

FRECUENCIA DE CORTE EN ALFALFA (*Medicago sativa* L.) (*)Por: **Jorge Tovar Rodríguez**

I.— INTRODUCCION

En Colombia el cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) se realiza todavía en escala muy moderada, no obstante el gran entusiasmo que se ha venido despertando entre los ganaderos e instituciones del país, quienes afrontan el problema de la falta de información precisa sobre la respuesta de tan excelente forrajera a las distintas condiciones ambientales.

El país tiene grandes esperanzas en la producción ganadera. Pero uno de los principales puntos que deben aclararse prontamente es el de mejorar el sistema de alimentación de los animales, buscando mejor aprovechamiento de los pastos y forrajes. Además, es necesario incrementar el establecimiento y uso de nuevas variedades que produzcan mayor cantidad de alimento y nutrientes.

Entre las plantas utilizadas como forraje para la alimentación del ganado, las leguminosas forrajeras poseen calidad superior y entre ellas sobresale la alfalfa. Esta planta produce en abundancia material alimenticio de gran palatabilidad; su forraje tiene buen contenido de proteínas, vitaminas y minerales.

La alfalfa se puede utilizar de distintas maneras; la más común en Colombia consiste en cortar lo necesario diariamente y suministrar como forraje fresco. También se usa como heno, ensilado o en alimento concentrado.

Una de las guías más usadas para determinar el momento en que la alfalfa debe cortarse, es el estado de la floración en la planta. Este método no se puede usar eficientemente en nuestro medio, ya que la floración se presenta muy irregularmente en las distintas regiones. Hay épocas en que no florecen uniformemente las plantas y se hace difícil determinar el óptimo estado de crecimiento para realizar la cosecha.

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

La selección del estado de desarrollo en que debe cortarse la alfalfa tiene gran importancia, debido a las variaciones que se presentan en la cantidad y calidad del forraje según que el corte sea efectuado en estado temprano o avanzado de crecimiento. Si el corte no se hace en el momento adecuado también se afecta la supervivencia de la plantación, debido a que se agotan las reservas alimenticias en la raíz.

Con la finalidad de determinar una frecuencia de corte más apropiada, según las condiciones ambientales en los terrenos del Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas de Palmira, se realizó un ensayo con los siguientes objetivos:

- A.— Estudiar la influencia de la frecuencia del corte en la producción de forraje de alfalfa;
- B.— Determinar la persistencia de las plantas bajo los diferentes tratamientos de corte;
- C.— Averiguar el desarrollo de las raíces en los distintos tratamientos determinados para realizar los cortes.

II. —REVISION DE LITERATURA

Desde hace muchos años se han venido realizando investigaciones y trabajos con el objeto de determinar la más adecuada frecuencia de corte en la alfalfa.

El estado de la floración ha sido una de las guías más usadas para cosechar la alfalfa, cuando se desean obtener rendimientos elevados y heno de la mejor calidad o sea heno con abundante contenido de hojas y de tallos finos, que conserven su color verde (Morrison, 12). Muchos autores indican diferentes estados en los cuales se deben cortar las plantas, tales como: 1.— 50% de botones florales; 2.— 10% de floración; 3.— 25% de floración; 4.— 50% de floración; 5.— Completa floración (Buller y Valdivieso, 1; Garver, 3; Grandfield, 5; Graumann, et al., 6; Kiesselbach y Anderson, 8; Salmon, Swanson y McCampbell, 14).

Generalmente es difícil determinar el momento preciso que corresponda a determinado porcentaje de floración y el agricultor tiene que conocer esta característica en las distintas variedades.

En Tibaitatá, Colombia, donde no se puede usar como guía el estado de floración debido a la manera incierta como ella se presenta, Crowder et al., (2) realizaron un experimento usando como guía para realizar los cortes intervalos de 5, 7, 9, 11, 13 semanas y según la aparición de nuevos brotes en la corona. Encontraron que la mejor guía para cosechar alfalfa en las regiones montañosas (clima frío) del país, es hacerla cuando los brotes nuevos en la corona tengan 5 cm. de longitud.

Massengale y Medler (10), en un estudio de la forma de creci-

miento de la alfalfa, realizado en los Estados Unidos, encontraron que las plantas aumentaron de altura en cuanto llegaron a la madurez, debido al aumento del número de entrenudos pero nó a su longitud.

Graber *et al.*, (4) y Nelson (13) encontraron que cortando frecuentemente las plantas en sus estados iniciales de crecimiento, se disminuye su vigor, baja el rendimiento de forraje y modifican las manifestaciones fisiológicas que indican una importante relación entre el tamaño y composición de las raíces, con la producción de crecimiento aéreo o superior en la alfalfa.

En México observaron que el estado de madurez de la planta en el momento de cosecharla, afectaba notablemente el rendimiento, la calidad y la persistencia de la alfalfa (Buller y Valdivieso, 1); mientras que el porcentaje de proteínas, la riqueza en vitaminas y minerales y la digestibilidad del forraje se reducen sensiblemente a medida que avanza el desarrollo de las plantas (Morrison, 12).

Con la aplicación de fertilizantes a los suelos deficientes en elementos nutritivos, se estimula generalmente mayor aumento en el crecimiento de la parte superior que de las raíces (Miller, 11). El crecimiento de las raíces de la alfalfa disminuye progresivamente con el aumento de la profundidad a que se encuentran, habiéndose notado que más de la mitad del crecimiento total estaba en los primeros 20 cm. de la superficie (Lamba *et al.*, 9).

Crowder *et al.* (2) encontraron que el desarrollo del sistema radicular se relaciona con la frecuencia del corte, siendo mayor con intervalos más prolongados. Además, cuanto más extenso es el sistema radicular, mayor es el crecimiento de la porción aérea de la planta aún en intervalos de 7 semanas.

Graber (4) afirma que la demora del crecimiento radical y aéreo en la alfalfa y la muerte de la planta por frecuentes cortes inmaduros, se deben principalmente a la incapacidad de ella para elaborar alimento o reservas orgánicas alimenticias a través de la actividad fotosintética, en cantidad suficiente para proveerla adecuadamente y para almacenar reservas en la raíz que faciliten el futuro desarrollo de la planta.

La condición más favorable para el almacenaje de reservas en la raíz parece ser la combinación de gran cantidad de área foliar sana y tiempo más o menos seco (Willard 15).

Las reservas orgánicas de la raíz están constituidas principalmente por azúcares, almidones, hemicelulosas y compuestos nitrogenados. La continua reducción de estas reservas por frecuentes cortes, destruye eventualmente las plantas (Janssen, 7; Garver, 3; Graber *et al.*, 4).

III.— MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en el Centro Nacional de Investi-

gaciones Agrícolas de Palmira, situado a una altura de 1.006 m. sobre el nivel del mar, con temperatura media anual de 24°C y 1.000 mm. de pluviosidad media anual. El experimento se localizó en un suelo de la serie Estación Palmira, tipo franco arcilloso, con un pH de 6,3.

