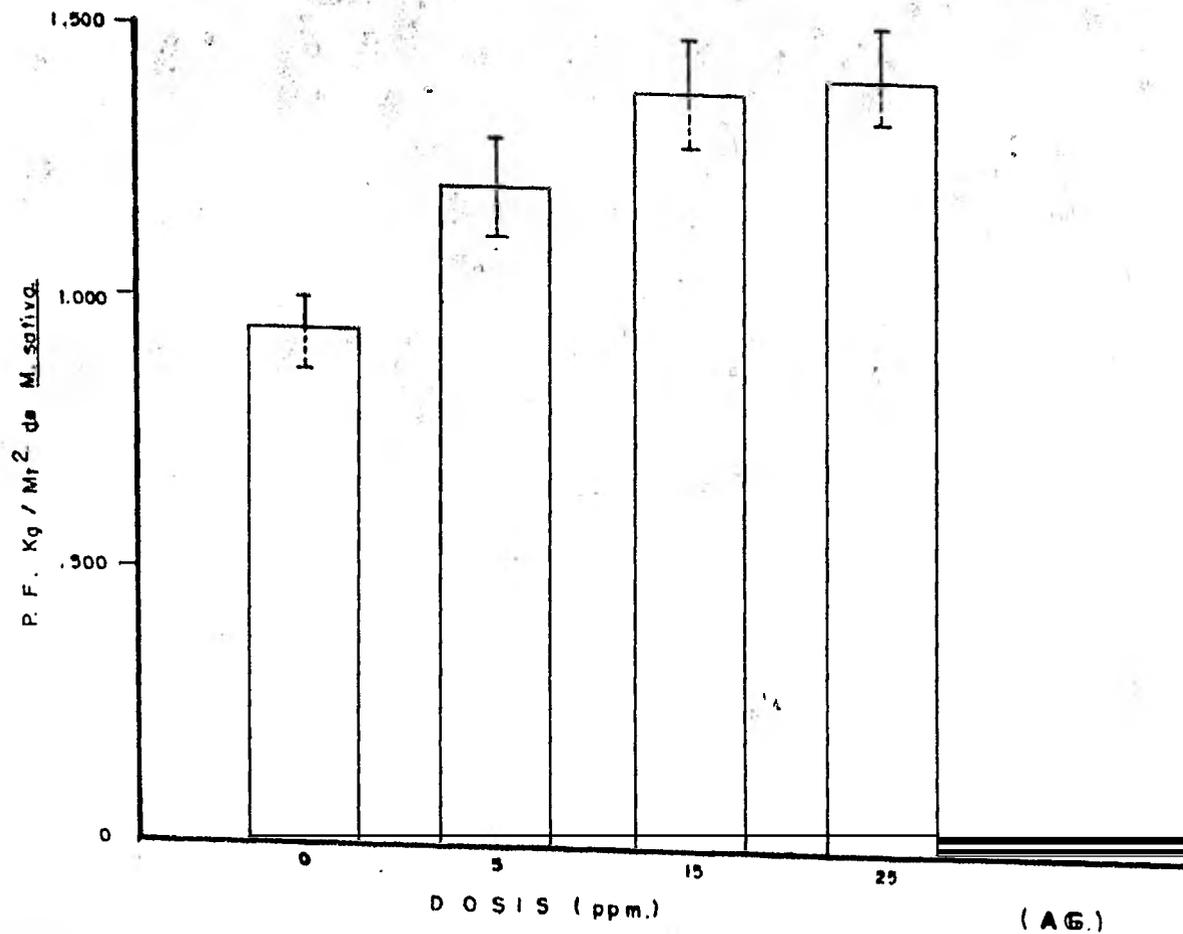
FIG. 8



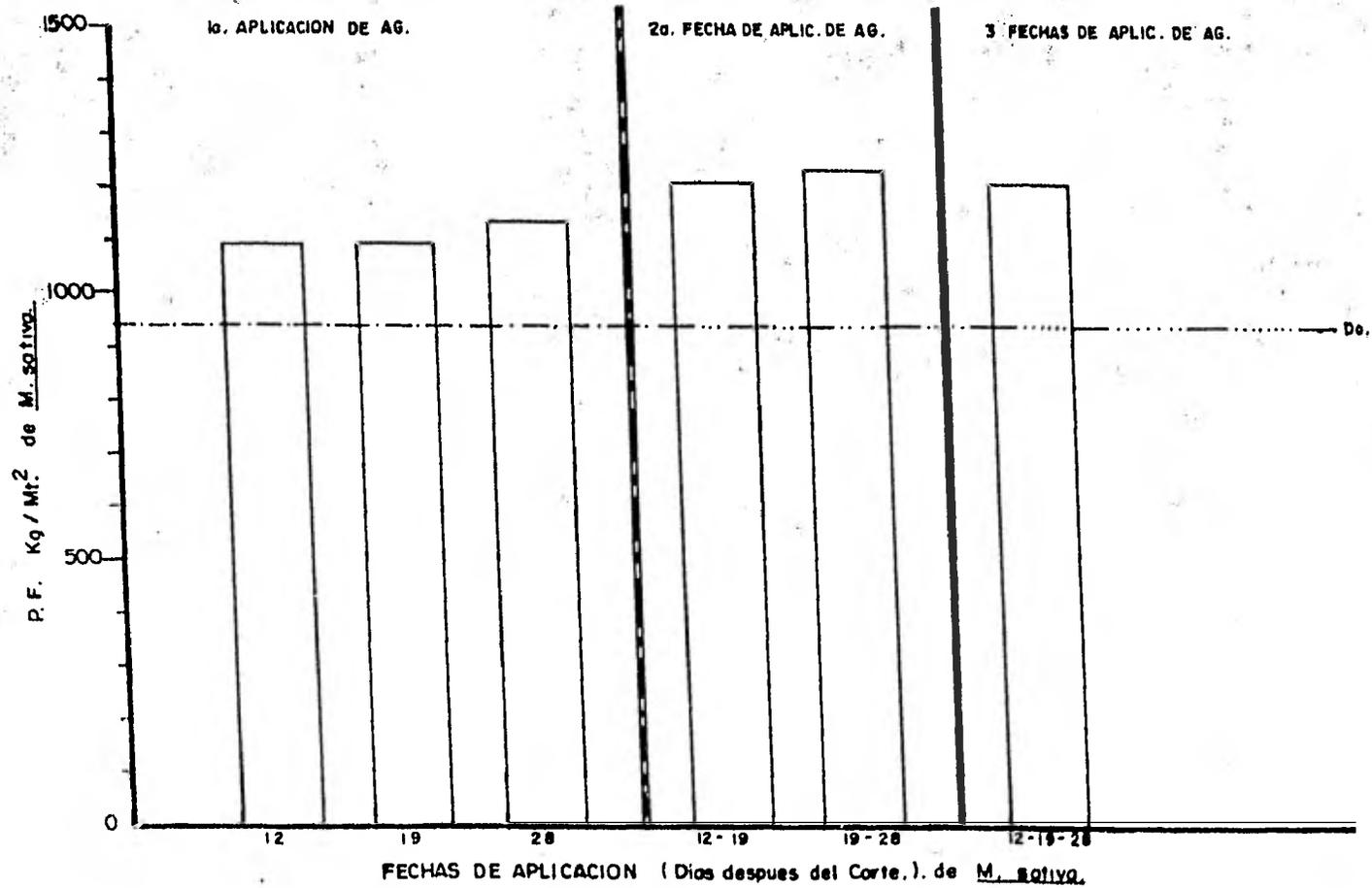
(AG.)

F₅ = APLICACION A LOS 19 y 28 DIAS DESPUES DEL CORTE,
DE M. scirvo.

