TRES RESPUESTAS DE LA ALFALFA (Medicago sativa L.) A LA APLICACION DE ACIDO GIBERELICO (*)

Por Enrique Ortegón R.

I. INTRODUCCION

El obtener más y mejor producción de alfalfa en menos tiempo, beneficia económicamente a los ganaderos, que utilizan esta leguminosa como forraje para alimentación de animales. Teniendo en cuenta dicha necesidad, los investigadores, agricultores y firmas comerciales le dedican especial interés a aquellas sustancias que de una u otra manera tienden a estimular el crecimiento y aumentar la producción de los diferentes vegetales.

Desde hace pocos años, los fitofisiólogos de todo el mundo están sometiendo a minuciosa investigación uno de los productos metabólicos del hongo **Gibberella fujikuroi** S., llamado ácido giberélico. Resultados preliminares indican que ejerce muy diversas y marcadas influencias en el desarrollo de las plantas. Tan sorprendentes resultados ejercidos por tal ácido, son la causa del inmenso interés que ha despertado su empleo. Investigaciones sobre su efecto están realizándose, aunque no existen todavía resultados y recomendaciones definitivas para su aplicación práctica en la agricultura.

El presente trabajo se realizó en el Valle del Cauca, con el propósito de observar la altura, rendimiento en peso seco y contenido de proteínas de la alfalfa, como respuesta a diferentes dosis y número de aplicaciones de ácido giberélico.

II. REVISION DE LITERATURA

Hicks (6) informa sobre algunas generalidades del ácido giberélico. Dice al respecto que, en 1926 los japoneses ya habían descubierto el hongo **Gibberella fujikuroi** Saw, y que a partir de éste, en 1938 aislaron sustancias que estimulaban el crecimiento de las plantas. entre esas sustancias estaban el gibellerin A, giberellin B y giberellin X (ácido giberélico)

(*) Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo bajo la presidencia del Dr. Emilio Ramírez Rojas, a quien el autor expresa su gratitud.

Más tarde los botánicos de los Estados Unidos confirmaron que dicho ácido puede acelerar el crecimiento de la mayoría de las plantas ornamentales. Afirmaron también que podía aumentar al doble o triple la altura en los fríjoles de soya, del maní, el ají, la berenjena, la cebada y otras plantas de gran tamaño como el roble, álamo y arce.

El mismo autor sigue explicando que el ácido giberélico puede ser aplicado de varias maneras y que en todos los resultados son sorprendentes. Pero que existen, sin embargo algunas diferencias en los distintos métodos de aplicación. En algunas plantas, una dosis más grande rinde resultados admirables. En otras, conviene mejor aplicar dosis pequeñas.

Hicks anota también que las plantas al ser tratadas con el ácido crecen más debido principalmente a que proporciona a las paredes celulares mayor elasticidad y por lo tanto pueden adquirir mayor volumen. Además se produce un aumento en la proporción de carbohidratos solubles y que tal vez permitirá aumentar considerablemente el peso de las cosechas de forrajes.

Informa Plant Protection Limited (3) que según Brian y otros, el alargamiento de los tallos y peciolos de las hojas es una de las principales características del efecto del ácido giberélico de las plantas. Además dice que las hojas de plantas tratadas pueden ponerse pálidas o amarillentas, pero que en otras, especialmente pastos, ésto va bien asociado con el aumento del área de las hojas, y que el mayor crecimiento vegetativo puede reflejarse en mayores pesos frescos y secos.

Los siguientes autores coinciden en que la respuesta más sobresaliente de los forrajes a la aplicación de ácido giberélico, es un notorio alargamiento de los tallos y casi siempre un aumento de materia seca. En cuanto al contenido de proteína no todas las veces aumenta.

Así, la casa Merk (4) en experimentos realizados en invernadero, encontraron que una sola aplicación de Gibrel a la concentración de una parte por millón y en dilución de 20 litros por 93 m2 de césped crecido, produce resultados eficaces estimulando el desarrollo. Han comprobado que es posible obtener resultados satisfactorios, empleando concentraciones más bajas en aplicaciones repetidas, y además que la acción se intensifica combinando Gibrel con un fertilizante.

Segú Acosta (1), los experimentos hechos por L. M. Freitas y otros, demostraron que aplicaciones de ácido giberélico en pasto Guinea (**Panicum maximun** Tac), aumentó el peso tanto del material fresco como del seco, proporcionalmente con el incremento de las cantidades de ácido. También informa que según los resultados obtenidos por Marth, se notó que plantas tratadas con 100 y 1.000 p.p.m. de ácido giberélico adquirían un color más claro.