Se escogieron siete frecuencias de corte de la alfalfa: cada 3, 5, 7, 9, 11 y 13 semanas y cuando los brotes nuevos en la corona alcanzaban 5 cm. de longitud.

Estos tratamientos se distribuyeron según el diseño experimental de bloques al azar, con 4 repeticiones; las parcelas midieron 1,50 x 6,0 m. y constaron de 6 surcos distanciados 25 cm. entre sí.

Con el objeto de corregir algunas posibles deficiencias de nutrientes, se aplicaron 20 Kg./Hect. de N. (nitrógeno), 100 Kg./Hect. de P₂O₅ (anhidrido fosfórico), 100 Kg./Hect. de K₂O (óxido de potasio) y 50 Kg./Hect. de bórax. Se aplicó el abono en el fondo del surco antes de la siembra y se mezcló con la tierra. Aproximadamente un año después se hizo una segunda aplicación de abono de la fórmula 0-100-100 + 50 de bórax.

Se utilizó semilla de la variedad Peruana Común (lisa), en cantidad de 15 Kg./Hect. la cual fué inoculada con nitrocultivo comercial al momento de la siembra. Se sembró a chorro en el fondo del surco y se cubrió ligeramente con suelo.

La aplicación de riego corrido se hizo teniendo en cuenta la precipitación pluvial, para tratar de mantener el suelo en buen estado de humedad; la frecuencia del riego fué más o menos de uno por mes.

Para cumplir con los objetivos del ensayo se realizaron los siguientes estudios:

A.—Rendimiento de forraje.

Para iniciar el experimento se hizo un corte uniforme de todas las parcelas a los 3 meses y se empezó a contar el intervalo predeterminado para cada tratamiento de corte.

Al hacer cada corte se recogía el forraje de los 4 surcos centrales de cada parcela; se anotaba el peso del material fresco y se tomaba una muestra de 500 gramos por parcela, para secarla al aire y posteriormente se determinaba el peso seco de ellas para calcular el rendimiento de forraje seco en kilogramos por hectárea.

En el análisis de los resultados se dividió el rendimiento total de 2 años en dos periodos principales, debido a que no se pudo hacer la comparación entre cortes debido a los intervalos diferentes para cada tratamiento. Además, se analizaron estadísticamente cada uno de los periodos y también el rendimiento total de forraje de alfalfa.

B.—Relación de hojas a tallos.

Después de año y medio de la siembra se escogieron al azar 25

tallos de cada parcela al momento del corte. Se separaron las hojas de los tallos y se secaron en la estufa a una temperatura de 70°C. El peso seco de las hojas y el de los tallos fueron anotados separadamente; los promedios se utilizaron para obtener la relación de hojas a tallos para cada tratamiento.

C.—Producción de proteínas.

Las muestras secas de tallos y hojas se molieron separadamente y de ellas se sacó una nueva muestra de cada tratamiento, para analizar químicamente el contenido de nitrógeno según el método de Kjeldhal. Por el factor de conversión (6.25) se calculó el porcentaje de proteína en el forraje seco de cada frecuencia de corte.

D.—Número de nudos - Longitud del 4º entrenudo - Longitud total del tallo.

En cada uno de los 25 tallos tomados al azar de cada parcela se contó el número de nudos y se midió la longitud de un entrenudo intermedio y la longitud total del tallo. Se analizaron estadísticamente estas observaciones y se buscó la relación existente entre la longitud total y cada una de las otras observaciones para cada frecuencia de corte.

E.—Número de tallos en un metro de longitud de los dos surcos centrales.

Antes de realizar cada corte se lanzaba una regla graduada entre los dos surcos centrales de cada parcela y se contaba el número de tallos existentes a lo largo de un metro en los dos surcos; la cuenta se hizo luego en 2 sitios de cada parcela. También se usó esta observación para comparar 2 cortes de las frecuencias cada 5, 7, 9, 11 semanas y según la longitud de los brotes nuevos, para estudiar un posible efecto de época de corte.

F.—Tallos y coronas al finalizar el ensayo.

Al finalizar se arrancaron todas las plantas comprendidas dentro de un marco de un metro cuadrado, en dos sitios escogidos al azar en cada parcela. Se contaron tallos y coronas; se calculó el número de tallos por corona en cada uno de los tratamientos.

G.—Estudio de raíces.

Efectuado el último corte se tomaron 20 muestras de suelo junto a las plantas y a una profundidad de 30 cm., utilizando un tubo tomamuestras. Las muestras de cada parcela se mezclaron y colocaron dentro de un balde con agua para remojarla completamente; la solución formada se hizo pasar a través de un tamiz de 2 mm., separando así las raicillas y el suelo. Estas raicillas se secaron en la estufa a una temperatura de 70°C y se obtuvo su peso seco.

Gráficas y figuras.

Se tomaron fotografías de las parcelas de alfalfa en tratamiento

de corte. Con los datos recogidos se elaboraron las gráficas de los resultados alcanzados.

Duración del ensayo.

El ensayo tuvo una duración de 110 semanas. Se finalizó el tiempo de duración de los cortes en el mes de julio de 1960; cuando correspondía hacer el corte final del tratamiento 11 semanas, se determinó finalizar el experimento cortando todas las parcelas y pesando su rendimiento en esa fecha.

IV.— RESULTADOS Y DISCUSION

A.—Rendimiento de forraje.

Al finalizar el ensayo, se había realizado el siguiente número de cortes por tratamiento:

Tratamiento	I Período	II Período	Total
Cada 3 semanas	17	17	34
Cada 5 semanas	10	11	21
Brotos nuevos	8	8	16
Cada 7 semanas	8	8	16
Cada 9 semanas	6	6	12
Cada 11 semanas	5	5	10
Cada 13 semanas	4	5	9

Como se aclaró anteriormente, el rendimiento total de forraje de alfalfa se dividió en dos partes iguales debido principalmente al análisis estadístico ya que los tratamientos empleados no correspondieron a intervalos convenientes para hacer análisis de cada corte, y también, debido al descenso del rendimiento durante el segundo período.

1.—Primer período.

En la tabla I se presentan los datos correspondientes a este período, cuya duración fué de 55 semanas. Los rendimientos promedios oscilaron entre 8.000 y 19.000 Kg./Hect. de forraje seco, encontrándose el rendimiento más elevado en aquellas parcelas cortadas cada 7 semanas, con un promedio de 19.287 Kg./Hect., que tiene diferencia significativa al compararlo con el promedio más aproximado o sea el correspondiente a la frecuencia según los brotes, cuyos cortes se realizaron por término medio, cada 6, 2 semanas.

El corte cada 3 semanas dió el menor rendimiento, con diferencia altamente significativa respecto de los otros promedios obtenidos.

