

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**COMPARACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE MEZCLAS FORRAJERAS BAJO  
MANEJOS DE DEFOLIACIÓN BASADOS EN LA COBERTURA DEL SUELO  
Y ALTURA DEL TAPIZ**

**por**

**Antonio Pablo CARLEVARO FERRIOLO  
Juan Andrés CARRIZO GHIRINGHELLI**

**TESIS presentada como uno de  
los requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2004**

Tesis Aprobada por:

Director:

---

Ing. Agr. Enrique Moliterno

---

Ing. Agr. Francisco Formoso

---

Ing. Agr. Sylvia Saldanha

Fecha:

Autor:

---

Antonio Carlevaro Ferriolo

---

Juan Andrés Carrizo Ghiringhelli

## AGRADECIMIENTOS

A nuestro director de Tesis Enrique Moliterno, por su constante dedicación y entusiasmo.

A Jorge Franco por su invaluable apoyo y sus conocimientos que hicieron posible este trabajo final.

Al personal –docentes y funcionarios– de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC) que contribuyeron desinteresadamente en este trabajo.

A nuestras familias por acompañar de forma incondicional este crecimiento, y a nuestros amigos que estuvieron ahí siempre.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
TABLA DE FIGURAS.....	VIII
TABLA DE CUADROS.....	XII

## TABLA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo de acumulación de materia seca.....	58
Figura 2: Plano general del ensayo para primer (a) y segundo año (b).....	65
Figura 3: Producción total del HC promedio de todas las mezclas por corte para primer año.	75
Figura 4: Producción del HC del promedio de la fracción gramínea por corte durante el primer año.....	79
Figura 5: Producción del HC del promedio de la fracción trébol blanco por corte durante el primer año.....	81
Figura 6: Producción del HC del promedio de la fracción lotus por corte durante el primer año.....	83
Figura 7: Producción del HC del promedio de la fracción alfalfa por corte durante el primer año.....	84
Figura 8: Producción total del HC promedio de todas las mezclas por corte durante el otoño del segundo año – Manejo A.....	87
Figura 9: Producción total del HC promedio de todas las mezclas por corte durante el otoño del segundo año – Manejo B.....	89
Figura 10: Producción total acumulada del HC del promedio de todas las mezclas para el otoño del segundo año según manejo.....	90
Figura 11: Producción total acumulada del HC de las mezclas para el otoño del segundo año según manejo.....	91
Figura 12: Producción del HC promedio de la fracción gramínea por corte durante el otoño del segundo – Manejo A.....	92
Figura 13: Producción del HC promedio de la fracción gramínea por corte durante el otoño del segundo – Manejo B.....	94
Figura 14: Producción total acumulada del HC promedio de la fracción gramínea durante el otoño del segundo año según manejo.....	94
Figura 15: Producción total acumulada del HC de la fracción gramínea durante el otoño del segundo año según manejo.....	95

Figura 16: Producción del HC promedio de la fracción trébol blanco por corte durante el otoño del segundo – Manejo A.....	97
Figura 17: Producción del HC promedio de la fracción trébol blanco por corte durante el otoño del segundo – Manejo B.....	98
Figura 18: Producción total acumulada del HC promedio de la fracción trébol blanco durante el otoño del segundo año según manejo.....	99
Figura 19: Producción total acumulada del HC de la fracción trébol blanco durante el otoño del segundo año según manejo.....	100
Figura 20: Producción del HC promedio de la fracción lotus por corte durante el otoño del segundo – Manejo A.....	101
Figura 21: Producción del HC promedio de la fracción lotus por corte durante el otoño del segundo – Manejo B.....	103
Figura 22: Producción total acumulada del HC promedio de la fracción lotus durante el otoño del segundo año según manejo.....	103
Figura 23: Producción total acumulada del HC de la fracción lotus para durante el otoño del segundo año según manejo.....	105
Figura 24: Producción del HC promedio de la fracción alfalfa por corte durante el otoño del segundo – Manejo A.....	106
Figura 25: Producción del HC promedio de la fracción alfalfa por corte durante el otoño del segundo – Manejo B .....	108
Figura 26: Producción total acumulada del HC promedio de la fracción alfalfa durante el otoño del segundo año según manejo.....	109
Figura 27: Producción total acumulada del HC de la fracción alfalfa durante el otoño del segundo año según manejo.....	109
Figura 28: TCP total (Kg MS del HC.Ha-1.día-1) para la media de todas las mezclas durante el primer año.....	112
Figura 29: TCP total (Kg MS del HC.Ha-1.día-1) para la media de todas las mezclas durante el otoño de segundo año – Manejo A.....	112
Figura 30: TCP total (Kg MS del HC.Ha-1.día-1) para la media de todas las mezclas durante el otoño de segundo año – Manejo B.....	113

Figura 31: TCP de la fracción gramínea (Kg MS del HC.Ha-1.día-1) para la media de todas las mezclas durante el primer año.....	117
Figura 32: TCP de la fracción gramínea (Kg MS del HC.Ha-1.día-1) para la media de todas las mezclas durante el otoño de segundo año – Manejo A.....	118
Figura 33: TCP de la fracción gramínea (Kg MS del HC.Ha-1.día-1) para la media de todas las mezclas durante el otoño de segundo año – Manejo B.....	118
Figura 34: TCP de la fracción trébol blanco (Kg MS del HC.Ha-1.día-1) para la media de todas las mezclas durante el primer año.....	121
Figura 35: TCP de la fracción trébol blanco (Kg MS del HC.Ha-1.día-1) para la media de todas las mezclas durante el otoño de segundo año – Manejo A.....	122
Figura 36: TCP de la fracción trébol blanco (Kg MS del HC.Ha-1.día-1) para la media de todas las mezclas durante el otoño de segundo año – Manejo B.....	123
Figura 37: TCP de la fracción lotus (Kg MS del HC.Ha-1.día-1) para la media de todas las mezclas durante el primer año.....	126
Figura 38: TCP de la fracción lotus (Kg MS del HC.Ha-1.día-1) para la media de todas las mezclas durante el otoño del segundo año – Manejo A.....	127
Figura 39: TCP de la fracción lotus (Kg MS del HC.Ha-1.día-1) para la media de todas las mezclas durante el otoño del segundo año – Manejo B.....	127
Figura 40: TCP de la fracción alfalfa (Kg MS del HC.Ha-1.día-1) para la media de todas las mezclas durante el primer año.....	129
Figura 41: TCP de la fracción alfalfa (Kg MS del HC.Ha-1.día-1) para la media de todas las mezclas durante el otoño del segundo año – Manejo A.....	131
Figura 42: TCP de la fracción alfalfa (Kg MS del HC.Ha-1.día-1) para la media de todas las mezclas durante el otoño del segundo año – Manejo B.....	131
Figura 43: Relación entre altura al corte y rendimiento total del horizonte de cosecha (HC) durante la primavera del primer año.....	135
Figura 44: Relación entre porcentaje de suelo cubierto al corte y rendimiento total del HC durante la primavera del primer año.....	137
Figura 45: Relación entre altura al corte y rendimiento total del horizonte de cosecha (HC) durante el verano del primer año.....	138

Figura 46: Relación entre altura al corte y rendimiento total del horizonte de cosecha (HC) durante el otoño del segundo año.....	140
Figura 47: Relación entre porcentaje de suelo cubierto al corte y rendimiento total del horizonte de cosecha (HC) durante el otoño del segundo año.....	141
Figura 48: Densidad del horizonte de cosecha de todas las mezclas en promedio por corte durante el primer año.....	144
Figura 49: Densidad del horizonte de cosecha de todas las mezclas en promedio por corte durante el otoño del segundo año – Manejo A.....	146
Figura 50: Densidad del horizonte de cosecha de todas las mezclas en promedio por corte durante el otoño del segundo año – Manejo B.....	147
Figura 51: Densidad del horizonte de cosecha de todas las mezclas en promedio según manejo para el último corte del otoño de segundo año.....	148
Figura 52: Densidad del horizonte de cosecha de todas las mezclas según manejo para el último corte del otoño de segundo año.....	149

## TABLA DE CUADROS

Cuadro 1: Requerimientos de macronutrientes y nutrientes secundarios expresados en Kg.ton <sup>-1</sup> materia seca producida (adaptado de García; <i>et al.</i> , 1999).....	52
Cuadro 2: Rangos críticos de fósforo (Bray 1) para suelos de texturas medias y pesadas en el sur y litoral oeste de Uruguay para permitir la normal implantación de leguminosas (Bordoli, 1998).....	53
Cuadro 3: Resultados del análisis de suelos de las unidades experimentales.....	63
Cuadro 4: Descripción de las especies integrantes de las mezclas forrajeras).....	66
Cuadro 5: Análisis de suelo para refertilización.....	67
Cuadro 6: Producción total del HC (Kg MS.Ha <sup>-1</sup> ) de las mezclas por corte y acumulada durante el primer año.....	73
Cuadro 7: Producción del HC (Kg MS.Ha <sup>-1</sup> ) de la fracción gramínea por corte y acumulada durante el primer año.....	78
Cuadro 8: Producción del HC (Kg MS.Ha <sup>-1</sup> ) de la fracción trébol blanco por corte y acumulada durante el primer año.....	¡Error! Marcador no definido.80
Cuadro 9: Producción del HC (Kg MS.Ha <sup>-1</sup> ) de la fracción lotus por corte y acumulada durante el primer año.....	82
Cuadro 10: Producción del HC (Kg MS.Ha <sup>-1</sup> ) de la fracción alfalfa por corte y acumulada durante el primer año.....	84
Cuadro 11: Producción total del HC (Kg MS.Ha <sup>-1</sup> ) de las mezclas por corte y acumulada durante el otoño de segundo año – Manejo A.....	86
Cuadro 12: Producción total del HC (Kg MS.Ha <sup>-1</sup> ) de las mezclas por corte y acumulada durante el otoño de segundo año – Manejo B.....	88
Cuadro 13: Producción del HC (Kg MS.Ha <sup>-1</sup> ) de la fracción gramínea por corte y acumulada durante el otoño de segundo año – Manejo A.....	92
Cuadro 14: Producción total del HC (Kg MS.Ha <sup>-1</sup> ) de las mezclas por corte durante el otoño de segundo año – Manejo B.....	93

Cuadro 15:Producción del HC (Kg MS.Ha <sup>-1</sup> ) de la fracción trébol blanco por corte y acumulada durante el otoño de segundo año – Manejo A.....	96
Cuadro 16:Producción del HC (Kg MS.Ha <sup>-1</sup> ) de la fracción trébol blanco por corte y acumulada durante el otoño de segundo año – Manejo B.....	98
Cuadro 17:Producción del HC (Kg MS.Ha <sup>-1</sup> ) de la fracción lotus por corte y acumulada durante el otoño de segundo año – Manejo A.....	101
Cuadro 18:Producción del HC (Kg MS.Ha <sup>-1</sup> ) de la fracción lotus por corte y acumulada durante el otoño de segundo año – Manejo B.....	102
Cuadro 19:Producción del HC (Kg MS.Ha <sup>-1</sup> ) de la fracción alfalfa por corte y acumulada durante el otoño de segundo año – Manejo A.....	106
Cuadro 20:Producción del HC (Kg MS.Ha <sup>-1</sup> ) de la fracción alfalfa por corte y acumulada durante el otoño de segundo año – Manejo B.....	107
Cuadro 21:TCP (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) de los tratamientos por corte durante el primer año.....	114
Cuadro 22:TCP (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) de los tratamientos por corte durante el otoño de segundo año – Manejo A.....	115
Cuadro 23:TCP (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) de los tratamientos por corte durante el otoño de segundo año – Manejo B.....	116
Cuadro 24:TCP de la fracción gramínea (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) de los tratamientos por corte durante el primer año.....	120
Cuadro 25:TCP de la fracción gramínea (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) de los tratamientos por corte durante el otoño de segundo año – Manejo A.....	120
Cuadro 26:TCP de la fracción gramínea (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) de los tratamientos por corte durante el otoño de segundo año – Manejo B.....	121
Cuadro 27:TCP de la fracción trébol blanco (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) de los tratamientos por corte durante el primer año.....	124
Cuadro 28:TCP de la fracción trébol blanco (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) de los tratamientos por corte durante el otoño del segundo año – Manejo A.....	125

Cuadro 29:TCP de la fracción trébol blanco (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) de los tratamientos por corte durante el otoño del segundo año – Manejo B.....	125
Cuadro 30:TCP de la fracción lotus (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) de los tratamientos por corte durante el primer año.....	128
Cuadro 31:TCP de la fracción lotus (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) de los tratamientos por corte durante el otoño del segundo año – Manejo A.....	128
Cuadro 32:TCP de la fracción lotus (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) de los tratamientos por corte durante el otoño del segundo año – Manejo B.....	129
Cuadro 33:TCP de la fracción alfalfa (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) de los tratamientos por corte durante el primer año.....	132
Cuadro 34:TCP de la fracción alfalfa (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) de los tratamientos por corte durante el otoño del segundo año – Manejo A.....	132
Cuadro 35:TCP de la fracción alfalfa (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) de los tratamientos por corte durante el otoño del segundo año – Manejo B.....	133
Cuadro 36:Participación porcentual de la base leguminosa en la producción total por período de crecimiento.....	134
Cuadro 37:Coeficientes de regresión para altura al corte y rendimiento total y pastura del HC durante la primavera del primer año.....	136
Cuadro 38:Coeficientes de regresión para porcentaje de suelo cubierto al corte y rendimiento total y pastura del HC durante la primavera del primer año....	137
Cuadro 39:Coeficientes de regresión para altura al corte y rendimiento total y pastura del HC durante el verano del primer año.....	139
Cuadro 40:Coeficientes de regresión para porcentaje de suelo cubierto al corte y rendimiento total y pastura del HC durante el verano del primer año.....	139
Cuadro 41:Coeficientes de regresión para altura al corte y rendimiento total y pastura del HC durante el otoño del segundo año.....	140
Cuadro 42:Coeficientes de regresión para porcentaje de suelo cubierto al corte y rendimiento total y pastura del HC durante el otoño del segundo año.....	142
Cuadro 43:Densidad del horizonte de cosecha de los tratamientos para el primer corte.....	

.....	143
Cuadro 44:Densidad del horizonte de cosecha de los tratamientos por corte durante el primer año.....	145
Cuadro 45:Densidad del horizonte de cosecha de los tratamientos por corte durante el otoño del segundo año – Manejo A.....	147
Cuadro 46:Densidad del horizonte de cosecha de los tratamientos por corte durante el otoño del segundo año – Manejo B.....	148

## 1. INTRODUCCIÓN

El campo natural constituye la principal fuente de alimento en los establecimientos ganaderos uruguayos alcanzando en el año 2002 –según cifras de DICOSE– el 83,7% del total de la superficie productiva. Es conocida la escasa productividad de dicho recurso, su baja calidad y acentuada estacionalidad. La siembra de pasturas es una de las herramientas tecnológicas capaces de revertir estos problemas. A pesar de los aumentos de producción otoño–invernal y de digestibilidad de las pasturas implantadas con relación al campo natural, su participación relativa nunca superó el 11% (DICOSE, 2002). Moliterno (1998), manifestó que esta baja contribución es el resultado de la combinación de varios factores, entre los cuales la variabilidad de las condiciones ambientales durante la fase de establecimiento de pasturas cultivadas es responsable del buen o mal desarrollo inicial de este tipo de praderas.

La instalación de praderas cultivadas supone la destrucción del tapiz presente y la implantación de especies forrajeras mejoradas y de origen templado que levanten las restricciones mencionadas. Utilizar eficientemente el recurso forrajero resulta fundamental a la hora de establecer las ventajas comparativas de esta tecnología, debido a los mayores costos que se incurren en la siembra, deben ser compensados por una mayor producción y persistencia de las praderas.

La maximización del recurso forrajero mediante medidas de manejo apropiadas que incluyan la combinación de especies de acuerdo a la distribución estacional y tipo de suelo, la defoliación y la determinación del momento de pastoreo son algunas de las decisiones que deben ser tomadas en base a la información disponible. Por esta razón, es beneficioso obtener indicadores –confiables y de fácil extrapolación a condiciones de producción– del momento de realizar la defoliación para optimizar la producción de materia seca acumulada en el año.

Los cultivares forrajeros son evaluados permanentemente para contrastarlos con nuevas entradas y conocer su variación entre años; para las mezclas forrajeras es aplicable el mismo criterio. La interacción entre las especies componentes de las mismas refuerza la necesidad de mantener un esquema de evaluación continuado y bajo diferentes condiciones de manejo, a los efectos de mejorar la información disponible para la producción ganadera. No obstante, una mejora en el nivel de producción de forraje debe ser acompañada de estrategias en la cosecha de la misma (pastoreo o corte), que permitan mantener a la pastura creciendo a tasas que posibilitan dicho objetivo. La frecuencia de defoliación constituye entonces una medida de manejo que asociada a las características genéticas de las especies combinadas, determina el resultado productivo (Moliterno, 1998).

La altura del tapiz y la cobertura del suelo, son las variables seleccionadas para determinar el momento de defoliación que maximice –a través de la intercepción de la luz– la tasa de crecimiento. Se analizará la relación entre altura, rendimiento, composición gravimétrica y días de crecimiento transcurridos, buscando estimadores de la producción y disponibilidad de las mezclas para su extrapolación a condiciones de campo. El trabajo tomó seis mezclas forrajeras que fueron sometidas a dos frecuencias de defoliación.

Los objetivos fueron entonces, relacionar las características más importantes en determinar el rendimiento de una pastura –densidad y altura– con la producción de forraje de praderas cultivadas perennes de diferente composición. Además, se estableció la variación en la relación entre ambas características al incluir la frecuencia de defoliación como variable. Finalmente, se calculó la precisión de la altura y el porcentaje de suelo cubierto para estimar la producción de forraje y extrapolar a condiciones de campo como criterio para el manejo racional de pasturas cultivadas.

Las hipótesis principales planteadas para el experimento establecen que la producción de las mezclas está positivamente relacionada a la intercepción de luz (estimada como porcentaje de suelo cubierto) y a la altura de la pastura, hasta valores que luego de sobrepasados implican tasas de crecimiento decrecientes o negativas. Además, la relación entre cobertura del suelo y altura del perfil de pastura determinará un rendimiento variable entre las mezclas evaluadas, producto de la diferente morfología de las especies integrantes de las mismas. Las características mencionadas también fueron afectadas por la frecuencia de defoliación, como variable accesoria a las mezclas.

El primer año del ensayo incluyó cortes para la determinación de rendimientos basados en el promedio de superficie cubierta para cada mezcla. Durante el otoño del segundo año se agregó la variable manejo, a través de dos frecuencias de defoliación.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS DE LAS ESPECIES FORRAJERAS QUE DETERMINAN EL MANEJO DE DEFOLIACIÓN

La duración del período de rebrote de una pastura bajo pastoreo intermitente debe estar basada en conceptos científicos como ser área foliar remanente, radiación que es interceptada, tasa de acumulación de materia seca, tasa de acumulación neta, tasa de crecimiento promedio, número de hojas por macolla y nivel de reservas orgánicas (Pasons y Penning, 1988; Hodgson, 1990; Holmes, 1989).

#### 2.1.1 Factores que afectan la cobertura del suelo

##### 2.1.1.1 Área Foliar

El área foliar y las sustancias de reserva afectan el comportamiento de las diferentes especies en forma terminante. Ambas están íntimamente relacionadas entre sí, ya que la acumulación de sustancias de reserva depende del proceso de fotosíntesis y éste, a su vez, de la superficie foliar de las plantas (Carámbula, 1977).

El indicador más preciso de la performance de la pastura, como también del comportamiento ingestivo de los animales bajo pastoreo, es el índice de área foliar promedio (Holmes, 1989). La capacidad que posee una pastura para producir materia seca depende de la disponibilidad de nutrientes y agua, pero fundamentalmente del grado de explotación que haga de la radiación solar a través de sus hojas (Carámbula, 1977).

El término índice de área foliar, IAF (Watson, 1947), indica la relación entre el área de hojas y el área cubierta de suelo por ellas y expresa la densidad de hojas de una

determinada pastura. A medida que el índice de área foliar aumenta, crece la intercepción de luz por las hojas, hasta un valor crítico llamado índice de área foliar óptimo (Donald y Black, 1958 citados por Carámbula, 1977).

Cuando el área foliar expuesta a la radiación iguala a la superficie del suelo en la que la planta está creciendo, el índice de área foliar es uno. Cuando el IAF es aproximadamente cuatro, la mayoría de las especies forrajeras crecen al máximo, siempre y cuando los demás factores de crecimiento no sean limitantes (Smith, *et al.*, 1986).

Especies de gramíneas perennes con hojas semierectas requieren índices más elevados que las leguminosas con hojas horizontales. Las gramíneas pueden interceptar casi la totalidad de la radiación incidente (95%) entre un IAF de seis a nueve, mientras que las leguminosas templadas lo harán a un rango de IAF de 2,5 a 4 (Pearson e Ison, 1987). Cuando la pastura alcanza este punto, el crecimiento es máximo, y posteriormente decrece progresivamente hasta hacerse nulo. En algunos cultivos la tasa de crecimiento se mantiene durante un lapso importante de tiempo. Tal es el caso de la alfalfa (Brown y Blaser, 1968 citados por Carámbula).

El índice de área foliar óptimo varía con la estación del año, siendo menor en invierno (3,0) que en verano (4,5 y 5,5), para pasturas mixtas de gramíneas y leguminosas (Brougham 1957). Por ello es que es posible realizar pastoreos con una menor área foliar en las estaciones frías del año, evitándose de este modo pérdidas de hojas inferiores por sombreado.

En verano, por el contrario, intervalos mayores permitirían alcanzar una mayor producción. Sin embargo, el punto máximo de crecimiento depende de las condiciones ambientales reinantes. En otoño–invierno, a medida que disminuye la energía solar y la

temperatura, el máximo crecimiento es cada vez menor. En primavera, al aumentar la energía y la temperatura, las tasas de crecimiento aumentan.

Existen diferencias entre las especies y cultivares forrajeros en cuanto a la forma de intercepción de la luz. La capacidad de una planta o cultivo para captar la radiación solar depende del hábito de crecimiento, de la forma y orientación de sus hojas, del ángulo de incidencia de la luz, así como de la transmisión de la luz a través de su trama de vegetación (Carámbula, 1977).

#### 2.1.1.2 Área foliar remanente y estructuras morfofisiológicas refoliadoras

El aumento del crecimiento luego de la defoliación está relacionado con el nivel de reservas y con la superficie foliar remanente. El IAF remanente está determinado por la intensidad de la defoliación y también por el tipo de crecimiento de la especie (erecto o rastrero). Este efecto a su vez varía entre gramíneas y leguminosas (Carámbula, 1977).

A igual área foliar remanente, debido a la disposición de sus hojas, las leguminosas (trébol blanco) interceptan más luz que las gramíneas (raigrás) y en consecuencia se recuperan más fácilmente. Las gramíneas erectas tienen, por tanto, mayor producción con más tiempo de descanso (manejos aliviados) que las leguminosas y especies postradas. No solo es importante la cantidad remanente de hojas, sino también la eficiencia de las mismas, es decir, el tipo y su estado (Carámbula, 1977).

El área foliar remanente tiene mayor importancia en períodos críticos como en verano, dado que la respiración es el proceso predominante por las altas temperaturas y el déficit hídrico.

Resulta importante la presencia de un área foliar remanente sostenida que permita elevar la cantidad de metabolitos fotosintéticos aún bajo regímenes de humedad

bajos, ya que, a pesar de que con niveles bajos de humedad se cierran los estomas y por consiguiente se dificulta en parte el intercambio de dióxido de carbono, el proceso de fotosíntesis es menos afectado que los de diferenciación celular y expansión de tejidos (Holmes, 1989).

Deficiencias de nitrógeno y agua limitan la extensión foliar incluso antes de afectar la tasa fotosintética o provocar el cierre estomático. La expansión celular es más sensible al estrés hídrico que la división celular, por lo que las células formadas por meristemas pueden recobrar su crecimiento cuando las precipitaciones ocurren (Holmes, 1989). Este fenómeno es conocido como el crecimiento compensatorio.

Por otro lado, Formoso (1996) establece que maximizar el crecimiento y utilización de forraje de alta calidad para consumo animal depende del sistema de manejo de defoliación impuesto. A su vez, la respuesta al manejo está condicionada por la estructura morfológica, la condición fisiológica y las capacidades respectivas de ajuste y de readaptación morfofisiológica al régimen de manejo empleado.

La maximización de la velocidad de refoliación se sustenta en el número de meristemas refoliadores y en la disponibilidad de energía para los mismos (Smetham, 1990). Una vez que las plantas son defoliadas, un sistema de “señales” determina una nueva reorganización interna, estableciéndose un orden prioritario de meristemas refoliadores (Formoso, 1996).

Los meristemas que se activan o estimulan en primera instancia son los más eficientes energéticamente para desarrollar el área foliar. Por lo tanto, los de máxima prioridad son los que solamente necesitan expansión celular y, en segundo término, los que requieren de actividad mitótica. Según Formoso (1996), se puede asumir –de forma general– el siguiente orden en términos de activación secuencial decreciente de los meristemas refoliadores, ya sea para gramíneas y leguminosas:

- Meristemos de láminas y folíolos
- Meristemos de vainas y pecíolos
- Meristemos intercalares generadores de estructuras foliares
- Primordios foliares localizados en meristemos apicales o axilares
- Meristemos basilares

El mismo autor resume una serie de definiciones de diversos autores (Davies, *et al.*, 1971; Hyder, 1973; Langer, 1974; Dahl y Hyder, 1977; Smith, 1981; Thomas, 1987; Teuber y Brick, 1988) de estas estructuras refoliadoras:

*Meristemo apical.* Se denomina de esta forma por su ubicación en el extremo superior de pseudotallos de gramíneas y tallos de leguminosas. Son los que originan los restantes tejidos meristemáticos.

*Meristemo o primordio foliar.* Se diferencia en meristemo intercalar, y éste en meristemo generador de pecíolos, peciolulos y folíolos en leguminosas, o en meristemo de lámina y en meristemo de vaina en gramíneas.

*Meristemo axilar.* Está localizado en la axila de la hoja y posee una capacidad morfogénica equivalente al apical, dando origen durante la fase vegetativa a las macollas (en gramíneas), tallos (en alfalfa, lotus y trébol rojo) y estolones (en trébol blanco); mientras que en fase reproductiva origina las estructuras de las inflorescencias de gramíneas y leguminosas.

*Meristemo nodal intercalar.* Está localizado en el nudo, conformando un plato meristemático nodal, a partir de cuya base crece hacia la parte distal el entrenudo. Es el responsable del crecimiento de entrenudos y consecuentemente del crecimiento longitudinal de estolones, rizomas y tallos aéreos vegetativos y reproductivos de gramíneas. Los meristemos nodales en rizomas y estolones pueden presentar primordios

radiculares que dan origen a raíces, o primordios axilares, que originarán tallos o macollas.

*Meristemo basilar.* Denominado así por estar localizado en los nudos basales de macollas, tallos, o corona de leguminosas como alfalfa, lotus o trébol rojo. Está generalmente ubicado próximo a la superficie del suelo, en la zona inmediatamente superior o inferior a la misma. Este meristemo presenta diferentes grados de latencia, desde estrictamente latentes, hasta “activos” para reiniciar nuevo crecimiento.

#### 2.1.1.3 Tasa de Asimilación Neta (TAN)

La tasa de asimilación neta es el coeficiente que permite medir la eficiencia del área foliar y se define como el aumento de rendimiento de forraje por unidad de superficie foliar. Ésta depende de agentes ambientales y de factores inter e intraespecíficos, como ser, estado de desarrollo y edad de las hojas de las plantas (Carámbula, 1977).

En praderas pastoreadas racionalmente, el rebrote es proporcional a la masa foliar presente. La pérdida de hojas equivale a una reducción de área foliar, fácilmente recuperable (Davidson y Milthorpe, 1966). En praderas aliviadas, muchas veces la superficie foliar remanente está constituida por hojas viejas parcialmente descompuestas por la humedad y los microorganismos, por lo que su valor como área fotosintetizante es muy bajo o nulo.

Hojas que se han formado bajo la sombra proporcionada por el exceso de follaje, pueden sufrir una intensa desecación si son expuestas bruscamente a la luz solar, lo que provoca una menor eficiencia de la mismas. Ocurre a menudo en especies cuyas hojas jóvenes se encuentran en el estrato inferior (trébol blanco).

#### 2.1.1.4 Sustancias de reserva

Los azúcares, fructosanas y almidón son las sustancias de reserva más importantes, a pesar que la hemicelulosa y aún la celulosa también pueden cumplir esta misión. Asimismo, otros compuestos como las proteínas podrían actuar como sustancias de reserva (Davidson y Milthorpe, 1966).

En las especies perennes se produce una disminución de las sustancias de reserva a medida que avanza el desarrollo de las macollas fértiles. Esta disminución llega a su punto máximo en el momento de la espigazón. Luego de la antesis y mientras se completa el proceso de fructificación, las plantas van incrementando su volumen de reservas hasta que finalmente alcanzan los niveles iniciales (Carámbula, 1977).

En *dactylis*, los carbohidratos de reserva están ubicados en la base de las hojas parcialmente desarrolladas (Davidson y Milthorpe, 1966). Las reservas son utilizadas mayormente para la respiración y el resto sería utilizado para la formación de nuevos tejidos (Carámbula, 1977).

Cuanto más frecuente e intensa sea la defoliación, menor área foliar remanente poseerá una pastura y menos sustancias se podrán acumular, lo que impide la supervivencia de la población total de macollas. Este proceso se acentúa cuando la defoliación se realiza en épocas críticas.

Por ello, también es necesario que las plantas entren al período de reposo o latencia (invierno o verano, según ciclo) con un nivel apropiado de sustancias de reserva. Una disminución del nivel de reservas no solo conlleva a trastornos en la aparición de hojas de cada individuo y en el macollaje, sino también una disminución en la tasa de crecimiento y en el ritmo de absorción radicular (Davidson y Milthorpe, 1965).

### 2.1.2 Factores que afectan la estructura de la pastura

Las características del tapiz que probablemente expliquen en mayor medida la producción animal y forrajera son altura, materia seca, densidad y proporción de láminas. Hodgson (1990), define a la altura del tapiz como la longitud promedio de las hojas superiores en una pastura imperturbada.

A su vez, densidad y altura son dos componentes de la estructura del tapiz, término que refiere a la forma como se distribuye el forraje desde el nivel del suelo al estrato superior. Parámetros como la altura del forraje pueden utilizarse como indicadores de uso práctico en la estimación de la disponibilidad de forraje (García, 1995).

#### 2.1.2.1 Factores que afectan la disponibilidad de forraje del tapiz

- a. *Tipo de pastura*: las especies que la componen y su proporción
- b. *Manejo del pastoreo*: pasturas bajo pastoreo continuo tienden a ser más densas que las de pastoreos rotativos, aunque este concepto depende de la plasticidad de las especies componentes del tapiz.
- c. *Estación del año*: determina cambios en la estructura de las plantas, la relación tallo/hoja, contenidos de materia seca.
- d. *Otras*: como ser las condiciones de fertilidad.

Existe una diferencia importante en la estructura según la edad de la pastura, siendo ésta también observada a nivel de porcentaje de materia seca y digestibilidad. Las praderas de mayor edad presentan mayor densidad en los primeros cinco centímetros de altura con referencia al suelo (67%) que las pasturas más jóvenes (56%). Estas variaciones pueden explicarse debido a los cambios en el balance gramíneas–

leguminosas, aumentando la primer fracción, lo que provoca un incremento de la concentración de forraje en los estratos inferiores. La mayor acumulación de material senescente con la edad de la pradera también explica este acrecentamiento de la concentración (García, 1995).

La estructura de la pastura presenta cambios según la estación del año, constatándose mayores densidades de forraje en los estratos inferiores durante los períodos de menores temperaturas (invierno), siendo la distribución en el perfil más homogénea durante los meses de primavera. Dentro de estos en diciembre, que es cuando la mayoría de las especies se encuentran en estado reproductivo (García, 1995).

### 2.1.3 Estructura del tapiz y su relación con la estimación de la disponibilidad de forraje y altura de corte

Según Haydock y Shaw (1975), la caracterización de la biomasa aérea de una pastura puede ser determinada por métodos destructivos y no destructivos (de doble muestreo o de rendimiento comparativo):

*Métodos destructivos:* exigen corte y remoción de un número importante de muestras de la vegetación para ser analizadas física y químicamente. Este método es objetivo pero difícil de aplicar extensivamente.

*No destructivos (de doble muestreo):* están basados en el corte de un número reducido de muestras cuyas características de rendimiento son relacionadas por comparación visual a un número elevado de muestras determinadas aleatoriamente a campo. Son menos precisas pero más aptos para proporcionar una estimación de la masa de forraje en sistemas de producción animal.

Asimismo, García (1995), menciona que los métodos directos para lograr la estimación de forraje en pasturas no son practicables a nivel de productor dado que involucran el corte y la pesada de las muestras. Por esto se han desarrollado una serie de métodos indirectos, siendo los más conocidos:

- *Estimación visual*: el observador requiere de experiencia y entrenamiento, integrando altura y densidad del tapiz, porcentaje de materia seca, entre otras.
- *Altura*: según el tipo de pastura, la altura y el rendimiento de forraje están íntimamente relacionadas, siendo posible utilizar esta medición objetiva como predictor de la cantidad de forraje si es relacionado con la densidad y con los parámetros que provocan su variación. Hodgson (1990), indica que una estimación confiable de la altura del tapiz puede ser obtenida con un *sward stick*. La altura promedio es obtenida a partir del contacto entre la lengua transparente del dispositivo y la hoja. La altura del tapiz también puede ser medida con una regla o con un dispositivo graduado que alcance la altura del brazo, aunque con estos sistemas de medición es posible incurrir en errores de lectura durante el muestreo. Una bota graduada puede proveer una gruesa aproximación de la altura del tapiz, pero este procedimiento, como la estimación visual, no son lo suficientemente precisos para ser utilizados como base para mantener una altura de tapiz objetivo.
- *Disco*: integra a la altura y densidad que son los dos componentes más importantes de la estructura del tapiz, aunque debe ser calibrada *in situ* para ser utilizado. Hodgson (1990), menciona que la relación entre altura y rendimiento puede variar sustancialmente entre pasturas y estaciones.

- “*Pasture probe*”: Se basa en el método de capacitancia, cuyo principio básico es que el aire tiene una baja constante dieléctrica, mientras que la de la pastura es más alta. El aparato mide el cambio en la capacitancia resultante del reemplazo de aire por pastura. El método requiere calibración *in situ*.

El disco y la altura tienen la ventaja de ser rápidos. Estas herramientas de estimación, al igual que el uso de dispositivos que miden cambios de intensidad de luz incidente debido a la intercepción que realiza el tapiz, requieren calibración previa y ecuaciones de predicción para realizar las estimaciones (Hodgson, 1990).

La altura podría ser un buen predictor de la biomasa disponible en la medida que puedan establecerse estas relaciones para distintas pasturas y distintos momentos del año (García, 1995). A su vez, este método de estimación es de fácil implementación y de bajo costo.

La materia seca es medida cortando un área conocida del tapiz con una tijera y pesando el material luego de secarlo en estufa. Cortes a nivel del suelo son comunes en estudios de pastoreo. Sin embargo, siempre existe un elemento de subjetividad en la elección de los sitios y en la eficiencia de muestreo. Las zonas de corte se recuperan fácilmente, pero deberán ser descartadas para futuras estimaciones (Hodgson, 1990).

La estimación de la proporción del área foliar verde requiere un trabajo manual importante y tedioso pero aporta información relevante sobre el estado actual de la pastura. Para su realización deberán separarse de las muestras las partes vivas y muertas y de las primeras las láminas, tallos y semillas. Generalmente la proporción de láminas vivas es sorprendentemente baja. Para casos en donde el trébol forma parte de la pastura, los estolones y pecíolos pueden ser separados (Hodgson, 1990).

#### 2.1.4 Factores que afectan la producción de materia seca

##### 2.1.4.1 Factores que afectan el crecimiento foliar

La tasa de extensión foliar es un índice preciso del estado general de la planta y decrece rápidamente cuando la misma se encuentra bajo estrés. En una pastura en estado completamente vegetativo, la tasa de crecimiento promedio máxima se obtiene en el instante o momentos después que la pastura intercepta el 95% de la luz incidente (Tainton, 1974).