Morgan y Mess en 1956 emplearon el ácido giberélico en forraje de primer corte obteniendo un aumento del 30% en el rendimiento, después de una aplicación por acre de dos onzas disueltas en cien litros de agua. (Rives 7).

Brian y Grove (5) notifican que según análisis elemental y peso molecular, el ácido giberélico tiene por fórmula $C_{19}H_{22}O_6$. Indican igualmente que aplicaron a hierba de césped 140 gramos de ácido giberélico por hectárea. Hubo acelerado crecimiento de todas las plantas del césped, aun en condiciones en que los fertilizantes no producen ningún efecto. Se encontró considerable aumento de materia seca, pero el contenido de proteínas era ligeramente inferior al testigo. Relatan también que se han obtenido aumentos de más de 40% en peso seco de hierba recogida en campos y rociadas una sola vez con ácido giberélico. La causa parece ser un resultado secundario del aumento del área de la hoja y de otras superficies fotosintetizantes.

Albin (2) trabajó con ácido giberélico en fríjol y concluyó que su acción redujo el peso seco de la raíz y que el peso seco de la hoja no fue alterado significativamente. Pero sí aumentó el ritmo de asimilación, el crecimiento relativo, el área foliar, el peso seco del tallo y la altura de la planta.

III. MATERIALES Y METODOS

Materiales.

El experimento se inició el 16 de mayo de 1959 y se dió por finalizado cuatro meses después. Se efectuó en condiciones ambientales de campo, en la hacienda "San Luis" del Municipio de Cerrito en el Departamento del Valle del Cauca.

Las características principales del suelo donde se efectuó la siembra de la alfalfa aparecen en el apéndice (Tabla IV).

La fuente del ácido empleado fué la sal potásica del ácido giberélico ($C_{19}H21_{06}K$), bajo la marca de fábrica "Gibrel" de la casa Merck & Co.

Se empleó semilla de alfalfa de la variedad Peruana Común, la cual se adapta muy bien a las condiciones de esta región.

Para las fotos, se emplearon manojos de alfalfa que representaban un surco de cada una de las parcelas que formaban una replicación. Fueron tomadas simultáneamente al hacer el segundo corte.

Métodos.

Después de una adecuada preparación del terreno, se trazó el lote para el experimento, según diseño de parcelas divididas (split plot). El tamaño de cada parcela fue de 2,0 x 5,0 metros, distribuídas al azar. Se hicieron surcos a intervalos de 25 centímetros, correspon-

diendo ocho a cada parcela.

El 16 de mayo se efectuó la siembra a mano, en la cantidad de 15 Kgrs. de semilla por hectárea. En este momento se dió por establecido el ensayo. Luego se hicieron dos cortes, siendo el segundo el considerado para el experimento.

Previniendo futuros desequilibrios en los nutrientes del suelo, se aplicó antes de cada corte fuentes de nitrógeno, fósforo y potasio.

Se usaron cuatro dosis de ácido giberélico, cada una de las cuales comprendieron parcelas con una aplicación, dos aplicaciones y tres aplicaciones.

Las dosis fueron soluciones de:

0 0 (testigo)
25 p.p.m. (25 mgrs. de ácido en 1 litro de agua).
50 p.p.m. ....
100 p.p.m.
200 p.p.m.

Todos los tratamientos incluyeron tres replicaciones.

Cada parcela recibió por el sistema de aspersión un litro y medio de solución. La bomba aspersora empleada fué espaldera del tipo "Cálimax".

El primer corte se hizo el 3 de agosto y segundo el 16 de septiembre, épocas en que la alfalfa se encontraba más o menos con un 20% de plantas florecidas.

Las fechas que se aplicaron las aspersiones de ácido giberélico fueron las siguientes:

Primera aplicación: 16 de agosto.
Segunda aplicación: 21 de agosto.
Tercera aplicación: 29 de agosto.

Se midió el crecimiento de las plantas inmediatamente antes del segundo corte y se dió según el promedio de altura de seis matas, que a criterio se consideraron representativas de cada parcela. De dichas parcelas se cosecharon los seis surcos centrales, cuyo producido fué pesado y luego se secó en estufa a 70°C. durante 72 horas, para determinar su peso seco. Una vez secadas y pesadas las muestras se prepararon para el análisis químico de proteínas, que se hizo siguiendo el método de Kjeldahl.