Las plantas de alfalfa que se cosecharon cada 7 semanas alcanzaron una altura media de 44 cm., y presentaron abundante producción de hojas y tallos, a diferencia de las plantas que se cosecharon más frecuentemente y cuya altura tan sólo varió entre 17 y 30 cm. Las que se cosecharon a intervalos mayores de 7 semanas alcanzaron

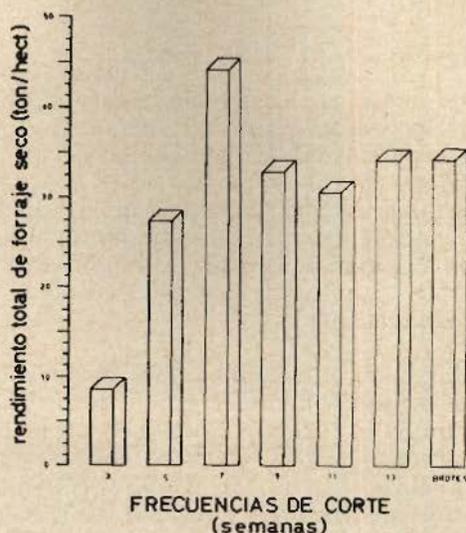


Figura 1.— Rendimiento total de forraje seco obtenido en cada uno de los tratamientos de corte, durante el tiempo de duración del experimento.

Foto: M. T. Paredes.

— T A B L A I —

Influencia de los intervalos de corte en el rendimiento de alfalfa.

Frecuencia de corte	Kilogramos por hectárea en materia seca		
	Periodo I (*)	Periodo II	Total
3 semanas	8.325	235	8.560
5 "	15.790	11.550	27.340
Brotes nuevos (**)	17.275	16.900	34.175
7 semanas	19.290	24.530	43.820
9 "	16.380	16.590	32.970
11 "	15.640	14.880	30.520
13 "	13.910	20.250	34.160
D.M.S.			
0,05	1.892	3.535	4.795
0,01	2.592	4.843	6.568

(*) Cada periodo corresponde aproximadamente a 55 semanas.

(**) Se hizo el corte cuando los brotes nuevos tenían 5-7 cm. de altura; promedio de 6,2 semanas para el periodo I y de 6,5 para el periodo II.

mayor altura pero sus tallos ya estaban lignificados y habían sufrido gran pérdida de hojas.

2.—Segundo período.

Comprende los cortes realizados en el segundo año (tabla I); en él se puede observar que algunas frecuencias de corte variaron en su rendimiento respecto del primer período.

Entre los tratamientos que aumentaron su rendimiento se encuentran los de 7 y 13 semanas. El rendimiento más elevado fué el de los 8 cortes cada 7 semanas, con un promedio de 24.530 Kg./Hect. Esta producción varió significativamente respecto de la obtenida cortando cada 13 semanas.

Los tratamientos 3, 5, 11 semanas y el de los brotes nuevos en la corona (que correspondió a una frecuencia de 6,5 semanas), disminuyeron su rendimiento, principalmente el corte cada 3 semanas, cuyo promedio se redujo a 235 Kg./Hect. Indudablemente el gran número de cortes realizados con este tratamiento inhibió el desarrollo de las plantas por la continua reducción de reservas alimenticias almacenadas en las raíces (Buller y Valdivieso, 1). Es muy probable que el descenso en la producción cortando cada 5 semanas haya ocurrido por la misma razón.

El forraje obtenido de las parcelas cortadas con menor frecuencia presentó las mismas características anotadas para el primer período, o sea la lignificación del tallo junto con gran pérdida de hojas.

3.—Rendimiento total.

En la tabla I y la figura 1 se puede ver el resultado de la producción total de heno, obtenida con los distintos tratamientos de corte. Se notaron que el rendimiento total más elevado se obtuvo cortando la alfalfa cada 7 semanas.

Las parcelas cortadas cada 3 semanas dieron el rendimiento más bajo, debido a la gran frecuencia del corte, lo cual impidió que la planta pudiera recuperarse y sintetizar suficiente cantidad de reservas alimenticias que le permitieran formar abundantes tallos y hojas durante el siguiente período de crecimiento. Este tratamiento se consideró inadecuado, ya que las plantas se fueron agotando paulatinamente hasta desaparecer casi completamente de las parcelas.

Los cortes cada 9 semanas y cada 11 semanas dieron rendimientos intermedios, pero se observó que los tallos se fueron lignificando y que se perdía una gran cantidad de hojas; a pesar de que los brotes nuevos llegaron a tener hasta 10 cm. de longitud, no alcanzaron a compensar las pérdidas ocasionadas por la defoliación, dando como resultado un forraje de menor calidad.

El corte según los brotes nuevos en la corona se efectuó por término medio cada 6,2 semanas para el primer período y cada 6,5 para el segundo, lo cual aparentemente es demasiado frecuente y no co-

responde a los datos obtenidos por Crowder et al. (2). Es muy probable que en las zonas más elevadas o de menor temperatura, ocurra un desarrollo mucho mejor definido en cuanto a la producción de brotes, que en las regiones menos altas o de clima templado. Se ha notado que bajo un tratamiento de cortes, los brotes nuevos no se desarrollaron continuamente pero aparecían después de un determinado período de crecimiento de los tallos viejos. Es probable que en un clima medio la iniciación de varios de los brotes nuevos sea más lenta que en climas de más baja temperatura.

Cortando cada 13 semanas se obtuvo un rendimiento total bastante parecido al del corte según los brotes nuevos, pero el gran intervalo de tiempo dió por resultado forraje muy leñoso.

Las figuras 2 y 3 muestran los diferentes rendimientos de forraje obtenidos al realizar cada uno de los cortes. Estas variaciones en los rendimientos no pueden relacionarse con la cantidad de precipitación pluvial; ellos dependieron principalmente de la distribución de las lluvias y el riego durante el período de crecimiento de las plantas. El riego se hizo durante el período seco después del corte y no había facilidades como para seguir un régimen más preciso para suministrar agua suplementaria.

B.—Relación de hojas a tallos.

Los datos del peso seco de las hojas y tallos por planta se pre-

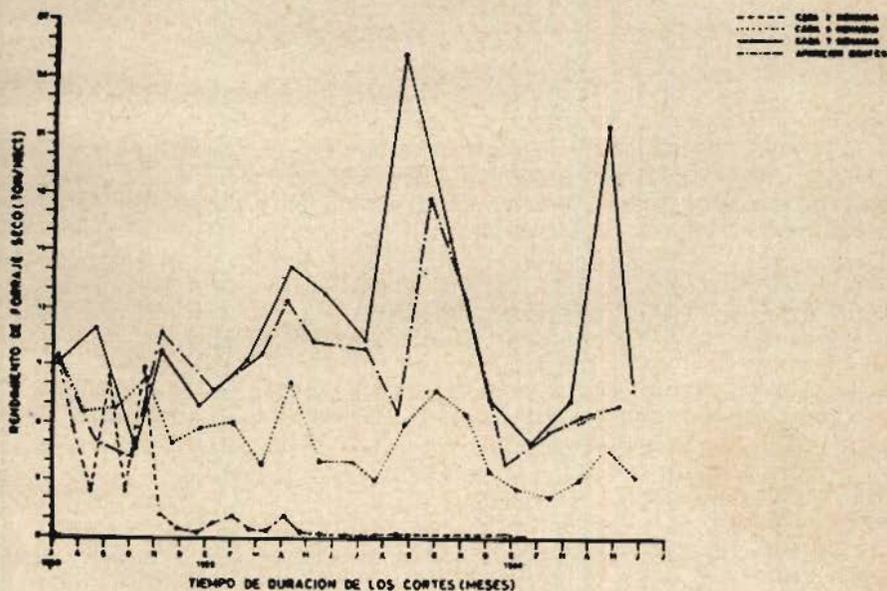


Figura 2.— Variaciones por corte en el rendimiento de forraje seco de alfalfa cortada cada 3, cada 5, cada 7 semanas y cuando había brotes nuevos.