FIG. 9



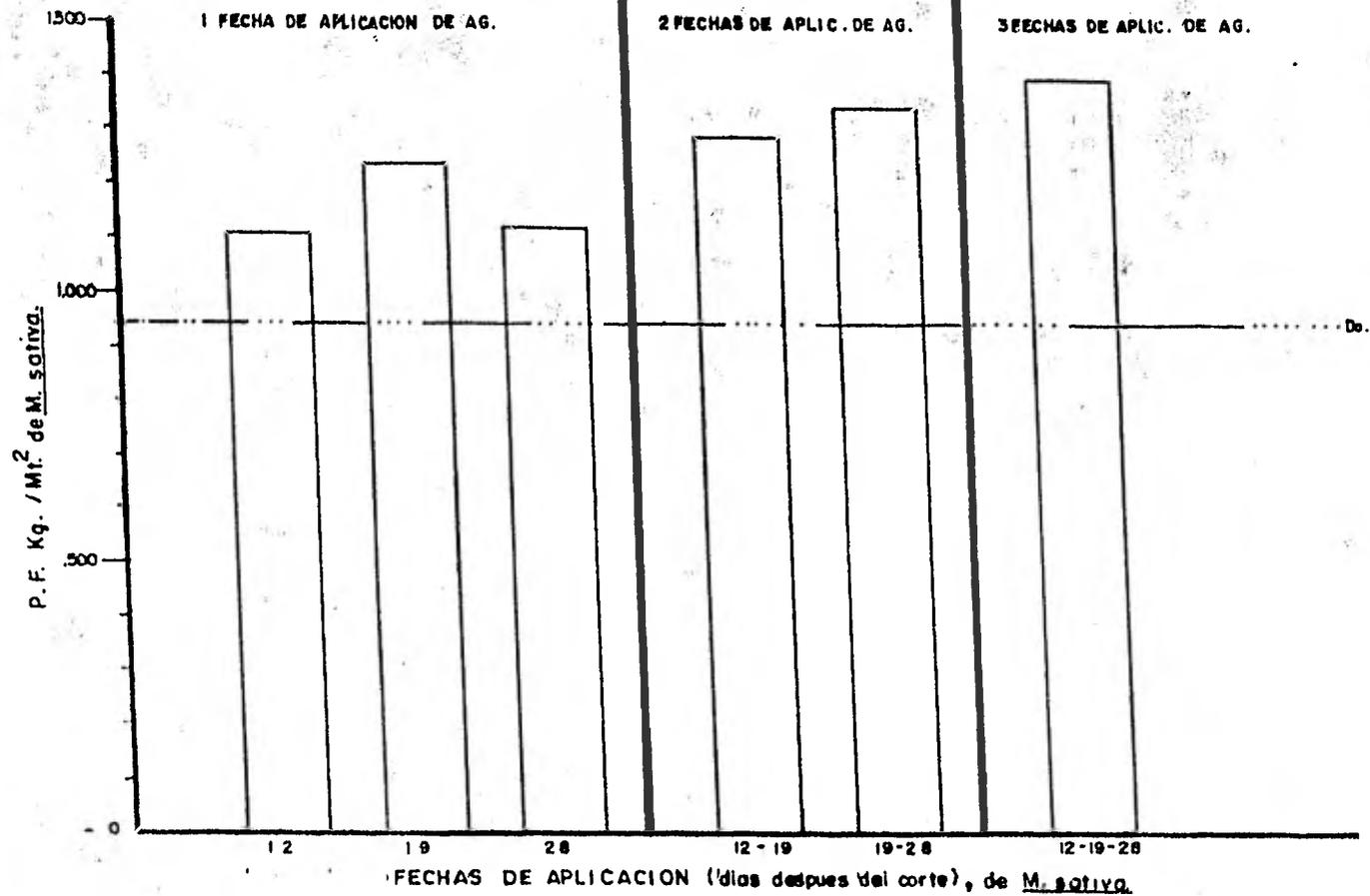
F₆ = APLICACION A LOS 12, 19 y 28 DIAS DESPUES DEL CORTE, de *M. spirov.* FIG.10.



Do. = Control.

D_t = 5 ppm.