Para el análisis estadístico se utilizaron los rendimientos en peso seco expresado en kilogramos por hectárea, de proteína bruta expresado en porcentaje y la altura indicada en centímetros.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A.— Efecto del ácido giberélico.

1.— **En la altura.** —En la tabla I, aparece el resumen de los promedios de alturas de la alfalfa, como respuesta a las diferentes dosis y número de aplicaciones de ácido giberélico. El dato que aparece al lado de cada tratamiento corresponde al promedio de las tres replicaciones. En la parte inferior se presentan las diferencias mínimas para la comparación entre el número de aplicaciones y entre dosis.

Se puede observar en esta tabla que hay diferencia altamente significativa entre el promedio total de altura del testigo y el de las plantas tratadas con diferente número de aplicaciones. Estas diferencias fueron calculadas de acuerdo a los análisis estadísticos, correspondientes a cada caso y que aparecen en las tablas del apéndice.

Teniendo en cuenta los tratamientos, se ve que los promedios totales de alturas tienen estadísticamente diferencia altamente significativa en relación al testigo, excepto para dosis de 25 p.p.m., en donde sólo existe diferencia significativa. Si se omite el testigo en las apreciaciones, resulta que no hay diferencias significativas entre tratamientos, ni entre número de aplicaciones.

También se deduce que las plantas tratadas con ácido giberélico aumentan su altura directamente proporcional al número de a-

— T A B L A I —

Promedios de alturas en cms. de la alfalfa, después de la aplicación de ácido giberélico.

Nº DE APLIC.	Dosis aplicadas en partes por millón					—
	0	25	50	100	200	X
TESTIGO	67,33	67,33	67,33	67,33	67,33	67,33
1	67,33	75,91	78,33	76,16	78,58	77,24
2	67,33	78,83	82,62	84,08	80,25	81,44
3	67,33	78,25	80,33	86,16	89,71	83,61
— X	67,33	77,66	80,42	82,13	82,84	

Comparación entre número de aplicaciones

C.M.S.	0,05	6,74
	0,01	11,17

Comparación entre dosis

D.M.S.	0,05	5,46
	0,01	7,41

plicaciones y concentración de las dosis, lo cual demuestra que la alfalfa responde positivamente con altura a uno de los tantos efectos del ácido giberélico.

Según los resultados anteriores dados por el efecto del ácido giberélico, se presenta la posibilidad de su aplicación práctica para acelerar el crecimiento inicial de la alfalfa, poniéndola así en mejores condiciones para competir con las malezas. Este detalle puede ser importante, pues como bien se sabe, las malas hierbas constituyen uno de los principales problemas en el cultivo de la alfalfa, especialmente en los primeros estados de su desarrollo. Pero, se reconoce la necesidad de realizar experimentos a largo plazo y bajo distintas condiciones climáticas, para determinar sus posibilidades prácticas de utilización.

Según los resultados anteriores dados por el efecto del ácido giberélico, se presenta la posibilidad de su aplicación práctica para acelerar el crecimiento inicial de la alfalfa, poniéndola así en mejores condiciones para competir con las malezas. Este detalle puede ser importante, pues como bien se sabe, las malas hierbas constituyen uno de los principales problemas en el cultivo de la alfalfa, especialmente en los primeros estados de su desarrollo. Pero, se reconoce la negativa de realizar experimentos a largo plazo y bajo distintas condiciones climáticas, para determinar sus posibilidades prácticas de utilización.

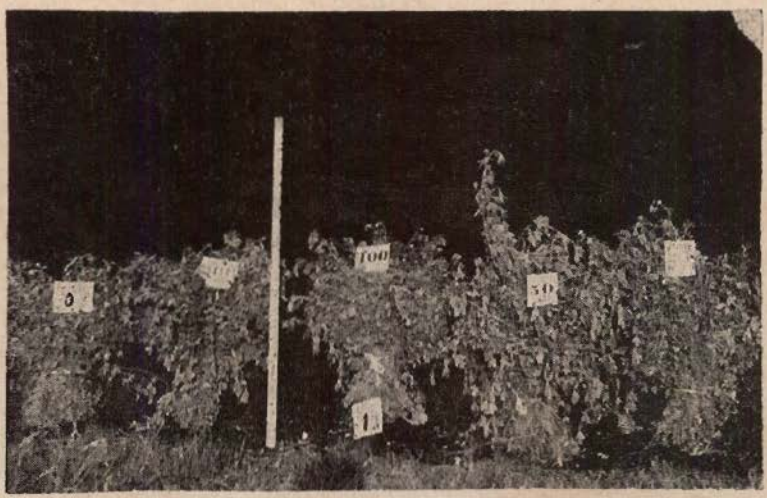

FIGURA 1.— Estado de crecimiento de la alfalfa con una aplicación de ácido giberélico.