Foto: M. T. Paredes.

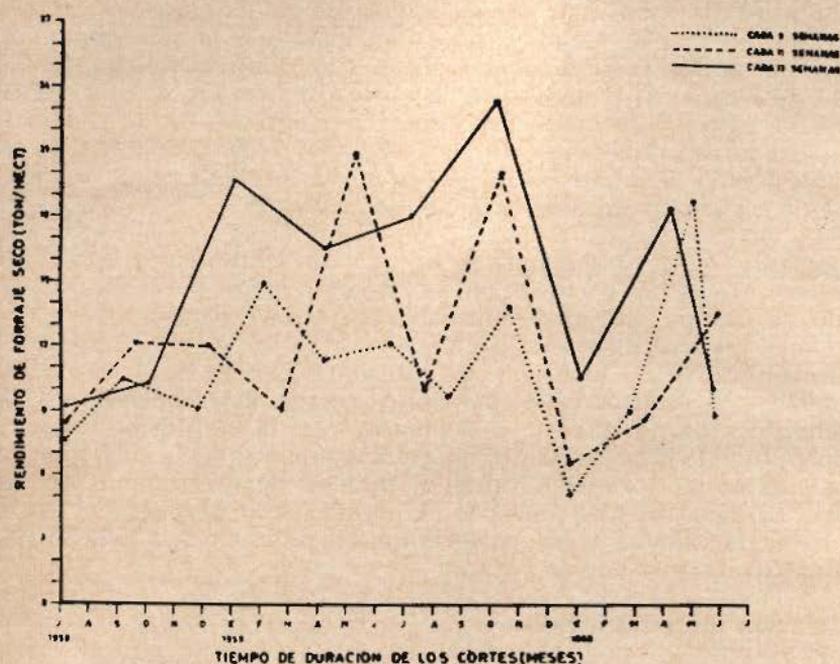


Figura 3.— Rendimiento de forraje seco de alfalfa obtenido cortando cada 9, cada 11 y cada 13 semanas.

Foto: M. T. Paredes.

sentan en la Tabla II. Las cifras son promedios de 100 tallos (25 de cada repetición) tomados al azar en el momento de realizar el corte, durante la época de abril y mayo de 1960. Las muestras no se tomaron en una misma fecha porque las frecuencias comparadas señalaron diferentes épocas de cosecha.

La mayor producción de hojas se encontró en los tratamientos cortados a las 7, 11 y 13 semanas, con diferencia notable entre estos y los intervalos de 3 y 5 semanas y de los brotes nuevos.

Se observó que el peso seco de los tallos aumentó a medida que se hizo más amplio el intervalo entre los cortes. El mayor peso seco correspondió a la frecuencia de corte cada 11 semanas, la cual no tuvo diferencia significativa con el corte cada 13 semanas, pero sí con los demás intervalos de corte.

Estos resultados se explicaron por la altura de las plantas y el número total de los tallos. Los cortes a intervalos de 3 y de 5 semanas y cuando los brotes nuevos alcanzaron de 5 a 7 cm., no permitieron que las plantas llegaran a su madurez fisiológica. Después de las 7 semanas las hojas inferiores comenzaron a caer, dejando los tallos con muy poco follaje.

Respecto a los tratamiento de corte cada 11 y cada 13 semanas,

— T A B L A II —

Efecto de la frecuencia de Corte en la relación de Hojas y Tallos y el contenido de Proteínas en estas partes superiores. (*)

Frecuencia de corte	Hojas Peso seco gr.	Tallos Peso seco gr.	Relación(**) Hojas-Tallos	Proteínas (***)	
				Hojas %	Tallos %
3 semanas	3,32	2,77	0,80	27,27	17,35
5 "	7,85	9,52	1,20	22,66	12,75
Brotos nuevos	7,40	10,92	1,48	23,02	12,39
7 semanas	16,32	17,20	1,05	20,18	12,57
9 "	11,65	20,00	1,71	21,42	11,68
11 "	16,32	26,32	1,61	21,25	11,33
13 "	15,87	25,00	1,57	24,42	13,28
D. M. S.					
0,05	5,20	5,44			
0,01	7,13	7,45			

(*) El peso es la media de 100 tallos.

(**) Relación Hojas-Tallos dividiendo el peso seco de los tallos por el de hojas.

(***) Contenido de proteína cruda (N x 6,25).

los resultados anotados se debieron al buen crecimiento alcanzado por los brotes nuevos, los cuales aumentaron considerablemente la producción de hojas en relación con los tallos.

Los resultados obtenidos permiten establecer que la relación en peso seco a que se encuentran las hojas y los tallos varía según las distintas frecuencias de corte, correspondiendo la relación más alta al corte cada 3 semanas seguida del corte cada 7 semanas, como puede verse en la figura 4.

Para lograr un forraje seco o heno de buena calidad es necesario que la planta sea cortada en estado tierno y que tenga gran cantidad de hojas, ya que en éstas se encuentra su mayor valor nutritivo y su mayor digestibilidad.

C.—Producción de proteínas.

Los resultados de los análisis químicos para la determinación del porcentaje de proteína en las hojas y en los tallos, aparecen en la tabla II y la figura 5.

Se observó que las hojas contenían aproximadamente dos veces la proteína de los tallos, con valores extremos de 20,18 y 27,27% para las hojas, mientras que los tallos dieron valores de 11,33% a 17,35%

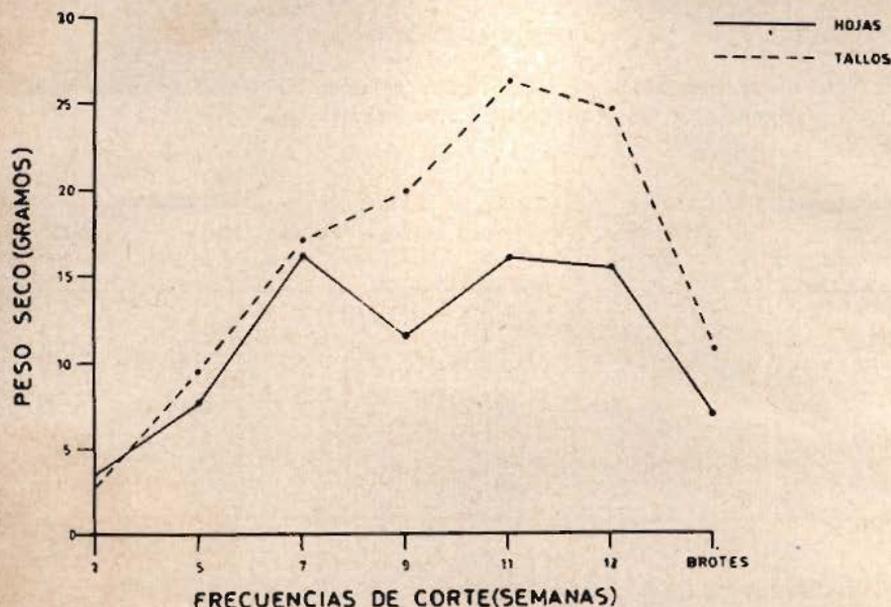


Figura 4.— Relación en peso seco de hojas y tallos de alfalfa, para 100 tallos por cada frecuencia de corte.