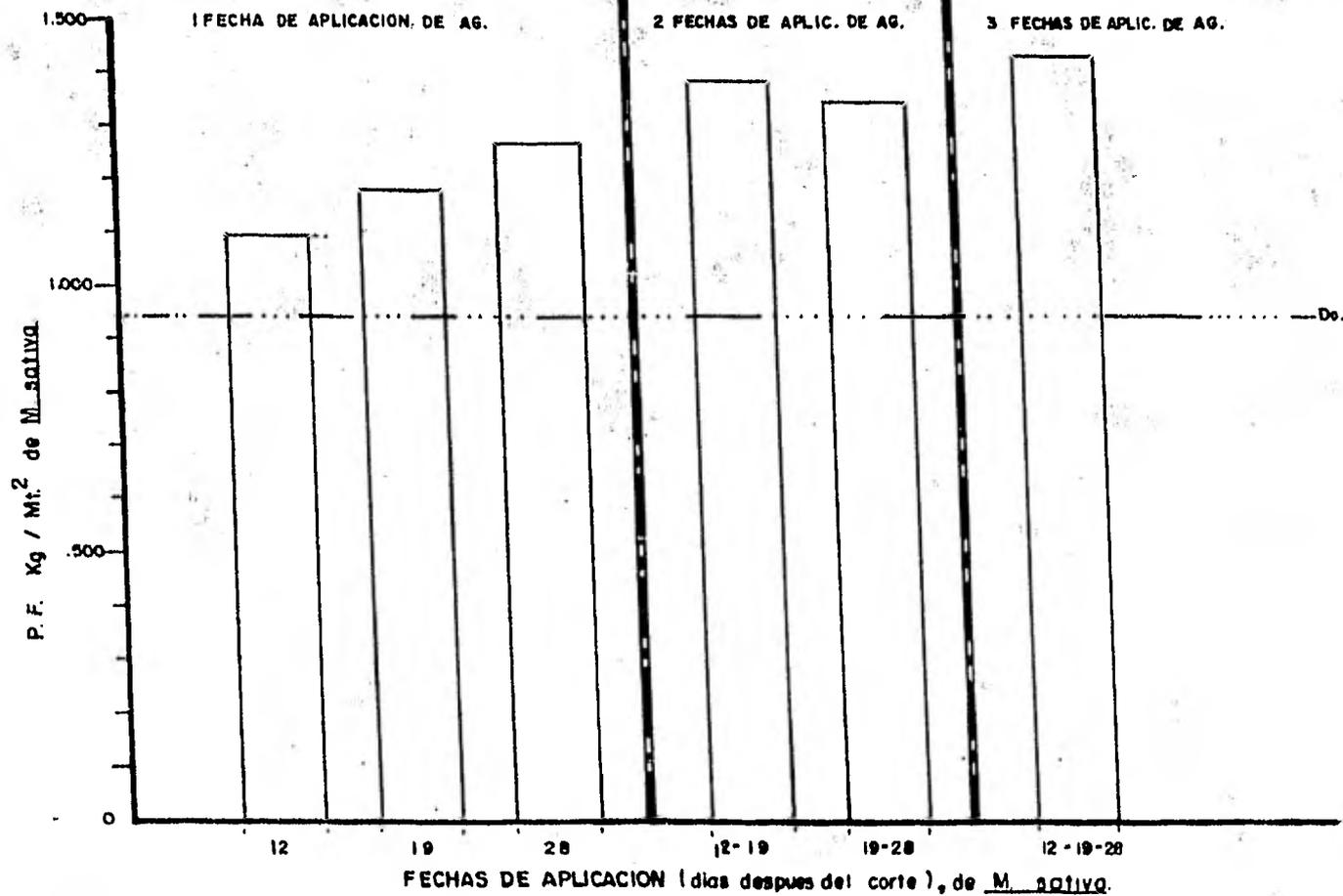
FIG. 2



Do = CONTROL.

D₂ = Dosis 15 ppm.

FIG. 3



Do = CONTROL.

D₃ = DOSIS 25 ppm.

FIG. 4.

RESULTADOS I I

De los resultados obtenidos se procedió a hacer un análisis de varianza para estimar si estadísticamente había diferencias significativas entre los tratamientos. En el cuadro 1 se muestra que solo existió diferencia significativa entre las fechas de aplicación; mientras que en las dosis y el número de repeticiones, así como la combinación entre repeticiones y fechas de aplicación, y entre fechas de aplicación y concentraciones no hubo diferencia significativa. Hay que considerar que en este análisis no se tomó en cuenta el control.