0 Testigo.
200 p.p.m.— Una aplicación de ácido giberélico.
100 p.p.m.— " " " " "
50 p.p.m.— " " " " "
25 p.p.m.— " " " " "

Foto E. Ortegón R.

— TABLA II —

Promedios de rendimientos de la alfalfa en Kgrs./Ha. de peso seco, después de la aplicación de ácido giberélico.

Dosis empleadas en partes por millón

Nº DE APLIC.	0	25	50	100	200	$\bar{X}$
TEST.	2.606,21	2.606,21	2.606,21	2.606,21	2.606,21	2.606,21
1	2.606,21	3.685,14	2.864,66	2.391,63	2.444,88	2.846,57
2	2.606,21	3.384,53	3.209,46	2.605,21	2.262,15	2.865,33
3	2.606,21	2.874,76	3.246,13	2.532,26	2.542,62	2.798,94
$\bar{X}$	2.606,21	3.314,81	3.106,75	2.509,70	2.416,55	

Comparación entre número de aplicaciones

D.M.S.	0.05	858,45
	0.01	1.422,50

Comparación entre dosis

D.M.S.	0.05	457,52
	0.01	619,66

Las figuras 1 a 7 muestran los distintos estados de crecimiento que corresponden a los diversos tratamientos. En estas fotos resalta la desigualdad que existe en altura, entre el testigo y las plantas tratadas.

2.— **En el rendimiento.** La tabla II presenta los promedios del rendimiento de la alfalfa, contabilizando las tres replicaciones. Se dá en kilogramos por hectárea de materia seca.

Analizando los datos de dicha tabla, se nota que plantas que recibieron una, dos o tres aplicaciones, tuvieron su peso seco total ligeramente superior al de los tratamientos sin ninguna aplicación, pero no representa diferencia significativa. La mayor producción promedia correspondió a dos aplicaciones.

Los resultados referentes a dosis indican que las concentraciones más bajas, 25 y 50 p.p.m., dan una producción superior al testigo altamente significativa y significativa, respectivamente. Concentraciones más altas, como son 100 y 200 p.p.m. hacen disminuír la producción, esta disminución estadísticamente no es significativa, si se compara con las plantas no tratadas.

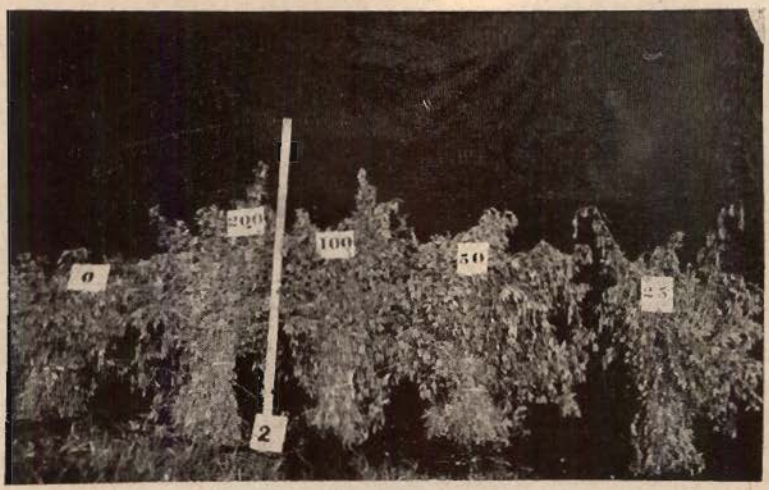

FIGURA 2.— Estado de crecimiento de la alfalfa con dos aplicaciones de ácido giberélico.

0 Testigo. .. ..
200 p.p.m.— Dos aplicaciones de ácido giberélico.
100 p.p.m.— " " " " "
50 p.p.m.— " " " " "
25 p.p.m.— " " " " "

Foto: E. Ortegón R.