Foto: M. T. Paredes.

correspondiendo los mejores porcentajes a las plantas que fueron cortadas en los estados más tiernos de su crecimiento.

En ambos análisis el mayor porcentaje correspondió a la frecuencia de corte cada 3 semanas, debido a que sus hojas y tallos se encontraban en estado tierno e inmaduro. Cortando cada 13 semanas se obtuvo un elevado porcentaje, debido a la presencia de abundantes tallos jóvenes en la corona (véase la figura 5).

Utilizando los resultados del porcentaje de proteínas en el forraje seco, se calculó la producción total de proteínas en los rendimientos totales para cada frecuencia de corte. Es probable que el contenido de proteína haya variado de un corte a otro, sin embargo, estos datos indicaron el rendimiento relativo, como puede verse en la tabla III.

Se encontró que la frecuencia de corte cada 7 semanas produjo la mayor cantidad de proteína, siguiéndole el corte cada 13 semanas, el cual se pudo hacer 9 veces durante el tiempo de duración del experimento, a diferencia de los 16 cortes obtenidos haciéndole cada 7 semanas, tal como aparece en la tabla III y la figura 6.

D.—Número de nudos - Longitud del 4º entrenudo - Longitud total del tallo.

1.—Número de nudos.

En el análisis de esta observación se encontró que había diferen-

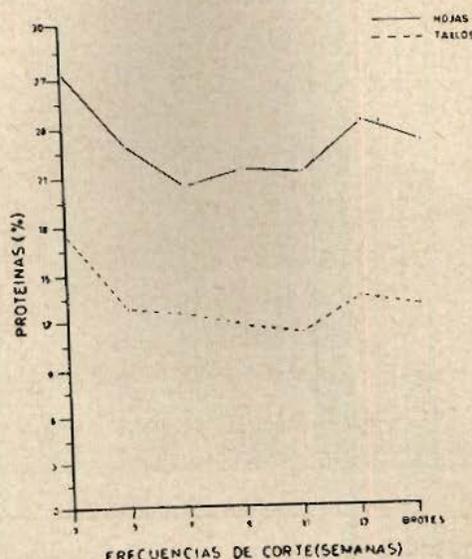


Figura 5.— Producción de proteínas en hojas y tallos de alfalfa cosechada en diferentes estados de crecimiento.

Foto: M. T. Paredes.

— T A B L A III —

Producción total de proteínas según los tratamientos de frecuencia de corte

Frecuencia de corte	Número de cortes	Rendimiento total de forraje Kg./Hect.	Producción de proteínas ^(*)		
			Hojas Kg./Hect.	Tallos Kg./Hect.	Total Kg./Hect.
3 semanas	34	8.560	1.272,93	675,71	1.948,64
5 "	21	27.340	2.799,80	1.910,49	4.710,30
Brotos nuevos	16	34.175	3.165,65	2.530,43	5.696,08
7 semanas	16	43.820	4.305,36	2.826,39	7.131,75
9 "	12	32.970	2.599,70	2.433,61	5.033,31
11 "	10	30.520	2.482,25	2.134,43	4.616,68
13 "	9	34.160	3.240,51	2.774,92	6.015,43

(*) Se utilizaron los porcentajes de proteína de un solo corte al hacer estos cálculos. Es probable que el contenido haya variado de un corte a otro; sin embargo estas cifras indican las diferencias que existen entre los tratamientos.

cias altamente significativas entre las distintas fuentes de variación.

Contando el número de nudos que había en 100 tallos de alfalfa cortados según las distintas frecuencias, se notó que su número iba aumentando a medida que se ampliaba el intervalo entre dos cortes.

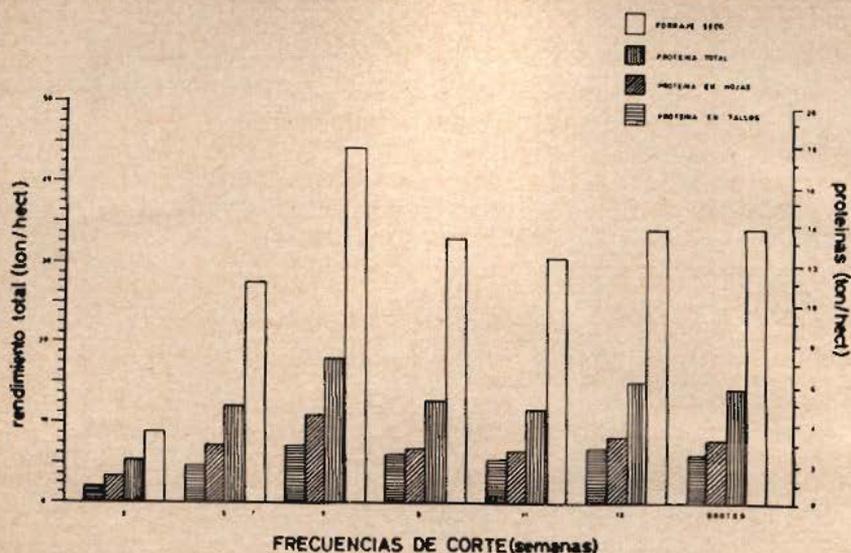


Figura 6.— Rendimiento total de forraje seco y proteínas, obtenido de alfalfa con distintas frecuencias de corte.

Foto: M. T. Paredes.

Se encontró que cortando cada 3 semanas el número promedio de nudos por tallos era de 9,4; y cortando cada 13 semanas, de 16,2 nudos. La frecuencia de corte cada 7 semanas no dió diferencia significativa con los cortes a mayores intervalos. Los promedios se encuentran en la tabla IV.

El aumento del número de nudos en los tallos de alfalfa cuando se hizo mayor el intervalo entre dos cortes, se debió a que el crecimiento de la planta fué indeterminado y continuó su desarrollo longitudinal y formación de nudos hasta alcanzar la madurez fisiológica.

2.—Longitud del 4º entrenudo.

Como el crecimiento del tallo no se verifica con la misma intensidad en las distintas partes de sus entrenudos, se resolvió hacer la observación en el cuarto entrenudo debido a su posición más o menos intermedia en el tallo.