Luz y temperatura son probablemente las variables más importantes que afectan el crecimiento foliar; la temperatura afecta tanto la aparición de hojas como la expansión. También afecta el tamaño y forma final de la hoja. Hojas creciendo a bajas temperaturas tienden a ser más largas, más delgadas y tienen una relación lámina-tallo mayor (Holmes, 1989). La temperatura óptima para la mayoría de las especies templadas es 20-25 °C (Evans *et al.*, 1964; Robson 1972, 1973 citados por Langer, 1990). Cuando la temperatura del suelo es menor de 4 °C, se detiene el desarrollo de la planta (Clarkson y Warner, 1969).

Situaciones de baja intensidad lumínica (debido a la estación o por sombreado) provocan el crecimiento de hojas más delgadas (hojas de sombra) que aquellas que se encuentran expuestas a la radiación (Holmes, 1989). Como resultado de los cambios en el clima, las tasas de crecimiento de las pasturas no son constantes durante el año, variando mes a mes (Langer, 1990). Otros factores que la determinan son el suministro de energía proveniente de la fotosíntesis explicado, a su vez, por el tamaño y la eficiencia del área foliar y por el número y actividad de los sitios de crecimiento por unidad de área (Hodgson, 1990).

## Fotosíntesis bruta

La producción de tejidos y el rendimiento final del cultivo depende de la fotosíntesis, proceso por el cual la radiación solar interceptada por las hojas verdes provee energía para convertir dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y agua en azúcares simples (Holmes, 1989).

Parsons y Penning (1988), trabajando con pasturas de raigrás perenne bajo pastoreo ovino, en el hemisferio norte y durante las estaciones de primavera–verano perfeccionaron el modelo teórico de acumulación de materia seca para un tapiz en estado vegetativo, bajo condiciones de luz y temperatura constantes desarrollado por McCree y Toughon (1966). Los resultados del ensayo fueron consistentes con el trabajo publicado anteriormente, en el que la fotosíntesis –capacidad para la producción bruta de tejidos– aumentó rápidamente seguido a una defoliación, aunque hubo una demora antes de darse el correspondiente incremento en la tasa de senescencia que pronosticó el modelo de McCree y Toughon.

Bajo condiciones favorables la población de macollos crece exponencialmente. Elevadas temperaturas aceleran la producción de macollas, debido principalmente a un aumento en la tasa de producción de hojas y a un mayor número de meristemas axilares. El autosombreado también provoca una reducción en la tasa de macollaje. Cuando las plantas crecen en comunidades, el macollaje se encuentra más restringido, siendo proporcional a la población de plantas (Holmes, 1989).

Robson (1973) menciona que en pasturas de raigrás para las estaciones de primavera–verano, nuevas hojas emergen de las macollas cada 11 días, viven unos 33 días para luego senecer y morir. Por su parte, Brougham (1958) midió una expectativa de vida para trébol blanco similar, en el orden de los 28 días. Por tanto, existe una

elevada probabilidad de que las hojas puedan morir antes de ser pastoreadas si el período sin pastoreo es más extenso (Langer, 1990).

### Respiración tisular

La respiración es un proceso metabólico esencial para el crecimiento, debido a que libera la energía necesaria para la síntesis de nuevas moléculas. Según Holmes (1989), la misma puede ser clasificada en dos términos:

- *Respiración de síntesis*: responsable de la formación de nuevos tejidos, por lo que se encuentra localizada a nivel de los meristemas.
- *Respiración de mantenimiento*: preserva la integridad de los tejidos ya existentes.

La senescencia surge como un mecanismo interno de la planta para mantener una producción foliar elevada y constante. El tapiz no permanece estático sino en un estado dinámico, reemplazando de esta forma toda su masa fotosintética a intervalos regulares (Holmes, 1989).

Instancias de alta síntesis de tejidos están asociadas a una baja tasa de pérdida tisular. El modelo de crecimiento sigmoide, demuestra que momentos ventajosos en la relación entre producción bruta y senescencia, no necesariamente implican un mayor rendimiento (Parsons y Penning, 1988).

En hojas jóvenes bien iluminadas, la fijación de dióxido de carbono excede vastamente el flujo respiratorio, pero a intensidades más bajas de luz la diferencia se atenúa hasta el punto de compensación, en el cual la fotosíntesis neta –diferencia entre fotosíntesis bruta y respiración– es cero. La capacidad fotosintética de una hoja decrece

con la edad, proceso que comienza enseguida después de la expansión total y antes de notar efectos de senescencia. La caída de la capacidad fotosintética aumenta por las bajas temperaturas y por el sombreado (Holmes, 1989).

#### Fotosíntesis neta

La fotosíntesis neta –carbono que efectivamente forma tejido– se define como la diferencia entre la fotosíntesis bruta y la respiración tisular. La relación entre ésta y la intensidad lumínica sigue la ley de los retornos decrecientes. El punto de saturación lumínica es a partir del cual futuros incrementos de luz no aumentan la fotosíntesis neta. Para una determinada radiación, resulta más efectivo repartirla en un área de mayor extensión foliar (a baja intensidad lumínica) en lugar de concentrarla en un área pequeña. La temperatura también afecta la asimilación de dióxido de carbono (Holmes, 1989).

Un tapiz en estado vegetativo, creciendo ininterrumpidamente por unas semanas y densificándose en forma creciente, desarrollará hojas bajo condiciones cada vez más sombreadas. Como resultado cada macollo producirá una sucesión de hojas con una capacidad fotosintética progresivamente menor. Cuando estas hojas emerjan serán incapaces de utilizar eficientemente la luz a la que están expuestas.

La tasa fotosintética se incrementa rápidamente a medida que se expanden nuevas hojas pero puede haber una demora antes que aumente la tasa de senescencia correspondiente. (Hunt, 1965). Según Alberda y Sibma (1968), este retraso sería equivalente al tiempo en que demoran las hojas completamente expandidas en mantener los tejidos más antiguos (aquellos a punto de morir).

Para asegurar una rápida restauración del área foliar y de la fotosíntesis luego de la defoliación, el tapiz debería mantener en teoría, una población densa de macollos y

evitar los períodos de pobre eficiencia fotosintética vistos durante el pastoreo, por lo que el mismo debe ser corto e intenso (Voisin, 1962).

El balance entre la tasa de crecimiento y la senescencia cambia en función del tiempo, pero también está influenciada por la forma en que el tapiz es manejado, lo que puede traer consecuencias sobre las curvas de acumulación de materia seca futuras (Hodgson, 1990).

#### 2.1.5 Factores que determinan el crecimiento de la pastura al rendimiento techo

Langer (1990), define al rendimiento techo como el momento en que la pastura intercepta completamente la radiación incidente, de modo que la tasa de senescencia reduce el crecimiento neto hasta que la aparición de hojas iguala a la muerte de las existentes. En este momento la tasa de crecimiento es cero.

La fotosíntesis bruta cambia a medida que la pastura se desarrolla, al igual que el flujo de carbono, debido a la respiración y a la senescencia foliar. A medida que la pastura crece desde un IAF reducido, aumenta sustancialmente la respiración de síntesis dado por un aumento gradual en la fijación del carbono. Una vez que el tejido es sintetizado, aumentan los requerimientos energéticos para preservar su integridad, en consecuencia, se incrementa la respiración de mantenimiento. Estados de desarrollo temprano de la pastura reflejan una tasa de fotosíntesis neta elevada debido a que la fotosíntesis bruta excede a la senescencia, por tanto, el cultivo registra una ganancia neta de materia seca (Holmes, 1989).

Luego de una defoliación intensa, el área foliar remanente de la pastura permite solamente una baja tasa de fotosíntesis bruta por unidad de superficie. Sin embargo, un pequeño aumento de la misma incrementa considerablemente la intercepción de luz. Este aumento conlleva a una mayor fotosíntesis bruta, lo que sumado a una baja

respiración de mantenimiento provoca un aumento de la fijación de carbono en tejidos (fotosíntesis neta) y, por tanto, a un acrecentamiento en la tasa de expansión foliar. Cuando el tapiz intercepta la totalidad de luz incidente se maximiza la fotosíntesis bruta, decreciendo luego levemente debido al crecimiento de nuevas hojas que se desarrollan bajo la sombra –en los estratos inferiores– disminuyendo así el potencial fotosintético del tapiz (Holmes, 1989).

La mayor parte del cambio existente en el peso de la materia seca del material vivo durante el rebrote de especies templadas invernales en fase vegetativa, corresponde a la fracción lámina. La masa de los tallos aumenta fundamentalmente en primavera y verano durante períodos de 30 a 34 días. En general, el remanente post pastoreo durante estas estaciones está compuesto en mayor medida por tallos (Parsons y Penning, 1988).

El manejo de las pasturas debe estar constantemente adaptándose a los cambios de las estaciones de crecimiento. El sistema pastura–animal es altamente interactivo, por lo que, el manejo aplicado debe tener como objetivo optimizar el rendimiento de ambos.

Las variaciones climáticas, asociadas principalmente a cambios en la duración del día y en las temperaturas, son responsables de cambios fisiológicos que afectan el comportamiento de la pastura. El conocimiento de estos factores conlleva a un mejor entendimiento de la interacción pastura–ambiente y por tanto a un mejor aprovechamiento del recurso forrajero.

Los cambios estacionales en la fisiología de la producción forrajera implicarán una respuesta diferencial a la intensidad y frecuencia de defoliación, por lo que resulta inapropiado considerar un solo manejo o una combinación única de frecuencia e intensidad para todo el año (Brougham, 1959). El rendimiento potencial obtenido bajo cortes mecánicos muchas veces será incapaz de valorar la eficiencia del sistema, debido a que el pastoreo no cosecha de forma uniforme la pastura.

El rendimiento techo depende de la capacidad morfogénica de la pastura y de la estación de crecimiento. En otoño, la capacidad fotosintética de las hojas jóvenes declina a medida que el IAF aumenta, lo que asociado al acortamiento progresivo de las horas de luz, conllevan a un potencial de fotosíntesis bruta menor y más rápidamente alcanzable. La tasa de senescencia iguala la síntesis bruta de tejidos antes, lo que implica un rendimiento potencial menor (Holmes, 1989; Parsons y Penning, 1988).

Las temperaturas en invierno determinan las menores tasas de crecimiento, mientras que en verano y primavera se registran las máximas acumulaciones de materia seca. Sumado a ello, con el alargamiento del fotoperíodo, se da el comienzo de la estación reproductiva. Esto explica porqué en otoño la acumulación de materia seca no iguala a la de primavera, a pesar que las temperaturas puedan alcanzar los mismos rangos y la humedad del suelo sea más adecuada (Calder, 1966, citado por Langer, 1990).

Por otro lado, el déficit hídrico compromete el desarrollo de la pastura. El estrés hídrico provoca una caída en la fotosíntesis en conjunto con una disminución en la tasa de macollaje y en el crecimiento foliar. Estos factores son responsables de las depresiones en las tasas de crecimiento registradas a mediados de verano. Temperaturas por arriba del óptimo para las especies templadas también provocan una disminución en la actividad de las plantas.

Durante la floración –en primavera– la elongación de los tallos reproductivos mantiene a las hojas producidas en los estratos superiores del tapiz. Además, cada macollo produce una sucesión de hojas de alta capacidad fotosintética, lo que asegura una elevada producción por parte de la pastura. Esta diferencia entre la capacidad fotosintética de las pasturas en estado vegetativo o reproductivo es una de las razones fundamentales que explican la mayor producción de materia seca por parte de los tapices en estado reproductivo (Holmes, 1989). En verano, a pesar que el fotoperíodo es mayor

que en primavera, el potencial de producción de las especies templadas (C3) es menor debido a las temperaturas más altas que provocan incrementos en la fotorrespiración, disminuyendo la fotosíntesis neta.

Los tallos reproductivos tienen menor tasa de recambio que las hojas, por lo que una extensión en el período de rebrote conllevará a un mayor crecimiento promedio. Para las demás estaciones está demostrado que no se registran cambios importantes en la tasa de crecimiento promedio comparado con períodos de descanso intermedios, es decir, diecinueve a veintitrés días (Parsons y Penning, 1988).

El desarrollo de hojas nuevas durante la etapa reproductiva cesa una vez que comienza la elongación de tallos reproductivos, por lo que, la producción de hojas de ese macollo finalizará cuando las láminas existentes estén completamente elongadas. El crecimiento de nuevos macollos es bloqueado hasta que la yema reproductiva muera o sea cortada (Hodgson, 1990).

## 2.2 ESPECIES Y MEZCLAS FORRAJERAS

### 2.2.1 *Festuca arundinacea*

#### 2.2.1.1 Descripción de la planta

La festuca es una gramínea perenne de ciclo invernal, con gran difusión en el Uruguay como componente de praderas de larga duración. Presenta rizomas cortos, macollas densas con prefoliación convolutada y tiene aurículas y lígula muy pequeñas. El sistema radicular es fasciculado, denso en superficie y con raíces muy profundas. La inflorescencia es una panoja laxa con numerosas espiguillas pediceladas (Carámbula, 1977; Mulsera Pardo y Ratera García, 1984).

Festuca Tacuabé es una variedad sintética compuesta de siete clones padres de diverso origen seleccionados por producción otoño–invernal. Posee buena persistencia y agresividad frente a trébol blanco. Porte semierecto, de floración temprana encaña a principios de octubre. Es un cultivar muy macollador y se mantiene verde durante el verano (García, *et al.*, 1991).

#### 2.2.1.2 Adaptación y manejo

La implantación es lenta a causa del poco vigor que tienen sus plántulas, pudiendo ser perjudicada por la dominancia de especies de crecimiento más rápido. Sin embargo, una vez implantada, la persistencia es buena (Langer, 1990).

Debido a que la festuca no presenta latencia estival, la producción de otoño es buena, pero la máxima producción se alcanza en primavera, estación en la que encaña y disminuye mucho la apetecibilidad. Esta especie tiene una temperatura óptima para el crecimiento de 25°C, pero tolera un amplio rango de temperaturas lo que le permite mantenerse verde todo el año, siempre que haya suficiente humedad en el suelo. A su vez, se adapta a suelos con un amplio rango de pH y prospera mejor en suelos medios a pesados y profundos (Carámbula, 1977; 1997; García, *et al.*, 1991).

La producción de forraje otoño–invernal es muy importante por tratarse de la época de mayor deficiencia. García (1979), realizó distintos manejos estivales comprobando que se afectaba de este modo la producción otoñal, siendo la misma lineal y directamente proporcional al área foliar que se mantuvo en verano. A su vez, la defoliación estival afecta la persistencia de la forrajera porque fomenta el enmalezamiento con especies estivales agresivas como el *Cynodon dactylon*. También observó que el manejo primaveral interacciona con el de verano, ya que la defoliación estival es más perjudicial en pasturas no cortadas en primavera.

El número de macollos de festuca aumenta en fase vegetativa, durante otoño e invierno, para posteriormente disminuir en primavera y verano. Durante la primavera (setiembre) se produce el alargamiento de los entrenudos y los meristemas apicales de esas macollas que se encuentran en fase reproductiva, son elevados al horizonte de pastoreo (Formoso, 1995). El crecimiento ininterrumpido de primavera hasta plena floración, posibilita la manifestación del mayor potencial de crecimiento. Sin embargo, si bien se alcanzan los máximos registros de producción de forraje de todo el ciclo, el mismo presenta una alta proporción de tallos, por lo cual este forraje será de menor calidad (Formoso, 1996).

Un manejo exitoso de la festuca debe contemplar no solo alta producción de materia seca, sino también aspirar a un forraje de alta calidad (Langer, 1990). Festuca Tacuabé se destaca por sus niveles de digestibilidad, que en invierno rondan en 77% y decrecen a partir de fin de setiembre. Se destaca netamente de la mayoría de los cultivares actuales por su mayor producción otoño–invernal, máximo rendimiento en octubre y buena persistencia. Si bien su crecimiento estival es pequeño, se mantiene verde y contribuye a reducir el avance de especies estivales agresivas. Si su implantación es buena y no se sobrepastorea en verano, tiende a dominar las praderas a partir del tercer año (García, *et al.*, 1991).

### 2.2.2 *Dactylis glomerata*

#### 2.2.2.1 Descripción de la planta

*Dactylis glomerata* es una gramínea perenne –de ciclo invernal– de vida larga, cespitosa, con macollos achatados intravaginales, lígula blanca, sin aurículas, con hojas y vainas glabras y lámina navicular. Las hojas son anchas, de color azulado o grisáceo,

con ápice muy puntiagudo y muy flexibles y las vainas son aplanadas. Presenta prefoliación conduplicada (García, 1995).

Florece en noviembre y la inflorescencia es una panoja con espiguillas en manojos apretados (García, 1995). Las raíces tienen gran capacidad de exploración cuando los suelos lo permiten, pudiendo alcanzar el metro de profundidad (Jacobo, *et al.*, 2001a).

El cultivar Oberón, que es una variedad sintética de 23 constituyentes, es de porte intermedio a semierecto cuando se lo deja crecer. Bajo pastoreo frecuente se vuelve más postrado. Tiene buen crecimiento invernal y no tiene latencia estival, es decir, produce forraje en verano. Florece a principios de noviembre y la semilla madura a fines de diciembre lo que le permite mantener la calidad durante un período mayor de tiempo que otras gramíneas. En ensayos realizadas en INIA La Estanzuela, el cultivar INIA Oberón fue el más productivo de los evaluados (García, 1995).

#### 2.2.2.2 Adaptación y manejo

Se adapta a un amplio rango de suelos, desde texturas arenosas a pesadas, aunque su mejor performance se obtiene en texturas medias y permeables. Crece bien en suelos de fertilidad moderada y es considerada una especie de menores requerimientos de fertilidad que festuca, Phalaris o raigrás perenne. Esta especie es poco tolerante a excesos hídricos por lo que no es recomendado su uso en suelos húmedos o muy poco permeables. Por el contrario, una característica principal es su buena resistencia a la sequía; dentro de las gramíneas perennes invernales, el dactylis es de las que utiliza mejor el agua durante al verano. Este hecho conjuntamente con su porte erecto hacen que tenga un buen comportamiento frente a malezas estivales como *Cynodon dactylon* (García, 1995).

El óptimo térmico está alrededor de 25°C, su implantación es más rápida que la de festuca y tiene buena capacidad de resiembra. Es por eso, que si bien se beneficia con la siembra en líneas, su implantación en siembras al voleo es aceptable (García, 1995). A pesar de ello, Langer (1990) manifiesta que uno de los principales problemas es su establecimiento relativamente lento y sensibilidad a un pastoreo intenso y pisoteo de animales. Por otro lado, tiene buena tolerancia a la sombra adaptándose bien a las siembras asociadas.

Parece tener la capacidad de tolerar condiciones de sequía durante la germinación y en la etapa de plántula (Langer, 1990). En cualquier caso debe sembrarse superficialmente, entre 0,5 y 1 centímetro de profundidad. Siembras más profundas enlentecen y reducen la emergencia (García, 1995). En mezclas con leguminosas las densidades de siembra deben oscilar entre 6 y 10 Kg.Ha<sup>-1</sup> (García, 1995). Se asocia muy bien con trébol blanco, lotus y trébol rojo. Por su hábito de crecimiento más erecto, floración tardía y buen potencial estival, es la gramínea perenne que mejor se asocia con alfalfa (García, 1995).

El dactylis, debido a su hábito de crecimiento, requiere un manejo rotativo para expresar su potencial. Resultados obtenidos al aplicar dos manejos durante tres años determinaron que el manejo normal (aquel que permite un crecimiento hasta 20 centímetros) permitió obtener 23% más de forraje por año que el manejo frecuente (aquel que permite un crecimiento hasta 10–12 centímetros). Sin embargo, al cuarto año no existieron diferencias en el *stand* de plantas, lo que quiere decir que los manejos aplicados afectaron la productividad pero no tanto la persistencia. Esto demuestra una buena plasticidad al manejo, volviéndose más postrado ante pastoreos más frecuentes (García, 1995).

### 2.2.3 *Phalaris aquatica*

#### 2.2.3.1 Descripción de la planta

Es una especie perenne de ciclo invernal que presenta latencia estival. Posee rizomas alargados, rojizos, con entrenudos cortos y anchos. Las láminas son glabras, de color azul-verdoso a gris-verdoso, sin aurículas pero con una lígula prominente (Langer, 1990). Tiene un sistema radicular muy desarrollado y sus raíces profundas le permiten tener una buena persistencia. Presenta un sistema radicular compuesto por raíces superficiales y profundas, esto la hace adaptable a gran diversidad de suelos y sobre todo a los que presentan condiciones estivales adversas. Las macollas son extravaginales (Carámbula,1977) y la inflorescencia es una panoja compacta con espiguillas unifloras (Langer, 1990).

Phalaris Urunday es una variedad sintética integrada por cinco clones padres de diverso origen seleccionados por producción otoño–invernal, persistencia y vigor inicial. Es de porte semierecto, floración intermedia y encaña a fines de octubre (García, *et al.*, 1991).

#### 2.2.3.2 Adaptación y manejo

Presenta crecimiento inicial más rápido que festuca. Tiene un rebrote otoñal mas tardío que festuca ya que el mismo se da a partir de las yemas axilares de los tubérculos (Carámbula,1977).

Durante la encañazón es importante dejar que acumule reservas en los tubérculos ya que de ello depende la supervivencia estival (Carámbula,1977). La temperatura

óptima para su crecimiento es de 20°C y su persistencia es muy buena si se realizan pastoreos intensos pero poco frecuentes (Jacobo, *et al.*, 2001a).

*Phalaris Urunday* se adapta bien a suelos pesados e hidromórficos y su producción relativa a otras gramíneas es excelente en suelos arenosos. Tiene buen vigor inicial y se beneficia en siembras tempranas. La densidad de siembra en mezclas como única gramínea es de 8–9 Kg.Ha<sup>-1</sup>. Presenta una alta capacidad de producción de forraje; su ventaja frente a otros cultivares se manifiesta en otoño e invierno y es notoriamente más persistente. Reposa en el verano y si se maneja adecuadamente puede persistir productivamente muchos años (García, *et al.*, 1991).

Durante el invierno alcanza altos niveles de digestibilidad –hasta 80%– los que comienzan a decrecer en el mes de octubre (García, *et al.*, 1991).

#### 2.2.4 *Bromus auleticus*

##### 2.2.4.1 Descripción de la planta

Es una gramínea perteneciente a la tribu Poeas (igual festuceas), perenne, de ciclo invernal, común en campos vírgenes y de rastrojo antiguo. (Rosengurtt, 1946). Sus hojas son de velloso variable hasta glabras, puede presentar rizomas ascendentes que terminen en una macolla formando una mata laxa hacia los bordes (Covas, 1981).

Los principales atributos de *Bromus auleticus*, que lo destacan entre las gramíneas forrajeras nativas de la región, son su elevada producción, alta calidad del forraje, adaptación a un amplio rango de suelos, alta persistencia productiva, gran amplitud del período de aprovechamiento de forraje en el año y su tolerancia a la sequía.

La persistencia –característica de esta especie durante el verano– y su gran resistencia al pastoreo se deben a diversas características morfofisiológicas específicas, localmente incrementadas por selección natural (Constantin, Díaz, Moussayan, 2001):

- Primordios foliares y puntos de crecimiento localizados varios centímetros por debajo de la superficie del suelo (6–8 cm).
- Macollamiento intravaginal, formando rizomas subterráneos, cortos y profundos, por lo que la planta adopta un hábito de crecimiento erecto en forma de maciegas más o menos extendidas según el largo de los rizomas.
- Enraizamiento profundo y vigoroso, capaz de extraer agua de horizontes profundos.
- Gran capacidad de rebrote a partir de sustancias de reserva, aún sin área foliar remanente.
- Ciclo invernal con floración temprana y simultánea.
- Tolerancia a altas temperaturas e intensidad de luz.

#### 2.2.4.2 Adaptación y manejo

Bromus es una especie que encuentra mejores condiciones de implantación hacia fines de mayo y principios de junio (Olmos, 1993), adaptándose a siembras en líneas y al voleo (García, *et al.*, 1991). Luego de instalada la planta comienza el período de macollaje. Su adaptación soporta un amplio rango de situaciones en cuanto a pH, materia orgánica y contenido de fósforo (Olmos, 1993). No presenta restricciones por fertilidad, contenido de materia orgánica o por acidez de suelos, ya que se encuentra adaptada a rangos de pH que oscilan entre 4,5 y 8,0 (suelos arenosos a calizas). Sin embargo, presenta poca capacidad de adaptación a suelos bajos, húmedos o mal drenados.

Constantin, Díaz, Moussayan (2001), recomiendan pastoreos controlados intensos dejando una altura remanente de 3 cm y descansos largos de duración variable según la estación, de 20 días en primavera a 60 días en invierno.

Posee un bajo vigor inicial que conlleva a una lenta implantación, pero la persistencia es muy buena. Freire y Methol (1982) concluyeron que en 64 accesiones provenientes de distintos lugares del país, su tiempo promedio de emergencia fue de 10 a 12 días, con un grado de germinación y establecimiento muy bueno. La floración es muy temprana y tiene buena capacidad de semillazón, pero las semillas pierden rápidamente su poder de germinación.

Para asegurar una cobertura de plantas de bromus lo más densa posible debe sembrarse a 40 Kg.Ha<sup>-1</sup>. Lo anterior se debe a su lento crecimiento –que lo hace susceptible a la competencia interespecífica– y a los porcentajes de germinación que no superan con frecuencia el 80% (Olmos,1993).

Debido al lento crecimiento del primer año, la fertilización con nitrógeno debe dejarse para el momento en que se considera que la pastura se estableció adecuadamente (Olmos, 1993). Se encontraron respuestas desde 40 a 120 Kg.Ha<sup>-1</sup>. Para el caso de fósforo, la respuesta se situó entre 60 y 80 Kg.Ha<sup>-1</sup>.

En cuanto a la asociación con leguminosas, para el caso de lotus, trébol blanco y trébol rojo, se descarta esta última por su rápido desarrollo inicial y su agresividad frente al lento establecimiento y bajo vigor inicial de bromus. Asimismo, la forma de crecimiento del trébol rojo y su ciclo no justificarían su asociación con esta gramínea. Lotus parece ser la especie más adaptada a una mezcla con bromus debido a que posee ciclo estival. Además, sería beneficioso por el aporte de nitrógeno previo al período otoño-invernal. Sin embargo, tiene el inconveniente que su aporte de nitrógeno no es tan importante como el de trébol blanco.

En cuanto a la producción total y a la composición botánica, se destacan como más productivas las asociaciones con leguminosas. Sin embargo, de acuerdo a la composición botánica, bromus no realiza ningún aporte de consideración, salvo luego de un período de sequía, donde muestra su alta resistencia en relación a las leguminosas asociadas (Olmos, 1993).

Según Olmos (2001), bromus no sólo tiene elevada productividad sino que también ha mostrado la máxima persistencia en los experimentos a campo realizados. Es una especie que presenta un excelente forraje de calidad en el período otoño-invernal comparado con las tasas de crecimiento registrados en los campos naturales de la región (23 Kg de MS.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup> Vs. 7 Kg de MS.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup> para el otoño y 19 Kg de MS.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup> Vs 5 Kg de MS.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup> para el invierno en un brunosol del norte),

Allegri y Formoso (1978, 1984) comprobaron la mayor producción otoño-invernal de esta gramínea nativa comparada con *Festuca arundinacea* y *Phalaris aquatica*, tanto en suelos arenosos como pesados, pero mostró intolerancia a condiciones de mal drenaje, en suelos hidromórficos y planosoles donde no aparece naturalmente.

### 2.2.5 *Trifolium repens*

#### 2.2.5.1 Descripción de la planta

El trébol blanco es una leguminosa perenne de ciclo invernal, de buena producción de materia seca y buena habilidad de competencia frente a gramíneas (Carámbula, 1977). Es una especie glabra, de hábito prostrado, con muchos estolones extendiéndose por la superficie del suelo y produciendo raíces adventicias en cada nudo. El hábito estolonífero constituye una característica valiosa en una planta que se utiliza en praderas sometidas a pastoreos intensos (Langer, 1990).

Es una de las leguminosas forrajeras de clima templado más importantes. Tiene alto valor nutritivo y, por su hábito postrado, está muy bien adaptada al pastoreo. Su cultivo en Uruguay data de muchos años, habiéndose expandido fundamentalmente desde fines de la década del cincuenta. Es hoy un componente importante de praderas así como también en ciertos mejoramientos extensivos (García, 1996).

El cultivar Zapicán tiene un tamaño de hoja medio a grande, buen crecimiento invernal, floración abundante y temprana y una persistencia productiva promedio de tres años (García, 1996). Surge a partir de una población introducida de Argentina. Presenta muchos estolones y su floración es temprana. Su estación de crecimiento va desde marzo a diciembre con un pico de producción en el mes de octubre; normalmente no crece durante el verano. Tiene una alta respuesta al fósforo y se destaca su producción invernal. Su persistencia por estolones a partir del tercer año es prácticamente nula. Es muy alta su calidad durante toda la estación de crecimiento (García, *et al.*, 1991).

Comienza a florecer a mediados de setiembre y ésta es muy abundante hasta el mes de noviembre. Tiene un elevado potencial de producción de semillas (García, *et al.*, 1991).

#### 2.2.5.2 Adaptación y manejo

La plántula de trébol blanco desarrolla inicialmente una raíz pivotante y un tallo principal. Pasado cierto período comienza a producir estolones que crecen radialmente los que, a su vez, desarrollan raíces adventicias en sus nudos. La raíz primaria normalmente muere en el primer año y a partir del segundo año la sobrevivencia de la planta depende de las raíces adventicias que se concentran en los primeros 15 centímetros de suelo (García, 1996; Evans, 1976).

El trébol blanco puede resistir como planta anual a través de la resiembra, ó como perenne mediante la producción continuada de estolones. La importancia relativa de ambos mecanismos varía en función del clima. En zonas templadas húmedas y sin mayores problemas de altas temperaturas persiste bien por estolones y la resiembra no es un fenómeno importante. Observaciones generales parecen indicar que la persistencia por estolones derivados de la siembra no va más allá de los tres años, salvo en suelos bajos sin problemas de humedad (García, 1996).

Esta especie se adapta a suelos con elevados contenidos de fósforo. Necesita un régimen hídrico de 700 a 1000 mm anuales y no tolera las sequías. La falta de agua provoca la muerte de muchas plantas durante el verano. Carámbula (1977) menciona que en estos casos el trébol blanco se comportaría como un especie anual, dependiendo la persistencia en la pastura de una buena resiembra natural.

Las semillas de los tréboles germinan con mayor rapidez que las gramíneas (Langer, 1990). Trébol Blanco Zapicán tiene un establecimiento normal para la especie, se instala bien en siembras puras y asociadas a cultivos (García, *et al.*, 1991).

Las hojas superiores son las de mayor edad, por eso el pastoreo remueve material fotosintético más longevo, quedando para reiniciar el crecimiento post-defoliación, hojas más jóvenes de mayor capacidad fotosintética. Como el trébol blanco tiene las hojas orientadas en sentido horizontal, alcanza un IAF crítico más rápido que las gramíneas. A partir de ese momento la luz dentro del follaje se convierte en un factor limitante ya que las hojas nuevas están debajo de las formadas anteriormente. Por esto, si se dejan períodos prolongados sin pastorear se producen pérdidas importantes de materia seca. Durante el período reproductivo, defoliaciones muy intensas permiten igualmente que cierta proporción de las inflorescencias logren semillar (Langer, 1990).

Dado que no posee corona y la única estructura de reserva son los estolones – que son tallos parcialmente fotosintetizantes–, la frecuencia de defoliación no está sujeta a ritmos de acumulación de reservas, sino al tiempo que demore en recuperarse la biomasa aérea a expensas de la fotosíntesis del remanente. Por tanto, la frecuencia va a estar dada por la tasa de crecimiento en los distintos momentos del año y la proporción del remanente.

Dependiendo de la intensidad del pastoreo el rebrote sigue un orden preestablecido. Las primeras hojas producidas son las remanentes en vías de desarrollo, localizadas en los nudos próximos a los meristemos apicales de los estolones principales y posteriormente de los laterales. Si éstas fueron removidas, se desarrollan nuevas hojas a partir de los meristemos foliares, recientemente generados por los meristemos apicales de los estolones. En tercera instancia, se activan los meristemos axilares del plato nodal, iniciándose el crecimiento y desarrollo de un nuevo estolón lateral. El meristema apical de éste, comienza a generar primordios foliares que desarrollarán nuevas hojas (Formoso,1995).

La temperatura óptima para el crecimiento es de 24°C. Sin embargo, a temperaturas de 35°C, forma hojas que, aunque son muy pequeñas, le permiten permanecer vivo. El trébol blanco sobrevive hasta alrededor de un mes de sequía severa, pero en estas condiciones la producción es casi nula y, por lo tanto, no es aconsejable su utilización en zonas con precipitaciones menores a 600 mm anuales (Langer, 1990). Otro factor que afecta el crecimiento es la intensidad de luz. Beinhart, *et al.*, (1963, citados por Langer, 1990), demostraron que la respuesta más marcada del trébol blanco a la baja luminosidad, es una reducción en la formación de estolones a partir de yemas.

Zapicán presenta tasas de crecimiento ligeramente mayores durante otoño–invierno que los cultivares Ladinos estudiados en INIA La Estanzuela, mientras que existe una marcada diferencia a favor de estos últimos para la estación primavera–

estival. En trébol blanco la floración depende del genotipo (variedad) y de factores ambientales, principalmente fotoperíodo y temperatura (García, 1996).

### 2.2.6 *Lotus corniculatus*

#### 2.2.6.1 Descripción de la planta

El lotus es una leguminosa perenne estival. Presenta características tales como amplio rango de adaptación a variadas condiciones de suelos con buenas producciones de forraje (Formoso y Allegri, 1980), ausencia de riesgo de meteorismo (Seaney y Henson 1970, Marten y Jordan, 1979), menores requerimientos de fósforo en relación a Trébol blanco y rojo para obtener altas producciones de forraje (Puig y Ferrando, 1983) y buen valor nutritivo durante la estación de crecimiento (Marten y Ehle, 1984) que justifican su uso actual en Uruguay.

Las hojas están formadas por cinco folíolos, uno terminal, dos opuestos y dos en la base de los pecíolos. Al final del primer año la planta tiene desarrollada una corona de la cual emergen los tallos. El sistema radicular consiste en una raíz pivotante con numerosas ramificaciones. Las raíces de lotus no son tan profundas como las de alfalfa, pero exploran más que éstas en superficie, lo que explicaría la mayor persistencia en suelos superficiales y mal drenados. Los tallos de lotus son de tipo indeterminado, portando flores lateralmente. Las inflorescencias de color amarillo o anaranjadas, son umbelas que nacen de un pedúnculo largo. El número de flores varía entre tres y siete (Carámbula, 1977).

El fruto es una legumbre que se desarrolla rápidamente luego de la polinización y el número máximo de semillas varía entre 20 y 30. Estas chauchas tienen un alto grado de dehiscencia durante la madurez, este rasgo favorece la resiembra natural pero dificulta la cosecha de los semilleros (Carámbula, 1977).

Otra característica sobresaliente de esta leguminosa es la presencia de taninos condensados que pueden mejorar la utilización de la proteína de la forrajera por parte de los animales y a su vez, evita el meteorismo en los rumiantes.

El cultivar San Gabriel se caracteriza por presentar una producción continua de forraje durante el año. El menor potencial de producción de forraje del invierno se debe a la ocurrencia de temperaturas infra-óptimas para la fotosíntesis neta y no a la acción de mecanismos de latencia (Formoso, 1993).

#### 2.2.6.2 Adaptación y manejo

Según Nelson y Smith (1969, citados por Langer, 1990), el lotus se desarrolla principalmente en las zonas de clima templado, de veranos frescos, sin temperaturas extremas. En las zonas donde son frecuentes las temperaturas elevadas, el lotus puede tener problemas de persistencia. Esto sucede debido a la gran proporción de plantas que mueren por enfermedades de raíz y corona causadas por hongos de los géneros *Rhizotocnia* y *Sclerotinia*.

Esta especie tiene la habilidad de crecer con éxito en suelos poco fértiles, ácidos o húmedos. De todos modos, responde favorablemente a la fertilización fosfatada y al encalado en los suelos con problemas de acidez (Hughes, 1969).

Un aspecto deficitario de esta especie es el lento crecimiento inicial, lo que determina que no sea capaz de competir exitosamente con especies de crecimiento más rápido como trébol rojo (Hughes, 1969). Las siembras de fines de otoño-invierno originan menores tasas de crecimiento de las plántulas de lotus, principalmente por efecto de los descensos térmicos (Winch, 1960) que se traducen en bajas acumulaciones de forraje a fines de invierno, insuficientes como para ser cortadas. En siembras tardías, de junio, las plantas son muy pequeñas a la entrada de primavera y no pueden capitalizar

en la misma magnitud las condiciones de ambiente de dicha estación por baja área foliar, acumulando por tanto menos forraje en el período considerado (Formoso, 1993).