Se saca como consecuencia que a medida que aumentan las concentraciones de las dosis de ácido giberélico, disminuye proporcionalmente la producción de peso seco de la alfalfa. Por ejemplo, en relación a 25 p.p.m. disminuyen estadísticamente de manera significativa y altamente significativa, respectivamente.

Luego con dosis bajas de ácido se logran alturas superiores al testigo, asociadas con una cantidad mayor de peso seco, mientras que con dosis altas, ese mayor crecimiento vegetativo no siempre representa más rendimiento en peso seco.

En la revisión de literatura citada se hace notar que la causa de la variación en el peso seco, no se ha estudiado científicamente. Si hay aumento, parece probable que se deba a un resultado secundario del aumento del área de la hoja y otras superficies fotosintetizantes, y además porque se puede producir un aumento de carbohidratos solubles.

Los resultados de este estudio están de acuerdo con ciertos autores que informan que no todas las veces el ácido giberélico hace aumentar la producción en peso seco.

3.— **En el contenido de proteínas.** Empleando varias concentraciones con diferente número de aplicaciones de ácido giberélico, la tabla II compendia su efecto sobre el porcentaje de proteínas en la

alfalfa. Los promedios que aparecen en dicha tabla, son el resultado de haber hecho dos veces el análisis químico de muestra representativa de las tres replicaciones para cada tratamiento.

De la observación de dicha tabla se infiere, que solo cuando se aplica ácido giberélico por una vez, aumenta ligeramente el porcentaje de proteínas, sin llegar a ser este aumento significativamente superior al testigo. Plantas tratadas con 100 y 200 p.p.m. eleva su porcentaje de proteínas, que según análisis estadístico es altamente significativo. Dosis de 25 y 50 p.p.m. redujeron el contenido de proteínas.

El contenido total de proteídas en kilogramos por hectárea se puede obtener fácilmente, multiplicando el rendimiento de cada tratamiento (tabla II) por su respectivo porcentaje de proteínas (tabla III). En lo que se refiere al número de aplicaciones, los kilogramos de proteínas por hectárea fueron superiores en plantas tratadas, teniendo mayor cantidad aquellos que recibieron una aplicación, con disminución gradual para dos y tres aplicaciones. Los tratamientos con dosis de 25 y 50 p.p.m. aumentaron su cantidad de proteína total, en tanto que para 100 y 200 p.p.m. disminuyó.

Por apreciación se notó que las plantas que recibieron ácido giberélico tenían un color más claro, lo cual coincide con las apreciaciones de Acosta (1).

— TABLA III —

Promedios de los porcentajes de proteínas de la alfalfa, Después de la aplicación de ácido giberélico

Dosis aplicadas en partes por millón

Nº DE APLIC.	0	25	50	100	200	$\bar{X}$
TESTIGO	13,17	13,17	13,17	13,17	13,17	13,17
1	13,17	12,87	12,25	13,85	13,92	13,22
2	13,17	13,10	11,27	14,30	13,30	12,74
3	13,17	13,40	12,50	12,15	13,25	12,82
$\bar{X}$	13,17	12,79	12,00	13,43	13,49	

Comparación entre número de aplicaciones

D.M.S.	0,05	0,21
	0,01	0,48

Comparación entre dosis

D.M.S.	0,05	0,093
	0,01	0,125

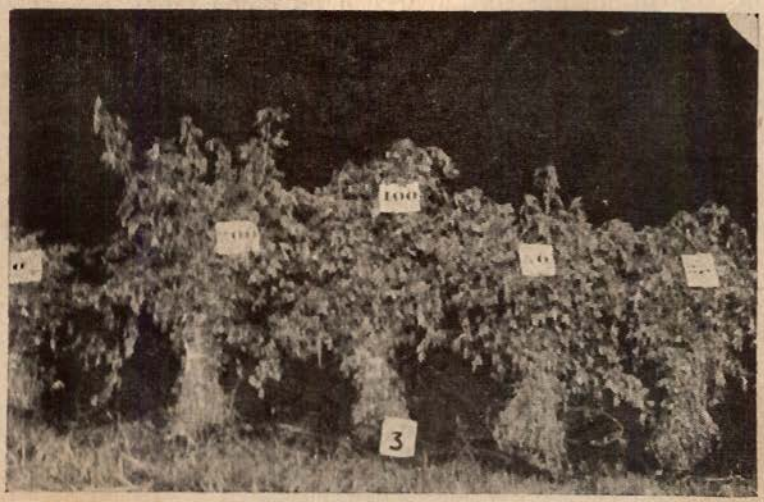

FIGURA 3.— Estado de crecimiento de la alfalfa con tres aplicaciones de ácido giberélico.