En la tabla IV se puede ver que la longitud del 4º entrenudo de los tallos de alfalfa cortada cada 3 semanas fué de 2,50 cm, mientras que cortando cada 11 semanas alcanzó 6,42 cm., siendo ésta la mayor longitud media. Estos datos demostraron que el tallo continuó alargándose a pesar de la caída de las hojas inferiores y la formación de los brotes nuevos.

3.—Longitud total del tallo.

Utilizando los mismos tallos que sirvieron para hacer las dos observaciones anteriores, se midió la longitud total, y los resultados fue-

— T A B L A IV —

Influencia de los tratamientos de intervalos de corte en el número de nudos, longitud del entrenudo y longitud total del tallo. (*)

Frecuencia de corte	Número de nudos por tallo	Longitud del 4º entrenudo en cm.	Longitud total del tallo en cm.
3 semanas	9,4	2,50	18,0
5 "	11,7	4,60	29,7
Brotos nuevos (**)	12,1	5,00	35,3
7 semanas	15,8	3,95	44,5
9 semanas	14,8	5,67	44,0
11 "	16,1	6,42	50,0
13 "	16,2	6,05	54,4
D. M. S.			
0,05	3,60	2,09	12,25
0,01	4,73	2,74	16,10

(*) Las cifras son los promedios de 100 tallos por tratamiento.

(**) Promedio de 6,3 semanas.

ron analizados estadísticamente. En la tabla IV se encuentran los promedios para cada frecuencia de corte. Cortando cada 3 semanas la longitud promedio fué de 18 cm., al paso que haciéndolo cada 13 semanas fué de 54,4 cm., habiéndose encontrado diferencia altamente significativa entre tratamientos.

Se hizo un análisis de covarianza para determinar la relación existente entre el número de nudos y la longitud total, después de eliminar los efectos de repeticiones y tratamientos, o sea determinándola por medio de residuales.

Se encontró por regresión que se registra un incremento de 2,08 cm., en la longitud total, por cada entrenudo. También se calculó la correlación de estos datos, y estableciendo su significancia se encontró que sí existe una íntima relación entre la longitud total del tallo y su número de nudos, la cual es afectada por la frecuencia de corte.

Habiendo hecho el mismo análisis para la longitud del 4º entrenudo en relación con la longitud total, se encontró que nó existía ninguna relación entre estas dos características.

Estos resultados concuerdan con la afirmación de que las partes inferiores de las plantas aumentaron su longitud cuando los entrenudos llegaron a la madurez; pero esa longitud aumentó debido al número de entrenudos cortos en la parte superior.

E.—Número de tallos en un metro de longitud de los surcos centrales.

Los resultados de esta observación se encuentran resumidos en la tabla V. Su análisis dió diferencias significativas entre los distintos tratamientos, pues el número de tallos fue variando desde un promedio de 63 tallos para el corte cada 3 semanas, hasta 253 tallos para el corte cada 9 semanas.

Se notó que cortando cada 7 semanas solo dió un promedio de 172 tallos, cifra que solo se explica por lo que pudiera llamarse un efecto de fecha o época de corte, ya que estos se realizaron en distintas oportunidades, lo mismo que la cuenta de los tallos. Al realizar la observación se encontró gran cantidad de malezas en las parcelas, y se cree que este hecho influyó en el resultado obtenido.

Se compararon los promedios para el corte cada 9 semanas y para el corte según los brotes nuevos en la corona, y se encontró diferencia significativa entre ellos al nivel de 0,05. Estos datos demostraron que la brotación, generalmente, era lenta. Las observaciones indicaron que los brotes nuevos aparecieron a las 5 semanas, más o menos, y continuaron en formación hasta la octava semana.

Se hizo un análisis para estudiar el efecto de la fecha en la producción de tallos, utilizando los datos de 2 cortes realizados al azar con las frecuencias de corte cada 5, 7, 9, 11 semanas y según los brotes nuevos en la corona.

En la tabla VI se encuentran los datos de esta observación. Los

— T A B L A V —

Número de tallos en un metro de longitud de los dos surcos centrales de cada parcela. (*)

Frecuencia	Número de tallos por repetición									
	I		II		III		IV		TOTAL X	
3 semanas	80	50	22	55	66	180	50	0	503	63
5 "	179	162	248	166	240	285	228	155	1.663	208
Brotes nuevos	215	220	208	253	240	252	187	175	1.750	219
7 semanas	189	154	177	115	125	161	231	226	1.378	172
9 "	337	230	199	251	212	270	222	305	2.026	253
11 "	192	158	218	268	235	225	258	215	1.769	221
13 "	186	221	206	185	279	259	295	214	1.845	231

D.M.S. para Tratamientos.

0,05 37,72

0,01 59,89

(*)Se hizo la cuenta en dos lugares diferentes de cada parcela.

— T A B L A VI —

Producción de tallos en dos épocas distintas

Frecuencia de corte	Número de tallos en dos fechas(*)		Total	— X
	1	2		
5 semanas	180	141	321	160
Brotos nuevos	219	245	464	232
7 semanas	172	153	325	162
9 "	252	183	435	216
11 "	221	164	385	193
D.M.S.	Para Tratamientos	Para Fechas		
0.05	33.30	47.10		
0.01	44.97	63.60		

(*) Fechas 1 y 2 con intervalo aproximado de 2 meses.

promedios obtenidos para la denominación fecha 1 y fecha 2 se compararon entre sí, dando una diferencia altamente significativa en la producción de tallos entre una y otra fecha de corte. Estos resultados indicaron la influencia del medio ambiente en la producción de tallos. El mejor contenido de humedad en el suelo durante el tiempo en que empieza la brotación, favorece la mayor formación de retoños.

F.—Tallos y coronas al finalizar el ensayo.

La tabla VII reúne los datos de la observación sobre el número de tallos y coronas por metro cuadrado. Se puede ver cómo el corte cada 3 semanas dió al finalizar el experimento, solo un promedio de 73 tallos por metro cuadrado, habiéndose hecho la cuenta solo en los lugares en donde aún existían unas cuantas plantas diminutas que no alcanzaban a los 8 cm. de altura.

El mayor número de tallos por metro cuadrado se encontró en parcelas con tratamiento de corte cada 7 semanas, con promedio de 310 tallos muy bien desarrollados, resistentes y con elevado contenido de hojas verdes. Estos resultados comprobaron que las medidas discutidas anteriormente fueron influidas por la época en la cual se tomaron los datos.

Las parcelas de las frecuencias 11 y 13 semanas dieron 293 y 261 tallos respectivamente; estas plantas estaban formadas por tallos delgados, leñosos, amarillentos y con bajo contenido foliar de los tallos viejos. En las parcelas de la frecuencia 13 semanas se notó buen crecimiento de los brotes nuevos, los cuales fueron suficientes para compensar la defoliación y la poca calidad que generalmente se obtiene cortando a ese intervalo.