En el cuadro 2 se puede ver que al realizar una comparación entre las distintas concentraciones utilizadas, se observa que no existió mucha diferencia entre los pesos obtenidos al aplicar AG a los 12 días a las concentraciones 5, 15 y 25 ppm, no se observa un incremento en peso a medida que se aumenta la concentración (fig. 5). En el mismo cuadro al analizar la aplicación realizada a los 19 días se observa alguna diferencia entre las dosis 5 y 15 ppm, aumentando el peso obtenido en la concentración de 15 ppm, pero no hay mayor incremento al aumentar la concentración de 15 a 25 ppm, pues en lugar de aumentar el peso disminuyó éste en la aplicación de 25 (fig. 6). En cuanto a la aplicación de AG realizada a los 28 días solo se observa que existió un mayor incremento en el peso en la concentración de 25 ppm pero en la dosis 15 se obtuvo un peso menor que el obtenido en la de 5 ppm (fig. 7).

En el mismo cuadro en lo referente a la aplicación de AG a los 12 y 19 días el mayor incremento se obtuvo al aplicar la dosis de 25 ppm. Aquí se observa que a mayor dosis de aplicación mayor es el incremento en peso (fig. 8). En la aplicación de AG efectuada a los 19 y 28 se encontró que en la concentración de 15 ppm fué en la que existió mayor diferencia con respecto a la de 5 ppm. La diferencia entre los pesos obtenidos en las de 15 y 25 ppm no es apreciable. Se observa que a mayor dosis de aplicación mayor es el incremento en peso; aunque, la diferencia no es grande entre las dosis de 15 y 25 ppm (fig. 9)

Finalmente en el mismo cuadro en cuanto a la aplicación de AG tres veces a los 12, 19 y 28 días, en la concentración de 25 ppm, fué en la que se obtuvo un mayor incremento en peso. Aquí se observa que a mayor dosis de aplicación mayor es el incremento en peso (fig. 10).

En el cuadro 3 se presenta la prueba de comparación de medias "t" en la cual se comparó el control con cada uno de los tratamientos, se observa que:

Del total de 18 tratamientos, 10 presentan diferencia significativa al 95 % de confianza con respecto al control, solo en 8 no existió diferencia significativa.

En el cuadro 4, en la comparación de medias de concentración expresadas en porcentaje; se muestra que:

En la dosis 5 ppm existió un 23.5 % más de incremento en peso que en el control. Para la dosis 15 ppm la diferencia con respecto al control fué de 32.4 % más favorable a la dosis 15 ppm; mientras que la diferencia entre 5 y 15 fué de 8.9 % más en 15 ppm. Para la dosis 25 ppm la diferencia con respecto al control fué de 36.1 % más para esta dosis mientras que la diferencia entre 5 y 25 ppm fué de -- 12.6% más en 25 que en 5; así como la diferencia entre 15 y 25 fué de 3.6 % más en 25 que en las de 15 ppm.

CUADRO N° 1.- Analisis normal de Varianza de un Factorial de 6 x 3 Tratamientos arreglados en parcelas divididas con 3 repeticiones establecidas en el Campo Experimental CIAN. de Matamoros, Coah. *

F V.***	G. L.***	S. C.***	C. M.***	F _c ***	F _α 0.05-0.01 ***
REPETICION (R)	2	.026175	.0130875	1.18	4.10 - 7.56
FECHA DE APLIC (F)	5	.4300676	.0861352	7.76 **	3.33 - 5.64
R X F (a)	10	.110953	.0110953	0.382	2.26 - 3.17
CONCENTRACION (C)	2	.131219	.067109	2.31	3.4 - 5.61
F X C.	10	.084508	.008408	0.291	2.26 - 3.17
ERROR (b)	24	.697355	.0290565		

* NO SE CONSIDERO AL CONTROL.

** ALTAMENTE SIGNIFICATIVO.

F.V. = FUENTE DE VARIACION.

GL = GRADOS DE LIBERTAD.

S.C = SUMA DE CUADRADOS.

CM. = CUADRADO MEDIO.

F_c = F. CALCULADA.

F_α = F. REQUERIDA.

CUADRO 2. Efecto de AG sobre la producción de PESO FRESCO (Kg./Mt²). de ALFALFA. (M. 221va.).

