

Crecimiento y calidad del trébol rosado durante tres estaciones en relación a algunas variables morfológicas y fisiológicas¹

Ignacio Ruiz N.², Roy E. Blaser³ y Ronald H. Brown⁴

INTRODUCCION

La producción y calidad de las plantas forrajeras es afectada por diversos factores. Bajo condiciones ambientales favorables, su ritmo de crecimiento, después de ser cosechadas por el animal o la máquina, se ha relacionado con las reservas de carbohidratos (1), (9), (17), con el índice de área foliar (3), (5), (24) e interacciones entre ambos sectores (12), (30). También se ha determinado el efecto de la frecuencia de cosecha o estado de madurez en la producción y calidad del forraje (10), (30). Sin embargo, los pocos estudios sobre frecuencia de cosecha en trébol rosado (*Trifolium pratense* L.) no han interrelacionado simultáneamente los datos de rendimiento con el índice de área foliar y las reservas de carbohidratos.

En el presente experimento se ha tratado de obtener información sobre el ritmo de crecimiento y características químicas del trébol rosado durante tres estaciones del año, en relación con el estado de madurez, el índice de área foliar, las reservas de carbohidratos, la intercepción de luz, y otras variables. Tal información es importante, ya que es necesaria para relacionar altos rendimientos de forraje de buena calidad con el manejo de las plantas en diferentes épocas del año.

¹Trabajo basado en la tesis desarrollada por el primer autor como parte de los requisitos para optar al título de Master of Science, en el Instituto Politécnico de Virginia, Blacksburg, Virginia, USA.

Los autores agradecen al Dr. J. P. Fontenot por su asistencia técnica durante algunas etapas del experimento.

Recepción manuscrito: 13 de septiembre de 1968.

²Ingeniero Agrónomo, M. S., Estación Experimental Quilmapu, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chillán, Chile.

³Ph. D., Profesor del Departamento de Agronomía, Instituto Politécnico de Virginia, Virginia.

⁴Ph. D. Profesor del Departamento de Agronomía, Instituto Politécnico de Virginia, Actualmente en el Departamento de Agronomía, Universidad de Georgia, Georgia, USA.

REVISION DE LITERATURA

Índice de área foliar (IAF)

Este término se refiere a la relación entre la superficie laminar de la vegetación (una cara de las hojas) y el área de suelo sobre la cual se encuentra tal superficie. Watson (29), en Inglaterra, fue uno de los primeros investigadores que estudió este factor en varias plantas de chacarería, siendo el neozelandés Brougham (5) quien aplicó tal concepto en plantas forrajeras. Varios autores han establecido una relación positiva entre IAF y crecimiento diario de la vegetación. Se ha encontrado que al aumentar el IAF se incrementa la intercepción de luz, la cual —estando otros factores en condiciones ideales— es la que finalmente determina el potencial de producción de materia seca, hasta un valor crítico del IAF. El aumento en rendimiento de materia seca ocurre hasta que el IAF sube a un valor en que se produce aproximadamente un 95% de intercepción de luz por parte del follaje. El área foliar al cual la intercepción de luz es superior a este valor podría producir un exceso de sombra a la planta misma con lo cual disminuiría el ritmo de crecimiento de la vegetación; esta idea sin embargo es rechazada por algunos autores (5), (6), (7), (19).

El IAF óptimo difiere con la especie forrajera, debido a factores tales como la distribución, ángulo, transmisibilidad y reflectabilidad de las hojas en la planta. Así, especies de crecimiento bajo, como el trébol blanco, necesitan un IAF menor que especies de crecimiento más erecto, como la festuca, para producir un mismo porcentaje de intercepción de luz (6), (7), (19).

Cabe señalar que el concepto de IAF, si bien es cierto que no es un índice de recomendación

práctica, es una herramienta de utilidad para la mejor comprensión del crecimiento de las plantas forrajeras y para desarrollar mejores prácticas sobre manejo de ellas.

Reservas alimenticias

En las leguminosas de clima templado, el almidón es considerado la principal reserva que se acumula en la raíz y/u otros tejidos basales de la vegetación. En cambio, en las gramíneas de clima templado la principal reserva es el fructosano (8), (17), (20), (27). Diversos autores (1), (9), (16), (17), (21), han enfatizado que las reservas juegan un rol importante en la reiniciación del crecimiento de las plantas forrajeras inmediatamente después que han sido cosechadas por la máquina o el animal. Sin embargo, otros autores no concuerdan totalmente con esta idea. Humphreys y Robinson (12) estiman que el nuevo crecimiento depende principalmente del área foliar remanente después de la cosecha, en vez de los carbohidratos.