— T A B L A VII —

Influencia de frecuencia de corte en el número de tallos y coronas en un metro cuadrado, al terminar el ensayo (*)

Frecuencia	Tallos Nº	Coronas Nº	Tallos por corona
3 semanas	72,87	3,87	18,80
5 "	185,25	18,75	9,90
Brotos nuevos	228,87	27,25	8,40
7 semanas	309,87	32,00	9,70
9 "	303,37	35,62	8,50
11 "	293,25	39,87	7,40
13 "	260,75	33,50	7,80
D.M.S. para tratamientos.			
0,05	56,04	8,32	
0,01	75,61	11,23	

(*) Promedio de dos medidas en cada parcela y en cuatro replicaciones.

En cuanto a la persistencia de la alfalfa sometida a distintas frecuencias de corte, se puede decir que las frecuencias cada 3 y 5 semanas y la de brotes nuevos en la corona se cortaron muy frecuentemente, lo cual no permitió que las plantas almacenaran suficientes reservas alimenticias para facilitar la formación de nuevos crecimientos. El efecto de la frecuencia de corte fué más marcado en las parcelas de corte cada 3 semanas.

De las frecuencias restantes, la de 7 semanas dio buenos rendimientos y resultados en las distintas observaciones, ya que sus plantas por tener abundancia de hojas tiernas y verdes dieron un forraje de alta calidad y conservaron en sus parcelas una densidad de población más uniforme durante todo el tiempo de duración de los cortes.

No es recomendable el corte a intervalos más amplios, porque el forraje producido es de inferior calidad, debido a su mayor cantidad de tallos leñosos y menor contenido de hojas verdes.

Respecto al número de coronas por metro cuadrado (tabla VII) el promedio osciló entre 4 coronas para la frecuencia 3 semanas y 40 para la frecuencia de 11 semanas, dando diferencia significativa entre los tratamientos.

Estos resultados pueden deberse a la influencia de los intervalos de corte sobre la producción y almacenamiento de las reservas alimenticias y el efecto de éstas sobre el sistema radicular, permitiendo mejor conformación a las plantas cosechadas con intervalos más amplios.

Al calcular el número de tallos por corona en cada una de las parcelas se encontró que los mayores promedios correspondieron a las frecuencias 3, 5 y 7 semanas, como se puede observar en la tabla VII.

Se notó que los tallos y coronas de la frecuencia 3 semanas eran de tamaño muy reducido, mientras que en los cortes a intervalo más amplio las coronas eran más gruesas y pesadas.

G.—Estudio de raíces.

Según el método que se detalló anteriormente, se realizó un estudio de raíces, pero debido a varios inconvenientes que se presentaron no se puede asegurar su efectividad. Las muestras se tomaron en los sitios en donde existían plantas, pero en el tratamiento de 3 semanas hubo necesidad de tomarlas solo en algunas partes debido a la ausencia casi total de plantas en las parcelas. Además, el lavado de las muestras presentó dificultades al separar las raíces de la materia orgánica y demás sustancias.

El estudio se hizo con base en el peso seco, pero los promedios obtenidos no dieron diferencia significativa; sin embargo existía la tendencia a aumentar el peso de las raíces con intervalos de corte más amplios.

Para la frecuencia cada 3 semanas se encontró un peso promedio de 2,32 gr. de raíces en las 20 muestras tomadas de cada parcela. Para las frecuencias de cada 7 y cada 11 semanas dió 3,30 gr. (Véase la tabla VIII).

— T A B L A VIII —

Efecto de la frecuencia de corte en el peso seco de las raíces de alfalfa (*)

Frecuencias de corte	R E P E T I C I O N E S				Total	X
	I	II	III	IV		
3 semanas	2,8	2,0	3,0	1,5	9,3	2,32
5 "	2,1	4,7	2,6	2,3	11,7	2,92
Brotos nuevos	1,6	3,7	3,5	2,9	11,7	2,92
7 semanas	3,8	2,8	3,8	2,8	13,2	3,30
9 "	3,2	4,4	2,5	2,9	13,0	3,25
11 "	3,0	5,2	2,3	2,7	13,2	3,30
13 "	1,8	3,9	3,8	2,8	12,3	3,07

D.M.S. para tratamientos

0,05 1,22
0,01 1,67

(*) Peso seco en gramos, de las raíces obtenidas en 20 muestras tomadas del suelo que rodea las plantas, a una profundidad de 30 cm.

Se notó que el peso seco inicialmente aumentó con cada extensión entre los intervalos de corte, hasta la frecuencia cada 7 semanas, lo cual correspondió con la mayor producción de forraje y alimento de buena calidad. Con las frecuencias restantes no se notaron aumentos en el peso seco de las raíces, a diferencia de los resultados obtenidos en Tibaitatá por Crowder et al. (2).

El desarrollo de las raíces de alfalfa se efectúa principalmente por el tiempo y frecuencia de corte, grosor de las plantas, cantidad y distribución de la precipitación anual y el carácter y contenido de humedad en las diferentes estructuras del suelo (Garver, 3).

V.— CONCLUSIONES

- 1.—La frecuencia de corte influye notablemente en el rendimiento y calidad del forraje seco de alfalfa, y en el tiempo de duración de la plantación.
- 2.—No obstante haberse cultivado la alfalfa con riego, su rendimiento por corte y por tratamiento fué afectado por la época de cosecha.
- 3.—El rendimiento más elevado en Kg./Hect., se obtuvo cosechando la alfalfa cada 7 semanas.
- 4.—El forraje de mejor calidad se obtuvo de plantas en sus estados iniciales de crecimiento. Cortando cada 7 semanas se acumuló la mayor producción de proteínas en su rendimiento total.
- 5.—Los cortes cada 3, cada 5 semanas y según los brotes nuevos (6,3 semanas en término medio), fueron tan frecuentes que afectaron sensiblemente la producción de nuevos tallos y hojas.
- 6.—Los cortes cada 11 y cada 13 semanas dieron forraje de inferior calidad, debido al endurecimiento de los tallos y a la defoliación o pérdida de hojas en los tallos viejos.
- 7.—La producción de tallos y coronas fué influida por la frecuencia del corte, siendo el óptimo cuando el corte era medianamente frecuente.
- 8.—El estudio de raíces no permitió apreciar diferencias notables en el desarrollo de los sistemas radiculares en plantas bajo tratamientos de frecuencia de corte.

VI.— RESUMEN

Se hizo un experimento con alfalfa para estudiar la influencia de la frecuencia de corte sobre el rendimiento de forraje, persistencia de las plantas y el desarrollo de las raíces. El ensayo se realizó en el Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas Palmira situado a

1.006 m. sobre el nivel del mar, con temperatura media de 24°C. y 1.000 mm. de pluviosidad media anual.

Los intervalos de corte cada 3, 5, 7, 9, 11 y 13 semanas y cuando los brotes nuevos alcanzaron de 5 a 7 cm. de longitud se distribuyeron en un diseño experimental de bloques al azar con 4 repeticiones. Cada parcela tuvo 6 hileras separadas por 25 cm. y 6.0 m. de longitud.