NUMERO DE APLICACIONES.	FECHA DE APLICACION Dias despues del corte.	D O S I S en ppm.		
		5	15	25
		KG. / Mt. ² *	KG. / Mt. ² *	KG. / Mt. ² *
1	(F ₁) 12	1.093 ± .091	1.110 ± .107	1.093 ± .091
1	(F ₂) 19	1.096 ± .156	1.236 ± .147	1.180 ± .135
1	(F ₃) 28	1.136 ± .040	1.120 ± .091	1.266 ± .070
2	(F ₄) 12y19	1.213 ± .040	1.288 ± .081	1.383 ± .011
2	(F ₅) 19y28	1.236 ± .057	1.340 ± .040	1.346 ± .100
3	(F ₆) 12, 19y28	1.213 ± .091	1.396 ± .100	1.433 ± .091
0 (CONTROL)	(F ₀) — — — —	.943 ± .078	.943 ± .078	.943 ± .078

* CADA VALOR ES LA MEDIA DE 3 PARCELAS DE 1 Mt² CON EXCEPCION DEL CONTROL QUE ES LA MEDIA DE 9 PARCELAS DE 1 Mt²

CUADRO 3 Prueba de comparacion de Medias "t" del Control con respecto a las Medias de los Tratamientos, en M. sativa.

CONTROL	TRATAMIENTO.	SIGNIFICANCIA.	VALOR TABLAS "t" .05	VALOR "t" CALCULADA
.913 A	1.093 D ₁ - F ₁ **		2.77	1.666
.913	1.096 D ₁ - F ₂		2.77	1.122
.913	1.136 D ₁ - F ₃	*	2.77	3.389
.913	1.213 D ₁ - F ₄	*	2.77	4.285
.913	1.236 D ₁ - F ₅		2.77	1.981
.913	1.213 D ₁ - F ₆	*	2.77	2.803
.913	1.110 D ₂ - F ₁		2.77	1.713
.913	1.236 D ₂ - F ₂		2.77	2.044
.913	1.120 D ₂ - F ₃		2.77	2.07
.913	1.268 D ₂ - F ₄	*	2.77	4.629
.913	1.340 D ₂ - F ₅	*	2.77	6.489
.913	1.396 D ₂ - F ₆	*	2.77	4.2
.913	1.093 D ₃ - F ₁		2.77	1.8
.913	1.180 D ₃ - F ₂		2.77	2.670.
.913	1.266 D ₃ - F ₃	*	2.77	4.358
.913	1.383 D ₃ - F ₄	*	2.77	8.103
.913	1.346 D ₃ - F ₅	*	2.77	4.009
.913	1.433 D ₃ - F ₆	*	2.77	5.2

A: PARA EL ANALISIS DE MEDIAS SE TOMO UN DATO AL AZAR DE CADA BLOQUE DEL CONTROL.

*: EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA.

** : D₁ - D₃ DOSIS 5, 15, 25 ppm.

F₁ - F₆ FECHAS DE APLICACION.

(Ver pag. 1).

CUADRO 4.- Comparacion de Medias de Concentracion expresadas en porcentaje, en M. sativa.

DOSIS ppm.	0	5	15	25
\bar{X} Kg./mt ²	.943	1.165*	1.248 *	1.283 *
% Porcentaje	100	123.5	132.4	136.1

* Cada valor es la Media que resulta de 6 Medias obtenidas en cada una de las Dosis dentro de las fechas a excepcion del Control.

D I S C U S I O N

Aún cuando de los resultados obtenidos algunos fueron significativamente diferentes, se pueden hacer las siguientes observaciones:

- El diseño experimental utilizado no fué el adecuado, debido a que el control no se colocó dentro de las parcelas experimentales y esto trajo por consecuencia que en el análisis estadístico no se considerara al control. Para analizar al control con respecto a los tratamientos se realizó la prueba de comparación de medias. Quizá si el control, se hubiera incluido en el análisis de varianza seguramente las diferencias significativas hubieran aumentado.

- La aplicación exógena de AG tuvo alguna influencia en el desarrollo vegetativo de las plantas tratadas, aumentando el rendimiento en peso fresco; la obtención de estos cálculos sugieren que el AG, estimuló la división y/o el alargamiento celular de los entrenudos de los tallos de las plantas. Aunque no se llevaron a cabo mediciones en hojas se puede decir que las AGs también promovieron el crecimiento de las hojas.