0 Testigo.
200 p.p.m.— Tres aplicaciones de ácido giberélico.
100 p.p.m.— " " " " "
50 p.p.m.— " " " " "
25 p.p.m.— " " " " "

Foto: E. Ortegón R.

Estos resultados hacen suponer, como a veces lo sospechan algunos autores, que cuando se aplican dosis altas de ácido giberélico, las plantas pueden alcanzar su máximo crecimiento y la raíz trata de suplir o no alcanza a asimilar del suelo la gran cantidad de nutrientes que demanda tal planta, lo que puede traer como consecuencia su posterior debilitamiento. Se puede conjeturar que para que el ácido giberélico actúe sin limitaciones se hacen necesarias condiciones excepcionales en la cantidad de elementos nutritivos iniciales, lo mismo que de otros aspectos, todos ellos por estudiar.

Se puede concluír que en general, los rendimientos de proteína en bruto no aumentaron proporcionalmente a la materia seca. El tratamiento muy superior al testigo en cuanto se refiere al rendimiento en peso seco y proteína total, fué aquél que recibió una sola dosis de 25 p.p.m. Dicho aumento representa 1.078,93 kgrs. de materia seca por hectárea, que equivale a un 41% de la producción total del testigo. En proteína total, aumenta en 130,94 kgrs. por hectárea, que es el 38% de la producción del tratamiento sin ácido giberélico.

Si se considera que el precio actual del Gibrel 88 (88% de giberelato de potasio) es de 250 pesos el kilo, y que para asperjar una hectárea se gastan de 7 a 10 grs., se nota que de su aplicación es posible derivar beneficios económicos, teniendo en cuenta que una to-

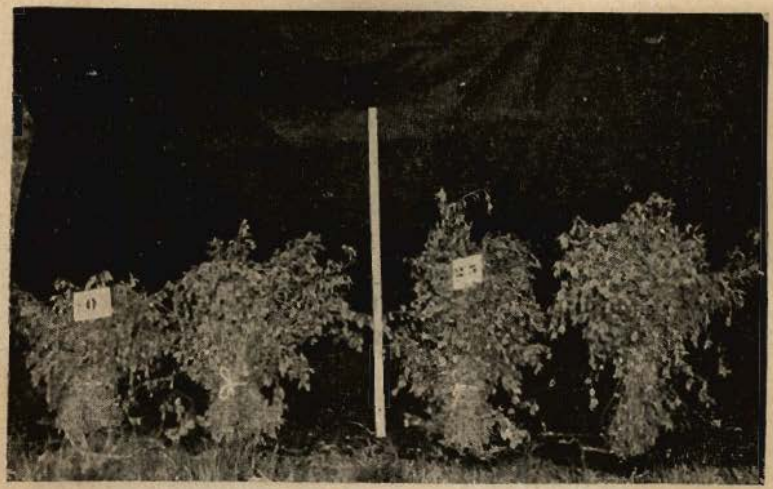

FIGURA 4.— Estado de crecimiento de la alfalfa, tratada con 25 p.p.m. de ácido giberélico, aplicado una, dos y tres veces. 0.— Testigo. Le siguen de izquierda a derecha, tratamientos que recibieron dosis de ácido giberélico de 25 p.p.m., una, dos y tres veces, respectivamente.

Foto: E. Ortegón R.

nelada de heno bien seco de alfalfa se cotiza por 700 pesos, aproximadamente.

V. CONCLUSIONES

1. —La adición de ácido giberélico a la alfalfa trae consigo un aumento altamente significativo de la altura, casi siempre directamente proporcional a la dosis.

2.— Las plantas tratadas con cantidades de 25 y 50 p.p.m. aumentan la producción en peso seco. Pero, las plantas que recibieron 100 y 200 p.p.m. disminuyeron ligeramente su cosecha, posiblemente debido a un desequilibrio en los nutrientes causado por la excesiva altura.

3.—El porcentaje de proteínas baja con las aplicaciones de 25 y 50 p.p.m. y sube con concentraciones altas de 100 y 200 p.p.m. Luego, estos resultados están en relación inversa a los de la producción en peso seco.