En Abril de 1958 se preparó debidamente el terreno y se abonó adecuadamente para eliminar una posible deficiencia de fósforo, potasio y boro. Se sembró la variedad Peruana Común. Después de un corte general cuando las plantas alcanzaron cerca de 60 cm. de longitud se comenzaron los tratamientos cortando las 4 hileras centrales de cada parcela según los intervalos predeterminados. Después del corte se pesó el material fresco de cada parcela y se tomó al azar una muestra de 500 gr. para la determinación del peso seco.

A los 18 meses de la siembra, se tomaron al azar 25 tallos de cada parcela para obtener la siguiente información: número de nudos por tallo, longitud del 4º entrenudo, longitud total del tallo, peso seco de hojas y de tallos y contenido de proteínas en hojas y en tallos.

Al finalizar el experimento se tomaron los siguientes datos: número de tallos y coronas por metro cuadrado y número de tallos por corona. Se tomaron muestras de suelo en torno de las plantas usando un tubo tomamuestras y se determinó el contenido de raíces separándolas del suelo.

El más elevado rendimiento de forraje se obtuvo del intervalo de corte cada 7 semanas, con un total de 16 cortes durante un período de 2 años y con producción media de 2.738 Kg./Hect. Los crecimientos fluctuaron de tiempo en tiempo debido a la humedad del suelo. Los intervalos más frecuentes de 3 y 5 semanas dieron más bajos rendimientos de forraje y una disminución en la población de plantas; sin embargo, el contenido de proteínas del forraje fué más elevado debido a la mayor inmadurez de hojas y tallos. Los más prolongados períodos de corte dieron menos forraje y de inferior calidad debido a la lignificación de los tallos y a la defoliación.

El número de nudos y la longitud total del tallo aumentaron progresivamente con el retardo del intervalo de cosecha y la longitud del entrenudo tendió a ser mayor hasta las 9 semanas. No pudo ser tomada en una conclusión definitiva del estudio de raíces; sin embargo, el crecimiento total de las raíces tiende a ser mayor cuando se prolonga la frecuencia del corte.

SUMMARY

FREQUENCY OF CUTTING IN ALFALFA (*Medicago sativa* L.)

An experiment was conducted to study the influence of cutting frequency on forage yield, plant persistency and root growth of al-

falfa. The experiment was located at the Palmira Agricultural Experiment Station, situated at 1,006 meters above sea level, with an average yearly temperature of 24°C., and annual rainfall of 1,000 mm.

The cutting intervals each 3, 5, 7, 9, 11 and 13 weeks and when tillers reached 5 to 7 cm. in height, were distributed in a randomized block design with 4 replications. Each plot had 6 rows separated 25 cm. and 6,0 m. in length.

The land was well prepared in April of 1,958 and adequately fertilized to eliminate any possible deficiencies of P, K and Bo. The Common Peruvian variety was sown. After one general harvest when plants reached about 60 cm. the above treatments were begun by cutting the 4 center rows at the predetermined interval. After harvest the fresh weight of each plot was recorded and a 500 gm. sample taken at random for dry weight determination.

After 18 months from date of seeding, 25 stems were taken at random from each plot and the following information obtained: number of nodes per stem, length of the 4 th. internode, total length of stem, dry weight of leaves and stems, and protein content of leaves and stems.

At the end of the experiment other data were recorded as follows: number of stems and crowns per square meter and number of stems per crown. In addition, soil samples were taken with a sampling tube and the roots separated from the soil for bulk root determinations.

Highest yields of forage were obtained from the 7 week cutting interval, with a total of 16 harvests during the two year period and an average production of 2,738 Kg./hect. Growth fluctuated from time to time because of soil moisture. The more frequent intervals of 3 and 5 weeks resulted in lower forage yields and a decrease in plant population, but the protein content of the forage was higher because of more immature leaves and stems. The more prolonged cutting periods gave less forage and of inferior quality due to stem lignification and defoliation.

The number of stem nodes and total stem length increased progressively with delayed harvest interval and the length of the internodes tended to become longer up to about 9 weeks. No definite conclusions could be drawn from the root studies; however, total root growth tended to be higher as the cutting frequency was prolonged.

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. BULLER, R. E. VALDIVIESO.— 1957. La producción de alfalfa. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México. Bol. Div. 25: 27-29.
2. CROWDER, L. V., J. VANEGAS. and J. SIVA.— 1960. The influence of cutting interval on alfalfa production in the high Andes. Agron. Jour. 52: 120130.

3. GARVER, S.— 1946. Alfalfa in South Dakota. South Dakota Agr. Exp. Sta. Bul. 383: 25-27.
 4. GRABER, L. F. et. al.— 1927. Organic food reserves in relation to the growth of alfalfa and other perennial herbaceous plants. Wisconsin Agr. Exp. Sta. Res. bul. 80: 30-150.
 5. GRANDFIELD, C. O.— 1951. Alfalfa in Kansas. Kansas Agr. Exp. Sta. Bul. 346: 28-33.
 6. GRAUMANN, H. O. et. al.— 1954. The effect of harvest practices on the performance of alfalfa. Oklahoma Agr. Exp. Sta. Bul. 433: 5-34.
 7. JANSSEN, G.— 1929. The relationship of organic root reserves and other factors to the permanency of alfalfa stands. Jour. Amer. Soc. Agron. 21: 895-911.
 8. KIESSELBACH, T. A. and A. ANDERSON.— 1926. Alfalfa investigations. Nebraska Agr. Exp. Sta. Res. bul. 36: 52-60.
 9. LAMBA, P. S., H. L. AHLGREN and R. J. MUCKERHORN.— 1949. Root growth of alfalfa, medium red clover, bromegrass and timothy under various soil conditions. Agron. Jour. 41: 451-457.
 10. MASSENGALE, M. A. and J. T. MEDLER.— 1958. Some responses of alfalfa (*Medicago sativa* L.) to different lengths of day and growth regulators in the greenhouse. Agron. Jour. 60: 377-380.
 11. MILLER, E. C.— 1958. Plant physiology. 2d. ed. McGraw-Hill Book Co. New York. 121-174 p.
 10. MASSENGALE, M. A. and J. T. MEDLER.— 1958. Some responses of alfalfa (*Medicago sativa* L.) to different lengths of day and growth regulators in the greenhouse. Agron. Jour. 50: 377-380.
 11. MILLER, E. C.— 1938. Plant physiology. 2d. ed. McGraw-Hill Book Co. New York. 121-174 p.
 12. MORRISON, F. B. 1951.— Alimentos y alimentación del ganado. J.L. de la Loma. 21 ed. Tomo I. México. UTEHA 366-385 p.
 13. NELSON, N. T.— 1925. The effect of frequent cutting on the production root reserves, and behavior of alfalfa. Jour. Amer. Soc. Agron. 17: 100-113.
 14. SALMON, S. C., C. O. SWANSON and C. W. McCampbell.— 1925. Experiments relating to the time of cutting alfalfa. Kansas Agr. Exp. Sta. Tech. bul. 15; 3-50.
 15. WILLARD, C. J.— 1930. Root reserves of alfalfa with special reference to time of cutting and yield. Jour. Amer. Soc. Agron. 22: 595-602
-