Se ha encontrado que el nivel de reservas declina cuando la vegetación es cosechada muy frecuentemente (4), (14), (16), (22). Dicho nivel también depende de otros factores; así Blaser *et al* (3) postulan que cualquier factor o combinación de factores que estimule o retarde el crecimiento más que la fotosíntesis producirá una variación del nivel de carbohidratos en los órganos de almacenamiento. Si factores tales como temperatura, humedad del suelo, nitrógeno, sustancias inhibitorias del crecimiento, etc. se presentan en un grado que favorecen más la respiración que a la fotosíntesis, entonces declinará el nivel de carbohidratos; en caso contrario aumentará el nivel de ellos.

Las investigaciones de Ward y Blaser (28) sobre la interrelación entre reservas alimenticias e índice de área foliar demuestran que los carbohidratos son importantes en la estimulación del crecimiento inicial de la vegetación, pero más tarde el ritmo de crecimiento depende del índice de área foliar.

MATERIAL Y METODO

El experimento se realizó en la Estación Experimental del Instituto Politécnico de Virginia, en Blacksburg, Virginia, E.E. UU. de N. A.

Un buen stand de trébol rosado Kenland de 2º año se dividió en tres secciones para estudiar su crecimiento y diversas variables morfológicas y fisiológicas durante tres estaciones: a) primavera (19 abril - 31 mayo); b) verano (28 mayo - 9 julio), y c) otoño (14 agosto - 1º octubre, 1966).

Durante la estación de primavera, se efectuó un primer corte en lo que se denominó día-0. Se eligió como día-0 el 19 de abril, fecha en que el trébol rosado, de aproximadamente 9 cm. de altura, estaba comenzando su crecimiento activo. Cortes subsecuentes se hicieron con intervalo de 6 días durante un período total de 42 días. Para las otras estaciones, todo el trébol rosado a usar se cortó con 30% de floración y esa fecha fue denominada día-0. En las estaciones de verano y otoño el rendimiento y otros datos, excepto las muestras de raíces, se tomaron sólo a partir del día-12, cada 6 días y por un período total de 42 y 48 días, respectivamente. En estas dos épocas no se midieron los rendimientos en el día-6, debido al poco desarrollo de la vegetación en ese día.

Para cada fecha de corte en las distintas estaciones se tuvo 4 parcelas de 3 por 2 m., en un diseño de blocks al azar. Todas las parcelas fueron regadas con una frecuencia variable según la época y lluvia caída, pero tratando de no limitar en ningún momento el crecimiento por falta de humedad en el suelo.

Antes de cortar la vegetación se tomaron datos de altura y madurez de las plantas. También se determinó el porcentaje de intercepción de luz midiendo, sobre y en la base de las plantas, la luz con un fotómetro Weston. Inmediatamente después se tomaron los datos de rendimiento para lo cual se cortaron franjas de aproximadamente 3 m² en el centro de cada parcela. Durante la primavera los dos primeros cortes fueron hechos con segadora rotatoria, lo mismo que en el primer corte de verano. Todos los demás se efectuaron con barra segadora, dejándose un residuo vegetativo de aproximadamente 4 cm. de altura. Se tomaron muestras de la vegetación para determinar composición química y digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

En cada parcela se tomaron dos sub-muestras de aproximadamente 20 tallos con hojas para determinar el porcentaje de hojas de la vegetación. De cada sub-muestra se separaron, al azar, 20 a 30 hojas para medir el área foliar mediante el empleo de un fotoplanímetro diseñado por Brown¹ para uso en plantas forrajeras. Se usó la siguiente ecuación de regresión: $Y = 84,29 - 5,542 X$, donde Y corresponde al área foliar en cm² y X es el valor de la lectura en el fotoplanímetro. Las muestras de hojas se secaron para calcular su peso seco por cm², lo cual permitió computar el índice de área foliar de la parcela de donde provenían dichas muestras.

¹BROWN, R. H. Virginia Polytechnic Institute, Blacksburg, Virginia, USA.

Una vez efectuado el corte en cada parcela, se tomaron muestras de raíces, las cuales fueron lavadas, secadas a 80° C durante 24 horas y molidas usando un tamiz de malla N° 60. De tales muestras se realizaron, posteriormente, análisis duplicados de carbohidratos disponibles totales mediante los métodos de Nelson (18) y Somogyi (25) usando ácido sulfúrico 0,2 N para la hidrólisis.