La mayor producción del lotus es en primavera y otoño, sin embargo, el cultivar San Gabriel tiene buenos rendimientos en invierno y primavera temprana. Las mayores tasas de producción de forraje estacional de este cultivar ocurren en primavera, disminuyendo las mismas en verano. La única excepción ocurre en el primer verano donde se registran en promedio los mayores valores (Formoso, 1993).

El lotus tiene la capacidad de adaptarse con éxito a situaciones extremas tanto de exceso como de carencias de agua. Tolerancia las deficiencias hídricas mejor que el trébol blanco y los excesos mejor que la alfalfa (Hughes, 1969). Sin embargo, no soporta sequías severas y continuas. La temperatura óptima para el crecimiento se encuentra alrededor de 24°C (Mitchell, 1956).

Los primeros brotes de las plantas surgen a partir de yemas ubicadas en las axilas de los cotiledones y de las primeras hojas del corto tallo primario de la plántula, el que rápidamente cesa de crecer. Luego, el rebrote se produce a partir de las yemas ubicadas en la corona (Díaz, 1995).

Respecto al manejo óptimo de la especie para maximizar el rendimiento y persistencia, la respuesta al corte o pastoreo es relativamente similar a la de alfalfa. Responde favorablemente a defoliaciones poco frecuentes. Formoso (1993), establece que la producción de forraje de cultivares de porte erecto, se maximiza cuando se aplica un manejo rotativo que permita acumulaciones de forraje pre-corte cercanas a dos toneladas de materia seca por hectárea.

Formoso (1993) indica que dentro de las leguminosas forrajeras más usadas en Uruguay, trébol blanco, trébol rojo y lotus, esta última especie es la más sensible —en

términos productivos— a variaciones en la frecuencia de defoliación impuesta. Para el cultivar San Gabriel, la disminución de la frecuencia de corte, originada al cortar las plantas cuando tenían 24 cm de altura en vez de 12 cm, aumentó la producción de forraje acumulada de dos años en 207% (Gardner, *et al.*, 1968) o en 69% la de un año (Formoso, 1983).

### 2.2.7 Medicago sativa

#### 2.2.7.1 Descripción de la planta

La alfalfa es una planta perenne de ciclo estival, con desarrollo generalmente erecto. El sistema radicular es de tipo pivotante, con una raíz principal que penetra profundamente en el suelo, lo que le permite llegar al agua de las capas profundas (Carámbula, 1977). Entre los 30 y 60 centímetros tiene una cabellera de raíces que le permite extraer los nutrientes.

La corona, que sobresale fuera del terreno, es asiento de las yemas que dan origen a los tallos, los cuales son delgados, sólidos o huecos, cuadrados cuando jóvenes y fuertes para soportar erectos el peso de hojas e inflorescencias (Mulsera Pardo y Ratera García, 1984).

El principio general que rige el manejo de esta especie está basado en que los puntos de crecimiento, a diferencia del resto de las especies forrajeras (exceptuando el lotus cuyo manejo es similar), son extraídos con el pastoreo dada su posición en los extremos de los tallos. Por tanto, el rebrote depende de las yemas que se ubican en la corona a nivel del suelo (Langer, 1990). Esta forma de crecimiento difiere sustancialmente del de las gramíneas, cuyo ápice, durante gran parte de su período de crecimiento, está situado en la base de la planta (Mulsera Pardo y Ratera García, 1984).

Las hojas son trifoliadas, con el pecíolo del folíolo central más desarrollado, característica del género *Medicago*. Las flores –de color azul o púrpura– crecen en forma de racimos de la axila de las hojas (Mulsera Pardo y Ratera García, 1984). Son de fecundación cruzada entomófila en un 80% a 90% de los casos, aunque puede darse autopolinización si existen condiciones de sequedad ambiental y altas temperaturas (Carámbula, 1977).

Las legumbres, sin espinas, forman espirales generalmente con tres vueltas que encierran dos a seis semillas de color marrón claro amarillentas (Mulsera Pardo y Ratera García, 1984).

Los cultivares Estanzuela Chaná y Crioula, son de porte erecto y tallos largos, de coronas grandes con numerosos tallos, de reposo invernal corto y floración intermedia poco profusa. No son muy tolerantes a algunas podredumbres de raíz en el año de implantación. Poseen, excelente precocidad y vigor de plántulas lo que determina su alto rendimiento en el primer año cuando es sembrada en otoño temprano.

#### 2.2.7.2 Adaptación y manejo

La alfalfa es una forrajera con hábito de crecimiento tipo arbustivo, está adaptada a esquemas de pastoreo rotativos, poco frecuentes, intensos y de corta duración (Formoso, 2000).

La elección de la chacra es muy importante para lograr una buena implantación, debido a la gran exigencia de la alfalfa por la calidad del suelo; requiere pH neutro (5.5 sería el pH crítico), texturas medias a livianas, buen drenaje y profundidad, con alta disponibilidad de fósforo. No admite siembras sobre alfalfares viejos, debido a la fuerte autoalelopatía, inhibiéndose la germinación y el crecimiento de plántulas. Las plántulas

son extremadamente sensibles al anegamiento, mientras que las plantas adultas son algo más tolerantes (Rebuffo, 2000).

La semilla debe presentar alta calidad tanto física como genética y debe ser adecuadamente inoculada con la bacteria *Rhizobium melioli*. La época de siembra incluye tanto el otoño como el invierno y puede extenderse hasta el comienzo de la primavera. Las siembras de otoño temprano (fines de marzo–abril) son las más adecuadas, ya que el clima templado permite un rápido desarrollo de las plántulas. Las temperaturas óptimas de germinación oscilan entre 19°C y 25°C y los requerimientos para el crecimiento óptimo de las plántulas son entre 20°C y 25 °C (Rebuffo, 2000).

La densidad de siembra utilizada en Uruguay es de 20 Kg.Ha<sup>-1</sup>, pero puede ser reducida con una buena preparación del suelo, una siembra en fecha, condiciones controladas de enmalezamiento y/o una siembra en línea a una profundidad de uno a dos centímetros (Rebuffo, 2000).

Las yemas basales o de la corona cuando crecen dan origen a tallos primarios. El manejo durante el primer año de vida debe favorecer el correcto desarrollo y crecimiento de la raíz principal y la corona. Las medidas de manejo, deben incluir un buen nivel nutricional de fósforo, suelos bien laboreados y la eliminación de malezas. A su vez, es imprescindible adecuar la frecuencia de pastoreo o corte para asegurar la obtención de forraje durante todo el año (Formoso, 2000).

El nivel de reservas y el peso seco de la raíz disminuyen después de un corte o pastoreo, alcanzando un valor mínimo cuando el rebrote de la parte aérea tiene de 15 a 20 centímetros de altura. En esta fase nunca debe pastorearse ya que se debilitaría drásticamente el alfalfar (Formoso, 2000).

En cuanto a las máximas reservas, Formoso (2000) afirma que los menores valores son registrados en las estaciones más propicias para el crecimiento, como es la primavera. Los máximos más elevados generalmente ocurren en los períodos térmicos que limitan más el crecimiento vegetal por las bajas temperaturas (en invierno).

Luego de la defoliación, la energía proviene de la raíz. El contenido de almidón y azúcares disminuye hasta que la alfalfa tiene 20 centímetros, momento en que la cantidad de fotoasimilados producidos alcanza a satisfacer los requerimientos del nuevo crecimiento. A partir de este momento, la acumulación de carbohidratos solubles de la fotosíntesis excede la tasa de crecimiento de área foliar y se vuelve a almacenar en raíz y corona. El momento de máxima acumulación es cuando la planta está en 10% de floración (Formoso, 2000).

Los carbohidratos solubles y su dinámica son vitales para la persistencia, requiriendo 35 a 40 días para recuperarlos. Los pastoreos frecuentes determinan una disminución del nivel de reservas y del peso de las raíces, lo que origina una menor producción de forraje y rebrotes más lentos. Disminuciones marcadas de éstas conllevan al debilitamiento de la planta, a una mayor susceptibilidad al ataque de enfermedades y finalmente a la muerte (Formoso, 2000).

Manejos tendientes a la maximización de la acumulación de carbohidratos producen plantas vigorosas, con buen sistema radicular, mayor resistencia a enfermedades, rebrotes más rápidos y productivos, mayor número de yemas axilares y basilares y, consecuentemente, mayor número de tallos por planta (Formoso, 2000).

El rebrote basilar es el indicador de crecimiento que señala cuando la condición fisiológica de la planta se restableció del pastoreo o corte previo y, por tanto, está en condiciones de ser pastoreada o cortada nuevamente (salvo condiciones de sequía) (Formoso, 2000).

En cuanto a la intensidad de defoliación, se considera una altura de rastrojo adecuada –desde el punto de vista del rendimiento y persistencia– aquella que deja un tapiz residual post pastoreo de aproximadamente cinco centímetros. Cada tallo conserva así de dos a tres nudos, con sus correspondientes yemas axilares, lo que asegura un adecuado rebrote axilar (Formoso, 2000).

Los cultivares Chaná y Crioula presentan buena productividad durante todo su ciclo, produciendo 50% del forraje total en el verano. Su rápida recuperación después del corte permite realizar hasta seis cortes por año (Formoso, 2000).

## 2.2.8 Mezclas forrajeras

### 2.2.8.1 Características generales

Las mezclas forrajeras son pasturas en las que son incluidas diferentes especies de gramíneas y/o leguminosas. Uno de los objetivos fundamentales de éstas, es obtener los máximos rendimientos de materia seca por hectárea, explotando, simultánea y eficientemente, las cualidades de las gramíneas y las leguminosas (Carámbula, 1977).

Las gramíneas perennes aportan a la mezcla una productividad sostenida por varios años, adaptación a gran variabilidad de suelos, explotación total del nitrógeno simbiótico y estabilidad en la pastura. Tienen baja sensibilidad al pastoreo o corte y baja vulnerabilidad a enfermedades, insectos e invasión de malezas. Las leguminosas por su parte, son fijadoras de nitrógeno y poseedoras de alto valor nutritivo.

Las características principales que presentan las mezclas, en relación con los cultivos puros, son la capacidad de compensar su crecimiento frente a diferentes factores climáticos, edáficos y de manejo, que permiten una producción más homogénea a lo largo del año, así como un alargamiento en el período de productividad (Blaser *et al.*,

1952 citado por Carámbula, 1977). Por otro lado, existe un mayor consumo animal de mezclas con respecto a siembras puras de las mismas especies, registrándose mayor apetecibilidad y menores problemas nutricionales y fisiológicos, como ser meteorismo, hipomagnesemia y toxicidad por nitratos (Carámbula, 1977).

#### 2.2.8.2 Tipos de mezclas

Las mezclas forrajeras se pueden clasificar en simples o complejas según la cantidad de especies que las compongan. Cuantas más especies formen parte de la mezcla mayor será la complejidad de la misma y será más difícil mantener el balance deseado entre los componentes. Se consideran simples las mezclas compuestas por dos especies –de igual o diferente familia– y complejas aquellas con mayor cantidad.

En una mezcla compleja es difícil lograr un establecimiento homogéneo, así como posteriormente mantener el balance entre los componentes. Es más aconsejable el uso de mezclas simples o compuestas por un bajo número de especies, debido a que ajustando el manejo es posible maximizar el aprovechamiento del recurso forrajero. Por otro lado, el uso de estas mezclas sin un manejo adecuado conllevará a la pérdida de algún componente y, por lo tanto, a cultivos puros de baja población, los cuales pueden ser fácilmente invadidos por malezas, siendo mayor el deterioro de la pastura (Carámbula, 1977).

Las diferentes condiciones de suelo, fertilidad y manejo del pastoreo llevan indefectiblemente a la dominancia de ciertas especies, alcanzándose finalmente una mezcla simple o un cultivo puro. Por eso, los rendimientos estacionales y anuales están más relacionados con las especies involucradas que con la complejidad de la mezcla (Carámbula, 1977).

### 2.2.8.3 Diferencias morfofisiológicas entre los componentes de las mezclas

El hábito y los puntos de crecimiento son claves para la supervivencia de la planta frente a la defoliación (Langer, 1990). Las especies de hábito erecto, son más perjudicadas con los pastoreos que las postradas, ya que con la defoliación son retiradas muchas hojas, tallos y yemas (tejido meristemático) necesarios para el rebrote. Los manejos de cortes frecuentes e intensos, en términos generales, favorecen a las leguminosas postradas (Haynes, 1980).

La coordinación temporal del crecimiento de los meristemos apicales o basilares, determina períodos en donde el crecimiento prioritariamente está internamente direccionado hacia el aumento del número de meristemos apicales y consecuentemente axilares por unidad de superficie (Formoso, 1996).

En gramíneas, al final de la estación de crecimiento, en verano, se verifican las poblaciones mínimas de macollas. El intervalo comprendido desde el verano hasta las etapas iniciales de reiniciación del macollaje en otoño, definen el período de menor número de puntos de crecimiento. En leguminosas erectas, alfalfa, trébol rojo y lotus también se verifica que el número mínimo de tallos y por tanto de meristemos axilares ocurre en verano (Formoso, 1996).

En lotus, sistemas de cortes frecuentes e intensos deprimen sustancialmente el número de tallos, registrándose en verano valores muy bajos. La muerte de tallos e inclusive de plantas en este período indica que dicho sistema de manejo determina que los individuos se encuentren próximos al límite inferior de plasticidad fisiológica (Formoso, 1996).

Tanto el lotus como el bromus se adaptan a pastoreos intensos y poco frecuentes a diferencia del trébol blanco que tolera durante un cierto período pastoreos frecuentes e

intensos. Según Olmos (1993), en una pastura con *Bromus auleticus*, la introducción de la leguminosa debe hacerse a partir del segundo año en cobertura. Al decidir qué leguminosa se va a usar hay que tener presente no sembrar con una densidad excesiva.

El hecho de que se registren los menores números de meristemas (puntos de crecimiento) durante el período más cálido y de menor disponibilidad de agua, como es el verano, permiten definirlo como un período crítico de manejo.

#### 2.2.8.4 Complementariedad entre componentes

La combinación de gramíneas con leguminosas tiene por ventaja la fijación biológica del nitrógeno (FBN). El porcentaje del nitrógeno fijado por las leguminosas de la mezcla que es transferido a las gramíneas varía entre valores muy bajos y 75%, dependiendo de las especies involucradas (Whitehead, 1970 citado por Haynes, 1980). El agregado de nitrógeno disminuye la fijación, pero este efecto es menor en las especies de rápido crecimiento que en las de lento (Haynes, 1980).

Dentro de las leguminosas templadas perennes, el trébol blanco es la que más nitrógeno transfiere (Haynes, 1980). Sears *et al.*, (1953 citados por Langer, 1990), encontraron que aunque el trébol blanco y el trébol rojo fijaron casi la misma cantidad de nitrógeno, el primero le transfirió el doble a la gramínea asociada.

El nitrógeno fijado por las distintas leguminosas en un período dado dependerá mucho más de su producción total de forraje y de la distribución estacional del mismo que de las diferencias inherentes en parámetros simbióticos (García, *et al.*, 1994).

La eficiencia de fijación es máxima en invierno y primavera temprana cuando el suelo está frío y el poco nitrógeno disponible es captado por las gramíneas de la mezcla. Por esta razón, es que considerando un período de un año, la eficiencia de fijación es

mayor en las especies que producen más forraje en invierno (tréboles), que en las que producen mayor cantidad en verano (alfalfa y lotus). Sin embargo, tomando en cuenta el total de forraje producido en el año, puede considerarse que por cada tonelada de materia seca de leguminosa se fijan alrededor de 30 kilogramos de nitrógeno (García, *et al.*, 1994).

Dactylis se asocia muy bien con trébol blanco, lotus y trébol rojo. A su vez, por su hábito de crecimiento más erecto, floración tardía y buen potencial estival, es la gramínea perenne que mejor se asocia con alfalfa. Tanto dactylis Oberón como festuca Tacuabé en mezclas con trébol blanco y lotus, presentan en general una distribución estacional similar. En términos de producción, Oberón es superior a Tacuabé en invierno, primavera y verano (García, 1995).

El trébol blanco se adapta bien a distintas intensidades y frecuencias de corte. Bajo una defoliación muy frecuente, desarrolla hojas más chicas con pecíolos más cortos. Si la defoliación es poco frecuente, intensidades de corte a cinco centímetros en esta especie se comportan mejor que a diez centímetros (Haynes, 1980).

La alfalfa tiene una estructura que permite penetrar bien la luz, además de utilizarla eficientemente, por eso, puede dominar a las gramíneas (Haynes, 1980). Formoso (2000), enumera las ventajas de utilizar alfalfa en mezcla con otras especies perennes. La principal causa establecida es el aumento en el rendimiento de forraje a partir del tercer año de la pastura (10% a 40% superior con respecto a cultivos puros), siendo su producción mejor distribuida a lo largo de las estaciones, siempre y cuando fueran utilizadas especies invernales. En mezclas con gramíneas perennes invernales, la presencia de malezas es sustancialmente inferior, se reducen los riesgos de meteorismo y la pastura posee un mejor piso, especialmente en períodos lluviosos.

El manejo del pastoreo para maximizar el rendimiento y la persistencia productiva de una mezcla forrajera con alfalfa, debe sustentarse en los mismos principios que rigen para un cultivo puro de alfalfa. La utilización de mezclas forrajeras compuestas por una gramínea perenne invernal y alfalfa posibilitará un mayor rendimiento anual debido al aumento de la producción en otoño, primavera y verano. Esta mezcla también posee capacidad de crecimiento en períodos secos y muy buena persistencia comparada con pasturas compuestas por otras leguminosas como lotus y trébol rojo o blanco (Formoso, 2000).

#### 2.2.8.5 Competencia entre componentes

Es difícil determinar si la inhibición del crecimiento es por competencia o por alelopatía. La alelopatía es la liberación de sustancias químicas por medio de las raíces de una planta, que tienen un efecto deletéreo en las otras especies o sobre las semillas y plántulas de la misma especie. De todos modos, en comunidades de plantas generalmente ocurren ambos efectos (Haynes, 1980).

Con respecto a la competencia por luz en pasturas combinadas, las gramíneas son menos perjudicadas que las leguminosas, debido a que éstas no soportan baja luminosidad (Langer, 1990). El ángulo de las hojas es importante en la capacidad de competencia de las distintas especies por luz. Sin embargo, esto puede actuar de forma perjudicial porque el autosombreado comienza antes, dando un índice de área foliar óptimo de 3,5 para el trébol blanco, mientras que la alfalfa con uno de 10 a 11 continúa creciendo (Haynes, 1980).

La competencia por luz siempre existe, ya que también ocurre dentro de una misma planta cuando una hoja sombrea a otra. Las interacciones por luz son modificadas por manejo. El sombreado lleva a la muerte de raíces de trébol blanco, lotus y algo menos en alfalfa (Butler, 1959 y McKec, 1962 citados por Haynes, 1980).

Las gramíneas tienen un sistema radicular más largo y fino que las leguminosas. Además las primeras tienen más pelos radiculares y una mayor área de exploración. Esto le da a las gramíneas más competitividad sobre nutrientes poco móviles como fósforo, potasio y azufre. Sin embargo, la capacidad de intercambio catiónico (CIC) de las leguminosas es el doble que el de las gramíneas. Por esta razón absorben una mayor cantidad de cationes bivalentes pero compiten peor que las gramíneas por los monovalentes como el potasio. A su vez, la mayor CIC de las leguminosas también explicaría la menor acumulación de fósforo cuando se asocian con gramíneas. Igualmente, la menor competitividad sobre fósforo y potasio, puede explicarse por razones de la morfología radicular. Las leguminosas responden en mayor medida al agregado de fósforo, potasio y azufre. La especie de mayor respuesta es el trébol blanco debido principalmente a la morfología radicular y a la CIC (Haynes, 1980).

Las leguminosas son menos eficientes en el uso del agua que los cereales y otras pasturas. En condiciones de altas temperaturas, el trébol blanco pierde más agua que Phalaris. El trébol blanco no puede disminuir la transpiración como lo hace la festuca, por lo que aumenta la tasa de senescencia. En esta leguminosa el único mecanismo para disminuir la pérdida de agua es mediante la senescencia de sus hojas. Tanto la alfalfa como el trébol blanco tienen baja capacidad de controlar el cierre de los estomas. La clave para soportar situaciones de déficit hídrico es la eficiencia del uso del agua, o sea, la habilidad para impedir su pérdida. En condiciones de suelo seco, las gramíneas se perjudican menos que las leguminosas a excepción de la alfalfa. Phalaris soporta períodos secos debido a que tiene latencia estival (Haynes, 1980).

## 2.3 MANEJO DE PRADERAS CULTIVADAS

### 2.3.1 Implantación y establecimiento

Aproximadamente un tercio de las praderas que se siembran anualmente presentan problemas durante su establecimiento (García *et al.*, 1981), lo cual reduce su productividad inicial así como la vida útil del mejoramiento. Resulta importante el control de los factores involucrados en el establecimiento de las pasturas al ser esta fase determinante no solo de su evolución durante el primer año, sino de su comportamiento productivo en los años siguientes (Moliterno, 2002).

A continuación se citan algunos de los aspectos más relevantes para lograr una correcta implantación de la pastura.

- *Importancia de la calidad de la semilla:* la semilla debe cumplir con ciertos requisitos de calidad para una correcta germinación. Langer (1990) sostiene que la pureza es un requisito para la elección de semillas de alta calidad. Otros parámetros de calidad incluyen la cantidad de semillas duras en leguminosas y la cantidad de semillas con enfermedades (hongos).
- *Desarrollo embrionario de la semilla:* la germinación de la semilla depende de la presencia de dormancia, estado bajo el cual las semillas son incapaces de germinar aún bajo condiciones favorables. Bryant y Holmes (1985; citados por Langer, 1990) dividen a las semillas en estado durmiente en dos categorías que pueden superponerse:

- a. *Cubierta*: esta restricción puede ser levantada mecánicamente lo que asegura una germinación más rápida y pareja, sobre todo en leguminosas.
  - b. *Embrionaria*: existe un número elevado de factores internos que interaccionan en el levantamiento de este tipo de dormancia (Priestly, 1986; citado por Langer 1990). Luz, temperaturas altas, bajas o cambiantes, fuego y agua pueden estar involucradas en la finalización de ésta.
- *Germinación y vigor inicial*: la velocidad con que la plántula crece hasta poder auto-sustentarse es comúnmente conocido como vigor inicial. Semillas con alto vigor inicial son capaces de movilizar más rápidamente reservas en el endosperma y transportarlos a los puntos de crecimiento. Brown (1977; citado por Langer, 1990) menciona que la calidad intraespecífica de la semilla está dada por el peso individual de la misma.
  - *Respuesta de las especies a la temperatura*: para gramíneas, cuando el agua y nutrientes no son limitantes, la temperatura y la especie son las principales características que interaccionan con la germinación. Tanto festuca como Phalaris germinan rápidamente a 20°C, enlenteciéndose el proceso a medida que la temperatura decrece. Demoran de seis a nueve semanas para alcanzar 75% de germinación a 5°C. Charlton, et al. (1986, citados por Langer, 1990) mencionan que las leguminosas son más precoces que las gramíneas, obteniéndose buenos porcentajes de germinación a temperaturas bajas.

Otros factores que deben ser considerados para obtener un correcto establecimiento de la pastura son la preparación de una buena sementera y una época de siembra adecuada. Ésta es condicionada por temperatura y humedad del suelo y el

método de siembra utilizado, siendo de suma importancia la profundidad a la cual la semilla es depositada, dado que no es conveniente que quede en superficie o por debajo de dos centímetros.

La inoculación de las leguminosas resulta fundamental al momento de la siembra, para cubrir las necesidades de nitrógeno. Cada leguminosa presenta una relación simbiótica específica con una bacteria del género *Rhizobium*.

Por último, es muy importante el manejo que se realice durante el año de establecimiento de la pastura. Defoliaciones frecuentes pero de baja intensidad durante los primeros seis a nueve meses, mejoran el establecimiento de aquellas especies lentas, particularmente las leguminosas y gramíneas perennes. Este concepto adquiere mayor importancia cuando se utilizan especies anuales en mezcla con especies con menor vigor. El momento del primer pastoreo es otra decisión importante del primer año de la pastura. Queda definido cuando las especies más vigorosas somborean a las de menor potencial de desarrollo inicial.

### 2.3.2 Fertilización – basal y refertilización

Los objetivos buscados en la fertilización de recursos forrajeros destinados al pastoreo pueden ser:

- Aumentar la producción de materia seca por unidad de superficie y de tiempo.
- Mejorar la velocidad de crecimiento inicial durante la implantación de una pastura.
- Aumentar la velocidad de rebrote post-pastoreo.
- Incrementar la producción en períodos críticos, tratando de regularizar la producción a lo largo del año.

- Aumentar la calidad del forraje.

García, *et al.* (1999) mencionan que la fertilización balanceada de pasturas y verdes es una de las mejores herramientas para incrementar la oferta forrajera y, consecuentemente, la producción animal. La mayor disponibilidad de nutrientes también mejora la eficiencia en el uso del agua y de la radiación, la persistencia de leguminosas en mezclas forrajeras y el aporte de nitrógeno por fijación biológica.

Cuando son introducidas leguminosas debidamente inoculadas en sitios en donde el nitrógeno es deficiente, tendrá lugar una importante ganancia del nutriente por fijación biológica y como consecuencia incrementará el rendimiento de forraje. En cambio, bajo condiciones de inadecuada nodulación, las leguminosas pueden sufrir declinaciones a causa de la competencia con las gramíneas por el nutriente.

García *et al.* (1999) aseguran que la producción de pasturas está fuertemente asociada a la presencia de leguminosas, siendo muchas veces su desaparición la causante de la roturación de las praderas por baja productividad.

El crecimiento de las pasturas depende del abastecimiento de fósforo y nitrógeno y su deficiencia durante la implantación afecta el establecimiento de las mismas. Las consecuencias serán un bajo rendimiento en materia seca, persistencia limitada y calidad regular.

Cuadro 1: Requerimientos de macronutrientes y nutrientes secundarios expresados en Kg.ton<sup>-1</sup> materia seca producida (adaptado de García; *et al.*, 1999)

Especie	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Azufre	Calcio	Magnesio
<i>Medicago sativa</i>	25,0–30,0	2,2–3,3	18,0–25,0	2,5–5,0	11,0–12,5	2,0–3,7
<i>Trifolium repens</i>	35,0	3,4	19,0			

<i>Dactylis glomerata</i>	25,0	3,6	23,0–25,0	2,0		2,2
<i>Festuca arundinacea</i>	19,0	3,5–4,0	24,0–28,0	2,0	4,6	2,0

De acuerdo al nivel crítico de la especie a fertilizar (ver Cuadro 2) y a la relación entre la cantidad de fósforo aplicado y los cambios de disponibilidad del nutriente en el suelo, son requeridos 7 a 15 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para elevar una parte por millón (ppm) el nivel de fósforo (Bray 1).

Cuadro 2: Rangos críticos de fósforo (Bray 1) para suelos de texturas medias y pesadas en el sur y litoral oeste de Uruguay para permitir la normal implantación de leguminosas (Bordoli, 1998).

Especie	Rango Crítico P (Bray 1), 0 a 15 cm
	(mg.Kg <sup>-1</sup> )
<i>Medicago sativa</i>	20-25
<i>Trifolium repens</i>	15-16
<i>Lotus corniculatus</i>	10-12
Gramíneas	8-10

Según García, *et al.* (1999), las fertilizaciones fosfatadas presentan un importante efecto residual, manifestándose sus efectos sobre la producción de la pastura por un período mínimo de dos a tres años. Este efecto residual se debe a las características de la dinámica del fósforo en el sistema suelo–planta y a su baja movilidad, y varía según el tipo de suelo (contenido de arcilla, mineralogía, materia orgánica) y sistema de manejo (rotación, especies, pastoreo o corte).

Bordoli (1998) plantea que en las condiciones de Uruguay fueron encontradas respuestas a las refertilizaciones otoñales en pasturas con distintas leguminosas. Las mismas deben hacerse en otoño, porque confieren a las plantas mayor resistencia al frío, aseguran un mejor aprovechamiento del nutriente a causa de una mayor humedad del suelo y favorecen la producción en invierno.

### 2.3.3 Frecuencia, intensidad y manejo de la defoliación

Se define frecuencia de defoliación al período comprendido entre dos cortes (pastoreo o cosecha mecánica) consecutivos. El período de descanso es aquel en el cual la pastura no se encuentra sometida a corte y es variable en función de la estación de crecimiento.

La intensidad de defoliación es la altura del tapiz luego del pastoreo (área foliar remanente). A mayor intensidad de pastoreo se remueve más severamente el follaje de la pastura, enlenteciéndose el rebrote e incrementándose la dependencia de las sustancias de reserva.

Luego de una defoliación severa que resulte en una pérdida importante del área foliar y posiblemente en la muerte de algunos macollos, ocurrirá una pronunciada *fase lag* (etapa sin cambios aparentes en la acumulación de materia seca) hasta que se desarrollen nuevos macollos (Hodgson, 1990).

En el pastoreo continuo, los animales acceden a la pastura la mayor parte del tiempo pero los potreros pueden ser reservados por períodos de algunos días a varias semanas, por ejemplo, para permitir un mejor consumo de la pastura rebrotada, o antes de efectuar un corte para henificar o ensilar. Pastoreos continuos sugieren una exposición constante de todas las plantas de la pastura a los animales, pero la cantidad de hojas removidas y el intervalo entre las defoliaciones depende de la carga que se define como los kilogramos de peso vivo animal por unidad de superficie (Langer, 1990).

Áreas con cargas constantes tienden a sobrepastorearse durante el invierno e inicios de la primavera, subpastoreándose durante la primavera tardía, verano temprano

y el otoño. Cuando la oferta excede los requerimientos, los animales pueden ser selectivos, tendiendo a pastorear repetidamente especies más palatables dejando las menos apetecibles. Las gramíneas tienden a desaparecer y las malezas enanas invaden las zonas sobrepastoreadas. En cambio, los espacios subpastoreados se endurecen y son cada vez menos apetecidos, los tréboles son sombreados, el nitrógeno del suelo decae y la producción disminuye. El pastoreo selectivo puede ser minimizado durante las épocas de mayor crecimiento ajustando la carga en función de la demanda animal (Langer, 1990).

La base teórica del pastoreo intermitente se sustenta en que el período de pastoreo es lo suficientemente corto como para no comer el rebrote y por lo tanto las reservas no se agotan, mientras que, el período de descanso es lo suficientemente largo para lograr la recuperación del peso de las raíces (Voisin, 1962).

Los pastoreos intermitentes logran un rendimiento potencial mayor. Cuando la proporción de tallos en el rendimiento es alta, esta fracción no es cosechada en igual proporción por los animales, resultando en una pérdida de eficiencia. Igualmente, este método permite un mayor control de las variables –frecuencia e intensidad de defoliación– que afectan la interacción animal–pastura (Parsons y Penning, 1988).

Langer (1990), afirma que el pastoreo rotacional puede no resultar en una mayor producción de forraje en comparación al pastoreo continuo, pero la calidad del forraje ofrecido es por lo general mejor y su utilización mayor. Las elevadas cargas instantáneas –la totalidad del rodeo cosecha una sola fracción de la superficie de pastoreo– evitan que los animales realicen pastoreos selectivos.

En contraposición, Harrington y Binnie (1971; citados por Holmes, 1989) aseguran que la máxima producción de materia seca es obtenida mediante un sistema de pastoreo intensivo intermitente, a pesar que la digestibilidad del material disminuye en

consecuencia. El remanente de altura que maximiza el rebrote fue establecido por estos autores en cinco centímetros.

El patrón de crecimiento de las hojas en función del tiempo, en cortes o pastoreos intermitentes, dependerá de los carbohidratos de reserva de las plantas en ese momento, como también de la severidad de defoliación. En un tapiz pastoreado laxamente, la tasa de rebrote será alta inicialmente ya que el crecimiento temprano será mantenido gracias a las reservas en la base de los tallos y al área foliar remanente alta. Niveles inferiores de éstas inducen a tasas de crecimiento menores inicialmente que se incrementan a medida que aumente el IAF, pero a un ritmo progresivamente menor (Hodgson, 1990).

La población de macollos en un tapiz defoliado intermitentemente, crece por lo general hasta un pico en primavera, después del cual decrece rápidamente luego de la estación reproductiva y luego continúa constante hasta la próxima estación reproductiva. En contraposición, la población de macollos en tapices bajo pastoreo continuo permanece elevada y relativamente constante (Hodgson, 1990).

Parsons y Penning (1988), manifestaron que aunque la intensidad de defoliación sea severa, si la duración del rebrote es larga, resulta ineficiente al momento de controlar el crecimiento de los tallos reproductivos. Gran número de cortes pueden ser realizados en períodos relativamente cortos durante la elongación, consiguiendo así una producción de materia seca cercana al rendimiento potencial y de elevada calidad, manteniendo una pastura densa y hojosa.

En un sistema como el mencionado no hay oportunidad de pastoreo selectivo por lo que los animales deben consumir la mayor proporción del forraje ofrecido. Si el mismo es de baja calidad, la producción animal no será alta. Además, pastoreos rotativos solo serán efectivos si las especies que componen el tapiz son de alta productividad y buena capacidad de rebrote (Langer, 1990).

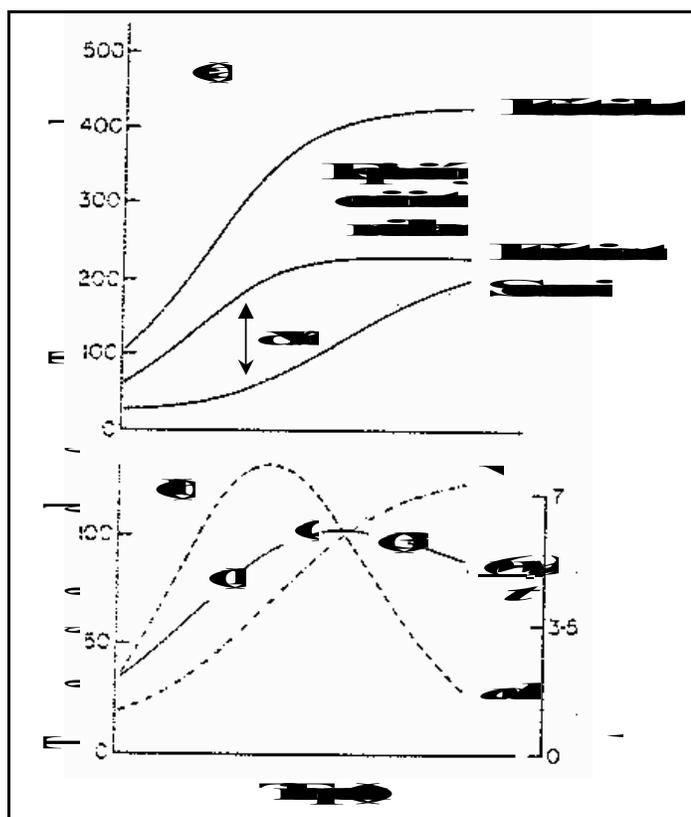
## 2.4 MODELO DE ACUMULACIÓN DE MATERIA SECA

El patrón de acumulación de materia seca en función del tiempo de un tapiz luego de haber sido defoliado hasta una altura cercana al suelo es frecuentemente representada por una curva sigmoide (Hodgson, 1990).

Ha sido argumentado (Hodgson, 1990; Langer, 1990) que para obtener máxima producción de forraje, el tapiz debe mantenerse en la fase media de rápida acumulación. Esto significa evitar pastoreos muy frecuentes o intensos.

Para maximizar el rendimiento hay que considerar como afecta el período de rebrote (descanso) a la tasa de crecimiento promedio (Maeda y Yonestani, 1978, Watnabe *et al.*, 1984 citados por Parsons y Penning, 1988) la que está definida como el incremento neto en el peso del tapiz ( $W_0 - W$ ) dividido entre el tiempo transcurrido de descanso ( $t$ ). El objetivo es cosechar cuando la tasa de crecimiento promedio sea máxima (ver figura 1). Estas consideraciones fueron establecidas para praderas de raigrás perenne pastoreadas intermitentemente por ovinos (Parsons y Penning, 1988).