4.— En lo que se refiere al número de aplicaciones de ácido giberélico, puede decirse que más de una aplicación tiende a rebajar la producción de peso seco y porcentaje de proteínas, mientras que la altura si se incrementa.

5.— En relación al testigo y según análisis estadístico, el trata-

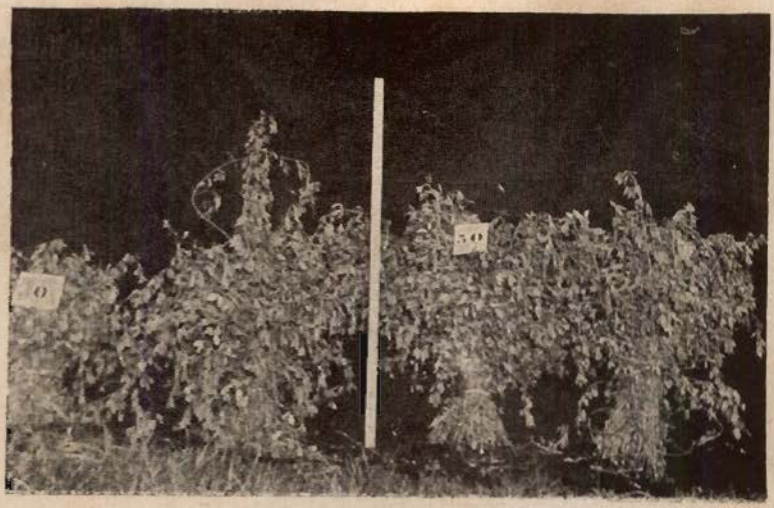

FIGURA 5.— Estado de crecimiento de la alfalfa, tratada con 50 p.p.m. de ácido giberélico, aplicado una, dos y tres veces. 0.— Testigo. Le siguen de izquierda a derecha, tratamientos que recibieron dosis de ácido giberélico de 50 p.p.m., una, dos y tres veces, respectivamente.

Foto: E. Ortegón R.

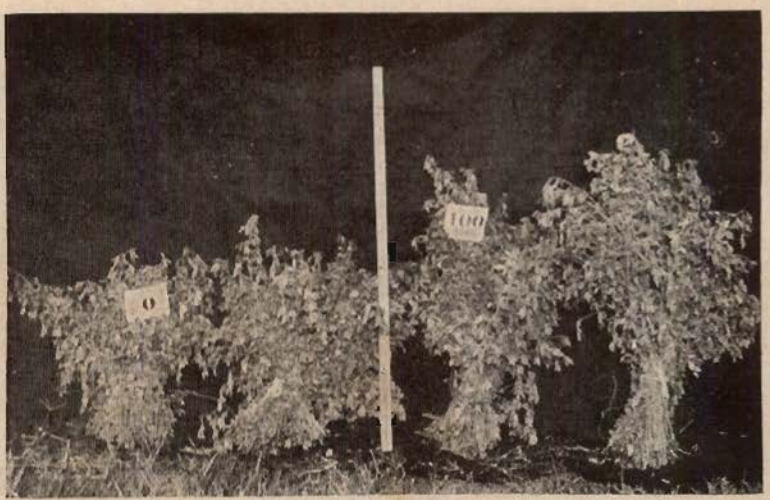

FIGURA 6.— Estado de crecimiento de la alfalfa, tratada con 100 p.p.m. de ácido giberélico, aplicado una, dos y tres veces. 0.— Testigo. Le siguen de izquierda a derecho, tratamientos que recibieron dosis de ácido giberélico de 100 p.p.m., una, dos y tres veces, respectivamente.

Foto: E. Ortegón R.