Las determinaciones de fibra cruda se efectuaron por el método de Whitehouse *et al* (32). Otros componentes se determinaron por los métodos de A.O.A.C. (2). La digestibilidad *in vitro* de la materia seca se hizo en duplicado para la muestra de cada parcela, usando una modificación del método de Tillery y Terry (26). Un gramo de materia seca se digirió por 48 horas empleando la saliva artificial de "Ohio" (13), a lo cual siguió un período de 24 horas de digestión en pepsina.

RESULTADOS

Primavera.

Con excepción del día-0, a medida que la vegetación avanzó en madurez se observó una declinación en el contenido de proteína total y cenizas y un aumento de la fibra y del extracto no nitrogenado (Cuadro 1). El porcentaje de materia seca digestible aumentó hasta el día-18 y luego se mantuvo constante. Probablemente, los valores de materia seca digestible y proteína total fueron menores de lo normal durante los dos primeros cortes. Ello presumiblemente se debió a que, en tales fechas, al usar una segadora rotatoria, ésta cortó a menos altura que la segadora de barra y, además, tomó cierta cantidad de vegetación seca existente en el suelo. Lo mismo se repitió en el primer corte de verano.

Cuadro 1 — Composición química del trébol rosado durante diversas estaciones y días de crecimiento (valores en base a materia seca).

| Días de corte | Proteína total % | Fibra cruda % | Extracto etéreo % | Extracto no nitrogenado % | Cenizas % | Materia seca digestible % |
|-------------------------------------|---------------------|------------------|----------------------|------------------------------|--------------|------------------------------|
| Primavera (19 abril - 31 mayo 1966) | | | | | | |
| 0 | 26,2 ab | 16,7 f | 2,9 d | 42,3 ab | 11,9 ab | 49,1 c |
| 6 | 29,5 a | 18,4 ef | 3,6 a | 39,0 bc | 9,5 bc | 51,0 c |
| 12 | 26,2 a | 19,6 def | 3,2 c | 37,3 c | 13,7 a | 57,6 b |
| 18 | 25,5 ab | 22,6 bcd | 3,3 bc | 38,2 c | 10,4 ab | 64,3 a |
| 24 | 21,8 bc | 21,5 cde | 3,5 ab | 44,2 a | 9,0 bc | 61,8 ab |
| 30 | 19,8 cd | 25,0 ab | 2,9 d | 42,4 ab | 9,9 bc | 61,4 ab |
| 36 | 18,9 cd | 23,8 abc | 3,6 a | 44,4 a | 9,3 bc | 61,4 ab |
| 42 | 16,6 d | 26,8 a | 2,9 d | 46,3 a | 7,4 c | 60,8 ab |
| Verano (28 mayo - 9 julio) | | | | | | |
| 12 | 25,8 ab | 16,8 c | 2,6 d | 39,5 b | 15,3 a | 34,8 e |
| 18 | 26,1 a | 17,0 c | 4,1 b | 43,0 a | 9,8 b | 49,0 d |
| 24 | 24,5 b | 17,5 c | 4,7 a | 44,7 a | 8,6 c | 54,2 c |
| 30 | 22,3 c | 20,8 b | 4,5 a | 43,7 a | 8,7 c | 65,5 a |
| 36 | 19,6 d | 24,5 a | 4,0 b | 43,6 a | 8,3 cd | 59,9 b |
| 42 | 18,8 d | 26,3 a | 3,6 c | 43,6 a | 7,7 d | 52,5 cd |
| Otoño (14 agosto - 1° octubre) | | | | | | |
| 12 | 30,8 a | 16,6 b | 4,2 b | 38,9 c | 9,5 bc | 60,7 a |
| 18 | 26,8 b | 18,8 a | 4,7 a | 40,4 bc | 9,3 c | 60,4 a |
| 24 | 25,0 bc | 18,0 ab | 4,0 b | 42,3 ab | 10,7 bc | 59,8 a |
| 30 | 24,2 c | 19,0 a | 3,4 c | 40,4 bc | 13,0 a | 59,0 a |
| 36 | 23,9 c | 20,1 a | 3,5 bc | 43,2 a | 9,3 c | 58,5 a |
| 42 | 24,3 c | 19,8 a | 3,4 c | 43,6 a | 8,9 c | 58,5 a |
| 48 | 24,6 c | 18,0 ab | 3,8 bc | 42,6 a | 11,0 b | 58,2 a |

Los análisis estadísticos fueron realizados separadamente para cada estación. Para una misma columna, los valores con igual letra no difieren significativamente ($P > 0,05$), según la prueba de Duncan (11).