Figura 1: Modelo de acumulación de materia seca



El uso de un modelo para ilustrar: (a) el efecto de la duración del rebrote en los procesos dominantes involucrados en la acumulación neta de forraje: fotosíntesis bruta, fotosíntesis neta y senescencia y (b) los cambios correspondientes en la tasa de crecimiento instantánea ( $dW/dt$ ), el peso del cultivo ( $W$ ) y la tasa de crecimiento promedio ( $(W-W_0)/t$ ). (Adaptado de Parsons y Penning, 1988)

Según resultados obtenidos por Parsons y Penning (1988), cuando una pastura es defoliada intensa y frecuentemente, la tasa de crecimiento en el punto 1 de la figura 1b supone un índice de fotosíntesis bruta en aumento con niveles muy bajos de senescencia. Tanto para primavera, verano y otoño, la tasa de fotosíntesis bruta alcanzó el máximo a los 14 días de rebrote. Para estas estaciones, a medida que aumentó el período de descanso se incrementó considerablemente la acumulación de materia seca (Parsons y Penning, 1988).

En el punto 2, el tapiz desarrolla una tasa de fotosíntesis bruta casi máxima y con niveles de senescencia todavía bajos, por lo que se optimiza la tasa de crecimiento.

Rebrotos de por lo menos 14 días pero menores a 28 días serán efectivos en lograr, no solo un acercamiento a la máxima tasa de crecimiento promedio de material altamente digestible, sino también a un tapiz hojoso y con una población estable y densa de macollos que rebrota rápidamente luego de una defoliación severa.

El tercer punto supone un aumento importante de la senescencia, que a su vez varía según la estación de crecimiento. En este sentido, según Parsons y Robson (1982), las defoliaciones poco frecuentes sobre tapices de gramíneas maximizan la fijación de carbono en aquellas estaciones en donde la energía lumínica es alta (primavera) y la mayor fijación de materia seca puede ser invertida en la elongación de los tallos reproductivos. Períodos de hasta 34 días de descanso promueven un potencial fotosintético elevado bajo estas condiciones, aunque los cambios estacionales en la energía solar recibida tienen un marcado efecto en los patrones de fotosíntesis. Extender el período de crecimiento produce un incremento en la fijación de dióxido de carbono en primavera y verano, no siendo así para el otoño. A medida que aumenta el período de descanso –hasta 34 días– se acumula una mayor cantidad de materia seca y asimismo aumenta su disponibilidad (Parsons y Penning, 1988).

El manejo del tapiz debe aspirar a mantener el balance deseado de las especies sembradas. La relación entre la densidad poblacional de macollos (número de macollos por unidad de área) y el tamaño individual de los mismos en el tapiz es inversa (Hodgson, 1990).

#### 2.4.1 Adaptación morfofisiológica a la defoliación

El pastoreo perturba considerablemente el equilibrio interno de las plantas. Según Booyesen y Nelson (1975), la remoción de parte aérea va casi siempre asociada a una caída en el peso total de la planta (follaje y raíces) que puede prolongarse hasta 10 o 14 días (Evans, 1976), período que depende de la intensidad de defoliación.

Luego de la defoliación, los carbohidratos de reserva son movilizados desde la raíz para compensar lo que se proporcionaba antes con la fotosíntesis de las hojas. Por lo tanto, la pérdida de peso ocurre principalmente a nivel de las raíces (Langer, 1990). El crecimiento radicular en pastoreos intensos puede cesar por varios días (Evans, 1973).

El área foliar remanente provee fotosintatos para el mantenimiento de la planta y para el rebrote. Las gramíneas tienden a acumular las sustancias de reserva en la base de las hojas (Davidson y Milthorpe, 1966). Por lo tanto, las pasturas pueden ser defoliadas intensamente siempre y cuando tengan un período de recuperación apropiado. Como contrapartida, la pastura puede ser pastoreada frecuentemente siempre y cuando mantenga un área foliar remanente adecuada (Langer, 1990).

La fijación de nitrógeno por las leguminosas cesa hasta tres semanas luego de la defoliación ya que no hay energía para realizar el proceso (Mustafa, *et al.*, 1969). La funcionalidad anormal de las raíces también afecta la tasa de fotosíntesis o incluso provoca un cese completo de la actividad de cualquier hoja que quede debido a la reducción en el flujo de agua y minerales desde las raíces (Langer, 1990).

El tiempo que demoran los rebrotes en independizarse de los carbohidratos de reserva es de 10 días en alfalfa y 36–48 horas en raigrás (Hodgkinson, 1970, citado por Langer, 1990). La recuperación involucra la iniciación de nuevas hojas y la restauración del peso perdido por las raíces.

Las plantas requieren de un período de descanso para recuperarse completamente de los efectos de la defoliación. Si la planta es defoliada antes de haberse recuperado, el rebrote será más lento y puede eventualmente conducir a la muerte de la planta (Langer, 1990).

Luego de una defoliación la planta entra en un balance de carbono negativo, el cual debe ser reestablecido para que deje de perder peso, por lo que debe recuperar el área fotosintética. Mientras la planta se encuentre en estado vegetativo, nuevo tejido foliar es sintetizado constantemente a nivel de los ápices meristemáticos –incluso luego de la defoliación– siempre y cuando existan suficientes sustratos que soporten el crecimiento tisular (Holmes, 1989).

Las especies forrajeras pueden adaptarse al pastoreo o corte frecuente mediante dos mecanismos de defensa que incluyen reducir el área foliar y el peso de los macollos, mientras que comúnmente aumentan la población. Las plantas adoptan a su vez, una posición postrada, de forma que una parte de la superficie fotosintética escapa a la altura de cosecha, permitiendo una asimilación constante de carbono (Holmes, 1989).

En las gramíneas, la respuesta plástica a defoliaciones frecuentes e intensas conducen a una reducción del tamaño de los macollos individuales, acompañado de un incremento en la densidad de los mismos. Los procesos de plasticidad involucrados en la morfología de las plantas parecen tener importancia en el mecanismo de evasión a la defoliación.

La plasticidad en trébol blanco es expresada principalmente por cambios en el tamaño de las folíolos, en la longitud del pecíolo y de los estolones y en la ramificación. Estos rasgos morfogénicos son influenciados por la relación rojo/rojo lejano en tapices con IAF crecientes (Robin, *et al.*, 1992; Varlet-Grancher *et al.*, 1993, citados por Hodgson e Illius, 1996). De este modo, la competencia por la luz aumenta conforme el crecimiento del follaje y la relación rojo/rojo lejano disminuye, incrementándose la longitud de los pecíolos y del área laminar. Además, la emergencia de tallos axilares cesa y los entrenudos de los estolones se elongan más rápidamente (Hodgson e Illius, 1996). El resultado de estos cambios es el posicionamiento de la superficie laminar en

estratos del follaje más iluminados y el crecimiento de los estolones les permiten escapar a la sombra y eventualmente encontrar lugares en el terreno con mejor iluminación.

En el corto plazo, pastoreos poco frecuentes, permiten a la planta optimizar su flujo de carbono, pero le impiden desarrollar nuevos puntos de crecimiento, los que resultan fundamentales para la persistencia del trébol (Chapman, 1983; citado por Hodgson e Illius, 1996). El hábito de crecimiento estolonífero de los tréboles le da a la especie mayor capacidad de exploración, mientras que las gramíneas permanecen mayormente confinadas.

En tapices bajo pastoreo continuo con altos índices de área foliar, la plasticidad en la longitud de los pecíolos y el tamaño del área foliar, conforme cambia la relación rojo/rojo lejano, aumenta la tasa de recambio de las hojas en trébol blanco, porque los estratos superiores del tapiz, donde se encuentran la mayoría de los folíolos del trébol, son removidos primero durante la defoliación. En contraste, la capacidad de las plantas de reducir la longitud de los pecíolos en respuesta a una intensidad creciente de pastoreo permite proteger una mayor proporción del área foliar del corte y mantener una mayor estabilidad en la economía del carbono (Chapman, 1986 citado por Hodgson e Illius, 1996).

La morfología de las hojas de reposición o de puntos de crecimiento siempre reflejará el ambiente en el que se desarrollan. El equilibrio es dinámico y los cambios compensatorios en la densidad de macollos y su tamaño, en función al régimen de defoliación, resultan en una pequeña diferencia neta en la producción total de hojas por unidad de área de pastura (Chapman y Clark, 1984 citados por Hodgson e Illius, 1996).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

El ensayo fue instalado en el portero número 22 de la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC), Facultad de Agronomía, ruta 3 km. 363, en la sexta sección policial del departamento de Paysandú (32° 20' S; 58° 02' W; Alt: 61 m), el 25 de junio de 2002. Las parcelas experimentales se delimitaron sobre un Brunosol Éútrico de la unidad San Manuel ubicado sobre sedimentos limosos de la Formación Fray Bentos. Los datos químicos del mismo se detallan en el Cuadro 3. El estudio finalizó el 18 de junio de 2003.

Cuadro 3: Resultados del análisis de suelos de las unidades experimentales

<b>Bloque</b>	<b>pH (agua)</b>	<b>MO %</b>	<b>P ppm</b>	<b>N-NO<sup>-3</sup> ppm</b>
<b>I</b>	5,1	5,1	9,3	6,4
<b>II</b>	5,7	4,9	8,8	5,9
<b>III</b>	5,7	4,5	8,2	6,0
<b>IV</b>	6,2	5,0	17,6	7,3

#### 3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

El ensayo comprendió seis mezclas forrajeras que se distribuyeron aleatoriamente dentro de cada uno de los cuatro bloques (diseño de bloques completos al azar). El primer año del ensayo –que se extendió hasta el 20 de marzo de 2003–, contempló un solo tratamiento sobre parcelas de 5,0 m por 1,8 m (9,0 m<sup>2</sup>).

Durante el segundo año se adicionó el tratamiento frecuencia de defoliación, por lo que las parcelas experimentales fueron divididas en dos partes iguales (2,5 m por 1,8 m). En este período, el ensayo englobó 12 variables experimentales (seis mezclas

forrajeras con dos manejos de defoliación) con cuatro repeticiones en parcelas de 4,5 m<sup>2</sup>. La representación esquemática del plano general para ambos años del ensayo se presenta en la Figura 2.

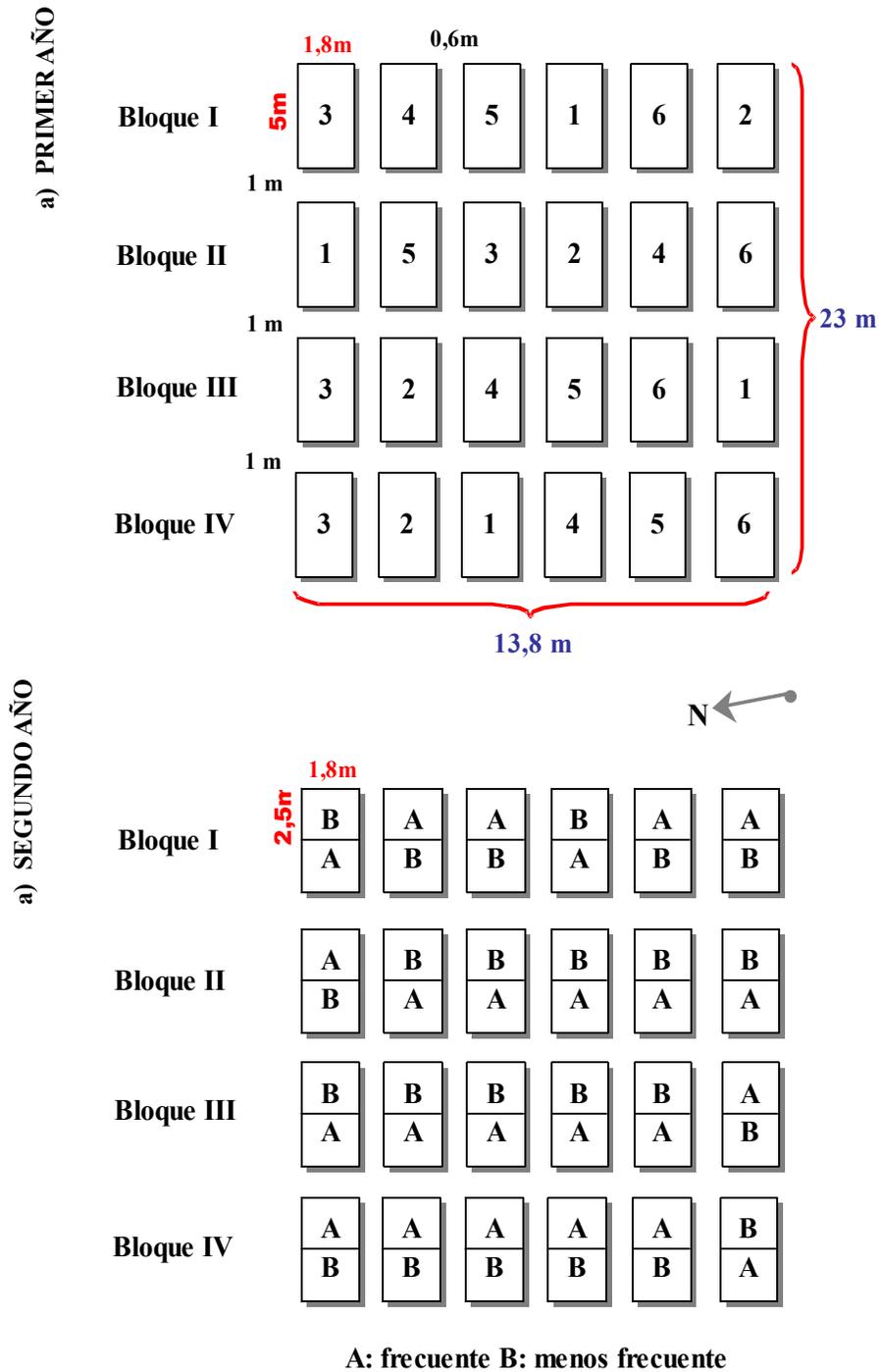
### 3.3 TRATAMIENTOS

Las seis mezclas comprendidas en el experimento, formaron parte del primer grupo de variables estudiadas. Las especies componentes de las mezclas forrajeras y su método de siembra se detallan en el Cuadro 4.

La frecuencia de corte –variable introducida durante el segundo año–, fue decidida en función de la cobertura del suelo, definiéndose al manejo A (ó frecuente) aquel cortado cuando la estimación visual de cobertura oscilaba entre 85% y 90%. El momento de corte del manejo B (ó menos frecuente) se fijó al transcurrir 50% más de días luego de alcanzar la cobertura establecida en el manejo frecuente.

En el caso de las mezclas que incluyen *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* (tratamientos 1, 2 y 3), las gramíneas fueron sembradas en 11 hileras a 17 cm de distancia y las leguminosas se sembraron al voleo. En el caso de los tratamientos 4, 5 y 6 las gramíneas y las leguminosas se sembraron en hileras intercaladas. Para todas las mezclas se mantuvo constante el número de semillas por metro lineal –tomándose en cuenta la competencia en la hilera–, por lo que la densidad se reduce a la mitad en el caso de las mezclas con gramíneas y leguminosas en línea. En estos casos se sembraron cinco hileras de leguminosas y seis hileras de gramíneas quedando éstas contra el borde de la parcela.

Figura 2: Plano general del ensayo para primer (a) y segundo año (b)



Cuadro 4: Descripción de las especies integrantes de las mezclas forrajeras)

Trat	Especies integrantes	Cultivar	Semillas (Nº/m)*	% de germ	Den siembra (Kg/ha)*	Método siembra
1	<i>Phalaris aquatica</i>	Estanzuela Urunday	562,5	75,0	9,0	En línea
	<i>Trifolium repens</i>	Estanzuela Zapicán	–	94,5	1,5	Al voleo
	<i>Lotus corniculatus</i>	Estanzuela San Gabriel	–	88,0	6,0	Al voleo
2	<i>Festuca arundinacea</i>	Estanzuela Tacuabé	588,2	82,2	10,0	En fila
	<i>Trifolium repens</i>	Estanzuela Zapicán	–	94,5	1,5	Al voleo
	<i>Lotus corniculatus</i>	Estanzuela San Gabriel	–	88,0	6,0	Al voleo
3	<i>Dactylis glomerata</i>	INIA Oberón	843,4	70,0	7,0	En fila
	<i>Trifolium repens</i>	Estanzuela Zapicán	–	94,5	1,5	Al voleo
	<i>Lotus corniculatus</i>	Estanzuela San Gabriel	–	88,0	6,0	Al voleo
4	<i>Festuca arundinacea</i>	Estanzuela Tacuabé	588,2	82,2	5,45	En filas alternadas
	<i>Medicago sativa</i>	Estanzuela Chaná	266,1	93,3	5,45	
5	<i>Dactylis glomerata</i>	INIA Oberón	843,4	70,0	3,82	En filas alternadas
	<i>Medicago sativa</i>	Estanzuela Crioula	257,3	90,0	5,45	
6	<i>Bromus auleticus</i>	Potrillo	602,4	85,0	25,0	En filas alternadas
	<i>Medicago sativa</i>	Estanzuela Chaná	266,1	93,3	5,45	
	<i>Trifolium repens</i>	Estanzuela Zapicán	230,8	94,5	1,5	

\*se considera con 100% de germinación y pureza

### 3.4 HISTORIA DE CHACRA, FERTILIZACIÓN Y USO DE AGROQUÍMICOS

Durante el verano previo a la instalación del ensayo se sembró un verdeo compuesto por la especie *Setaria italica* (Moha) la que se cosechó el 6 de abril de 2002. Seguidamente se le aplicó un herbicida total (glifosato). Posteriormente, el 12 de junio se roturó superficialmente el suelo con un rotovador con el objetivo de preparar la cama de siembra y ejercer mayor control sobre la gramilla. El 25 de junio se sembró el experimento, previa inoculación de las leguminosas con sus respectivas cepas de *Rizhobium*.

La fertilización se realizó tomando en cuenta una aproximación de los niveles de fósforo contenidos en el suelo. La dosis fue decidida en función del nivel crítico de la especie más demandante; en este caso correspondió al de *Medicago sativa* (Alfalfa) que se fijó en 20 ppm Bray 1, por lo que la aplicación de fosfato diamónico (18-46/46-0)

ascendió a 200 Kg.Ha<sup>-1</sup>. El ensayo fue refertilizado con 25-33/33-0 a comienzos del otoño de segundo año tomando como referencia los datos de análisis de suelo del Cuadro 5.

Debido a la presencia de malezas anuales invernales luego de la siembra de las mezclas, como *Coronopus didymus*, crucíferas y *Ammi majus*, el 15 de agosto de 2002 se aplicó 300 cc.Ha<sup>-1</sup> de Flumetsulam (Preside) a todo el ensayo. En cuanto al manejo de insectos y plagas, se controló permanentemente la presencia de hormigas cortadoras con Mirex. Finalmente, y debido a un brote considerable de pulgones, se aplicó 400 cc.Ha<sup>-1</sup> de Clorpirifós al 44,9% de peso (Lorsban) el 23 de setiembre de 2002.

Cuadro 5: Análisis de suelo para refertilización

	ANALISIS de SUELO 20/03/2003				REFERTILIZACION	
	Trat	P Bray I (ppm)	N-N <sub>03</sub> <sup>-</sup>	MO (%)	Kg 25-33.Ha <sup>-1</sup>	g/parcela
<b>Blo I</b>	1, 2, 3	13,01	9,0	4,6	210	252
	4, 5, 6	12,51	3,0	5,0	240	288
<b>Blo II</b>	1, 2, 3	14,76	7,5	5,0	180	216
	4, 5, 6	14,01	3,0	4,7	180	216
<b>Blo III</b>	1, 2, 3	13,51	3,0	4,3	210	252
	4, 5, 6	12,26	3,0	4,3	240	288
<b>Blo IV</b>	1, 2, 3	9,51	6,0	4,3	330	396
	4, 5, 6	13,01	3,0	4,0	210	252

### 3.5 DETERMINACIONES

#### 3.5.1 Altura del perfil de pastura

Inmediatamente previo a cada corte y entre medio de éstos, fue determinada la altura total desde el nivel del suelo, utilizando una varilla graduada en centímetros, registrándose tanto la altura correspondiente al punto de toque más alto como la especie

a la que pertenecía la lectura. En cada unidad experimental se registraron 12 lecturas en una transecta a intervalos de 15 centímetros tomándose el promedio de las mismas como el valor para el análisis estadístico (ver Anexo I).

### 3.5.2 Porcentaje de suelo cubierto

Conjuntamente con las medidas de altura de la pastura, se realizaron estimaciones visuales del porcentaje de suelo cubierto. Con este fin fue utilizado un rectángulo de 20 centímetros de ancho por 50 centímetros de largo, con ocho subdivisiones de modo de facilitar la estimación. Durante el primer año se realizaron cuatro medidas por parcela, mientras que en el segundo año –al tratarse de parcelas más pequeñas– éstas se redujeron a tres (ver Anexo II).

### 3.5.3 Rendimiento total del horizonte de cosecha

El horizonte de cosecha (HC) resultó de la diferencia entre la altura previa al corte y la del rastrojo remanente, la cual fue estandarizada en 5,5 cm (intensidad de defoliación). La adopción de este criterio responde a la practicidad de considerar la producción ( $R_{tot}$ ) del mismo como utilizable en su totalidad. El forraje fue cosechado mediante una cortadora autopropulsada de 53 centímetros de ancho operativo, con altura regulable y bolsa recolectora de forraje. En cada unidad experimental ( $9 \text{ m}^2$ ) se cosecharon  $2,65 \text{ m}^2$  durante el primer año y al dividir en dos cada parcela ( $4,5 \text{ m}^2$ ), se cosecharon  $1,908 \text{ m}^2$  (ver Anexos III y IV).

El forraje recolectado se pesó inmediatamente y, con el cometido de estimar el contenido de agua total y calcular el porcentaje de materia seca (MS), se extrajo una muestra de hasta 200 gramos, que se secó en una estufa de ventilación forzada a  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  durante 48 horas. Para determinar la composición gravimétrica de la pastura, se cortaron con una tijera dos muestras de  $0,09 \text{ m}^2$  –cuadrado de 30 cm de lado– a la altura de corte

(aproximadamente 5,5 cm). El material se separó manualmente agrupándose en las siguientes fracciones:

- *Pastura (Rpas)*: correspondiente a cualquier parte verde de plantas de las especies sembradas; a su vez, dentro de ésta se separó por especie, gramínea (RenG), trébol blanco (RenTB), lotus (RenL) y alfalfa (RenA).
- *Material senescente (RS)*: cualquier parte de planta de las especies sembradas de coloración amarillenta amarronada.
- *Especies espontáneas (RenE)*: cualquier parte de planta de otras especies que las sembradas, pero que pudieran ser apetecibles por el ganado, ya sea en estado juvenil (verde) o maduro (senescente).
- *Malezas (RenM)*: cualquier parte de planta de especies no apetecibles, ya sea en estado juvenil o maduro.

Luego de la separación, cada muestra fue individualmente secada a estufa, bajo las mismas condiciones descritas para rendimiento total. A partir del peso de las diferentes fracciones se estableció su contribución en Kg de MS del HC.Ha<sup>-1</sup> al rendimiento total.

#### 3.5.4 Tasa de crecimiento promedio (TCP)

El crecimiento promedio de la producción total cosechada en cada corte (Kg de MS.Ha<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup>) fue calculado dividiendo aquella entre el número de días transcurridos desde la última defoliación. Dado que los cortes con máquina fueron realizados siempre a la misma altura y en la misma área de cada parcela, la producción obtenida en cada corte correspondió a la neta, sin necesidad de descuentos por material producido

previamente y cosechado en el corte siguiente. La tasa de crecimiento para las fracciones descritas previamente fue calculada en forma similar, dividiendo el total de MS correspondiente a cada fracción entre el número de días transcurrido.

### 3.5.5 Relación entre altura y cobertura con el rendimiento del HC

A partir de la producción de materia seca del HC –total y pastura– y la altura al momento del corte se estimó la regresión para la agrupación de las mezclas 1, 2 y 3 (TBL) y 4, 5 y 6 (ALF) en función de la estación de crecimiento. También se calculó la regresión con el porcentaje de suelo cubierto y el rendimiento.

### 3.5.6 Profundidad del horizonte de cosecha

Se calculó como la diferencia entre la altura de la pastura previo al corte y la del rastrojo luego del mismo (5,5 cm). Se expresa como centímetros lineales cosechados y es una medida previa para estimación de la densidad del forraje cosechado según la altura del estrato.

### 3.5.7 Densidad del horizonte de cosecha

Este parámetro ( $\text{Kg MS.cm}^{-1}$ ) fue calculado dividiendo la producción de MS de cada fracción entre la profundidad del HC, de manera de proporcionar una comparación de la estructura de cada mezcla al momento del corte. Esta variable fue utilizada para comparar la estructura de la misma mezcla bajo ambos manejos de defoliación.

## 3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS

Para el estudio estadístico de las determinaciones de rendimiento, tasa de crecimiento y densidad del horizonte de cosecha, fue utilizado un diseño de bloques

completos al azar (DBCA) con parcelas divididas en el tiempo. Éste es un tipo de experimento en el cual se estudia más de un factor, formando tratamientos con las combinaciones de los diferentes niveles de los factores (experimento factorial).

Para la estimación de las ecuaciones que vinculan a la altura y/o cobertura con el rendimiento total de la pastura por estación de crecimiento, fue utilizado un modelo de covarianza para la regresión lineal. Dicha covarianza eliminó los efectos del bloque, de la fracción leguminosa dominante (TBL y ALF) y de la estación.

El DBCA tomó en cuenta los efectos: corte (momento de defoliación de la pastura); tratamiento, variable que el primer año integró únicamente a la composición específica de las mezclas, mientras que en el otoño de segundo año también contempló el manejo frecuencia de defoliación; y la interacción entre corte y tratamiento. A las parcelas divididas en el tiempo se les realizó una corrección autoregresiva de orden 1 (AR1), ya que se consideró que los residuales de cada parcela (tratamiento dentro de bloque) estaban relacionados entre sí. Para el análisis de la frecuencia de defoliación se agregó al modelo el factor manejo (subparcela), que también fue corregida por AR1.

Para la comparación de los tratamientos entre sí se utilizó la prueba Tukey con una confianza de 90%. Para los análisis de rendimiento y tasa de crecimiento promedio se utilizó como complemento la prueba slice –busca dentro de cada factor de nivel A las diferencias del nivel B–, la que en función de su significancia permitió utilizar, en aquellas comparaciones en la que Tukey fue demasiado exigente, la prueba DMS.

Como complemento fueron realizados diversos contrastes –combinación lineal de parámetros en que se cumple que la suma de los coeficientes que los afectan es cero– que permitió comparar entre grupos de tratamientos similares.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE LAS MEZCLAS Y SUS FRACCIONES DURANTE EL PRIMER AÑO

El primer año estuvo comprendido entre la siembra (25 de junio de 2002) y el último corte de verano (20 de marzo de 2003). Se realizaron cinco cortes durante este período para analizar el rendimiento total y su composición gravimétrica (rendimiento de las fracciones gramínea, trébol blanco, lotus, alfalfa, malezas, especies espontáneas y restos secos) en las siguientes fechas:

- 8 de octubre (todas las mezclas)
- 30 de octubre (mezclas 1, 2 y 3) y 12 de noviembre (mezclas 4, 5 y 6)
- 9 de diciembre (mezclas 1, 2 y 3) y 16 de diciembre (mezclas 4, 5 y 6)

Estos cortes corresponden al período definido como invierno–primaveral.

- 28 de enero (todas las mezclas)
- 20 de marzo (todas las mezclas)

Estos cortes corresponden al período definido como estival.

La producción de materia seca que se obtuvo a partir de los cortes es aquella comprendida en el horizonte de cosecha (rendimiento acumulado por encima de 5,5 cm de altura). Tanto en el primer como en el segundo año analizado, se obtuvo una baja participación de la fracción malezas (menor a 10% del rendimiento total), por lo que la producción de materia seca de la fracción pastura (especies sembradas) fue considerada igual al rendimiento total.

#### 4.1.1 Rendimiento total de las mezclas

No hubo diferencias entre los tratamientos durante el primer año de la pastura (ver cuadro 6). A pesar de ello, analizando el componente leguminosa, se aprecia que existe una tendencia de mayor acumulación de materia seca en las mezclas que poseen trébol blanco y lotus (1, 2 y 3) que aquellos tratamientos con alfalfa (4, 5 y 6). El análisis de contrastes entre estos grupos de tratamientos (1, 2 y 3 contra 4, 5 y 6) resultó significativo ( $p < 0,0485$ ) con una diferencia de rendimiento de 614 Kg de MS del HC.Ha<sup>-1</sup> a favor de los tratamientos con trébol blanco y lotus.

Para el primer año, la distribución estacional de los rendimientos acumulados fue similar para los seis tratamientos, destacándose la buena producción estival de todas las mezclas, incluso aquellas cuya fracción leguminosa estuvo conformada por trébol blanco y lotus, ya que se podría esperar una mayor producción estival en las mezclas integradas con alfalfa.

Cuadro 6: Producción total del HC (Kg MS.Ha<sup>-1</sup>) de las mezclas por corte y acumulada durante el primer año

Mezcla	8-oct	30-oct	9-dic	28-ene	20-mar	Acumulada	Inv-Prim	Estival
<b>1 Ph+TB+L</b>	1434,9 ab	1262,4	1946,4 ab	2184,0 a	875,4 c	7703,2	60%	40%
<b>2 F+TB+L</b>	1432,6 ab	1127,1	2217,2 ab	2114,7 a	1187,8 b	8079,1	59%	41%
<b>3 D+TB+L</b>	1685,9 a	1081,9	1858,7 ab	2056,8 ab	1224,3 b	7908,0	59%	41%
	8-oct	12-nov	16-dic	28-ene	20-mar	Acumulada	Inv-Prim	Estival
<b>4 F+Alf</b>	1190,3 bc	1126,3	1801,7 ab	1422,3 b	1388,2 ab	6929,4	59%	41%
<b>5 D+Alf</b>	1275,4 bc	1460,2	1562,1 b	1413,9 b	1230,2 b	6941,7	62%	38%
<b>6 Br+Alf+TB</b>	1019,3 c	1337,4	2244,3 a	1731,2 ab	1645,4 a	7977,4	58%	42%

Letras diferentes en una misma columna corresponden a tratamientos que difieren entre sí con  $P < 0,10$

Como se ve en el Cuadro 6, para los primeros tres cortes, las mezclas 1 (Ph+TB+L), 2 (F+TB+L) y 3 (D+TB+L) tendieron a acumular más materia seca que las

mezclas con alfalfa (tratamientos 4, 5 y 6). Esta observación es consistente con las diferencias productivas de los grupos 1–2–3 y 4–5–6 para todo el primer año. El corte del 20 de marzo muestra la transición al segundo año, en donde los rendimientos de los tratamientos con alfalfa fueron mayores al grupo 1–2–3, lo que respondió a la mayor adaptación de la alfalfa a las temperaturas y precipitaciones registradas en verano.

En los dos primeros cortes (Figura 3), la acumulación de materia seca fue menor que aquella de los meses de diciembre y enero, a pesar que la primavera posee mejores condiciones para el crecimiento. Estas defoliaciones fueron las primeras que se le realizaron a la pastura con los consiguientes cambios morfológicos que implican el aumento en la población de puntos de crecimiento.

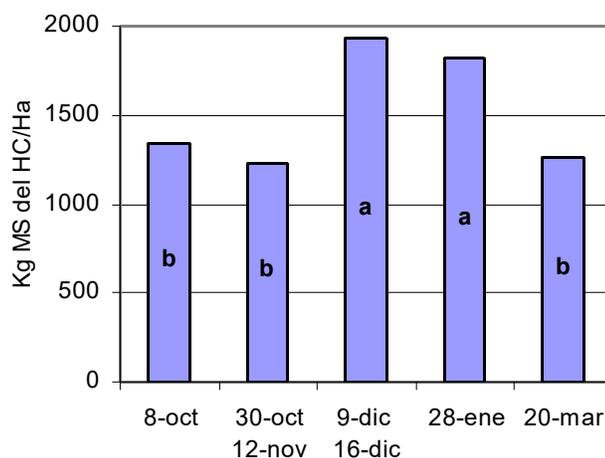
En este sentido, la especie que mayor aumento de producción sostuvo fue el trébol blanco para los tratamientos sembrados al voleo (1, 2 y 3), que incrementó su participación en el rendimiento total –del primer al segundo corte– de 16% a 33%. Dicho aumento fue acompañado por una disminución en la participación de ambas especies acompañantes en el caso de las mezclas 1–2–3, fruto de la mayor capacidad de exploración de esta especie por su hábito estolonífero.

La alfalfa, a diferencia de lo esperado, disminuyó 24% su participación relativa en el segundo corte con respecto al primero. Posteriormente, la fracción recupera su dominancia llegando a 48% del total.

Tomando en cuenta que en los cortes posteriores, la contribución de la base leguminosa fue mayor que aquella aportada por la gramínea perenne, se puede argumentar que el rendimiento total de las mezclas estuvo dominado por la primera mencionada (trébol blanco y lotus para las mezclas 1–2–3, alfalfa para los tratamientos 4–5 y alfalfa y trébol blanco para la mezcla 6).

Por otro lado, como se aprecia en el Cuadro 6, la producción estival fue buena (40% del acumulado en este año), lo que se explicó por las precipitaciones acaecidas en dicha estación. Los cuadros de precipitaciones y temperaturas promedio para el período de estudio se presentan en el Anexo V.

Figura 3: Producción total del HC promedio de todas las mezclas por corte para primer año



Letras diferentes corresponden a valores que difieren entre sí con  $P < 0,10$

La prueba de comparación múltiple entre los cortes (Figura 3) mostró un pico de producción de materia seca en diciembre y enero, explicado fundamentalmente por la siembra tardía y las buenas temperaturas promedio del período de crecimiento de noviembre (19,4 °C) y diciembre (21,8 °C) que estuvieron acompañadas por buena disponibilidad hídrica (267 mm y 109 mm respectivamente). El corte de enero no difirió estadísticamente del de diciembre, aunque tuvo un registro térmico promedio superior (25,0 °C para enero y 21,8 °C para diciembre), pero acompañado de buenas precipitaciones (100 mm) que permitieron registrar una buena acumulación de materia seca.

En el último corte del primer año de la pastura, la acumulación de materia seca disminuyó respecto a los anteriores, debido a las altas temperaturas de los días posteriores al corte del 28 de enero (alta evapotranspiración potencial), sumado al estrés hídrico ocurrido durante el mes de febrero (33 mm). Por otro lado, en marzo, las abundantes precipitaciones (196 mm) acompañadas de temperaturas moderadas (21,2 °C) permitieron que la acumulación de materia seca fuera igual a la de los cortes de primavera.

#### 4.1.2 Rendimiento gramínea – *Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata*, *Phalaris aquatica* y *Bromus auleticus*

Como se observa en el Cuadro 7, la gramínea que más rindió durante el primer año fue dactylis asociada con trébol blanco y lotus (tratamiento 3). Esta producción fue estadísticamente igual a su asociación con alfalfa (tratamiento 5). A pesar de ello, la primera rindió 424 Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup> más, producción que en términos agronómicos no es despreciable. A la vez, la distribución del rendimiento según la estación también varía según la base leguminosa. Para el tratamiento 3 la participación del rendimiento durante el período estival fue mayor que en la mezcla 5, debido a la mayor agresividad de la alfalfa en verano.

Con respecto a la festuca, el comportamiento estacional fue diferente al de dactylis. En este sentido, el rendimiento estival de su asociación con alfalfa resultó mayor que para el tratamiento 2. Igualmente, como se aprecia en el análisis estadístico del Cuadro 7, la fracción leguminosa no afectó el comportamiento de las gramíneas festuca y dactylis. Así lo demuestra la comparación entre los tratamientos 2 y 4 (festuca asociada a trébol blanco y lotus y a alfalfa respectivamente) y los tratamientos 3 y 5 (dactylis asociado a trébol blanco y lotus y a alfalfa respectivamente).

La producción de bromus fue casi nula. La baja implantación (5,5%, datos no analizados en este trabajo) y el buen desarrollo de la alfalfa y el trébol blanco determinaron estos resultados. Si bien el rendimiento en primer año de esta gramínea es considerado bajo por Olmos (1993), el rendimiento obtenido en el ensayo significó la casi pérdida de esta especie.

La acumulación de materia seca resultó más importante durante el período invierno–primaveral (superior al 75% en todos los tratamientos), lo que denota la estacionalidad de la producción de las gramíneas invernales. La latencia del phalaris durante el verano determinó su escasa producción en esta estación (6%).