- Se puede afirmar que el AG aplicado a cualquiera de las concentraciones probadas, en efectivo en mayor o menor grado en la función de provocar algún incremento en peso fresco.

- El efecto producido por las dosis aplicadas, muestran que las dosis que mejor resultado pueden dar son la de 15 ppm, y la de 25 ppm, por lo que se puede decir que posiblemente estas fueron las que en mayor eficiencia intervinieron en la estimulación de la división y el alargamiento celular.

- La fecha de aplicación está influida por las condiciones ambientales que caracterizan al medio. Por los datos calculados en base a peso fresco se puede decir que las fechas de aplicación 19 y 28 días después del corte y 12, 19 y 28 días después del corte fueron las que mejores resultados mostraron, esto pudo deberse a que las condiciones meteorológicas (temperatura, humedad relativa, viento y nublados), así como la hora de aplicación favorecieron que el AG se incorporara eficientemente al interior de las plantas -- tratadas.

- Se puede afirmar que la frecuencia de aplicación de AG tres veces fué la que mejor resultados dió, pues aquí se observó que el efecto de incrementar el peso fresco fué más notorio que en cualquiera de los tratamientos.

- La época de aplicación, así como las condiciones ambientales que existieron en las fechas de aplicación favorecieron el incremento en peso fresco de la alfalfa, pues en esa época las AGs, endógenas se encuentran en poca concentración en las plantas; por lo que al llevar a cabo la apli

cación de AG, se puede suponer que esto propició que aumentara endógenamente la concentración de AG y así estimular a las plantas a incrementar su crecimiento. Para que el efecto del AG en la alfalfa sea fácilmente cuantificado y observado es necesario que las temperaturas sean bajas y los días cortos.

- No deja de señalarse la importancia que representa la época y dosis de aplicación como factores que van a repercutir de alguna manera en la obtención de resultados.

Fecha de Aplic. (días después del corte).	DOSIS ppm.	R ₁	R ₂	R ₃	ΣXi	\bar{X}	ΣXi^2	S	S ²	Σe^4
F ₀ = CONTROL.	0	1.000	.800	.980	2.780	.930	2.620	.1224	.0149	.0706
	0	.800	.980	.940	2.720	.906	2.486	.1000	.0010	.0577
	0	.810	.970	1.200	2.980	.993	3.036	.1870	.0349	.1077
F ₁ = 1 APLICACION. (12 DIAS.)	5	.920	1.100	1.280	3.280	1.093	3.630	.1581	.0249	.0912
	15	1.220	1.210	.900	3.330	1.110	3.762	.1870	.0349	.1079
	25	.940	1.240	1.100	3.280	1.093	3.631	.1581	.0249	.0912
F ₂ = 1 APLICACION. (19 DIAS.)	5	1.300	.800	1.190	3.290	1.096	3.745	.2645	.0699	.1527
	15	.960	1.450	1.300	3.710	1.236	4.714	.2549	.0649	.1471
	25	1.340	1.100	1.100	3.540	1.180	4.215	.2345	.0549	.1353
F ₃ = 1 APLICACION. (26 DIAS.)	5	1.140	1.060	1.210	3.410	1.136	3.887	.0707	.0049	.0408
	15	.960	1.150	1.270	3.380	1.120	3.861	.1581	.0249	.0912
	25	1.160	1.400	1.240	3.800	1.266	4.843	.1224	.0149	.0706
F ₄ = 2 APLICACIONES. (12 y 19 DIAS.)	5	1.280	1.220	1.160	3.640	1.213	4.421	.0707	.0049	.0408
	15	1.305	1.170	1.390	3.865	1.288	5.004	.1483	.0219	.0856
	25	1.320	1.400	1.430	4.150	1.383	5.747	.0200	.0004	.0115
F ₅ = 2 APLICACIONES. (19 y 26 DIAS.)	5	1.320	1.240	1.150	3.710	1.236	4.602	.100	.0100	.0577
	15	1.290	1.330	1.400	4.020	1.340	5.393	.0707	.0049	.0408
	25	1.440	1.140	1.460	4.040	1.386	5.504	.1732	.0299	.1000
F ₆ = 3 APLICACIONES (12, 19 y 26 DIAS.)	5	1.300	1.300	1.040	3.640	1.213	4.481	.1581	.0249	.0912
	15	1.460	1.200	1.530	4.190	1.396	5.912	.1732	.0299	.1000
	25	1.340	1.350	1.610	4.300	1.433	6.210	.1581	.0249	.0912

* error standard.