El máximo rendimiento acumulado de materia seca se obtuvo en el día-42 (10% de floración), pero tal rendimiento no diferió significativamente ($P > 0,05$) de aquél logrado en el día-36. Para la proteína total, el máximo rendimiento acumulado ocurrió en el día-36, aun cuando no hubo diferencia significativa ($P > 0,05$) con los valores de los días-30 y 42 (Cuadro 2).

Aunque se conservaron altos rendimientos de materia seca hasta el día-42, el índice de área foliar (IAF) declinó bruscamente después del día-30 (Figura 1). Tal disminución puede atribuirse tanto al envejecimiento de las hojas basales de las plantas como a cierto ataque de antracnosis (*Colletotrichum trifolii*) al follaje, que se presentó durante los últimos días del período de primavera.

En el día-6, un 94% de luz fue interceptada con un IAF de 2,6. Posteriormente cerca de

100% de luz fue interceptada cuando el IAF varió entre 5,2 y 8,2.

La altura de la vegetación y el IAF mostraron alta correlación con los rendimientos acumulados de materia seca, proteína total y materia seca digestible (Cuadro 3). Sin embargo, la interceptación de luz no mostró tan buena correlación con los rendimientos señalados.

El porcentaje de carbohidratos de las raíces disminuyó continuamente desde un valor máximo de 18,0% en el día-0 hasta un cifra de 10,0% en el día-42 (Figura 1). En ningún momento se observó una recuperación de este valor, incluso en fechas en que las plantas estaban con una madurez relativamente avanzada.

Verano.

El porcentaje de elementos nutritivos de la vegetación mostró tendencias parecidas a las del período de primavera (Cuadro 1).

Cuadro 2 — Altura, porcentaje de hojas y rendimiento acumulado de diversos elementos nutritivos del trébol rosado en diversos días de crecimiento, durante tres estaciones de 1966.

| Días de corte | Estado de madurez | Altura cm. | Porcentaje de hojas % | Materia seca Kg/ha. | Proteína total Kg/ha. | Materia seca digestible Kg/ha. |
|---------------|-------------------|------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Primavera | | | | | | |
| 0 | Tierno | 9 | 61 | 1378 f | 361 e | 677 f |
| 6 | Tierno | 18 | 48 | 1437 f | 423 e | 733 f |
| 12 | Tierno | 28 | 44 | 2557 e | 669 d | 1473 e |
| 18 | Tierno | 33 | 41 | 3249 d | 828 c | 2089 d |
| 24 | Algunas yemas | 38 | 38 | 4371 c | 952 b | 2701 c |
| 30 | Yemas | 45 | 34 | 5308 b | 1052 a | 3259 b |
| 36 | 1% flor | 54 | 31 | 5663 ab | 1067 a | 3477 ab |
| 42 | 10% flor | 60 | 28 | 6181 a | 1028 a | 3758 a |
| Verano | | | | | | |
| 12 | Tierno | 11 | 74 | 329 d | 85 e | 114 e |
| 18 | Algunas yemas | 14 | 68 | 367 d | 96 e | 180 de |
| 24 | Yemas | 16 | 63 | 786 d | 193 d | 426 d |
| 30 | 1% flor | 26 | 53 | 1421 c | 316 c | 931 c |
| 36 | 25% flor | 34 | 42 | 2339 b | 459 b | 1401 b |
| 42 | 36% flor | 45 | 33 | 3374 a | 634 a | 1771 a |
| Otoño | | | | | | |
| 12 | Tierno | 10 | 73 | 85 d | 26 d | 52 e |
| 18 | Tierno | 13 | 73 | 252 c | 67 c | 152 d |
| 24 | Tierno | 14 | 71 | 408 c | 102 c | 244 c |
| 30 | Tierno | 16 | 66 | 673 b | 163 b | 397 b |
| 36 | Tierno | 18 | 64 | 902 a | 216 a | 528 a |
| 42 | Algunas yemas | 19 | 64 | 956 a | 232 a | 559 a |
| 48 | Algunas yemas | 20 | 57 | 988 a | 243 a | 575 a |

Los valores con igual letra no difieren significativamente ($P > 0,05$), según la Prueba de Duncan.

Aun en el día-42, cuando el trébol rosado estaba con 36% de flor, el rendimiento de los distintos componentes continuaba aumentando en forma significativa ($P < 0,05$). Esto estaría indicando que el rendimiento todavía podría haber sido significativamente mayor en fechas posteriores. La producción parecida de los dos primeros cortes se atribuye a que el uso de la máquina rotatoria en el día-12 aumentó artificialmente la producción en esa fecha (Cuadro 2).