Como se aprecia en el Cuadro 7, la producción de dactylis fue la más alta en todo el período. Phalaris, por su parte, disminuyó notablemente su producción a partir del 28 de enero debido a la latencia estival. A su vez, festuca y dactylis también disminuyeron su rendimiento en este corte. Esto estuvo explicado porque durante el período de crecimiento entre ambos cortes finalizó la elongación de tallos para ambas gramíneas. Si bien, la disminución del rendimiento es superior al 50% en todas las especies, dactylis sigue siendo la gramínea de mayor producción, lo que se explica por su mayor tolerancia al verano con respecto a festuca (García, 1995).

Sobresale la caída del rendimiento de la festuca de la mezcla dos para el corte del 28 de enero. El decremento respondió a la dominancia del trébol blanco en este tratamiento que luego del corte del 9 de diciembre cubrió rápidamente la superficie de suelo, sombreando al resto de las especies. Esto determinó que en esta mezcla la participación relativa del trébol blanco ascendiera al 42% del total, superando ampliamente al lotus que llegó a 29%.

Cuadro 7: Producción del HC (Kg MS.Ha<sup>-1</sup>) de la fracción gramínea por corte y acumulada durante el primer año

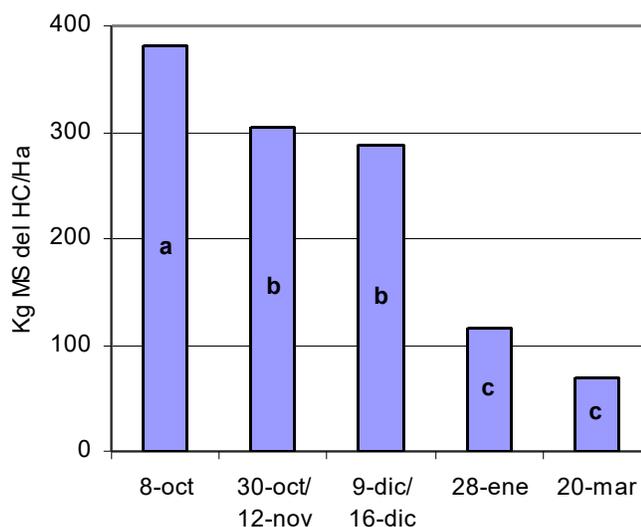
Tratamiento	8-oct	30-oct	9-dic	28-ene	20-Mar	Acumulada	Inv-Prim	Estival
<b>1 Ph (+TB+L)</b>	447,7 b	487,9 a	246,4 ab	71,5 bc	9,9	1263,3 bc	94%	6%
<b>2 F (+TB+L)</b>	267,7 bc	159,7 bc	284,4 ab	56,0 bc	74,1	841,8 c	85%	15%
<b>3 D (+TB+L)</b>	774,4 a	428,5 ab	439,3 a	233,6 a	166,8	2042,6 a	80%	20%
	8-oct	12-nov	16-dic	28-ene	20-Mar	Acumulada	Inv-Prim	Estival
<b>4 F (+Alf)</b>	294,4 bc	225,6 abc	352,3 a	188,0 ab	82,5	1142,8 bc	76%	24%
<b>5 D (+Alf)</b>	485,5 ab	524,0 a	388,3 a	143,3 ab	77,3	1618,4 ab	86%	14%
<b>6 Br (+Alf+TB)</b>	16,6 c	1,8 c	13,6 b	0 c	1,6	33,6 d	95%	5%

Letras diferentes en una misma columna corresponden a tratamientos que difieren entre sí con  $P < 0,10$

La fracción gramínea presentó su máxima producción en el primer corte (ver Figura 4), lo que la diferenció de las demás. También manifestó una caída progresiva pero continua de rendimiento. Su escasa participación en el rendimiento total de la pastura a partir del corte del 28 de enero mostró la casi pérdida de esta fracción. Es importante resaltar que los rendimientos promedio fueron además disminuidos debido a la baja contribución del bromus la cual está incluida en el promedio general.

Los datos de producción por parcela para cada corte y el porcentaje de materia seca se presentan en el Anexo III. Asimismo la altura y el porcentaje de suelo cubierto previo a cada corte se presentan en los Anexos I y II.

Figura 4: Producción del HC del promedio de la fracción gramínea por corte durante el primer año



Letras diferentes corresponden a valores que difieren entre sí con  $P < 0,10$

#### 4.1.3 Rendimiento de *Trifolium repens*

Debido a que el trébol blanco en el tratamiento 6 estuvo asociado a alfalfa se realizó un análisis de contrastes entre el agrupamiento de las mezclas 1, 2 y 3 (en las que el trébol blanco estuvo asociado a lotus) contra el tratamiento 6, que mostró un comportamiento significativamente mayor del primer grupo (941,4 Kg de MS del HC.Ha<sup>-1</sup> con  $p < 0,0028$ ).

El cuadro 8 destaca la diferencia de estacionalidad de la mezcla con trébol blanco y alfalfa con respecto a los primeros tres tratamientos. La baja participación de esta leguminosa en el verano cuando estuvo asociada a alfalfa fue explicada por la alta capacidad de competencia de ésta última en el período estival. La producción de verano del trébol blanco en las mezclas 1, 2 y 3 resultó ser importante considerando el ciclo de producción de esta especie, teniendo en cuenta que estos resultados correspondieron al

primer año de una pastura sembrada tardíamente. Esto demostró que manejos que contemplen fertilizaciones elevadas conjuntamente con condiciones benignas durante el verano (elevadas precipitaciones) pueden contrarrestar los efectos adversos de sembrar más tarde.

La distribución estacional encontrada difirió de aquella presentada por Díaz Lago, *et al.* (1996), quienes determinaron que la producción estival de esta especie fue 13% del acumulado. Por otro lado, los mismos autores señalaron que la participación primaveral del trébol blanco asciende a un rango de 42% a 59% –para primer, segundo y tercer año–, datos que sí fueron similares a los conciliados en el ensayo. A su vez, los mismos autores señalaron que la producción de forraje de primer año se concentró entre octubre y diciembre, lo que concuerda con los datos obtenidos por el trabajo a pesar que el mismo fue sembrado tardíamente.

Cuadro 8: Producción del HC (Kg MS.Ha<sup>-1</sup>) de la fracción trébol blanco por corte y acumulada durante el primer año

Tratamiento	08-oct	30-oct	09-dic	28-ene	20-mar	Acumulada	Inv-Prim	Estival
1 TB (+Ph+L)	208,5	391,7	974,6	833,1 a	420,1 a	2828,0 a	56%	44%
2 TB (+F+L)	259,9	339,8	852,6	885,2 a	397,2 a	2734,7 a	53%	47%
3 TB (+D+L)	239,8	296,8	646,2	522,7 ab	330,1 a	2035,6 ab	58%	42%
	08-oct	12-nov	16-dic	28-ene	20-mar	Acumulada	Inv-Prim	Estival
6 TB (+Br+Alf)	237,3	289,9	860,9	161,2 b	42,1 b	1591,4 b	87%	13%

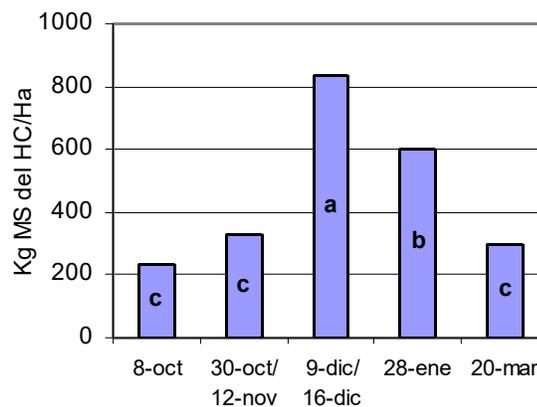
Letras diferentes en una misma columna corresponden a tratamientos que difieren entre sí con  $P < 0,10$

Como se ve en el Cuadro 8, en los primeros tres cortes (período invierno–primaveral), no hubo diferencias de producción para trébol blanco entre los tratamientos. En los cortes de verano, tampoco hubo diferencias en las mezclas que se asoció a lotus, mientras que cuando se asoció con alfalfa rindió menos que los restantes. Este resultado mostró consistencia respecto a la mayor competencia que ejerce la alfalfa (ver Cuadro

10) sobre el trébol blanco en esta estación. Además, en los tratamientos 1, 2 y 3 el trébol blanco se benefició con el descenso de la fracción gramínea (menor competencia) a pesar que las temperaturas se ubicaron por encima del óptimo para esta especie. El comportamiento del trébol blanco de principios de diciembre fue netamente superior a aquel visto en los cortes anteriores.

Al final de la primavera se registró el pico de producción para esta especie (ver Figura 5), que se corresponde con la estación reproductiva (noviembre–diciembre). El comportamiento en el corte de enero (significativamente mayor a los primeros dos cortes) responde a un aumento y mayor desarrollo de la población por ramificación estolonífera, sumado a un ambiente favorable dado por la alta disponibilidad hídrica y la menor competencia de la fracción gramínea y al mayor tiempo de acumulación.

Figura 5: Producción del HC del promedio de la fracción trébol blanco por corte durante el primer año



Letras diferentes corresponden a cortes que difieren entre sí con  $P < 0,10$

#### 4.1.4 Rendimiento *Lotus corniculatus*

Se destaca la elevada productividad (en el Cuadro 9) de esta fracción durante el período invierno–primaveral. Además, la producción acumulada no varió independientemente de la gramínea con la que se asoció.

A pesar de ello, el tratamiento 2 (asociado a la gramínea festuca) rindió más de 500 Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup> por arriba de sus homólogos, diferencia que tomó mayor importancia durante los cortes del 30 de octubre y el 9 de diciembre. Esto se explicó por la baja participación de la festuca durante el primer y segundo corte, causado por el menor vigor inicial de esta gramínea frente a phalaris y dactylis.

Por otro lado, la relación de competencia entre trébol blanco y lotus quedó manifestada al punto que la primera aumentó su participación en detrimento de la otra debido a que trébol blanco ocupa más fácilmente los lugares vacíos. Por tanto, es destacable la importancia de asegurar una correcta población objetivo de ambas especies para no fomentar la dominancia de alguna de ellas.

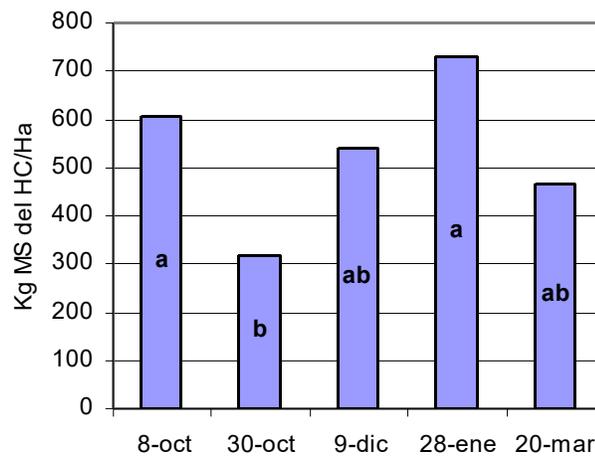
Cuadro 9: Producción del HC (Kg MS.Ha<sup>-1</sup>) de la fracción lotus por corte y acumulada durante el primer año

Tratamiento	08-oct	30-oct	09-dic	28-ene	20-mar	Acumulada	Inv–Prim	Estival
<b>1 L (+Ph+TB)</b>	655,2	216,4	485,1	803,4	296,0	2456,1	55%	45%
<b>2 L (+F+TB)</b>	639,5	518,5	696,7	617,6	558,6	3030,9	61%	39%
<b>3 L (+D+TB)</b>	525,9	212,4	438,2	773,4	539,2	2489,0	47%	53%

Como se aprecia en la Figura 6, el mayor rendimiento de esta especie se dio en el primer y cuarto corte (8 de octubre y 28 de enero respectivamente), pero en términos estadísticos esta producción se diferenció únicamente del corte del 30 de octubre, lo que marcó una cierta estabilidad de la producción en primavera y verano. La razón de la baja

acumulación de este corte fue el poco tiempo de descanso entre defoliaciones (22 días) y no a una disminución de la tasa de crecimiento como se puede apreciar en la Figura 37.

Figura 6: Producción del HC del promedio de la fracción lotus por corte durante el primer año



Letras diferentes corresponden a valores que difieren entre sí con  $P < 0,10$

#### 4.1.5 Rendimiento *Medicago sativa*

Para el primer año (Cuadro 10), la producción promedio no registró diferencias significativas entre tratamientos, lo que establece que no habría interferencia por parte del trébol blanco hacia esta especie (tratamiento 6). En este sentido, para evaluar el efecto del trébol blanco en la productividad de la alfalfa fue realizado un análisis de contrastes entre las mezclas 4 y 5 contra la 6, pero este no fue significativo (94,4 Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup> a favor de la mezcla 6, con  $p < 0,2814$ ).

Por otro lado, los tratamientos 4 y 5 –que no poseen trébol blanco– mostraron una distribución estacional de la producción más equilibrada, mientras que en el

tratamiento 6 –alfalfa asociada a trébol blanco–, la participación invierno–primaveral (43%) fue menor respecto a los tratamientos 4 y 5 (50% y 51% respectivamente).

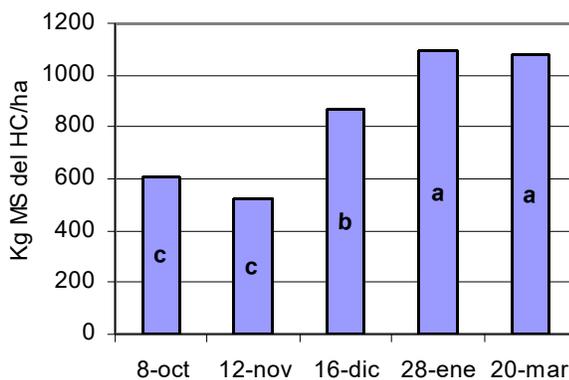
Cuadro 10: Producción del HC (Kg MS.Ha<sup>-1</sup>) de la fracción alfalfa por corte y acumulada durante el primer año

Tratamiento	08-oct	12-nov	16-dic	28-ene	20-mar	Acumulada	Inv-Prim	Estival
4 ALF (+F)	661,7	449,7	931,3	925,5 b	1081,4	4049,6	50%	50%
5 ALF (+D)	547,8	574,4	893,2	1046,5 b	923,6	3985,5	51%	49%
6 ALF (+Br+TB)	603,7	546,8	788,5	1314,9 a	1235,3	4489,2	43%	57%

Letras diferentes en una misma columna corresponden a tratamientos que difieren entre sí con  $P < 0,10$

La Figura 7 que muestra la evolución por corte para esta especie, manifiesta la estacionalidad de la misma, ya que su máxima producción se registró entrado el verano. Además, se destaca su alto rendimiento frente a las demás especies estudiadas, particularmente en esta estación.

Figura 7: Producción del HC del promedio de la fracción alfalfa por corte durante el primer año



Letras diferentes corresponden a cortes que difieren entre sí con  $P < 0,10$

## 4.2 PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE LAS MEZCLAS Y SUS FRACCIONES DURANTE EL OTOÑO DE SEGUNDO AÑO SEGÚN MANEJO

Durante el otoño del segundo año de la pastura se introdujo la variable frecuencia de defoliación. El momento de corte fue decidido en función de la cobertura del suelo, definiéndose al manejo A (ó frecuente) aquel cortado cuando la estimación visual de cobertura oscilaba entre 85% y 90%. El momento de corte del manejo B (ó menos frecuente) se fijó al transcurrir 50% más de días luego de alcanzar la cobertura establecida en el manejo frecuente. La evolución del porcentaje de suelo cubierto entre cortes puede apreciarse en el Anexo II.

Se destacan para este período las buenas condiciones ambientales –temperatura y precipitaciones– que pueden observarse en el Anexo V y la refertilización que se realizó a comienzos del otoño que tomando en consideración en análisis de suelo que se presentó en el cuadro 5.

### 4.2.1 Rendimiento total de las mezclas

#### 4.2.1.1 Manejo A

Se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos tal como se ve en el Cuadro 11, destacándose el mayor rendimiento de las mezclas 4 y 5 que 1, 2 y 3. En líneas generales se aprecia una mayor acumulación de materia seca en los tratamientos con alfalfa que en aquellos con trébol blanco y lotus. El análisis de contrastes correspondiente manifestó una diferencia altamente significativa ( $p < 0,0001$ ) a favor de las mezclas con alfalfa de 586,3 Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.

Cuadro 11: Producción total del HC (Kg MS.Ha<sup>-1</sup>) de las mezclas por corte y acumulada durante el otoño de segundo año – Manejo A

Mezcla	2-may	30-may	18-jun	Acumulada
<b>1 Ph+TB+L</b>	389,13 b	351,98 ab	270,6	1011,6 c
<b>2 F+TB+L</b>	553,08 b	347,51 ab	205,4	1106,0 bc
<b>3 D+TB+L</b>	581,62 b	285,29 b	205,7	1072,6 c
<b>4 F+Alf</b>	994,3 a	426,28 ab	189,8	1610,4 a
<b>5 D+Alf</b>	1028,76 a	531,78 a	252,1	1812,7 a
<b>6 Br+Alf+TB</b>	953,94 a	379,42 ab	189,7	1523,0 ab

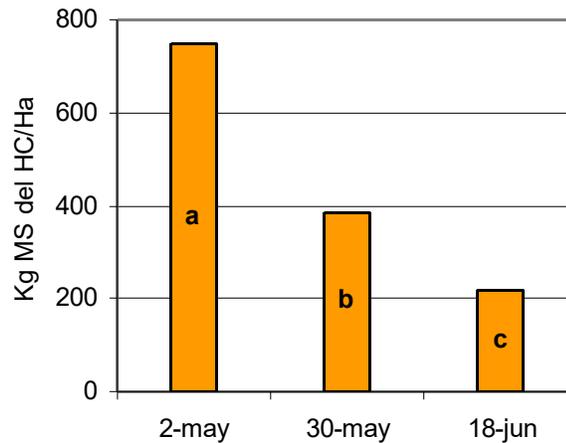
Letras diferentes en la misma columna corresponden a valores que difieren entre sí con P<0,10

La mayor parte de la diferencia de rendimiento (vista en el Cuadro 11) a favor de las mezclas con alfalfa –encontrada en el análisis de contrastes– estuvo explicada por la producción obtenida en el corte del 2 de mayo (43 días de crecimiento), en donde estas mezclas fueron estadísticamente diferentes a aquellas con trébol blanco y lotus. En los cortes posteriores las diferencias se atenuaron y desaparecieron en aquel del 18 de junio.

La disminución de rendimiento detectada en la Figura 8 acompañó la evolución esperada para este período del año en el que el fotoperíodo y las temperaturas disminuyen.

A pesar de ello, abril, mayo y junio registraron temperaturas (16,7 °C, 15,1 °C y 14,4 °C respectivamente) y precipitaciones (231 mm, 229 mm y 12 mm respectivamente) adecuadas para el desarrollo de las especies involucradas en las mezclas. Por tanto, se puede concluir que la elevada frecuencia de defoliación luego del período estival (estrés térmico e hídrico del mes de febrero) y la disminución del fotoperíodo determinaron la disminución de acumulación de materia seca por corte.

Figura 8: Producción total del HC promedio de todas las mezclas por corte durante el otoño del segundo año – Manejo A



Letras diferentes corresponden a valores que difieren entre sí con  $P < 0,10$

#### 4.2.1.2 Manejo B

Para el manejo B, no se aprecian diferencias significativas para el rendimiento promedio entre las mezclas, lo que estuvo explicado por el mejor comportamiento – respecto al manejo A– de los tratamientos con trébol blanco y lotus, que al ser defoliados más frecuentemente se comportaron significativamente por debajo de las mezclas con alfalfa (ver Cuadro 12).

No obstante, la diferencia entre la mezcla Br+Alf+TB y Ph+TB+L fue de 719 Kg de MS del HC.Ha<sup>-1</sup>, a la vez que la diferencia entre Br+Alf+TB y D+TB+L fue de 567 Kg de MS del HC.Ha<sup>-1</sup>. Esta mayor acumulación de materia seca en términos agronómicos es importante. El análisis de contrastes realizado para las mezclas 1, 2 y 3 contra 4, 5 y 6 fue significativo ( $p < 0,0314$ ) a favor de las mezclas con alfalfa en 366,4 Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.

Como ya fuera mencionado, la mayor acumulación de las mezclas con alfalfa respecto a aquellas con trébol blanco y lotus estuvo explicado por el mejor estado de éstas al inicio de la estación, fruto del menor estrés experimentado durante el período estival.

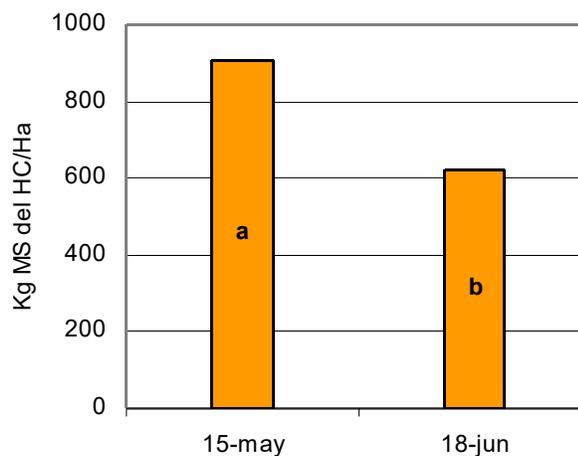
Cuadro 12: Producción total del HC (Kg MS.Ha<sup>-1</sup>) de las mezclas por corte y acumulada durante el otoño de segundo año – Manejo B

<b>Mezcla</b>	<b>15-may</b>	<b>18-Jun</b>	<b>Acumulada</b>
<b>1 Ph+TB+L</b>	559,2 b	579,8	1139,0
<b>2 F+TB+L</b>	910,7 ab	691,1	1601,8
<b>3 D+TB+L</b>	733,4 ab	557,8	1291,2
<b>4 F+Alf</b>	1004,5 ab	521,2	1525,6
<b>5 D+Alf</b>	1072,7 a	675,1	1747,8
<b>6 Br+Alf+TB</b>	1156,2 a	701,6	1857,9

Letras diferentes en una misma columna corresponden a tratamientos que difieren entre sí con P<0,10

Para el manejo B se repitió la tendencia de disminución de rendimiento vista en el manejo de defoliación más frecuente. El manejo menos frecuente no mejoró sustancialmente el desempeño de las mezclas para esta estación, aunque el aumento de producción fue diferencial según base leguminosa, lo que pudo estar explicado por el ambiente otoñal –menor fotoperíodo y menor temperatura–, y que 33 días de descanso no fueron suficientes para mantener la producción de materia seca.

Figura 9: Producción total del HC promedio de todas las mezclas por corte durante el otoño del segundo año – Manejo B



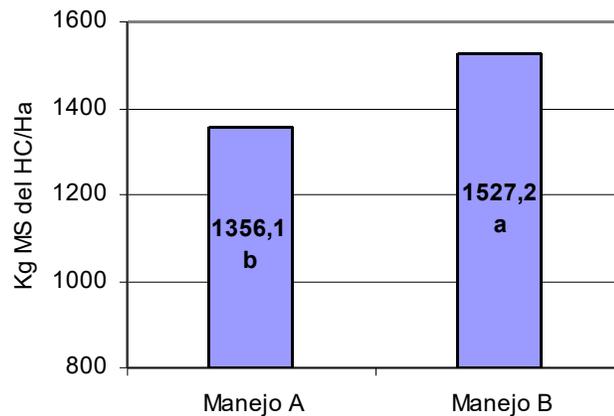
Letras diferentes corresponden a valores que difieren entre sí con  $P < 0,10$

#### 4.2.1.3 Comparación entre manejos

Como se aprecia en el Figura 10, el manejo B acumuló más materia seca debido al mayor descanso entre cortes que permitió una tasa de crecimiento más alta y redundó en una mayor disponibilidad al momento del corte. Esto llevaría a una mejor utilización del forraje por parte del animal, ya que podría cosechar un mayor volumen de materia seca por bocado.

Si bien existieron diferencias a favor del manejo B, el análisis por mezcla no mostró un comportamiento consistente con este resultado tal como se muestra en la Figura 11. Los tratamientos con trébol blanco y lotus (1, 2 y 3) aumentaron su producción en función del mayor descanso entre cortes, específicamente en el tratamiento 2 en que aumenta casi 500 Kg de MS del HC.Ha<sup>-1</sup>. A su vez, la especie que más respondió a la menor frecuencia de defoliación fue el trébol blanco con un 25% en promedio, que significó un aumento absoluto promedio de 210 Kg de MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.

Figura 10: Producción total acumulada del HC del promedio de todas las mezclas para el otoño del segundo año según manejo

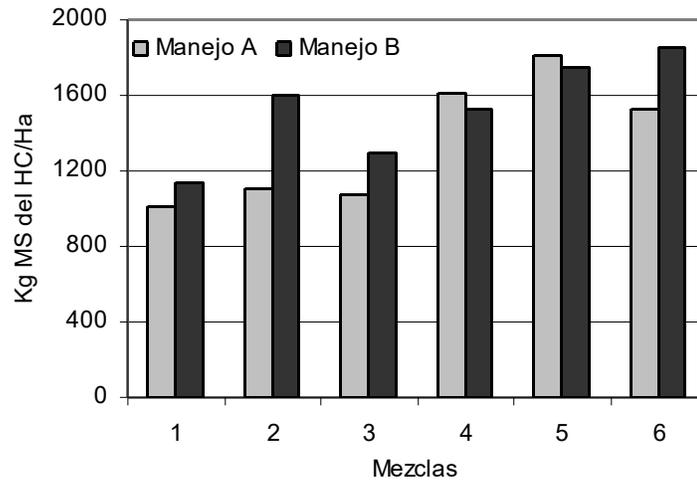


Letras diferentes corresponden a valores que difieren entre sí con  $P < 0,10$

El lotus también respondió favorablemente a este manejo (aumento de 30% respecto a manejo A), pero su participación en el rendimiento total fue considerablemente menor al del trébol blanco. En este sentido, puede suponerse que esta base leguminosa responde favorablemente a un manejo de defoliación menos frecuente.

Las mezclas con alfalfa (4, 5 y 6) se comportaron de diferente forma, lo que sorprende debido a su morfofisiología. Esto se sustenta en que la especie, al ser erecta, expone mayormente sus puntos de crecimiento a la defoliación, por lo que, los rebrotes más vigorosos dependen de la disponibilidad y, por tanto, acumulación previa de reservas a nivel de la corona. Es por esto que cabría esperar una respuesta positiva al mayor tiempo de descanso que no se apreció en este ensayo, tal vez porque el período de aplicación de los manejos no fue suficiente como para que se expresaran los manejos.

Figura 11: Producción total acumulada del HC de las mezclas para el otoño del segundo año según manejo



#### 4.2.2 Rendimiento gramínea – *Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata*, *Phalaris aquatica* y *Bromus auleticus*

##### 4.2.2.1 Manejo A

Como se aprecia en el Cuadro 13 y en la Figura 12, la producción de las gramíneas durante el otoño del segundo año fue agrónomicamente despreciable (menor a 45 Kg de MS del HC.Ha<sup>-1</sup>). Esto se explicó por el ataque de isoca (*Diloboderus abderus*) que sufrió esta fracción a principios de la estación. Puede considerarse que una parte importante de la fracción se perdió; por este motivo si bien se presentan los resultados obtenidos, los mismos no pueden ser concluyentes ni en la comparación entre especies ni entre manejos.

A pesar que la acumulación de materia seca para la fracción fue muy baja y no presentó diferencias significativas, como se aprecia en el Cuadro 13, la gramínea que mejor se comportó fue dactylis asociado a trébol blanco y lotus, igual que en el primer

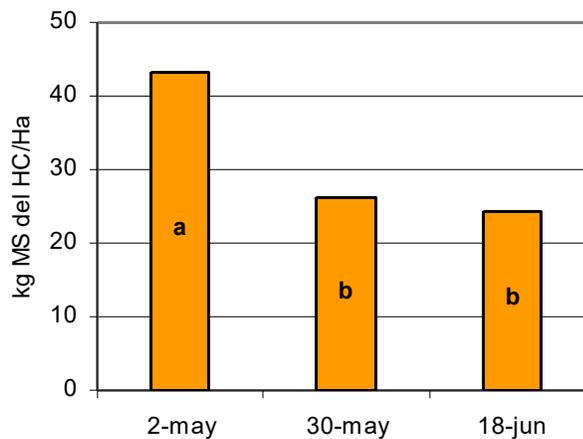
año. A la vez, el ataque de isoca fue muy variable como se puede ver en la producción acumulada para los tratamientos 3 y 5, en los que la misma gramínea (*dactylis*) sufrió en forma diferencial el mismo (mezcla 5 menos del 25% del rendimiento del tratamiento 3).

Cuadro 13: Producción del HC (Kg MS.Ha<sup>-1</sup>) de la fracción gramínea por corte y acumulada durante el otoño de segundo año – Manejo A

Tratamiento	2-may	30-May	18-Jun	Acumulada
1 Ph (+TB+L)	25,5 ab	19,7	37,8	83,0
2 F (+TB+L)	57,7 ab	28,0	23,6	109,3
3 D (+TB+L)	101,6 a	55,3	36,8	193,7
4 F (+Alf)	59,2 ab	27,5	25,4	112,1
5 D (+Alf)	16,3 ab	18,0	9,7	44,0
6 Br (+Alf+TB)	0 b	9,3	12,5	21,7

Letras diferentes en una misma columna corresponden a valores que difieren entre sí con P<0,10

Figura 12: Producción del HC promedio de la fracción gramínea por corte durante el otoño del segundo año – Manejo A



Letras diferentes corresponden a valores que difieren entre sí con P<0,10

#### 4.2.2.2 Manejo B

Como se aprecia en el Cuadro 14 y en la Figura 13, el rendimiento de las gramíneas continuó siendo despreciable, lo que confirmó que la ausencia de esta fracción en el rendimiento de las mezclas se debió principalmente al ataque de isoca mencionado y no al manejo aplicado.

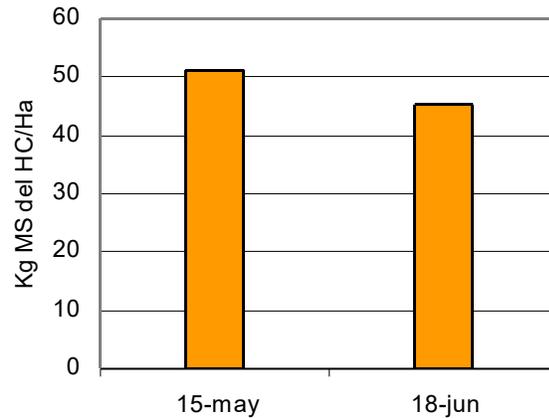
Cuadro 14: Producción total del HC (Kg MS.Ha<sup>-1</sup>) de las mezclas por corte durante el otoño de segundo año – Manejo B

Tratamiento	15-may	18-jun	Acumulada
1 Ph (+TB+L)	34,5 bc	41,6 abc	76,1 ab
2 F (+TB+L)	74,1 ab	70,9 ab	145,0 ab
3 D (+TB+L)	94,3 a	83,9 a	178,2 a
4 F (+Alf)	64,5 ab	34,2 bc	98,7 ab
5 D (+Alf)	31,8 bc	38,4 abc	70,1 ab
6 Br (+Alf+TB)	7,1 c	2,1 c	9,2 b

Letras diferentes en una misma columna corresponden a valores que difieren entre sí con  $P < 0,10$

Como puede apreciarse en la Figura 11, el rendimiento por corte se mantuvo en esta frecuencia de defoliación (no hay diferencias significativas) en contraposición con lo visto para el manejo A.

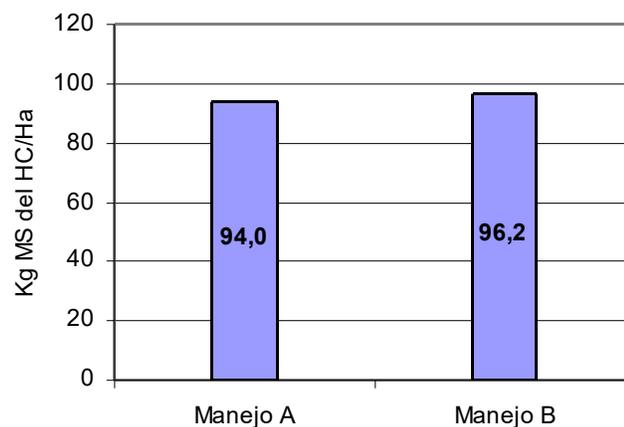
Figura 13: Producción del HC promedio de la fracción gramínea por corte durante el otoño del segundo año – Manejo B



#### 4.2.2.3 Comparación entre manejos

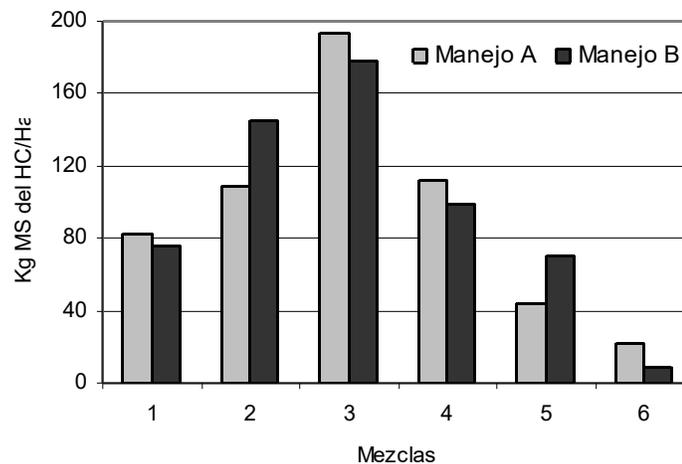
En la Figura 14, se nota el nulo efecto –como ya fuera mencionado– del manejo sobre la acumulación de materia seca. El ataque de isoca, sumado a un febrero que resintió la producción de las gramíneas fueron los causante del escaso rendimiento en esta estación.

Figura 14: Producción total acumulada del HC promedio de la fracción gramínea durante el otoño del segundo año según manejo



A su vez, tal como se ve en el Figura 15, el resultado del manejo fue errático en función de la especie considerada y su asociación con la base leguminosa. En este sentido, dactylis asociado a trébol blanco y lotus rindió menos con la frecuencia de defoliación más elevada. Como contrapartida, el tratamiento 5, que incluyó a la gramínea mencionada con alfalfa, manifestó un mejor comportamiento cuando se aplicó el manejo menos frecuente. En cambio festuca evolucionó de forma contraria a la situación descrita para dactylis.

Figura 15: Producción total acumulada del HC de la fracción gramínea durante el otoño del segundo año según manejo



### 4.2.3 Rendimiento *Trifolium repens*

#### 4.2.3.1 Manejo A

El Cuadro 15 muestra como el trébol blanco del tratamiento 6 rindió por debajo del resto lo que se debió a la fuerte competencia ejercida por la fracción alfalfa durante el verano que indujo al trébol blanco a entrar al otoño con un stand de plantas menor que

aquellos tratamientos asociados a lotus. El 21 de marzo, en los tratamientos 1, 2 y 3 el número de estolones por metro cuadrado fue 710 y en el tratamiento 6 fue 179 estolones.m<sup>-2</sup> (datos no analizados en este trabajo). A su vez, este grupo de tratamientos rindió 362,8 Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup> más que la mezcla 6 (p<0,0006), según el análisis de contrastes correspondiente.

Luego del verano con un manejo frecuente, el tratamiento 6 no se recuperó a pesar que las diferencias con los tratamientos 1, 2 y 3 se atenuaron con el transcurso de los cortes (2 de mayo y 30 de mayo), llegando a ser no significativas el 18 de junio.