B I B L I O G R A F I A

- Cole D.F., Dobrenz A.K. y Massengale M.A. 1971. Effect of growth regulator and antitranspirant chemicals on water requirement and growth components of alfalfa (Medicago sativa) Crop. Science Vol. 11 July-August 582.
- Devlin R. 1980. Fisiología Vegetal. Tercera Edición. Ediciones Omega, S.A. Barcelona España 409-414.
- Del Pozo M. 1971. Alfalfa su cultivo y Aprovechamiento. - - Edit. Mundi-Prensa. Madrid. España. 53-92.
- Duthil J. 1976. Producción de Forrajes. Tercera Edición. -- Ediciones Mundi-Prensa 88-90.
- Gufa Climatológica de la Comarca Lagunera, 1975. Seminarios Técnicos. CIAN. Vol. 11 # 9, Agosto.
- Gufa para la Asistencia Técnica Agrícola 1977. Area de Influencia de Campo Experimental, "La Laguna". - Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste. SARH-INIA 13-16.
- Hill J. 1977. Hormonas Reguladoras del crecimiento vegetal. Cuadernos de Biología. Ediciones Omega, S.A., Barcelona, España. 29-60.

Hughes, Heath y Metcalfe. 1976. Forrajes. Sexta impresión.
C.E.C.S.A. México, D.F., 143.

Lang A. 1970. Gibberellins: structure and metabolism, Annual
Review. of plant physiology. Vol. 25.550-559.

Larqué-Snavedra A. 1980. Las hormonas vegetales ganan terre
no. Agrosntesis. 68.

Lin W.C., Wilkins H.F. y Angella M. 1975. Exogenous Gibbere-
lins and Absciscic Acid effects on Growth and --
Development of Lilium longiflorum. Journal of -
american Society for horticultural science; USA
Vol. 100 (1): 10.

Mertz D. y Lutz J. 1975. Effect of gibberellins on growth of
pea seedling internode. Phytochemistry. England
Vol. 14,13.

Morgan P. 1980. Synthetic growth regulators: Potential for
Development. Bot. Gaz. 141 (4); 337.

Moore T. 1979. Biochemistry and Physiology of plant hormones
Springer-Verlag New York, Heidelberg Berlin. USA
91-96.

Nickell L. 1975. Controlling Biological Behavior with Chemi-
cals. Plant Growth Regulators. Report of the Commi
tte on Agricultural Production Efficiency of the
National Academy of sciences. 2-4.

- Rappaport L. 1980. Plant growth hormones: Internal Control Points. Bot. Gaz. 141 (2) 127-129.
- Robles S.R. 1975. Producción de Granos y Forrajes. Primera Edición. Limusa. 441-443.
- Rojas Garcidueñas. 1979. Fisiología Vegetal Aplicada. Segunda Edición. Mc Graw-Hill México, 197-199.
- Salisbury F. 1957. Plant growth substances. Scientific American. San Francisco Calif. Abril 8.
- Salisbury F. y Ross C. 1978. Plant Physiology. Second Edition Wadsworth publishing Company Inc. Belmont, California, 247-251 255-257.
- Sutcliffe, J. 1977. Las plantas y el Agua. Cuadernos de Biología. Ediciones Omega. Barcelona, España. 41.
- Turner J. M. 1972. Practical uses of gibberellins in agriculture and horticulture. Plant Protection vol.7 No. 1. 14.
- Villiers T. 1978. Reposo y Supervivencia de las plantas. Cuadernos de Biología. Ediciones Omega. Barcelona - España 3, 60.
- Weaver R. 1980. Reguladores del Crecimiento de las plantas en la agricultura. Editorial Trillas, México, D.F., 122-173.