El IAF aumentó progresivamente mientras la vegetación maduraba. La intercepción de luz resultó bastante baja en el día 12, pero posteriormente aumentó rápidamente hasta el día-24; de ahí en adelante este valor subió lentamente, alcanzando un máximo de 95% el día-42 (Figura 1).

La altura de la vegetación y el IAF mostraron una alta correlación con el rendimiento acumulado de materia seca, proteína total y materia seca digestible. Tales correlaciones fueron mayores que en la época de primavera. La intercepción de luz no presentó buena correlación con el rendimiento de los componentes mencionados (Cuadro 3).

El porcentaje de carbohidratos de las raíces declinó apreciablemente desde un nivel de 9,8% en el día-0 hasta un valor igual a 6,8% en el día-12; posteriormente, dicho valor se recuperó lentamente hasta el día-42. Es destacable que los valores absolutos fueron mucho más bajos que en primavera (Figura 1).

Otoño.

El contenido de materia seca digestible no disminuyó en forma apreciable con el avance en la madurez de la vegetación. El contenido de proteína total sólo declinó hasta el día-18, manteniéndose, posteriormente, sin una varia-

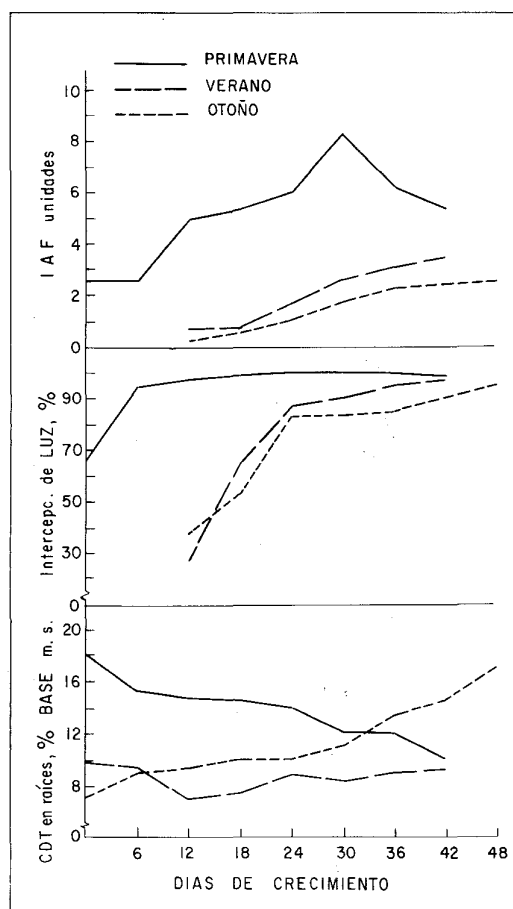


Figura 1.— Índice de área foliar (IAF), porcentaje de intercepción de luz por el follaje y carbohidratos disponibles totales (CDT) en raíces de trébol rosado, cortado en diferentes fechas durante tres estaciones de 1966.

Cuadro 3 — Coeficientes de correlación entre rendimientos acumulados y algunas variables del trébol rosado cortado en diversos días de crecimiento, durante tres estaciones de 1966.

| Rendimiento acumulado Kg/ha. | Primavera (n = 8) | | | Verano (n = 6) | | | Otoño (n = 7) | | |
|------------------------------|-------------------|-----------------------|------------|----------------|-----------------------|------------|---------------|-----------------------|------------|
| | IAF | Intercepción de luz % | Altura Cm. | IAF | Intercepción de luz % | Altura Cm. | IAF | Intercepción de luz % | Altura Cm. |
| Materia seca | 0,80* | 0,68 | 0,98** | 0,94** | 0,71 | 0,99** | 0,98** | 0,90** | 0,96** |
| Proteína total | 0,89** | 0,74* | 0,94** | 0,96** | 0,75 | 0,99** | 0,98** | 0,90** | 0,95** |
| Materia seca digestible | 0,81* | 0,64 | 0,98** | 0,98** | 0,76 | 0,99** | 0,99** | 0,90** | 0,92** |

*Correlación significativa al 0,05.

**Correlación significativa al 0,01.

ción apreciable. El porcentaje de fibra cruda aumentó hasta el día-18, pero posteriormente no hubo una tendencia definida. El porcentaje de extracto no nitrogenado tendió a aumentar hasta el día-24, manteniéndose posteriormente más o menos constante. Tanto el porcentaje de extracto etéreo como de cenizas no mostraron una tendencia bien definida (Cuadro 1).