Cuadro 15: Producción del HC (Kg MS.Ha<sup>-1</sup>) de la fracción trébol blanco por corte y acumulada durante el otoño de segundo año – Manejo A

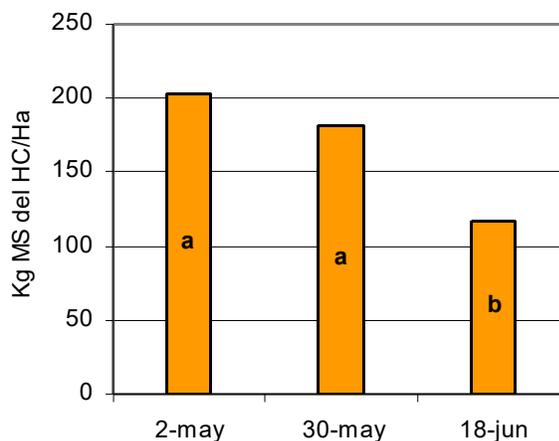
Tratamiento	2-may	30-may	18-Jun	Acumulada
<b>1 TB (+Ph+L)</b>	215,3 ab	237,7 ab	159,8	612,8 a
<b>2 TB (+F+L)</b>	255,9 a	243,3 a	146,6	645,7 a
<b>3 TB (+D+L)</b>	249,9 a	155,8 ab	111,5	517,2 a
<b>6 TB (+Br+Alf)</b>	89,8 b	90,1 b	49,3	229,1 b

Letras diferentes en una misma columna corresponden a valores que difieren entre sí con P<0,10

El ambiente de producción a fines de otoño disminuyó el potencial de crecimiento de esta especie (ver Figura 16). Además, el tiempo de acumulación disminuyó ya que se alcanzó más rápidamente la cobertura de suelo (entre 85% y 95%) establecida para cortarla. Este resultado concuerda con las afirmaciones de diversos autores (Robin, et al., 1992; Varlet-Grancher et al., 1993, citados por Hodgson e Illius, 1996), quienes sostienen que relaciones rojo/rojo lejano altas (mayor luminosidad) disminuyen la longitud de los peciolo y el área laminar, además de aumentar la emergencia de tallos axilares, acortar los entrenudos de estolones y consecuentemente acercar los folíolos.

Cabe destacar que esta especie fue la única que no disminuyó significativamente su producción en el corte del 30 de mayo, lo que se explica por la mayor capacidad de adaptación (plasticidad) a pastoreos más frecuentes que el resto de las fracciones consideradas y a que el IAF óptimo de la especie es menor que las demás sembradas.

Figura 16: Producción del HC promedio de la fracción trébol blanco por corte durante el otoño del segundo año – Manejo A



Letras diferentes corresponden a valores que difieren entre sí con  $P < 0,10$

#### 4.2.3.2 Manejo B

Como se puede ver en el Cuadro 16, el manejo B muestra un resultado similar al manejo frecuente (ver Cuadro 15). Se destaca en el análisis de contrastes la mayor diferencia ( $707,6 \text{ Kg MS del HC.Ha}^{-1}$ ) entre las mezclas 1, 2 y 3 contra la 6, lo que respondió a la disminución de rendimiento de la especie en este tratamiento la cual ya venía arrastrando el efecto de la competencia estival de la alfalfa (Cuadro 8) y al mantenerse la leguminosa estival productiva en otoño se mantuvo la situación. Además, la diferencia también se debió a la competencia que ejerció la alfalfa sembrada en la misma línea que el trébol blanco.

Cuadro 16: Producción del HC (Kg MS.Ha<sup>-1</sup>) de la fracción trébol blanco por corte y acumulada durante el otoño de segundo año – Manejo B

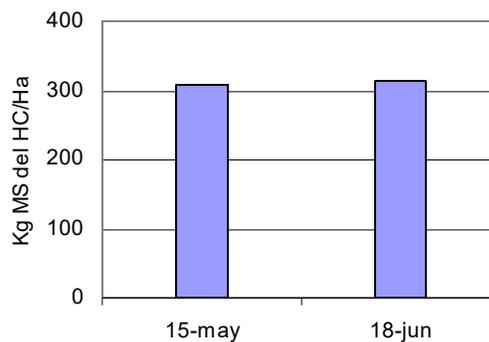
Tratamiento	15-may	18-jun	Acumulada
1 TB (+Ph+L)	304,9 ab	419,0 a	723,9 a
2 TB (+F+L)	521,6 a	452,2 a	973,7 a
3 TB (+D+L)	366,0 ab	340,4 ab	706,4 a
6 TB (+Br+Alf)	45,6 b	48,1 b	93,7 b

Letras diferentes en una misma columna corresponden a valores que difieren entre sí con  $P < 0,10$

La aplicación de un manejo menos frecuente permitió mantener la producción de esta especie, tal como se puede visualizar en la Figura 17. Igualmente, como se aprecia en el Cuadro 16, el trébol blanco del tratamiento 6 mantuvo, al igual que en el manejo A, su baja productividad.

Además, a pesar de no existir diferencias significativas entre los tratamientos 1, 2 y 3, el trébol blanco de la mezcla 2 fue superior en más de 250 Kg de MS del HC.Ha<sup>-1</sup>, situación que ya se había manifestado durante el primer año de la pastura. De esta manera, se ratifica la importancia de lograr poblaciones homogéneas de las fracciones al momento de la implantación como fuera descrito anteriormente.

Figura 17: Producción del HC promedio de la fracción trébol blanco por corte durante el otoño del segundo año – Manejo B

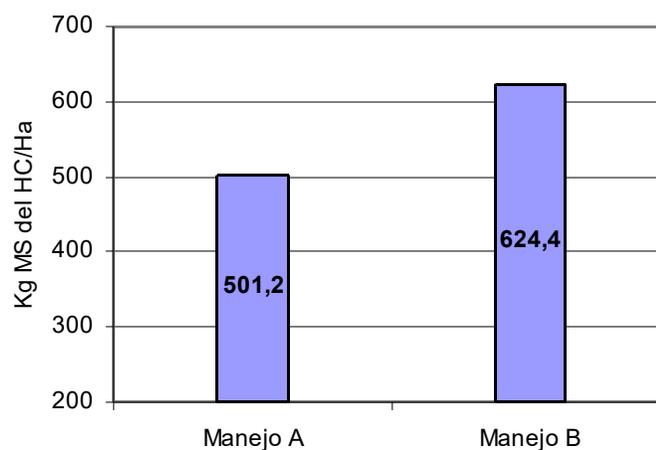


#### 4.2.3.3 Comparación entre manejos

A pesar de no encontrarse diferencias significativas entre ambos manejos, la defoliación menos frecuente produjo 25% más materia seca que el manejo A, lo que indica que el manejo B tuvo una mayor tasa de crecimiento durante la estación analizada. A su vez, si se contemplan sólo los tratamientos 1, 2 y 3 –donde el trébol blanco se asoció a lotus y fue más productivo–, el manejo B es responsable de un aumento mayor (35%) en relación al manejo más frecuente.

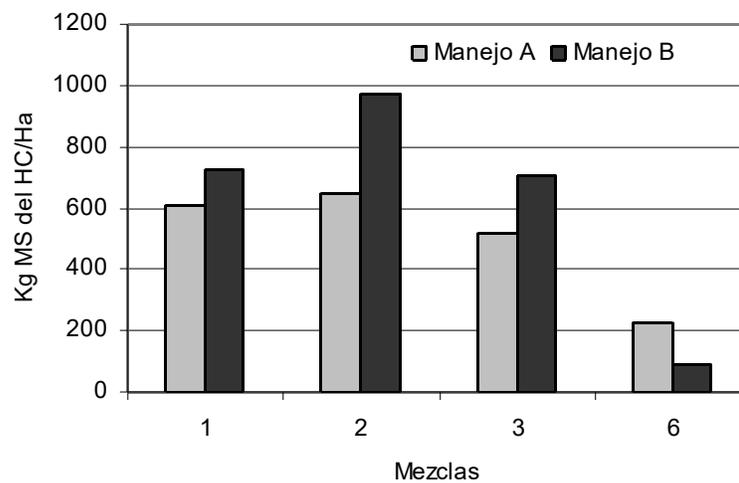
Esto se explicó debido a que el rebrote de esta especie dependió fundamentalmente del área foliar remanente y de la capacidad de fotosíntesis de la misma, que depende del estado de este remanente y de las condiciones ambientales. La menor temperatura y energía lumínica de la estación determinaron, por tanto, un rebrote menos vigoroso, conllevando así a una menor tasa de crecimiento inmediatamente posterior a la defoliación que repercutió en el rendimiento acumulado de la estación.

Figura 18: Producción total acumulada del HC promedio de la fracción trébol blanco durante el otoño del segundo año según manejo



Esta fracción carece de diferencias significativas en cuanto a la comparación de la frecuencia de defoliación, tal como se ve en la Figura 19. A pesar de ello, existió una tendencia a que los tratamientos 1, 2 y 3 fueran favorecidos con el manejo B. El tratamiento 6 fue el único que no se benefició con el manejo más aliviado. Esto se debió al aumento de producción de biomasa de la alfalfa en esta mezcla al aplicarse el manejo B que aumentó la competencia interespecífica que ya venía desde el verano.

Figura 19: Producción total acumulada del HC de la fracción trébol blanco durante el otoño del segundo año según manejo



#### 4.2.4 Rendimiento *Lotus corniculatus*

##### 4.2.4.1 Manejo A

Los datos de producción para esta estación (ver Cuadro 17) quedaron muy por debajo de aquellos obtenidos por Formoso (1993), quien determinó para un cultivo puro –ausencia de competencia interespecífica– de lotus cv. San Gabriel una producción otoñal promedio de 1413 Kg de MS del HC.Ha<sup>-1</sup> (con un remanente de 4 cm).

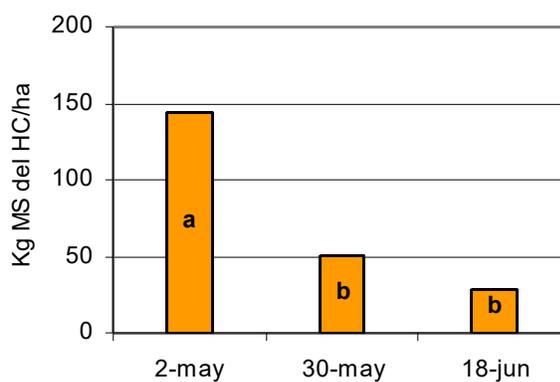
Cuadro 17: Producción del HC (Kg MS.Ha<sup>-1</sup>) de la fracción lotus por corte y acumulada durante el otoño de segundo año – Manejo A

Tratamiento	2-may	30-may	18-Jun	Acumulada
<b>1 L (+Ph+TB)</b>	87,1 b	60,9	38,5	186,5
<b>2 L (+F+TB)</b>	192,2 a	49,8	16,3	258,3
<b>3 L (+D+TB)</b>	152,4 ab	40,0	30,5	222,9

Letras diferentes en una misma columna corresponden a valores que difieren entre sí con P<0,10

En otoño, la producción registró una caída importante (ver Figura 20), la cual ocurrió como consecuencia de una pérdida de población durante el verano y por las condiciones de menor temperatura y fotoperíodo del otoño. El 17 de diciembre de 2002 habían 656 tallos.m<sup>-2</sup> y el 21 de marzo de 2003 343 tallos.m<sup>-2</sup>, lo que representó una disminución de 48% (datos no analizados por este trabajo). Además, según Formoso (1993), esta especie responde favorablemente a defoliaciones poco frecuentes y la producción de forraje de cultivares de porte erecto se maximiza cuando se aplica un manejo rotativo que permita acumulaciones de forraje pre-corte cercanas a dos toneladas de materia seca por hectárea (para cultivos puros).

Figura 20: Producción del HC promedio de la fracción lotus por corte durante el otoño del segundo año – Manejo A



Letras diferentes corresponden a valores que difieren entre sí con  $P < 0,10$

#### 4.2.4.2 Manejo B

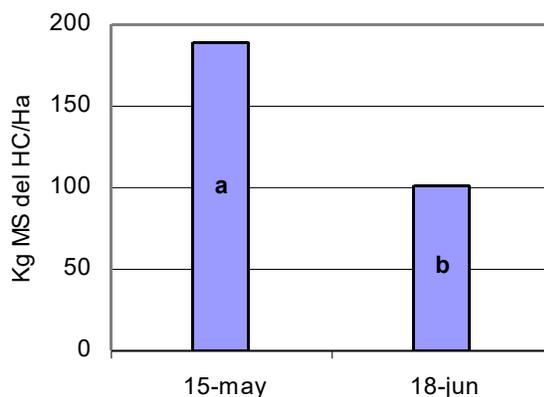
Como se aprecia en el Cuadro 18 y la Figura 21, la producción no se vio beneficiada por la aplicación del manejo menos frecuente con relación al manejo A, ya que el período de acumulación de materia seca entre los cortes (34 días) no fue suficiente para contrarrestar el efecto de la estación de crecimiento, siendo la acumulación del 18 de junio menor que la del corte anterior. En este sentido, el período de acumulación entre el corte de 15 de mayo y el 18 de junio fue sustancialmente menor (40%) al tiempo de acumulación del primero mencionado (56 días). Estas producciones continúan siendo inferiores a los citados por Formoso (1993) para cultivos de lotus puros.

Cuadro 18: Producción del HC (Kg MS.Ha<sup>-1</sup>) de la fracción lotus por corte y acumulada durante el otoño de segundo año – Manejo B

<b>Tratamiento</b>	<b>15-may</b>	<b>18-jun</b>	<b>Acumulada</b>
<b>1 L (+Ph+TB)</b>	128,3	78,9	207,2
<b>2 L (+F+TB)</b>	226,7	124,8	351,5
<b>3 L (+D+TB)</b>	210,8	98,9	309,7

Lo anteriormente considerado provocó una caída en la producción de materia seca de casi 50%. A pesar de ello, como se puede apreciar en el Cuadro 32, la tasa de crecimiento promedio para esta fracción durante el período analizado es estadísticamente igual entre ambos cortes, por lo que este manejo no redujo la acumulación diaria (TCP).

Figura 21: Producción del HC promedio de la fracción lotus por corte durante el otoño del segundo año – Manejo B



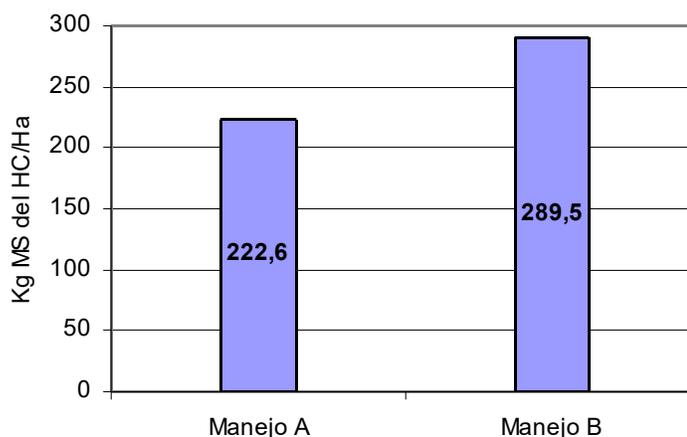
Letras diferentes corresponden a valores que difieren entre sí con  $P < 0,10$

#### 4.2.4.3 Comparación entre manejos

La diferencia de rendimiento entre manejos, presentado en la Figura 22, no mostró diferencias significativas. A pesar de ello, la acumulación del manejo B es 30% superior a la que se registró para el manejo A. La tasa de crecimiento del manejo menos frecuente, por tanto, fue mayor para todo el período analizado, lo que está fundamentado en el hecho que lotus se adapta a cortes intensos y poco frecuentes (Formoso, 1993).

Como se muestra en el Figura 23, a pesar que no se encontraron diferencias significativas entre ambos manejos, la tendencia a que produzca más la fracción con un manejo menos frecuente se visualiza en todos los tratamientos.

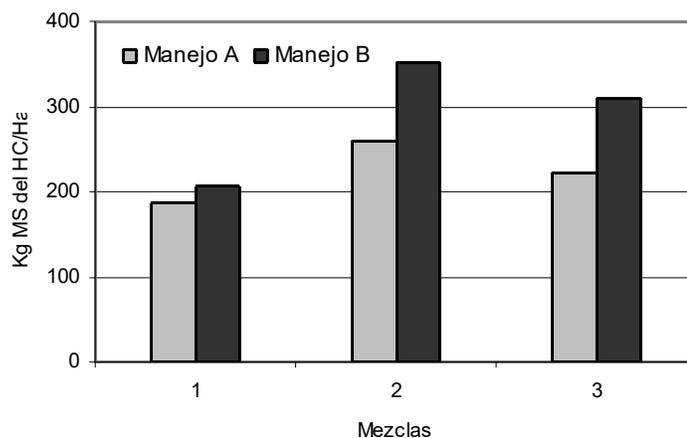
Figura 22: Producción total acumulada del HC promedio de la fracción lotus durante el otoño del segundo año según manejo



A pesar de la mejora en el rendimiento, el balance de la base leguminosa (trébol blanco y lotus) en la producción total de las mezclas se mantuvo incambiado cuando se aplicaron distintas frecuencias de defoliación. En este sentido, para el manejo A, el trébol blanco y el lotus representaron el 56% y 21% respectivamente del rendimiento acumulado, mientras que para la defoliación menos frecuente las respectivas proporciones fueron 60% y 21%.

Como se mencionó para la Figura 18, el aumento de la producción del trébol blanco fue de 25% (considerando todos los tratamientos), pero si se comparan exclusivamente las mezclas 1, 2 y 3, el aumento del rendimiento (35%) fue incluso mayor al percibido en lotus (30%). Por tanto, se puede concluir que el manejo A no perjudicó el desarrollo del lotus a pesar de lo que se puede suponer en función de la morfofisiología (menor capacidad de escape al pastoreo que trébol blanco) de esta especie. Este caso demuestra la plasticidad del lotus a las diferentes frecuencias de corte.

Figura 23: Producción total acumulada del HC de la fracción lotus durante el otoño del segundo año según manejo



#### 4.2.5 Rendimiento *Medicago sativa*

##### 4.2.5.1 Manejo A

Se manifestó un mayor rendimiento de la alfalfa en la mezcla 5 (ver Cuadro 19) respecto a aquella de los tratamientos 4 y 6. A su vez, el tratamiento 4 acumuló casi 300 Kg de MS del HC.Ha<sup>-1</sup> más que la mezcla 6, aunque la diferencia no es significativa. El análisis de contrastes de los tratamientos 4 y 5 contra la mezcla 6, fue significativo ( $p < 0.0045$ ) a favor del primer grupo en 408,2 Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.

El menor rendimiento del tratamiento 6 estuvo explicado por la competencia ejercida por el trébol blanco, ya que en las mezclas 4 y 5 las gramíneas se habían perdido. En consecuencia la competencia interespecífica de éstas fue menor que para la asociación con trébol blanco.

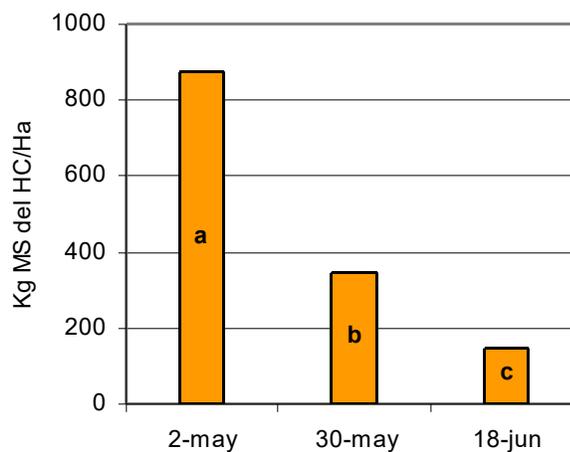
Cuadro 19: Producción del HC (Kg MS.Ha<sup>-1</sup>) de la fracción alfalfa por corte y acumulada durante el otoño de segundo año – Manejo A

Tratamiento	2-may	30-may	18-jun	Acumulada
4 ALF (+F)	858,9 ab	351,7 ab	130,9	1341,4 b
5 ALF (+D)	979,5 a	468,3 a	218,2	1666,1 a
6 ALF (+Br+TB)	785,7 b	216,3 b	93,6	1095,5 b

Letras diferentes en una misma columna corresponden a valores que difieren entre sí con  $P < 0,10$

El manejo A en esta especie marcó una disminución drástica en la producción tal como se ve en la Figura 24. El manejo frecuente seguramente disminuyó el nivel de reservas, lo que originó una menor producción de forraje y un rebrote más lento, lo que es consistente con las afirmaciones realizadas por Formoso (2000). Este autor manifestó que disminuciones marcadas de las reservas conllevan al debilitamiento de la planta, a mayor susceptibilidad al ataque de enfermedades y a la muerte. Además, Estanzuela Chaná y Crioula son cultivares de reposo invernal corto, por lo que en esta estación tienden a disminuir la producción.

Figura 24: Producción del HC promedio de la fracción alfalfa por corte durante el otoño del segundo año – Manejo A



Letras diferentes corresponden a valores que difieren entre sí con  $P < 0,10$

#### 4.2.5.2 Manejo B

La producción acumulada de esta especie no difirió según el tratamiento. A su vez, los rendimientos alcanzados por esta fracción fueron similares a los descritos por Díaz Lago, *et al.* (1996) quienes encontraron que para monocultivos de alfalfa, la producción otoñal para el segundo año fue de 1044 Kg MS.Ha<sup>-1</sup>. El análisis de contrastes para los grupos ya mencionados no resultó significativo (104,0 Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup> a favor de la mezcla 6, p<0,4387), lo que se explicó porque el manejo menos frecuente le permitió a la alfalfa ganar competitividad frente al trébol blanco.

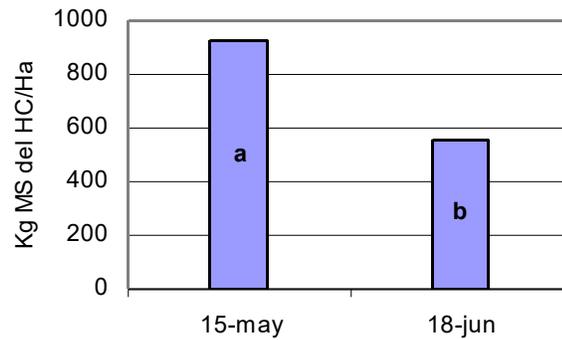
Cuadro 20: Producción del HC (Kg MS.Ha<sup>-1</sup>) de la fracción alfalfa por corte y acumulada durante el otoño de segundo año – Manejo B

Tratamiento	15-may	18-jun	Acumulada
4 ALF (+F)	826,0	428,2	1254,2
5 ALF (+D)	964,7	604,1	1568,7
6 ALF (+Br+TB)	989,5	629,8	1619,4

En el otoño, esta especie se comportó de manera similar al lotus (ver Figuras 25 y 21), ya que con ambos manejos, el rendimiento por corte cayó. Igualmente, con una menor frecuencia de defoliación, la producción se mantuvo elevada con relación al resto de las especies estudiadas durante este período.

A pesar que las diferencias entre ambos cortes son significativas, estas se deben fundamentalmente al período de descanso ya que las tasas de crecimiento promedio son similares (16,55 Kg de MS del HC.Ha<sup>-1</sup> y 16,30 Kg de MS del HC.Ha<sup>-1</sup> para los cortes del 15 de mayo y 18 de junio respectivamente).

Figura 25: Producción del HC promedio de la fracción alfalfa por corte durante el otoño del segundo año – Manejo B

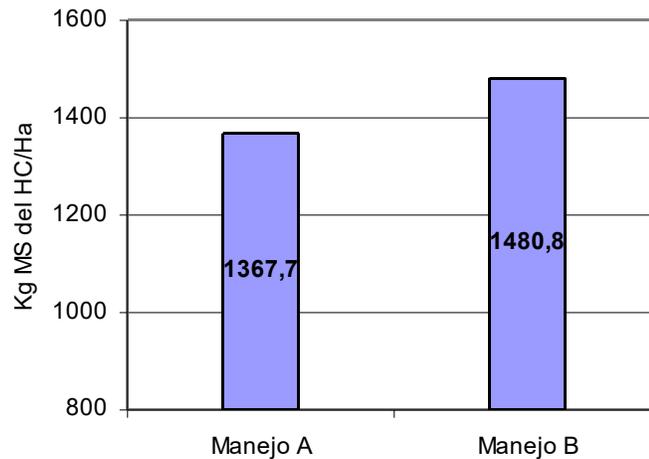


Letras diferentes corresponden a valores que difieren entre sí con  $P < 0,10$

#### 4.2.5.3 Comparación entre manejos

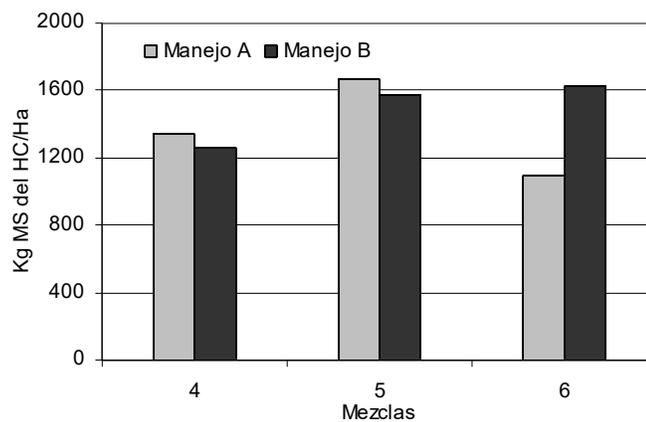
No se encontraron diferencias significativas ni entre los manejos dentro de los tratamientos ni para el promedio de los mismos como se aprecia en las Figuras 26 y 27. Formoso (2000) sostuvo que la especie está adaptada a esquemas de pastoreos poco frecuentes. El mismo autor concluyó que defoliaciones frecuentes, establecen una disminución del peso de las raíces y del nivel de reservas. Por tanto, se considera que el tiempo de aplicación de la variable frecuencia de defoliación no fue suficiente para expresar un decremento en la producción de materia seca.

Figura 26: Producción total acumulada del HC promedio de la fracción alfalfa durante el otoño del segundo año según manejo



La única mezcla que mejoró su rendimiento con la aplicación del manejo B fue la 6 que estuvo asociada a trébol blanco. El menor rendimiento de la alfalfa en este tratamiento resultó de un efecto combinado de la mayor frecuencia de defoliación que disminuyó su producción de materia seca y además permitió un mayor desarrollo otoñal del trébol blanco (ver Figura 19).

Figura 27: Producción total acumulada del HC de la fracción alfalfa durante el otoño del segundo año según manejo



### 4.3 TASA DE CRECIMIENTO DE LAS MEZCLAS PARA PRIMER AÑO Y OTOÑO DEL SEGUNDO AÑO, SEGÚN FRECUENCIA DE DEFOLIACIÓN

Las evoluciones de las tasas de crecimiento promedio (TCP) total y pastura fueron muy similares, diferenciándose únicamente en la magnitud para cada corte. Esto se debió a la escasa participación de las malezas y especies espontáneas. Por eso se realizó un análisis en conjunto de ambas variables.

#### 4.3.1 Evolución de la TCP de las mezclas

La evolución estacional de la TCP durante el primer año para todos los tratamientos fue similar, siendo máxima en primavera, decreciendo a medida que transcurrieron las estaciones de verano y otoño (ver Figuras 28, 29 y 30). Un factor a destacar en los tratamientos 1, 2 y 3 fue que la tasa de crecimiento otoñal fue menor a aquella registrada durante los meses de verano, lo que no era esperable debido a las temperaturas óptimas de crecimiento para las especies componentes de las mezclas (trébol blanco y gramínea invernal).

Como se aprecia en la Figura 28, la máxima TCP se registró en primavera, estación en la que se dieron mejores condiciones de temperatura –acompañadas de buenas precipitaciones– y en la que las gramíneas y el trébol blanco comienzan el período reproductivo (elongación y floración).

A medida que avanzó el verano descendió la TCP, efecto que pudo ser debido al estrés térmico sufrido en enero, ya que las precipitaciones acaecidas durante los meses de noviembre, diciembre y enero (267 mm, 109 mm y 100 mm respectivamente) fueron superiores a la media histórica, lo que debió evitar que la elevada evapotranspiración perjudicara el desarrollo de la pastura. La caída registrada después del 28 de enero fue

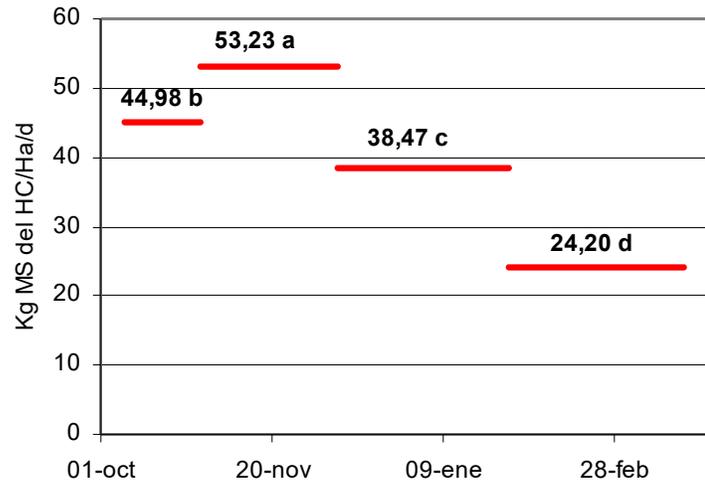
consistente con lo anterior ya que al estrés térmico del verano se le agregó la escasa disponibilidad hídrica de febrero (ver Anexo V).

En otoño las tasas de crecimiento fueron las menores del período estudiado (ver Figuras 29 y 30). Una razón para ello fue que la pastura estuvo sometida a un gran estrés hídrico durante todo febrero, lo que redujo su potencial de rebrote para la estación en cuestión. Además, la pérdida de las gramíneas invernales debido al ataque de isoca disminuyó la tasa de crecimiento promedio de la estación para las mezclas.

Tanto la temperatura como las precipitaciones interactuaron en la menor producción otoñal de segundo año en relación a la estival del primero. A pesar de las buenas precipitaciones, el crecimiento de las especies C3 en verano implicó una fotorrespiración importante y, por lo tanto, un desgaste de las plantas, que se cosecharon el 20 de marzo de 2003. Luego de este corte, el efecto residual de esa pérdida energética se manifestó en un rebrote más lento, al cual se agregó la pérdida de las gramíneas.

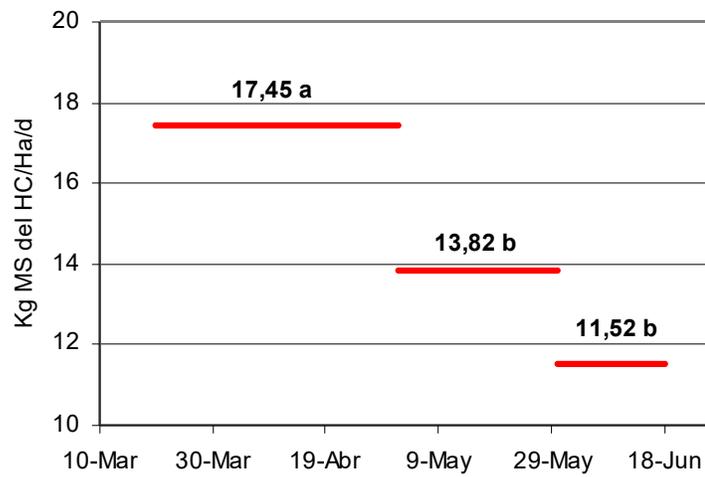
A su vez, la caída posterior al 2 de mayo observada en la Figura 28 se debió al manejo aplicado (23 días en promedio de descanso entre cortes), que no logró maximizar el ritmo de acumulación diaria de materia seca.

Figura 28: TCP total (Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) para la media de todas las mezclas durante el primer año



Letras diferentes corresponden TCP que difieren entre sí con  $P < 0,10$

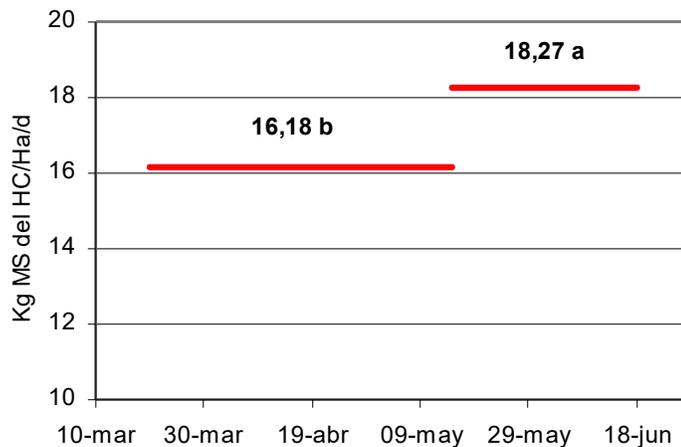
Figura 29: TCP total (Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) para la media de todas las mezclas durante el otoño de segundo año – Manejo A



Letras diferentes corresponden TCP que difieren entre sí con  $P < 0,10$

El manejo B, como se presenta en la Figura 30, revirtió la situación descrita para el manejo A. La TCP aumentó en el segundo período gracias al mayor descanso entre cortes (34 días), lo que permitió una mayor producción de biomasa y posiblemente resultó en un aumento de las reservas que redundaron en un rebrote inicial más rápido del obtenido bajo el manejo A. Igualmente, las TCP para ambos manejos fueron mayores a las obtenidas por Díaz Lago, *et al.* (1996) para trébol blanco, lotus, alfalfa y trébol rojo (en cultivos puros); para el período comprendido entre mayo y julio las cuatro leguminosas presentaron tasas de crecimiento diario similares de alrededor de 10 Kg de MS.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>.

Figura 30: TCP total (Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) para la media de todas las mezclas durante el otoño de segundo año – Manejo B



Letras diferentes corresponden TCP que difieren entre sí con  $P < 0,10$

Los tratamientos 1, 2 y 3 tuvieron una mayor tasa de crecimiento durante el período invierno–primaveral que las mezclas con alfalfa (ver Cuadro 21). Esto se debió a que las temperaturas en este período fueron más favorables para el desarrollo del trébol blanco y a que esta especie y el lotus se sembraron al voleo con densidades adecuadas, mientras que la alfalfa, al respetarse la densidad por metro lineal y haber sido sembrada

en líneas alternas con la gramínea, partió de una población menor. Por tanto, el aprovechamiento de la luz fue mayor para las mezclas sembradas con las leguminosa al voleo, lo que provocó una mayor fijación de carbono por unidad de superficie.

Cuadro 21: TCP (Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) de los tratamientos por corte durante el primer año

Trat	08/oct - 30/oct	30/oct - 09/dic	09/dic - 28/ene	28/ene - 20/mar
<b>1</b>	57,38 a	49,91 ab	42,82 a	16,84 c
	a	ab	b	c
<b>2</b>	51,23 ab	56,85 ab	41,47 a	22,84 bc
	ab	a	b	c
<b>3</b>	49,18 ab	47,66 b	40,33 a	23,54 b
	a	a	a	b
	08/oct - 12/nov	12/nov - 16/dic	16/dic - 28/ene	28/ene - 20/mar
<b>4</b>	32,18 c	52,99 ab	33,08 b	26,7 ab
	b	a	b	bc
<b>5</b>	41,72 bc	45,94 b	32,88 b	23,66 b
	b	a	bc	cd
<b>6</b>	38,21 bc	66,01 a	40,26 a	31,64 a
	b	a	b	bc

Letras diferentes en una misma columna y/o fila corresponden a tratamientos que difieren entre sí con P<0,10

El estrés hídrico registrado durante el mes de febrero (33 mm) disminuyó la tasa de crecimiento de todas las mezclas (ver Cuadro 21), lo que sumado al estrés térmico al cual se vio sometida la pastura durante los meses estivales retrasó el rebrote otoñal. En este sentido, los tratamientos que poseen la leguminosa alfalfa (4, 5 y 6), resultaron ser – como era de esperarse por el ciclo y desarrollo radicular de esta especie– más resistentes a la falta de agua, fijando más materia seca por día en este período y el otoño, que las mezclas dominadas por trébol blanco y lotus (ver Cuadros 22 y 23).

Cuadro 22: TCP (Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) de los tratamientos por corte durante el otoño de segundo año – Manejo A

Trat	20/mar - 02/may	02/may - 30/may	30/may - 18/jun
1	9,05 b	12,57	14,24
2	12,86 b	12,41	10,81
3	13,53 b	10,19	10,83
4	23,12 a	15,22 b	9,99 b
5	23,92 a	18,99 ab	13,27 b
6	22,18 a	13,55 b	9,98 b

Letras diferentes en una misma columna y/o fila corresponden a tratamientos que difieren entre sí con P<0,10

La aplicación de un manejo menos frecuente resultó en un aumento del crecimiento para todo el otoño (ver Cuadro 23). Las mezclas con alfalfa tuvieron una TCP mayor en la primera parte del otoño, mientras que en el segundo corte, no existieron diferencias significativas entre tratamientos. Esto se debió al incremento de la TCP de las mezclas con trébol blanco y lotus (37%), mientras que los tratamientos con alfalfa tuvieron una tasa de crecimiento constante durante la estación.