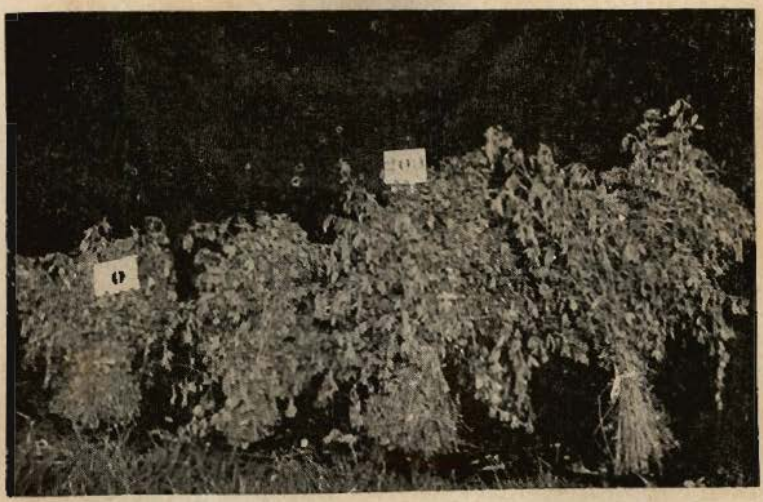

FIGURA 7.— Estado de crecimiento de la alfalfa, tratada con 200 p.p.m. de ácido giberélico, aplicado una, dos y tres veces. 0.— Testigo. Le siguen de izquierda a derecha, tratamientos que recibieron dosis de ácido giberélico de 200 p.p.m., una, dos y tres veces, respectivamente.

Foto: E. Ortegón R.

miento que recibió 25 p.p.m. de ácido giberélico, fué el mejor, pues adquirió un aumento altamente significativo en lo que se refiere a Kgrs./Hra. de peso seco; la cantidad de proteína total, también fue mayor. Su aplicaión comercial puede derivar beneficios económicos aceptables.

VI. RESUMEN

En el Valle del Cauca y en condiciones ambientales de campo, se hizo un estudio sobre la accion del ácido giberélico en la altura, peso seco y porcentaje de proteínas de la alfalfa (**Medicago sativa** L.), en el período vegetativo para su segundo corte.

Se aplicó por aspersión foliar dosis de ácido giberélico de 25; 50; 100 y 200 p.p.m., según diseño estadístico de parcelas divididas (split plot), el cual incluyó parcelas con una sola aplicación; con dos aplicaciones y con tres aplicaciones.

Los resultados indican que la altura era directamente proporcional a la concentración de las dosis. Los tratamientos con 25 y 50 p.p.m. aumentaron el rendimiento de peso seco en kilogramos por hectárea, pero el porcentaje de proteínas bajó. Las respuestas a 100 y 200 p.p.m. muestran que se redujo el peso seco en kilogramos por hectárea y que aumentó el porcentaje de proteínas.

En lo que se refiere al número de aplicaciones, se encontró que

los mejores resultados fueron obtenidos en aquellos tratamientos que recibieron una sola aplicación.

SUMMARY

THREE RESPONSES OF ALFALFA (Medicayo sativa L.) TO GIBBERELLIC ACID APPLICATION

A field trial was conducted in one Cauca Valley to study the action of gibberellic acid on the height, dry weight and protein content of alfalfa (**Medicago sativa L.**) for its second cutting.

Doses of giberellic acid of 25; 50; 100 and 200 p.p.m. were applied by foliar aspersion, in accordance with a statistical desing of split plot, which includes plots with a single application; with two applications and with three applications.

The results indicated that the highest dose of gibberellic acid produced the highest growth. The treatments with 25 and 50 p.p.m. gave a higher yield in kilograms of alfalfa per hectarea on dry weight basis; but the porcentage of protein decreased. The result to the applications of 100 and 200 p.p.m. grove a lower yield of dry matter per Ha. and the porcentage of protein was increased.

The best results were obtained when the plot received only one application.

BIBLIOGRAFIA

1. ACOSTA, N.— El ácido giberélico: resultados de ensayos recientes. Revista Ganadera. La Habana. 63-65. Noviembre-diciembre. 1958.

2 ALBIN, P. DE T.— Efecto de atomizaciones con ácido giberélico, urea y azúcar, sobre asimilación neta y el hábito de crecimiento del fríjol. Turrialba. **7**: 100-103. 1957.

3. (ANONIMO).— Gibberellic Acid. Plant Protection Limited. Mears & Caldwelles Ltd. London. 35 pp.

4. (ANONIMO).— Gibrel. Informe preliminar. Merck Sharp & International. New York. 19 pp. 1957.

5. BRIAL, P. W. y J. F. GROVE.— El ácido giberélico. Endeavour. **16** (63): 161-171. 1957.

6. HICKS, C. B.— El ácido giberélico hace crecer las plantas. Mecánica Popular. **20** (6): 29-32. 1957.

7. RIVES, N.— Las giberelinas y el ácido giberélico. Chapingo. **10**: 242-246. 1957.