Los rendimientos acumulados de materia seca, proteína total y materia seca digestible subieron hasta el día-36, cuando el trébol rosado seguía mostrando un estado tierno. Posteriormente tales componentes no aumentaron en forma significativa (Cuadro 2).

El IAF aumentó en forma lenta con las distintas fechas. La intercepción de luz mostró una tendencia similar a la observada en el verano. Los valores de IAF, altura de plantas e intercepción de luz resultaron inferiores a los dos períodos anteriores. Igualmente, la disminución del porcentaje de hojas fue menos acentuado en esta última época (Figura 1 y Cuadro 2).

Nuevamente el IAF y la altura de la vegetación dieron una excelente correlación con el rendimiento acumulado de materia seca, proteína total y materia seca digestible. La intercepción de luz esta vez presentó mejor correlación con los rendimientos citados (Cuadro 3).

El porcentaje de carbohidratos de las raíces aumentó lentamente desde un nivel de 7,3% en el día-0 hasta un valor igual a 11,0% en el día-30. De ahí en adelante dicha cifra ascendió en forma más acentuada, de modo tal que en el día-48 llegó a un valor de 17,2%; o sea, en esta última fecha fue más del doble que en el día-0. Sorpresivamente no se determinó una declinación durante los primeros días de crecimiento del trébol. (Figura 1).

DISCUSION

Desde un punto de vista práctico, el estado de crecimiento óptimo para cosechar leguminosas o gramíneas perennes debería ser, generalmente, un compromiso entre el valor nutritivo y el rendimiento de materia seca del forraje. Ello se debe a que el rendimiento puede ser muy bajo al cosechar en estado inmaduro, pese a que la vegetación presenta mejores características nutritivas; además, cortes frecuentes no permiten la supervivencia de las plantas por un tiempo largo.

En este experimento no siempre se observó tendencias claras de la variación del contenido de elementos nutritivos de la vegetación. Pero, en general, el contenido de proteína total y materia seca digestible declinó y la fibra aumentó a medida que avanzaba la madurez de las plantas. En otoño, la variación de proteína

total, fibra cruda y materia digestible fue pequeña comparada con los otros dos períodos, lo que posiblemente pudo estar asociado con el poco crecimiento de la vegetación y con la menor energía radiante en esa época.

Las investigaciones que se han efectuado en diversos lugares para determinar los períodos de cosecha, generalmente se han basado en días de crecimiento y/o en características morfológicas de las plantas. Sin embargo, la necesidad de variar los momentos de cosecha de acuerdo a las estaciones del año ha sido un aspecto poco esclarecido. En el presente experimento el estado de floración del trébol rosado durante la primavera se presentó en un momento de desarrollo morfológico avanzado, cuando la producción de diferentes nutrientes se había detenido. Por este motivo, la condición de floración no parece ser el mejor índice para decidir el momento conveniente para cosechar el trébol rosado durante la primavera. Igualmente, estas consideraciones parecen ser válidas para la época de otoño, en que sólo unas pocas yemas se presentaron aun en el día-48, sin que a esa fecha se lograra un alto rendimiento. Hasta ahora ha sido una recomendación bastante generalizada la de que el trébol rosado debería cosecharse con abundante floración (31). En el presente trabajo no es posible dar conclusiones totalmente definitivas sobre el mejor momento de cosecha, ya que, entre otras cosas, no se determinó el efecto residual de cada fecha de corte. Sin embargo, parece ser que el momento de cosecha debería variar para las distintas estaciones del año.

Muchas veces el mejor momento de cosecha se ha indicado en un estado dado de desarrollo, cuando las reservas de carbohidratos son altas. En el presente experimento se encontró que la acumulación de carbohidratos presentaba tendencias totalmente diferentes en cada estación del año (Fig. 1). En primavera las reservas disminuyeron continuamente hasta el día-42, sin recuperación en ningún momento. Tal vez ello pueda deberse, entre otras causas, al continuo aumento de la temperatura que se presentó en tal estación del año, lo cual pudo favorecer en mayor grado el proceso de respiración comparado con la fotosíntesis (3).

Durante el verano, el contenido de carbohidratos declinó por unos días después del corte inicial; posteriormente, volvió a subir en la forma señalada por algunos autores (15), (21), (22), (23). Sin embargo, en esta época el contenido de carbohidratos fue bastante bajo, lo cual, de nuevo, podría atribuirse a las altas temperaturas que en ese período podrían estimular la respiración en un mayor grado que la fotosíntesis (3), (15).