La explicación para este incremento fue que una vez concluido el período estival, las mezclas 1, 2 y 3 fueron dominadas por trébol blanco y por ende aumentaron su tasa de crecimiento en la medida que avanzó el otoño.

Cuadro 23: TCP (Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) de los tratamientos por corte durante el otoño de segundo año – Manejo B

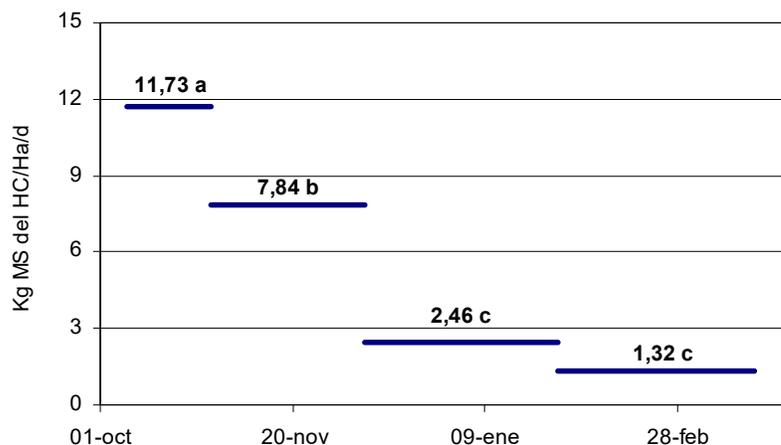
Trat	20/mar - 15/may	15/may - 18/jun
1	10 b	17,1 a
2	16,3	20,3
3	13,1	16,4
4	17,9	15,3
5	19,2	19,9
6	20,6	20,6

Letras diferentes en una misma columna y/o fila corresponden a tratamientos que difieren entre sí con  $P < 0,10$

#### 4.3.2 Evolución de la TCP gramínea

La TCP de las gramíneas (Figura 31) mostró un decremento luego de la estación reproductiva (primavera) alcanzando durante el verano tasas de crecimiento acordes con el ciclo de las especies. Esto denota el marcado efecto del ambiente sobre la acumulación diaria de materia seca para esta fracción que resulta principalmente del macollaje y este proceso se ve bastante retrasado durante el verano

Figura 31: TCP de la fracción gramínea (Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) para la media de todas las mezclas durante el primer año



Letras diferentes corresponden TCP que difieren entre sí con  $P < 0,10$

Como se observa en la Figura 32, en otoño las gramíneas mostraron una tasa de crecimiento más baja que en verano. La aparición de isoca durante el rebrote otoñal provocó una disminución importante en el número de plantas con la consiguiente disminución en el ritmo de crecimiento por unidad de superficie.

Esta fracción no mostró grandes diferencias en su TCP por aplicar distintos manejos como se ve en la Figura 33. Esto puede deberse a que el efecto ambiental superó al del manejo, como también a que la isoca no permitió la expresión del manejo más aliviado. A pesar de ello, el manejo B permitió que las plantas sobrevivientes comenzaran a macollar y este proceso fue mayor a medida que la temperatura y largo del día se acortaron a los niveles óptimos luego de la etapa estival.

Figura 32: TCP de la fracción gramínea ( $\text{Kg MS del HC.Ha}^{-1}.\text{día}^{-1}$ ) para la media de todas las mezclas durante el otoño de segundo año – Manejo A

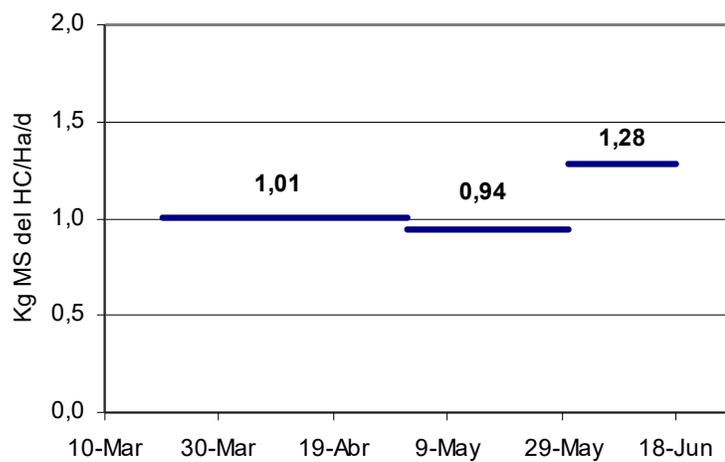
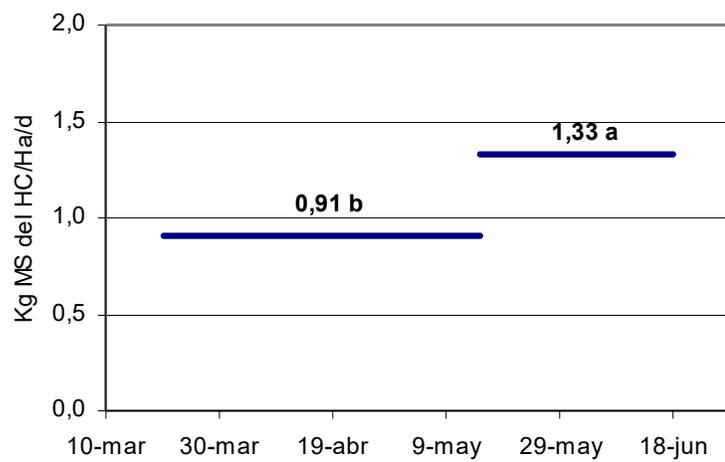


Figura 33: TCP de la fracción gramínea ( $\text{Kg MS del HC.Ha}^{-1}.\text{día}^{-1}$ ) para la media de todas las mezclas durante el otoño de segundo año – Manejo B



Letras diferentes corresponden TCP que difieren entre sí con  $P < 0,10$

El estudio individualizado de las gramíneas por mezcla mostró que existieron diferencias entre las especies componentes de las mismas para la estación primaveral, tal

como se aprecia en el Cuadro 24. En los períodos ulteriores, las gramíneas tuvieron igual tasa de crecimiento.

Las gramíneas que más crecieron en el primer período fueron *phalaris* y *dactylis*, lo que se explicó por el mayor vigor de estas especies comparado a *festuca*, aunque entre el segundo y tercer corte ésta tuvo una TCP similar a las primeras mencionadas. Se destaca a su vez, la latencia estival de *phalaris* en el último período mostrado en el Cuadro 24.

No existieron diferencias entre las TCP de la misma especie sembrada con diferente base leguminosa (tratamientos 2 contra 4 y 3 contra 5), a pesar que las mezclas con alfalfa (4 y 5) fueron sembradas en líneas alternas respetando la densidad por metro lineal (mitad de la población). Esto estuvo explicado por el elevado nivel de competencia interespecífica existente en las mezclas con trébol banco y lotus sembrados a voleo, que sombrearon más rápidamente a la gramínea y a las mejores condiciones de desarrollo que encontró al ser sembrada en líneas alternas, llevando así a una mayor tasa de crecimiento por unidad morfológica que compensó esta menor población.

La TCP de *Bromus auleticus*, que se muestra en los Cuadros 24, 25 y 26, no fue significativamente diferente a cero para ninguno de los períodos evaluados. El resto de las especies estudiadas se comportaron de modo similar entre sí.

Aunque la performance de *Dactylis glomerata* asociada a trébol blanco y lotus no fue significativamente diferente respecto a *Festuca arundinacea* asociada a la misma base leguminosa, fue 75% mayor (ver Cuadro 25). Si se analizan estas dos gramíneas asociadas a alfalfa tampoco existieron diferencias estadísticas, pero *festuca* tuvo una TCP 59% mayor que *dactylis*. Estas diferencias respondieron fundamentalmente a distintos grados de ataque de isoca.

Cuadro 24: TCP de la fracción gramínea (Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) de los tratamientos por corte durante el primer año

Tratamiento	08/oct - 30/oct	30/oct - 09/dic	09/dic - 28/ene	28/ene - 20/mar
<b>1 Ph (+TB+L)</b>	22,18 a	6,32 ab	1,40 c	0 c
<b>2 F (+TB+L)</b>	7,26 ab	7,29 a	1,10 c	1,42 bc
<b>3 D (+TB+L)</b>	19,48 ab	11,26 a	4,58 c	3,21 c
	08/oct - 12/nov	12/nov - 16/dic	16/dic - 28/ene	28/ene - 20/mar
<b>4 F (+Alf)</b>	6,45 ab	10,36 a	4,37 bc	1,59 c
<b>5 D (+Alf)</b>	14,97 a	11,42 a	3,33 b	1,49 b
<b>6 Br (+Alf+TB)</b>	0 d	0,40 b	0	0

Letras diferentes en una misma columna y/o fila corresponden a tratamientos que difieren entre sí con  $P < 0,10$

Cuadro 25: TCP de la fracción gramínea (Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) de los tratamientos por corte durante el otoño de segundo año – Manejo A

Trat	20/mar - 02/may	02/may - 30/may	30/may - 18/jun
<b>1</b>	0,59	0,70	1,99
<b>2</b>	1,34	1,00	1,24
<b>3</b>	2,36	1,98	1,94
<b>4</b>	1,38	0,98	1,34
<b>5</b>	0,38	0,64	0,51
<b>6</b>	0	0,33	0,66

En líneas generales, la aplicación de un manejo de defoliación menos frecuente fomentó una mayor tasa de crecimiento, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas entre períodos (ver Cuadro 26). Los tratamientos 1, 2 y 3 (gramíneas asociadas a trébol blanco y lotus) presentaron una mayor magnitud en la TCP que aquellas asociadas con alfalfa, tendencia que pudo estar explicada por una

menor población dada la menor cantidad de líneas a las cuales fueron sembradas en el segundo grupo de tratamientos.

Cuadro 26: TCP de la fracción gramínea (Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) de los tratamientos por corte durante el otoño de segundo año – Manejo B

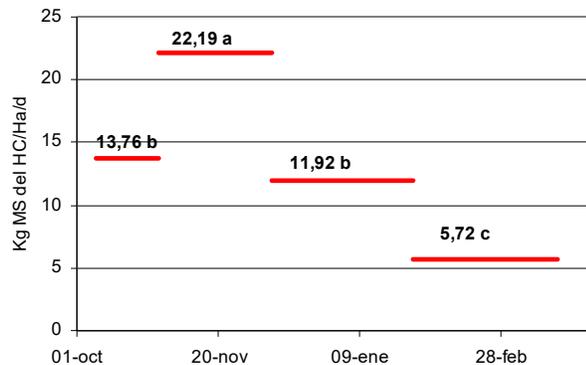
Trat	20/mar - 15/may	15/may - 18/jun	
1	0,62	1,22	ab
2	1,32	2,09	ab
3	1,68	2,47	a
4	1,15	1,01	ab
5	0,57	1,13	ab
6	0,13	0,06	b

Letras diferentes en una misma columna y/o fila corresponden a tratamientos que difieren entre sí con P<0,10

#### 4.3.3 Evolución TCP *Trifolium repens*

El aumento en la acumulación de materia seca que ocurrió sobre el fin de la primavera, que se aprecia en la Figura 34, se correspondió con la emergencia floral. Este hecho, a su vez, explicó la alta TCP de toda la pastura en este período.

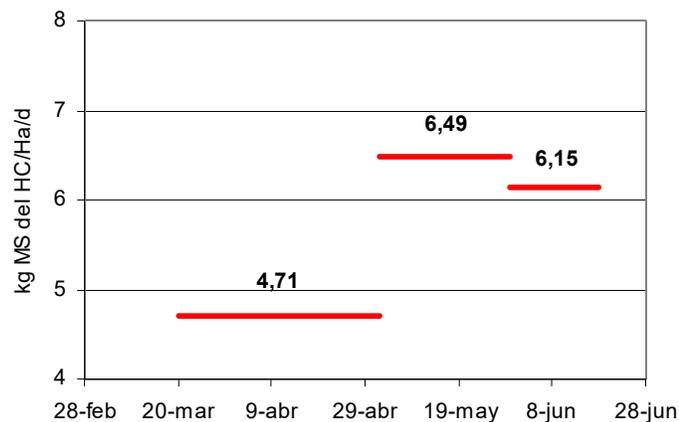
Figura 34: TCP de la fracción trébol blanco (Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) para la media de todas las mezclas durante el primer año



Letras diferentes corresponden a TCP que difieren entre sí con P<0,10

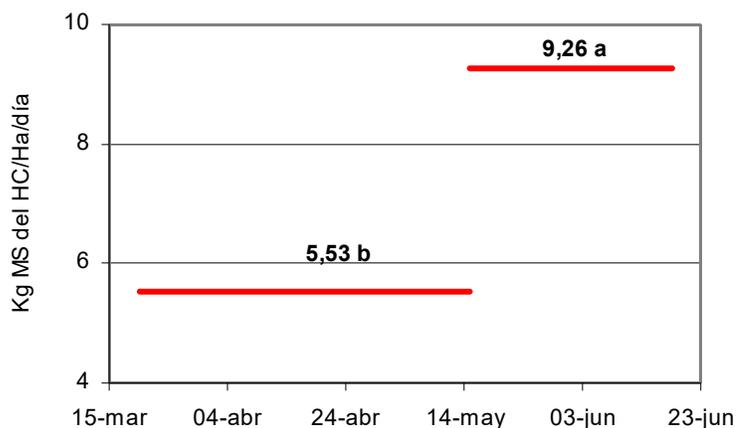
A pesar que el rendimiento de la fracción en el otoño disminuyó, este decremento no estuvo explicado (como muestra la Figura 35) por una caída de la tasa de crecimiento sino por el menor período de acumulación de materia seca. La tendencia al aumento respondió a que en dicha estación el trébol blanco encontró mejores condiciones de crecimiento que durante el período estival y a la formación de nuevos estolones.

Figura 35: TCP de la fracción trébol blanco (Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) para la media de todas las mezclas durante el otoño de segundo año – Manejo A



La aplicación del manejo menos frecuente aumentó la TCP entre los cortes (Figura 36). El manejo A no incrementó la TCP de esta leguminosa, a pesar que su morfofisiología está más adaptada a manejos frecuentes que el resto de las especies estudiadas. Esto pudo estar explicado porque el período de aplicación del manejo no fue lo suficientemente largo como para expresar el manejo frecuente. A su vez, es posible que los tiempos de descanso entre ambos manejos no fueron tan distintos como para lograr una adaptación morfofisiológica pronunciada.

Figura 36: TCP de la fracción trébol blanco (Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) para la media de todas las mezclas durante el otoño de segundo año – Manejo B



Letras diferentes corresponden a TCP que difieren entre sí con  $P < 0,10$

En el Cuadro 27, el único período que registró diferencias entre los tratamientos fue el de diciembre–enero, donde el trébol blanco del tratamiento 6 registró menor TCP que los tratamientos 1 y 2 debido a que aquel, se sembró con alfalfa en la misma línea, especie que es más competitiva por su mayor vigor inicial así como su hábito de crecimiento erecto y ciclo de producción.

No obstante, existió una tendencia agronómicamente importante a que los tratamientos 1, 2 y 3 tuvieran una tasa de crecimiento mayor al de la mezcla 6, exceptuando el período noviembre–diciembre.

Cuadro 27: TCP de la fracción trébol blanco (Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) de los tratamientos por corte durante el primer año

Tratamiento	08/oct - 30/oct	30/oct - 09/dic	09/dic - 28/ene	28/ene - 20/mar
<b>1 TB (+Ph+L)</b>	17,81 ab	24,99 a	16,33 a b	8,08 cd
<b>2 TB (+F+L)</b>	15,45 abc	21,86 a	17,36 a ab	7,64 c
<b>3 TB (+D+L)</b>	13,49 ab	16,57 a	10,25 ab ab	6,35 bc
	08/oct - 12/nov	12/nov - 16/dic	16/dic - 28/ene	28/ene - 20/mar
<b>6 TB (+Br+Alf)</b>	8,28 b	25,32 a	3,75 b b	0,81 b

Letras diferentes en una misma columna y/o fila corresponden a tratamientos que difieren entre sí con P<0,10

El Cuadro 28 muestra el aumento de acumulación diaria fruto del rebrote otoñal de la especie (aumento de unidades de crecimiento), que se dio a partir del segundo período (2 de mayo al 30 de mayo), manteniéndose prácticamente incambiada en el período posterior. Dicho aumento no es significativo, pero en términos agronómicos es importante (38%).

No existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos dentro de los períodos de crecimiento (columnas del Cuadro 28). A pesar de ello, la diferencia entre el tratamiento 6 y el resto no es despreciable, siendo la del primero menos de la mitad en todos los casos. La residualidad del estrés estival sumado a la alfalfa fue lo que explicó el menor rendimiento de esta fracción en la mezcla 6.

Cuadro 28: TCP de la fracción trébol blanco (Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) de los tratamientos por corte durante el otoño del segundo año – Manejo A

Trat	20/mar - 02/may	02/may - 30/may	30/may - 18/jun
1	5,01	8,49	8,41
2	5,95	8,69	7,71
3	5,81	5,56	5,87
6	2,09	3,22	2,59

El manejo B, presentado en el Cuadro 29, mostró similar evolución que el anterior, aunque la defoliación menos frecuente consolidó una mayor tasa de crecimiento para el tratamiento 1. A diferencia de lo observado para los tratamientos 1, 2 y 3, el tratamiento 6 pareció perjudicarse con el manejo más descansado comparando su TCP con el manejo A. La razón que explicó este comportamiento fue que la alfalfa, beneficiada por el manejo más aliviado, ejerció una mayor competencia frente al trébol blanco.

Cuadro 29: TCP de la fracción trébol blanco (Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) de los tratamientos por corte durante el otoño del segundo año – Manejo B

Trat	20/mar - 15/may	15/may - 18/jun
1	5,44 ab b	12,32 a a
2	9,31 a	13,30 a
3	6,54 ab	10,01 a
6	0,81 b	1,41 b

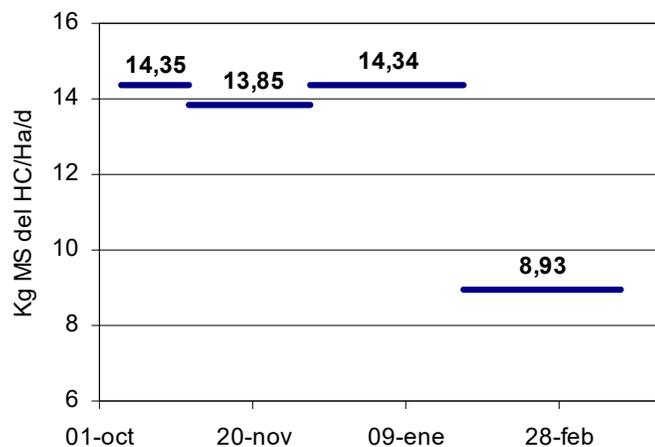
Letras diferentes en una misma columna y/o fila corresponden a tratamientos que difieren entre sí con P<0,10

#### 4.3.4 Evolución TCP *Lotus corniculatus*

La tasa de crecimiento de esta fracción se mantuvo elevada hasta finales de verano (no existieron diferencias significativas entre períodos de crecimiento), de acuerdo con su ciclo y a pesar del déficit hídrico de febrero, a diferencia de lo visto para

el resto de las especies excepto alfalfa (ver Figura 37). Además, esta fracción explicó la alta TCP total para el mes de enero. Estos resultados son consistentes con aquellos obtenidos por Formoso (1993), quien mencionó que las mayores tasas de producción de forraje estacional ocurren en primavera, disminuyendo las mismas en verano. La única excepción se registra en el primer verano, donde, promedialmente se registran los mayores valores.

Figura 37: TCP de la fracción lotus ( $\text{Kg MS del HC.Ha}^{-1}.\text{día}^{-1}$ ) para la media de todas las mezclas durante el primer año



En la Figura 38, resalta el notorio decremento relativo de la TCP a pesar que no se manifestaron diferencias significativas en el análisis estadístico. El decremento, que ascendió a 55% para el final del período, se explicó por la menor temperatura promedio de la estación y por la disminución el fotoperíodo.

En el manejo menos frecuente presentado en la Figura 39, también mostró una disminución –tampoco significativa– pero menor que el manejo A (12%). Por tanto, y considerando que la especie se adapta a pastoreos intensos y poco frecuentes (Formoso, 1993), el manejo tiende a amortiguar el efecto de la estación.

Figura 38: TCP de la fracción lotus ( $\text{Kg MS del HC.Ha}^{-1}.\text{día}^{-1}$ ) para la media de todas las mezclas durante el otoño del segundo año – Manejo A

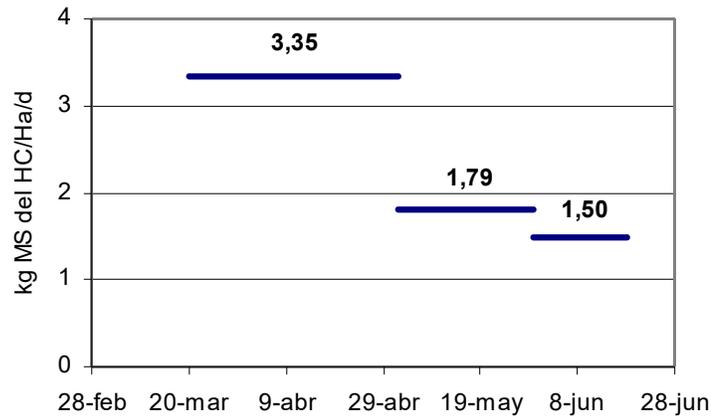
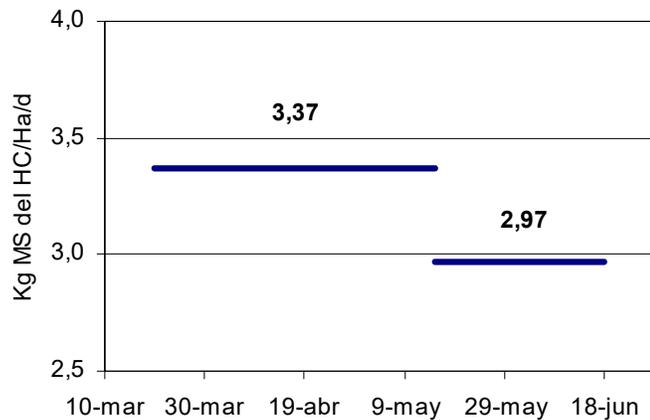


Figura 39: TCP de la fracción lotus ( $\text{Kg MS del HC.Ha}^{-1}.\text{día}^{-1}$ ) para la media de todas las mezclas durante el otoño del segundo año – Manejo B



Como se aprecia en el Cuadro 30, el tratamiento 2 en el primer período de crecimiento mostró un mejor comportamiento que sus pares, lo que estuvo explicado por el menor desarrollo inicial de festuca (ver Cuadro 24) en este mismo período, pero su crecimiento disminuyó conforme avanzó la estación fruto del mayor desarrollo del trébol blanco. Posteriormente no se registraron diferencias estadísticas.

Cuadro 30: TCP de la fracción lotus (Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) de los tratamientos por corte durante el primer año

Tratamiento	08/oct - 30/oct	30/oct - 09/dic	09/dic - 28/ene	28/ene – 20/mar
1 L (+Ph+TB)	9,84 ab	12,44	15,75	5,69
	ab	ab	a	b
2 L (+F+TB)	23,57 a	17,86	12,11	10,74
	a	a	ab	b
3 L (+D+TB)	9,65 b	11,24	15,17	10,37

Letras diferentes en una misma columna y/o fila corresponden a tratamientos que difieren entre sí con  $P < 0,10$

Puesto que la única diferencia entre los tratamientos 1, 2 y 3 fue la fracción gramínea y ésta redujo notoriamente su producción durante el otoño (ver Cuadro 31), es lógico que no se hayan detectado diferencias en las TCP ni en esta fracción ni en trébol blanco ni en la total (ver Cuadros 22 y 28 respectivamente).

Cuadro 31: TCP de la fracción lotus (Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) de los tratamientos por corte durante el otoño del segundo año – Manejo A

Trat	20/mar - 02/may	02/may - 30/may	30/may - 18/jun
1	2,03	2,18	2,02
2	4,47	1,78	0,86
3	3,54	1,43	1,61

El manejo B permitió, a diferencia de aquel más frecuente (ver Cuadro 32), expresar un mejor comportamiento del lotus incluso durante el otoño tardío. Datos publicados por Díaz Lago, *et al.* (1996), trabajando con cultivos puros, muestran que el otoño es la estación menos productiva del lotus (12% del rendimiento total). A pesar de ello, los datos registrados en el ensayo quedaron por debajo de aquellos vistos por estos investigadores. Una posible explicación para este hecho fue la pérdida de plantas durante el verano (48%), datos que no fueron analizados en este trabajo.

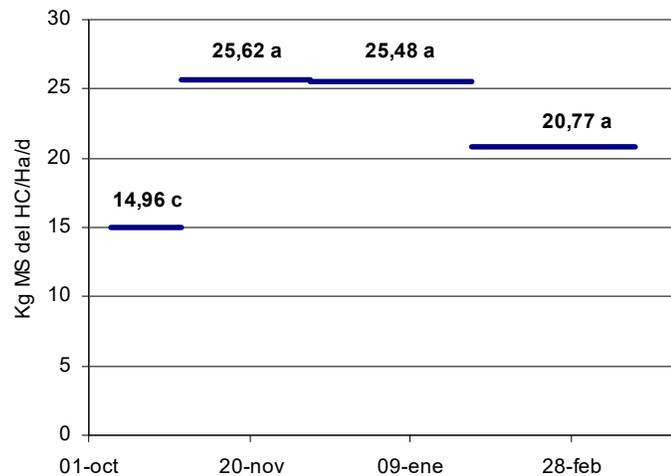
Cuadro 32: TCP de la fracción lotus (Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) de los tratamientos por corte durante el otoño del segundo año – Manejo B

Trat	20/mar - 15/may	15/may - 18/jun
1	2,29	2,32
2	4,05	3,67
3	3,76	2,91

#### 4.3.5 Evolución TCP *Medicago sativa*

Al igual que lotus, esta leguminosa concentró su producción en los meses primavera–estivales y logró mantener su alta productividad incluso durante el déficit hídrico de febrero (ver Figura 40), pero manifestó crecimientos mucho mayores que redundaron en un aumento de la TCP con respecto a lotus de 57% para todo primer año y de 82% para el período estival.

Figura 40: TCP de la fracción alfalfa (Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) para la media de todas las mezclas durante el primer año



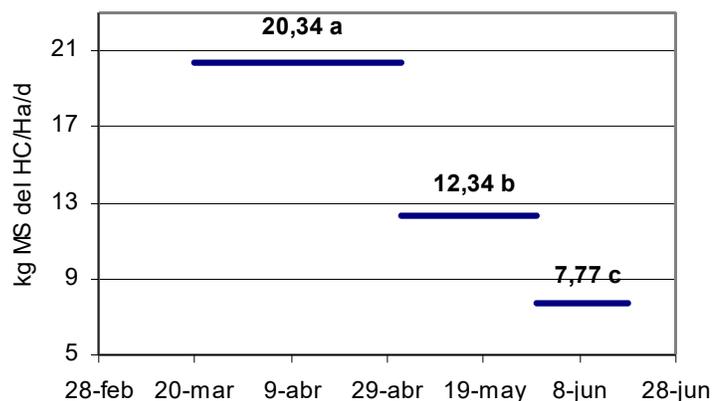
Letras diferentes corresponden a TCP que difieren entre sí con  $P < 0,10$

Como fue visto para el rendimiento de esta fracción en el otoño (ver cuadro 19), el manejo frecuente en conjunto con la estación de crecimiento –que indujo a un menor desarrollo de la especie–, provocaron una caída sustancial de la TCP de esta fracción. A pesar de ello, la acumulación de la especie fue buena y muy superior a aquella registrada para trébol blanco (131% mayor sin considerar el trébol blanco del tratamiento 6) que se encuentra en su estación de crecimiento, efecto que estuvo explicado por el estrés del mes de febrero.

El manejo menos frecuente (ver Grafica 42) logró mantener la tasa de crecimiento durante el otoño, lo que lo diferenció del manejo A (ver Figura 41), bajo el cual la TCP disminuyó significativamente para el mismo período. No obstante, se destaca que la TCP para el primer período de crecimiento fue 23% mayor para el manejo A con 13 días menos de crecimiento.

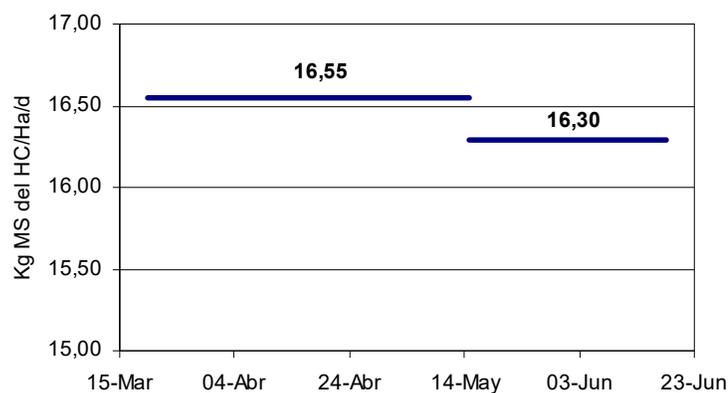
Aunque el nivel de reservas no fue estudiado en el ensayo, el hecho anteriormente descrito podría atribuirse a una mayor partición de los fotoasimilados hacia los órganos de reserva en los últimos 13 días, que conllevó a una menor TCP para este período, lo que finalmente derivó en rebrotes más vigorosos que redundaron en una TCP mayor para el resto de la estación.

Figura 41: TCP de la fracción alfalfa (Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) para la media de todas las mezclas durante el otoño del segundo año – Manejo A



Letras diferentes corresponden a TCP que difieren entre sí con  $P < 0,10$

Figura 42: TCP de la fracción alfalfa (Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) para la media de todas las mezclas durante el otoño del segundo año – Manejo B



A pesar que no existieron diferencias para la alfalfa durante primer año entre los tratamientos (ver cuadro 33), en la fracción gramínea las TCP variaron, lo que demostró que la alfalfa fue lo suficientemente plástica para compensar los rendimientos con especies acompañantes de diferentes características. Cabe destacar que la competencia interespecífica fue baja debido a que fueron sembradas en líneas alternas. La alfalfa del

tratamiento 6 fue asociada con trébol blanco en la misma línea, lo que en cierto modo sustituyó el “efecto gramínea” de las mezclas 4 y 5, al no haber casi aporte del bromus, lo que es consistente con lo mencionado en primera instancia.

Cuadro 33: TCP de la fracción alfalfa (Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) de los tratamientos por corte durante el primer año

Tratamiento	08/oct - 12/nov	12/nov - 16/dic	16/dic - 28/ene	28/ene - 20/mar
4 ALF (+F)	12,85	27,39	21,52	20,80
	b	a	ab	ab
5 ALF (+D)	16,41	26,27	24,34	17,76
	bc	a	ab	abc
6 ALF (+Br+TB)	15,62	23,19	30,58	23,76
	b	ab	a	ab

Letras diferentes en una misma fila corresponden a tratamientos que difieren entre sí con P<0,10

Si bien no se detectaron diferencias entre los tratamientos para este período en el Cuadro 34, existió una tendencia a que la mezcla 6 tuviera una menor TCP que las otras dos, posiblemente fruto de la mayor interferencia del trébol blanco.

Cuadro 34: TCP de la fracción alfalfa (Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) de los tratamientos por corte durante el otoño del segundo año – Manejo A

Trat	20/mar - 02/may	02/may - 30/may	30/may - 18/jun
4	19,97	12,56	6,89
	a	ab	b
5	22,78	16,72	11,49
	a	ab	b
6	18	7,72	4,93
	a	b	b

Letras diferentes en una misma fila corresponden a tratamientos que difieren entre sí con P<0,10

Se destaca en el Cuadro 35 la buena productividad de esta especie durante el otoño bajo el manejo menos frecuente con relación a la fracción leguminosa de los tratamientos 1, 2 y 3 (trébol blanco y lotus) cuyas TCP sumadas fueron menores a la de la alfalfa, a pesar que el trébol blanco es una especie invernal y por lo tanto en esta estación tiene mejores condiciones ambientales para producir.

Cuadro 35: TCP de la fracción alfalfa (Kg MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) de los tratamientos por corte durante el otoño del segundo año – Manejo B

Trat	20/mar - 15/may	15/may - 18/jun
4	14,7	12,6
5	17,2	17,8
6	17,7	18,5

#### 4.4 ECUACIONES DE REGRESIÓN DE RENDIMIENTO A PARTIR DE LA ALTURA PROMEDIO Y PORCENTAJE DE SUELO CUBIERTO

Las ecuaciones de regresión fueron realizadas a partir de la variable base leguminosa que agrupó a las mezclas 1 (Ph+TB+L), 2 (F+TB+L), 3 (D+TB+L) como Trébol blanco y lotus (TBL) y a las mezclas 4 (F+Alf), 5 (D+Alf) y 6 (Br+Alf+TB) como Alfalfa (ALF), debido a que la fracción leguminosa fue la que explicó en mayor medida la producción total del horizonte de cosecha de las mezclas (ver Cuadro 36).

Las estaciones de crecimiento fueron definidas en función del momento de corte de los tratamientos, siendo el período invierno–primaveral aquel que comprendió los primeros tres cortes (del 8 de octubre al 16 de diciembre), el estival los dos cortes siguientes (hasta el 20 de marzo) y el otoño de segundo año que incluyó los tres cortes del manejo de defoliación frecuente y los dos cortes del manejo B (hasta el 18 de junio). Los datos obtenidos al momento de los cortes, fueron agrupados por estación y base leguminosa para estimar los coeficientes de regresión.

El análisis de la regresión conjunta de altura y porcentaje de suelo cubierto no mejoró la precisión de la estimación del rendimiento del horizonte de cosecha, por lo que se tomaron en cuenta las variables por separado.

Cuadro 36: Participación porcentual de la base leguminosa en la producción total por período de crecimiento

Estación	Base leguminosa	
	Trébol blanco y lotus	Alfalfa
Inv-Prim	61%	56%
Verano	72%	76%
Otoño	79%	88%

A su vez, la morfofisiología de las leguminosas que dominaron en las mezclas indujeron a una estructura del tapiz que permitió dicha agrupación de tratamientos. También resultó importante para el primer año de la pastura el método de siembra de la fracción leguminosa, que en el caso de las mezclas 1, 2 y 3 (TBL) fue al voleo, mientras que para los tratamientos 4, 5 y 6 (ALF) fue en líneas alternadas con la gramínea. Este hecho influyó en la velocidad de cobertura del suelo en los primeros cortes de la pastura.

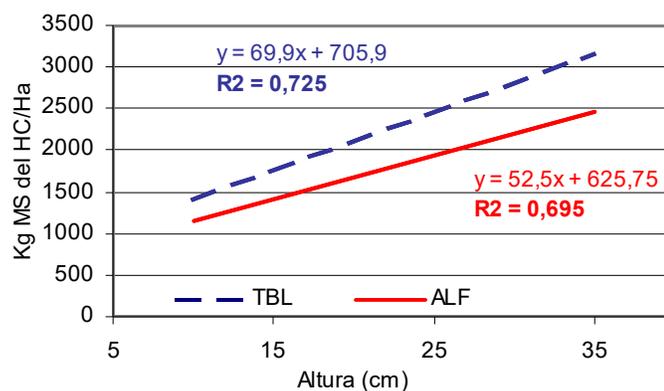
Como se ve en la Figura 43 y el Cuadro 37, la altura explicó 72,5% de la variación del rendimiento total del horizonte de cosecha para el caso de TBL, lo que indica el buen poder predictivo que puede tener esta variable para esta estación, mientras que para ALF la altura explicó el 69,5% del rendimiento. En este sentido, cada centímetro de aumento del horizonte de cosecha implicó un aumento del acumulado de 69,9 Kg de MS para TBL mientras que en ALF, el aumento alcanzó los 52,5 Kg de MS. Esto se explicó por la diferencia de estructura de la base leguminosa analizada. El hábito de crecimiento y el método de siembra del trébol blanco llevaron a una mayor acumulación de materia seca en los estratos más inferiores de la pastura. Alfalfa, por su

parte, es erecta, lo que determinó una mayor distribución del rendimiento a lo largo de todo el perfil. Esto fue lo que determinó la diferencia encontrada para la densidad del HC.