En el período de otoño resultó llamativo el hecho de que los carbohidratos de las raíces aumentasen en forma constante, sin declinar durante los primeros días después del corte inicial. Hasta cierto punto ello concuerda con otros experimentos en los que la acumulación de los carbohidratos mostraron un incremento notorio durante el otoño, aun con diferentes épocas previas de cosechas (22), (23). Este hecho podría explicarse por las bajas temperaturas que pudieron haber permitido un alto grado de fotosíntesis comparado con la respiración (3).

Para lograr un 95% de intercepción de luz se necesitó un IAF de aproximadamente 3 unidades durante primavera y verano. Durante el otoño el IAF necesario para lograr la misma intercepción de luz fue sólo ligeramente superior a 2 unidades. Estos valores son relativamente bajos si se comparan con los resultados mencionados para otras especies (7), (19).

Algunos autores han encontrado una correlación positiva entre IAF y rendimiento de materia seca (24). En este experimento, IAF,

al igual que la altura de la vegetación, mostró una alta correlación con el rendimiento acumulado por hectárea de materia seca, proteína total y materia seca digestible. Las altas correlaciones entre IAF y rendimiento acumulado de materia seca deben ser esperadas, ya que IAF es parte de la materia seca y no una variable independiente. De acuerdo a lo señalado por Brown y Blaser (7), el IAF por sí puede no correlacionar perfectamente con el ritmo de crecimiento de la vegetación (crecimiento por unidad de tiempo y por superficie) dado que la edad de las hojas, el ángulo y la distribución de ellas también son de importancia.

En relación con los altos coeficientes de correlación obtenidos con la altura, cabe destacar que en este experimento las plantas de trébol rosado nunca presentaron tendidura. Si ello hubiese ocurrido, como es frecuente observar sobre todo en primavera, sería lógico esperar que las correlaciones entre altura y rendimiento hubiesen sido menores a las obtenidas.

R E S U M E N

Durante tres estaciones de 1966 se condujo un experimento a objeto de estudiar el crecimiento del trébol rosado en relación a diversas variables morfológicas y fisiológicas.

El máximo rendimiento de diversos componentes no se obtuvo en el mismo estado de desarrollo morfológico o días de rezago durante las tres estaciones estudiadas. El estado de floración del trébol no fue una buena referencia para determinar la fecha de corte durante primavera y otoño. El porcentaje de carbohidratos de las raíces mostró tendencias totalmente diferentes en cada estación. Por otra parte, el índice de área foliar (IAF) y la altura de la vegetación presentaron altas correlaciones con el rendimiento acumulado por hectárea de materia seca, proteína y total materia seca digestible.

Aunque no es posible presentar conclusiones definitivas acerca del mejor momento para cortar el trébol rosado, parece ser que dicho estado debería variar con las distintas estaciones del año.

S U M M A R Y

During three seasons of 1966 an experiment was conducted to study the regrowth of red clover as related to various morphological and physiological variables.

Maximum yield of the various components were not obtained at given stages of morphological plant development or days of regrowth for different seasons of the year. The stage of flowering was not a good reference for cutting dates in spring and fall. Entirely different trends of root carbohydrates occurred for each season. On the other hand, leaf area index (LAI) and plant height showed high correlations with accumulative yields of dry matter, crude protein, and digestible dry matter per hectare.

Although it is possible to give definite conclusions for the best stage of growth for cutting red clover, it seems that the best stage varies for different seasons of the year.

LITERATURA CITADA

1. ALBERDA, TH. The influence of reserve substances on dry matter production after defoliation. Proc. 10th. Int. Grassl. Congr. 1966 pp. 140-147.
2. A. O. A. C. Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. Eight ed. Washington, D. C. 1955.
3. BLASER, R. E., BROWN, R. H. and BRYANT, H. T. The relationship between carbohydrate accumulation and growth of grasses under different microclimates. Proc. 10th. Int. Grassl. Congr. 1966 pp. 147-150.
4. BOMMER, D. F. R. Influence of cutting frequency and nitrogen level on the carbohydrate reserves of three grass species. Proc. 10th. Int. Grassl. Congr. 1966. pp. 156-160.
5. BROUGHAM, R. W. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. Aust. J. Agric. Res. 7:377-387. 1956.
6. BROWN, R. H. BLASER, R. E. and DUNTON, H. L. Leaf area index and apparent photosynthesis under various microclimates for different pastures species. Proc. 10th. Int. Grassl. Congr. 1966. pp. 108-113
7. ——— and ——— Leaf area index in pasture growth (A review article). Herbage Absts. 38:1-9. 1968.
8. BULLA, R. J. and SMITH, D. Cold resistance and chemical composition in overwintering alfalfa, red clover, and sweet clover. Agron. J. 46:397-401. 1954.
9. COLBY, W. G., DRAKE, M., OHARA, H. and YOSHIDA, N. Carbohydrate reserves in orchard-grass. Proc. 10th. Int. Grassl. Congr. 1966. pp. 151-155.
10. GERVAIS, P. Effects of cutting treatments on Ladino clover grown alone and in mixture: I. Productivity and botanical composition of forage. Can. J. Plant Sci. 40:317-327. 1960.
11. HICKS, R. C. Fundamental concepts in the design of experiments. New York Holt, Rinehart, and Winston. Inc. 1965. 293p.
12. HUMPHREYS, L. H. and ROBINSON, A. R. Interrelations of leaf area and nonstructural carbohydrate status as determinants of the growth of subtropical grasses. Proc. 10th. Int. Grassl. Congr. 1966. pp. 113-116.
13. JOHNSON, R. R. Techniques and procedures for *in vitro* and *in vivo* rumen studies. J. Animal Sci. 25:855-875. 1966.
14. KADZIULIS, L. Food reserves and yield of lucerne as influenced by different defoliation treatments in Lithuanian conditions. Proc. 10th. Int. Grassl. Congr. 1966. pp. 164-167.
15. KENDALL, W. A. The persistence of red clover and carbohydrate concentration in roots at various temperatures. Agron. J. 50:657-659. 1958.
16. KUST, C. A. and SMITH, D. Influence of harvest management on level of carbohydrate reserves, longevity of stands, and yield of hay and protein from Vernal alfalfa. Crop Sci. 2:267-269. 1962.
17. MORAN, C. H., SPRAGUE, V. H. and SULLIVAN, J. T. Changes in the carbohydrate reserves of Ladino white clover following defoliation. Plant. Physiol. 28:467-475. 1953.
18. NELSON, A. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. J. Biol. Chem. 153:375-380. 1944.
19. PEARCE, R. B., BROWN, R. H. and BLASER, R. E. Photosynthesis in plant communities as influenced by leaf angle. Crop Sci. 7:321-324. 1967.
20. PERCIVAL, E. G. V. The carbohydrate constituents of herbage. Brit. J. Nutr. 6:104-109. 1952.
21. REYNOLDS, J. H. and SMITH D. Trend of carbohydrate reserves in alfalfa, smooth brome-grass and timothy grown under various cutting schedules. Crop Sci. 2:333-336. 1962.
22. SMITH, D. Carbohydrate root reserves in alfalfa, red clover, and birdsfoot trefoil under several managements schedules. Crop Sci. 2:75-78 1962.
23. ——— Seasonal fluctuations of root reserves in red clover, *Trifolium pratense* L. Plant Physiol. 25:702-710. 1950.
24. SMITH, J. G., MOOTT, G. O., and BULLA, R. J. Ecological parameters of an alfalfa community under field conditions. Crop Sci. 4:577-580. 1964.
25. SOMOGYI, M. Notes on sugar determination. J. Biol. Chem. 195:19-23. 1952.
26. TILLEY, J. M. A. and TERRY, R. A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. 18:104-111. 1963.
27. WAITE, R. and BOYD, J. The water soluble carbohydrate constituents of grasses: I. Changes occurring during the normal life cycle. J. Sci. and Food Agr. 4:197-204. 1953.
28. WARD, C. Y. and BLASER, R. E. Carbohydrate food reserves and leaf area in regrowth of orchard-grass. Crop Sci. 1:366-370. 1961.
29. WATSON, D. J. Comparative physiological studies on the growth of field crops: I. Variations in net assimilation rates and leaf area between species and varieties and within and between years. Ann. Bot. N. S. 11:41-89. 1947.
30. WEIR, W. C., JONES, L. G., and MEYER, J. H. Effect of cutting intervals and stage of maturity on the digestibility and yield of alfalfa. J. Animal Sci. 19:5-19. 1960.
31. WILSIE, C. P. Red clover and alsike clover. In Forages, Second ed. Iowa, The Iowa State University Press. 1966. pp. 130-149.
32. WHITEHOUSE, D., ZAROW, A., and SHAY, H. Rapid method for determining "crude fiber" in distiller's dried grain. J. Assn. Official Agr. Chem. 28:147-152. 1945.