Esta tendencia se repitió para la acumulación de la fracción pastura –rendimiento de las especies sembradas–, aunque con una menor precisión lo que se explicó por el método de estimación de la composición gravimétrica. A su vez, en estas pasturas con baja incidencia de malezas (menos del 4,2% y 7,5% del rendimiento total para TBL y ALF respectivamente), el error de estimación puede considerarse mayor que la precisión que se obtiene al eliminar la fracción malezas.

Los coeficientes de regresión para la relación entre la altura y el rendimiento instantáneo de forraje encontrados por García (1995) oscilan entre 104 Kg de MS.Ha<sup>-1</sup> para el invierno y 166 Kg de MS.Ha<sup>-1</sup> para la primavera por cada centímetro de altura por encima de los cinco centímetros de altura del tapiz, valores que distan de aquellos hallados en el ensayo. Webby y Pengelly (1986, citados por García, 1995) encontraron que los coeficientes variaban entre 130 Kg.Ha<sup>-1</sup> y 170 Kg.Ha<sup>-1</sup>, según la estación del año, aunque las diferencias entre estaciones pueden ser mayores.

Figura 43: Relación entre altura al corte y rendimiento total del horizonte de cosecha (HC) durante la primavera del primer año



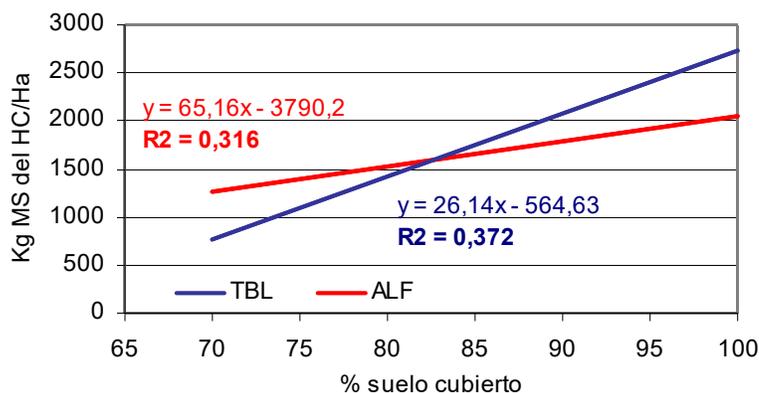
Cuadro 37: Coeficientes de regresión para altura al corte y rendimiento total y pastura del HC durante la primavera del primer año

Legd	Variable	Promedio	Beta 1	Pr >  t	R <sup>2</sup>
TBL	Rtot	1561	69,9	0,0001	0,725
	Rpas	1348	56,1	0,0001	0,641
ALF	Rtot	1446	52,5	0,0001	0,695
	Rpas	1076	38,7	0,0001	0,593

El porcentaje de suelo cubierto demostró ser menos preciso que la altura para explicar el rendimiento total del horizonte de cosecha (ver Figura 44 y Cuadro 38). Esto pudo deberse al método de estimación visual utilizado para la determinación. Además, la cobertura del suelo es más afectada por la frecuencia de defoliación debido a los mecanismos de adaptación al corte –escape al horizonte de cosecha– que la altura. De este modo, cortes más frecuentes densificaron la pastura en los estratos inferiores y conllevaron a que se cubriera más rápidamente el suelo, por lo que aumentos en el porcentaje de cobertura no se correlacionaron con aumentos proporcionales en la biomasa cosechada.

Al comparar entre las fracciones TBL y ALF, el R<sup>2</sup> de la primera fracción fue menor lo que se explicó debido a la mayor capacidad de escape al corte del trébol blanco (especie postrada) con respecto a la alfalfa (especie erecta). A su vez, el trébol blanco posee hojas planas con folíolos grandes pero succulentos (bajo porcentaje de materia seca), que cubren el suelo rápidamente sin aumentar en igual proporción el rendimiento.

Figura 44: Relación entre porcentaje de suelo cubierto al corte y rendimiento total del HC durante la primavera del primer año



Cuadro 38: Coeficientes de regresión para porcentaje de suelo cubierto al corte y rendimiento total y pastura del HC durante la primavera del primer año

Legd	Variable	Promedio	Beta 1	Pr >  t	R <sup>2</sup>
TBL	RTot	1561	65,2	0,0006	0,316
	RPas	1348	52,6	0,0013	0,283
ALF	RTot	1446	26,1	0,0001	0,372
	RPas	1076	21,5	0,0001	0,394

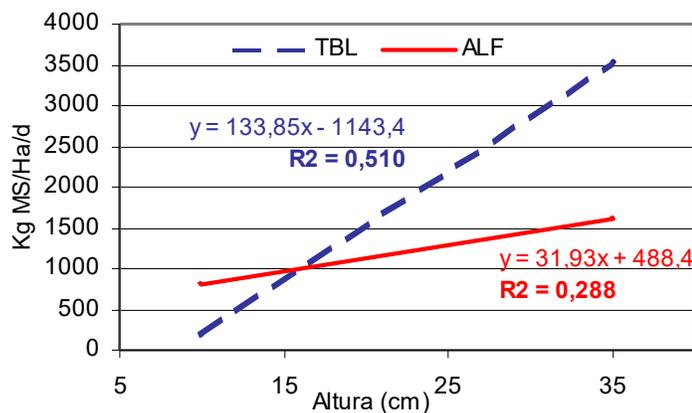
Durante el verano, la altura no determinó con precisión el rendimiento del horizonte de cosecha, principalmente en las mezclas con alfalfa, en donde esta variable explicó solo el 28,8% de la acumulación de materia seca del HC. Una posible explicación a esto fue que la altura promedio en esta estación ascendió a valores muy superiores a los vistos en la primavera. Para verano, la alfalfa tuvo un desarrollo importante y alcanzó alturas de 30,8 centímetros en promedio, mientras que para el período invierno-primaveral ésta ascendió a 20,7 centímetros. Conforme la altura aumentó la densidad del horizonte de cosecha disminuyó, lo que agregó una nueva fuente de variación y llevó a que la regresión lineal perdiera precisión y, por tanto, la altura dejara de explicar la variación del rendimiento (correlación entre ambas

variables). Este resultado fue concordante con aquel encontrado por Moliterno (2002), trabajando con diversas mezclas forrajeras compuestas por especies perennes y anuales.

El coeficiente angular varió considerablemente entre base leguminosa analizada, lo que se explicó por la diferencia en la morfofisiología de las especies estudiadas. En este sentido, mientras que trébol blanco es una especie estolonífera, tiende a acumular mayor cantidad de materia seca en los estratos inferiores del perfil, por lo que cada centímetro de aumento de la altura indujo a un incremento importante en el rendimiento.

Por otro lado, como se presenta a continuación, la variable cobertura no estuvo relacionada durante esta estación con el rendimiento del HC (ver Figura 45 y Cuadro 39).

Figura 45: Relación entre altura al corte y rendimiento total del horizonte de cosecha (HC) durante el verano del primer año



Cuadro 39: Coeficientes de regresión para altura al corte y rendimiento total y pastura del HC durante el verano del primer año

Legd	Variable	Promedio	Beta 1	Pr >  t	R <sup>2</sup>
TBL	RTot	1607	133,9	0,0001	0,510
	RPas	1265	107,7	0,0001	0,458
ALF	RTot	1472	31,9	0,0024	0,288
	RPas	1204	28,5	0,0065	0,229

Como se aprecia en el Cuadro 40, la regresión entre el porcentaje de suelo cubierto y el rendimiento no fue significativa para el verano, lo que mostró la elevada variabilidad de ésta para explicar el rendimiento. Este resultado fue similar al presentado para el período invierno-primaveral, en donde el coeficiente de correlación fue significativo pero muy bajo.

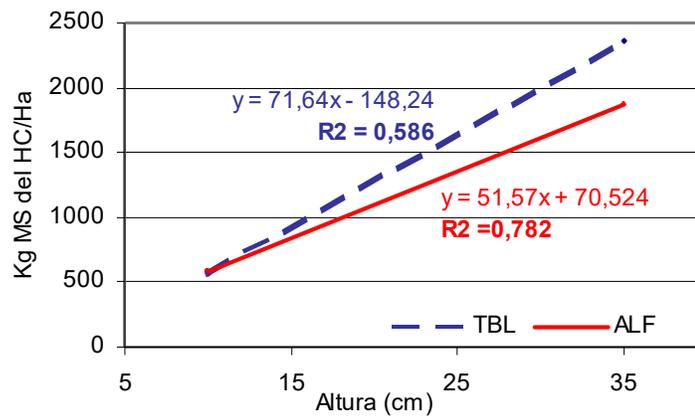
Cuadro 40: Coeficientes de regresión para porcentaje de suelo cubierto al corte y rendimiento total y pastura del HC durante el verano del primer año

Legd	Variable	Promedio	Beta 1	Pr >  t	R <sup>2</sup>
TBL	RTot	1607	-8,2	0,6995	0,007
	RPas	1265	-16,1	0,3264	0,037
ALF	RTot	1472	12,8	0,1360	0,083
	RPas	1204	13,5	0,1028	0,093

Para las regresiones de otoño de segundo año, que se aprecian en los Cuadros 41 y 42 y las Figuras 46 y 47, se incluyeron los datos de altura, cobertura y rendimiento de los dos manejos de defoliación. La relación entre altura y rendimiento en el otoño de segundo año mejoró respecto al verano para ambos grupos de leguminosas como se ve en la Figura 46 y en el Cuadro 41. En este sentido, se destaca la mejoría que registró el grupo ALF, que en la estación anterior explicó el 28,8% de la variación del rendimiento, mientras que durante el otoño la relación encontrada asciende a 78,2%. La disminución de la altura promedio (15,1 centímetros), fue la principal razón que explicó este mejor

ajuste ya que la densidad del horizonte de cosecha no varió sustancialmente en el rango de alturas de corte.

Figura 46: Relación entre altura al corte y rendimiento total del horizonte de cosecha (HC) durante el otoño del segundo año



Cuadro 41: Coeficientes de regresión para altura al corte y rendimiento total y pastura del HC durante el otoño del segundo año

Legd	Variable	Promedio	Beta 1	Pr >  t	R <sup>2</sup>
TBL	Rtot	481	71,6	0,0001	0,586
	Rpas	433	66,6	0,0001	0,586
ALF	Rtot	672	51,6	0,0001	0,782
	Rpas	615	50,0	0,0001	0,798

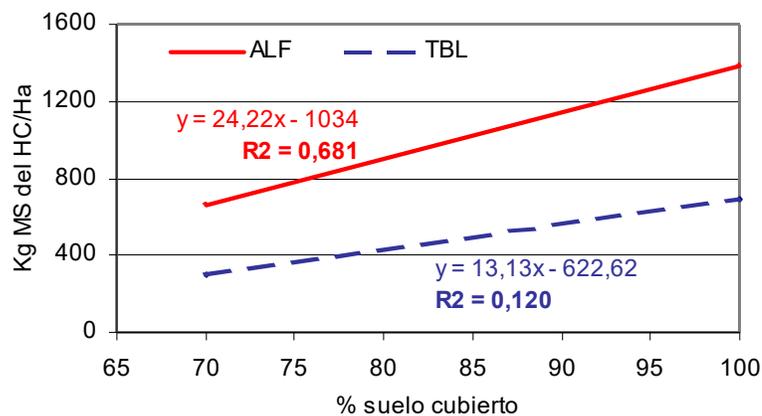
Es destacable la similitud encontrada para la estimación de rendimiento total y pastura del HC en función de la variable altura, lo que se explicó por el bajo nivel de enmalezamiento de la pastura durante este período.

En líneas generales la cobertura como variable determinante del rendimiento total y pastura del HC no tuvo la incidencia de la variable altura. Para otoño (ver Figura

47 y Cuadro 42), esta variable fue más precisa para el grupo ALF. A pesar de ello, los coeficientes angulares fueron significativos para ambos grupos, lo que no ocurrió durante el verano.

En TBL, el manejo de defoliación frecuente derivó en una adaptación del trébol blanco desarrollando más biomasa por debajo del horizonte de cosecha, por lo que el porcentaje de suelo cubierto aumentó sin incrementarse la producción por encima de la altura de corte. Para el manejo menos frecuente se logró una buena cobertura de suelo que fue acompañada por un aumento de la acumulación de materia seca sobre el horizonte de cosecha. Estos elementos son los que explicaron la elevada dispersión de datos que redundó en un menor  $R^2$ .

Figura 47: Relación entre porcentaje de suelo cubierto al corte y rendimiento total del horizonte de cosecha (HC) durante el otoño del segundo año



Cuadro 42: Coeficientes de regresión para porcentaje de suelo cubierto al corte y rendimiento total y pastura del HC durante el otoño del segundo año

Legd	Variable	Promedio	Beta 1	Pr >  t	R <sup>2</sup>
TBL	Rtot	481	13,1	0,0056	0,120
	Rpas	433	13,0	0,0033	0,136
ALF	Rtot	672	24,2	0,0001	0,681
	Rpas	615	22,8	0,0001	0,656

#### 4.5 DENSIDAD DEL HORIZONTE DE COSECHA DURANTE EL PRIMER AÑO

Para la determinación de la densidad del horizonte de cosecha fue utilizado el rendimiento total de la pastura (dada la baja participación de las malezas en el mismo) y la profundidad del horizonte de cosecha, por lo que el cálculo tomó en cuenta lo utilizable por el animal (forraje cosechado por encima de 5,5 cm). La variable densidad de pastura es uno de los determinantes de la estructura de la misma y componente principal del peso de bocado y por lo tanto de la *performance* animal.

Se analizó por separado el primer corte porque refleja el desarrollo inicial de la pastura que luego cambiará por la defoliación y dinámica de las diferentes unidades morfológicas al rebrotar.

Se destaca la elevada densidad de las mezclas 4 y 6 (ver Cuadro 43), lo que se explicó por el muestreo empleado en la determinación de la altura de la pastura previa al corte. Las parcelas que incluyeron éstos tratamientos en el bloque tres estuvieron sujetas a un prolongado efecto de anegamiento que provocó el subdesarrollo y muerte de muchas plantas. La determinación de la altura promedio al punto de toque más alto estuvo influenciada por la ausencia de algunos datos (altura 0) y por valores bajos. Esto determinó que la profundidad del horizonte de cosecha disminuyera más que el

rendimiento total de la pastura, sobreestimando así la densidad al ser la profundidad el denominador del cociente.

Tomando en cuenta los bloques 1, 2 y 4 –que no sufrieron este problema–, la densidad del horizonte de cosecha de la mezcla de festuca y alfalfa (tratamiento 4) fue 90,98 Kg MS.cm<sup>-1</sup> y para la mezcla bromus, trébol blanco y alfalfa (tratamiento 6) fue 74,97 Kg MS.cm<sup>-1</sup>.

Las mezclas que tendieron a presentar una mayor densidad fueron los tratamientos 1 y 2 (phalaris, trébol blanco y lotus y festuca, trébol blanco y lotus respectivamente). El tratamiento 3 (dactylis, trébol blanco y lotus), en cambio, presentó una menor densidad que las mezclas mencionadas. Esto se explicó por el mayor rendimiento de dactylis con relación a phalaris y festuca (gramíneas de porte erecto), que determinó una mayor altura al momento de corte y, por tanto, una distribución más homogénea de la producción a lo largo del perfil, tomando en cuenta que el rendimiento de trébol blanco y lotus no difirió entre los tratamientos.

Cuadro 43: Densidad del horizonte de cosecha de los tratamientos para el primer corte

<b>Mezcla</b>	<b>08-Oct</b>	
<b>1 Ph+TB+L</b>	145,32	b
<b>2 F+TB+L</b>	124,30	b
<b>3 D+TB+L</b>	108,91	b
<b>4 F+Alf</b>	532,62	a
<b>5 D+Alf</b>	112,29	b
<b>6 Br+Alf+TB</b>	157,04	b

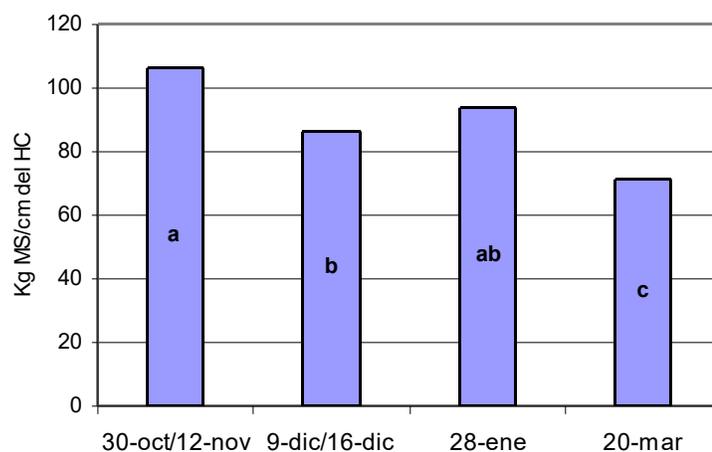
Letras diferentes en una misma columna corresponden a tratamientos que difieren entre sí con P<0,10

Como se aprecia en las Figuras 48 y 49, la evolución de la densidad del horizonte de cosecha tendió a ser menor en los meses estivales que en la primavera y el otoño del

segundo año. Esta disminución obedeció a un aumento de la altura promedio de la pastura que no se correspondió con un incremento proporcional del rendimiento.

Esta situación estuvo dada por un cambio del estado fisiológico de las mezclas durante la estación reproductiva, momento en que las especies comenzaron la elongación de sus puntos de crecimiento. Pasado el verano, la pastura retomó el activo crecimiento vegetativo, produciendo un mayor número de estructuras vegetativas por unidad de superficie, aumentando su densidad.

Figura 48: Densidad del horizonte de cosecha de todas las mezclas en promedio por corte durante el primer año



Letras diferentes corresponden a cortes que difieren entre sí con  $p < 0,10$

Como se observa en el Cuadro 44, la densidad del HC de los tratamientos 1, 2 y 3 (TBL) tendió a ser mayor que la de los restantes (ALF). Esto respondió a la diferencia morfofisiológica entre el trébol blanco (estolonífero y postrado) y la alfalfa (cespitoso y erecto), de modo que el primero cubrió el suelo y desarrolló hojas nuevas en los estratos inferiores, mientras que la alfalfa emitió sus tallos a partir de la corona, acumulando siempre materia seca hacia los estratos superiores.

Durante la primavera, TBL tuvo una densidad promedio del HC de 102,83 Kg de MS.cm<sup>-1</sup> (coeficiente de variación 10,7%), mientras que ALF 89,50 Kg de MS.cm<sup>-1</sup> (coeficiente de variación 17,7%). En verano, TBL se densificó aún más en comparación con ALF, a pesar que el lotus (especie de hábito erecto) sostuvo una buena producción en altura. Para la estación en consideración, TBL tuvo una densidad del horizonte de cosecha de 105,95 Kg de MS.cm<sup>-1</sup> (coeficiente de variación 23,8%), mientras que ALF 59,46 Kg de MS.cm<sup>-1</sup> (coeficiente de variación 7,9%).

Según el Cuadro 44, el único corte que presentó diferencias estadísticas fue el del 28 de enero, en donde se aprecia claramente la tendencia antes mencionada, siendo la densidad del HC para TBL más del doble que ALF, lo que respondió al buen desarrollo del trébol blanco (especie postrada) por las lluvias de diciembre y enero en contraposición a la alfalfa que también rindió en buena forma pero lo hizo mayormente en altura.

Cuadro 44: Densidad del horizonte de cosecha de los tratamientos por corte durante el primer año

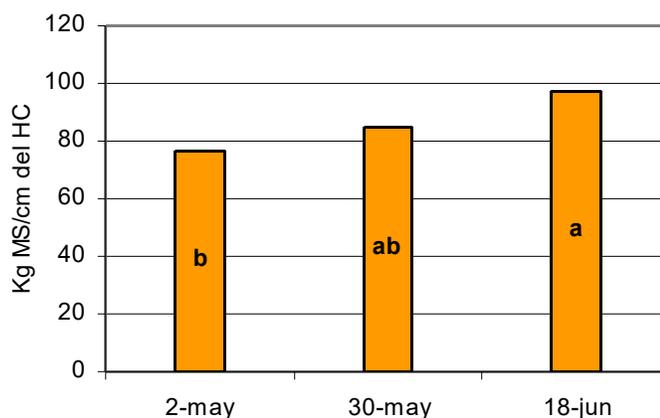
Mezcla	30-oct	09-dic	28-ene	20-mar
<b>1 Ph+TB+L</b>	112,66	98,86	130,84 a	67,13
<b>2 F+TB+L</b>	118,07	102,87	126,18 a	98,52
<b>3 D+TB+L</b>	96,66	87,83	123,71 a	89,33
	12-nov	16-dic	28-ene	20-mar
<b>4 F+Alf</b>	99,66	76,41	62,98 b	61,37
<b>5 D+Alf</b>	108,84	71,67	55,85 b	53,51
<b>6 Br+Alf+TB</b>	102,12	78,27	64,38 b	58,65

Letras diferentes en una misma columna corresponden a tratamientos que difieren entre sí con  $P < 0,10$

La Figura 49 muestra que a medida que se acerca el invierno, la densidad del HC aumentó, debido a que la altura promedio disminuyó en mayor medida que el rendimiento. Además, los folíolos disminuyeron su tamaño conforme avanzó la estación,

lo que llevó a que la relación hoja/tallo cayera con el consiguiente aumento de materia seca que supone. Esto densificó el HC de la pastura en los estratos inferiores.

Figura 49: Densidad del horizonte de cosecha de todas las mezclas en promedio por corte durante el otoño del segundo año – Manejo A



Letras diferentes corresponden a cortes que difieren entre sí con  $p < 0,10$

En otoño se percibieron diferencias entre las mezclas para los cortes del 2 de mayo y del 18 de junio (manejo de defoliación frecuente), apreciándose a su vez un quiebre en la tendencia mencionada para primer año (ver Cuadro 45). ALF aumentó la densidad del HC en los sucesivos cortes, siendo el promedio de la estación de 87,34 Kg de  $MS.cm^{-1}$  (coeficiente de variación 27,8%) que fue similar al determinado en primavera. Para TBL este promedio fue de 84,71 Kg  $MS.cm^{-1}$  (coeficiente de variación 22,4%).

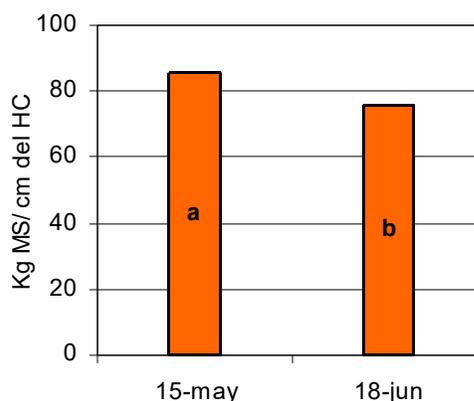
La aplicación de un manejo de defoliación menos frecuente, como se observa en la Figura 50, provocó una disminución significativa de la densidad del HC al avanzar la estación, lo que resultó contradictorio a lo visto para el otro manejo, en donde el ambiente provocó la densificación de la pastura.

Cuadro 45: Densidad del horizonte de cosecha de los tratamientos por corte durante el otoño del segundo año – Manejo A

Mezcla	02-may	30-may	18-jun
1 Ph+TB+L	79,98 abc	99,04	108,42 a
2 F+TB+L	95,58 ab	86,64	64,13 b
3 D+TB+L	103,74 a	52,91	71,98 b
4 F+Alf	67,69 bc	85,62	106,67 a
5 D+Alf	47,99 c	87,21	121,25 a
6 Br+Alf+TB	62,29 bc	96,90	110,45 a

Letras diferentes en una misma columna corresponden a tratamientos que difieren entre sí con  $P < 0,10$

Figura 50: Densidad del horizonte de cosecha de todas las mezclas en promedio por corte durante el otoño del segundo año – Manejo B



Letras diferentes corresponden a cortes que difieren entre sí con  $p < 0,10$

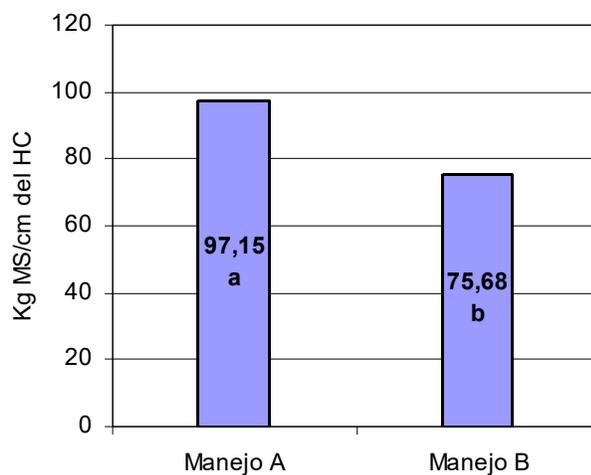
Como se aprecia en el Cuadro 46, no existieron diferencias significativas entre las mezclas analizadas con el manejo B durante el otoño. La densidad promedio del HC para la estación fue de  $85,65 \text{ Kg MS.cm}^{-1}$  (coeficiente de variación 11,6%) para TBL y de  $75,43 \text{ Kg MS.cm}^{-1}$  (coeficiente de variación 6,0%) para ALF. Con este manejo se mantuvo la diferencia observada durante el primer año entre las dos bases leguminosas.

Cuadro 46: Densidad del horizonte de cosecha de los tratamientos por corte durante el otoño del segundo año – Manejo B

Mezcla	15-may	18-jun
1 Ph+TB+L	81,43	87,01
2 F+TB+L	102,32	76,37
3 D+TB+L	90,43	76,36
4 F+Alf	80,95	72,61
5 D+Alf	79,06	71,39
6 Br+Alf+TB	78,18	70,37

Como se aprecia en la Figura 51, la densidad del HC del manejo B fue significativamente menor que en A, fruto del mayor descanso entre defoliaciones que provocó una mayor altura del perfil de la pastura, debido a la mayor acumulación de materia seca que aumentó la competencia por luz.

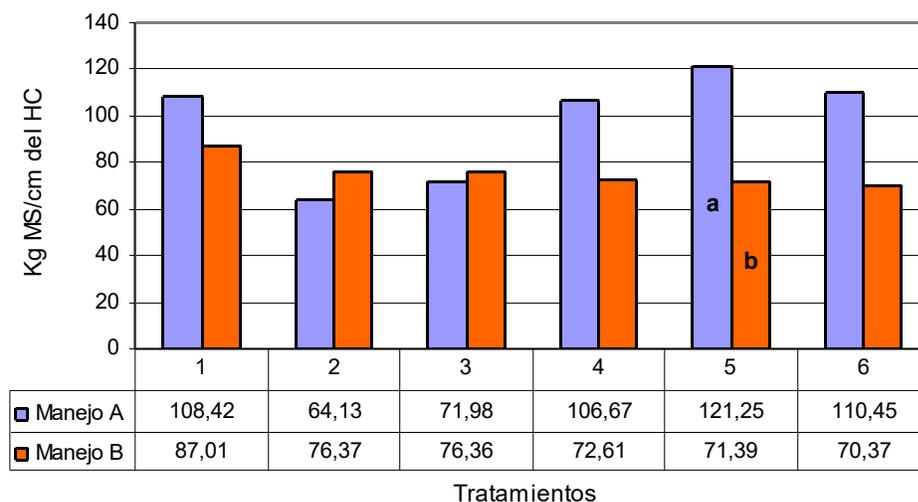
Figura 51: Densidad del horizonte de cosecha de todas las mezclas en promedio según manejo para el último corte del otoño de segundo año



Letras diferentes corresponden a densidades que difieren entre sí con  $p < 0,10$

En la Figura 52 puede apreciarse el efecto del manejo sobre la densidad del HC para los tratamientos con alfalfa. De este modo, la mezcla 5 mostró un aumento significativo de la densidad al realizarse defoliaciones frecuentes. Los tratamientos 4 y 6 no mostraron diferencias significativas entre ambos manejos. A pesar de ello, la defoliación más frecuente provocó una densificación de la pastura, siendo el manejo A 46,9% mayor que el manejo B en el tratamiento 4, mientras que en el tratamiento 6 ésta diferencia ascendió a 57,0%. Por otro lado, se destaca que para aquellas mezclas con trébol blanco, el manejo tuvo un efecto menos definido, mostrando la plasticidad de la especie.

Figura 52: Densidad del horizonte de cosecha de todas las mezclas según manejo para el último corte del otoño de segundo año



Letras diferentes corresponden a densidades que difieren entre sí con  $p < 0,10$

## 5. CONCLUSIONES

Tanto para primer año como para el otoño de segundo año, la base leguminosa fue la que explicó las diferencias en el rendimiento de las mezclas.

No hubo diferencias significativas entre las mezclas forrajeras para el primer año de la pastura. A pesar de ello, el análisis de contrastes mostró un mayor rendimiento para las mezclas cuya base leguminosa estaba compuesta por trébol blanco y lotus.

A pesar de haber sembrado tardíamente el ensayo, el rendimiento del primer año para todas las mezclas fue muy bueno y osciló entre 6.900 Kg de MS del HC.Ha<sup>-1</sup> y 8.000 Kg de MS del HC.Ha<sup>-1</sup>, lo que respondió a un manejo de la fertilización adecuado, a condiciones ambientales benignas para el desarrollo de las pasturas y a un manejo de defoliación correcto.

Se alcanzaron elevadas producciones de forraje en verano para pasturas de primer año (entre 38% y 42% del rendimiento total), gracias a que el ambiente de producción fue favorable.

*Bromus auleticus* tuvo una mala implantación lo que sumado a la asociación con alfalfa derivó a una casi pérdida de la especie en el ensayo.

Durante el otoño de segundo año el manejo A mostró diferencias significativas entre las mezclas y el análisis de contrastes confirmó que los tratamientos con alfalfa rindieron por arriba de aquellos con trébol blanco y lotus (a diferencia de lo visto durante primer año), fruto de un rebrote más vigoroso a comienzos de otoño. Si bien el manejo B no mostró diferencias entre las mezclas, el análisis de contrastes arrojó el mismo resultado que para el manejo A.

No hubo diferencias significativas dentro de las mezclas por aplicar los distintos manejos de defoliación, no obstante lo cual para el promedio de las mezclas el manejo B tuvo una mayor acumulación de materia seca.

Para el período de estudio (primavera, verano y otoño), la tasa de crecimiento de todas las mezclas fue máxima en primavera y mínima en otoño. En esta estación, el manejo B –menos frecuente– rindió más que el manejo A.

La altura fue un buen estimador del rendimiento total por estación cuando las mezclas se agruparon por base leguminosa, mientras que la cobertura como variable de manejo no tuvo asociación importante con la producción del horizonte de cosecha.

Los resultados obtenidos por el ensayo muestran que el análisis de la regresión conjunta de altura y porcentaje de suelo cubierto no mejoró la precisión de la estimación del rendimiento del horizonte de cosecha.

Es posible lograr ecuaciones de predicción de rendimiento para mezclas forrajeras con especies perennes de distinta morfofisiología, para lo que es necesario incluir mayor cantidad de registros para validar la información generada por el experimento.

En relación con la estructura del horizonte de cosecha, tanto la estación como la frecuencia de defoliación incidieron sobre la densidad de la pastura, siendo las de primavera y otoño mayores que la de verano. A su vez, la aplicación de un manejo frecuente provocó un tapiz más denso para aquellas mezclas con alfalfa que un manejo descansado, mientras que en los tratamientos con trébol blanco y lotus no se registraron tales diferencias.

## 6. RESUMEN

### 6.1 COMPARACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE MEZCLAS FORRAJERAS BAJO MANEJOS DE DEFOLIACIÓN BASADOS EN LA COBERTURA DEL SUELO Y ALTURA DEL TAPIZ

La producción de seis mezclas forrajeras de gramíneas y leguminosas perennes bajo dos frecuencias de defoliación fue estudiada a lo largo del año de su siembra y el otoño de segundo año. El porcentaje de suelo cubierto fue la variable que definió el momento de la defoliación.

El rendimiento de las mezclas durante el primer año no fue estadísticamente distinta. A pesar de ello, hubo diferencias significativas al agrupar las mezclas según su base leguminosa. Aquellas conformadas por *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* (TBL) rindieron en promedio 7897 Kg de MS del HC.Ha<sup>-1</sup>, mientras que aquellas con *Medicago sativa* (ALF) produjeron 7283 Kg de MS del HC.Ha<sup>-1</sup> en promedio, lo que representó una superioridad de 8,4%. Durante el otoño de segundo año se aplicaron dos manejos de defoliación. Sólo aquel más frecuente presentó diferencias significativas entre los tratamientos, mientras que las mezclas con *Medicago sativa* acumularon, para los manejos A y B respectivamente, 585 Kg de MS del HC.Ha<sup>-1</sup> y 366 Kg de MS del HC.Ha<sup>-1</sup> más que los tratamientos con *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*. El rendimiento acumulado del manejo menos frecuente fue significativamente mayor al manejo A (mayor número de defoliaciones) en 12,6%.

La altura del perfil de la pastura determinada previo al corte resultó mejor estimador que el porcentaje de suelo cubierto del forraje cosechado por estación, sobre todo para el período invierno–primaveral y otoñal.

La información sobre los rendimientos de forraje fue obtenida del horizonte de cosecha, el cual fue definido por la diferencia entre la altura total y el rastrojo de 5,5 cm, el cual se mantuvo constante para ambas frecuencias. La materia seca cosechada fue separada en aquella correspondiente a la fracción pastura, malezas, especies espontáneas y restos secos, registrándose una contribución despreciable de las últimas tres. La tasa de crecimiento entre cada corte fue calculada para todas las mezclas en cada manejo de frecuencia, obteniéndose un rango de 11,52 a 53,23 Kg de MS del HC.Ha<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup>, con los menores valores en otoño de segundo año y los mayores en primavera.

**PALABRAS CLAVE:** Altura de la pastura, frecuencia de defoliación, horizonte de cosecha, mezclas forrajeras, porcentaje de suelo cubierto, producción MS.

## 7. SUMMARY

### 7.1 SEEDING MIXTURES YIELD COMPARATIONS UNDER DEFOLIATION TREATMENTS BASED ON SOIL COVERAGE AND SWARD CANOPY HEIGHT

The yield composition of six seeding mixtures (perennial grasses and legumes) under two defoliation frequencies was studied during the first year and the second year fall. The defoliation criteria was based on the soil coverage percentage.

Despite the absence of significant effect during the first year of the seeding mixtures, the group analysis for those treatments that included *Trifolium repens* and *Lotus corniculatus* (TBL) had a mean yield of 7897 Kg.Ha<sup>-1</sup> DM, while those with *Medicago sativa* (ALF) yielded 7283 Kg.Ha<sup>-1</sup> DM (significant difference). During the second year fall, two defoliation frequencies were adopted. The most frequent defoliation showed a significant effect among the seeding mixtures, but in this case, those swards that included *Medicago sativa* had superior yields (585 Kg.Ha<sup>-1</sup> DM and 366 Kg.Ha<sup>-1</sup> DM for A and B treatments) than those that had *Trifolium repens* and *Lotus corniculatus*. Moreover, the DM production was 12.6% higher for the A treatment compared to the frequent defoliation .

Herbage DM yields were recorded for the cutting horizon, as defined by the difference between sward canopy height and residual height, the latter remaining constant in 5.5 cm throughout the experimental period. The sward height showed better estimation results for yield prediction than the soil coverage percentage, especially during the winter-spring period and the autumn season.

The mean growth rate for the total DM pasture fraction was calculated for each period between two successive cuts, the range lying between 11.52 kg.Ha<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup> DM and

53,23 Kg.Ha<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup> DM. The lowest rates were recorded during the second year fall, whilst the highest were achieved during spring.

KEY WORDS: Cutting horizon, defoliation frequency, herbage DM yield, seeding mixtures, soil coverage percentage, sward canopy height.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. ALLEGRI, M.; FORMOSO, F. 1978. Pasturas IV, MAP CIABB, Región Noreste. Miscelánea 18, Montevideo, Uruguay. pp. 83-110.
2. BOOYSEN, P. De V.; NELSON, C. J. 1975. Leaf area and carbohydrate reserves in regrowth of tall fescue. *Crop Science* 15, 262-6
3. BORDOLI, J.M. 1998. Fertilización de pasturas de leguminosas y mezclas de gramíneas y leguminosas. En: Jornada de Fertilización en cultivos y pasturas. INTA Concepción del Uruguay, Entre Ríos.
4. BROUGHAM, R. W. 1956. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. *Australian Journal of Agricultural Research* 7, 377-87.
5. \_\_\_\_\_. 1958. Leaf development in swards of white clover (*Trifolium repens*). *New Zealand Journal of Agricultural Research* 1, 707-13.
6. \_\_\_\_\_. 1959. The effects of seasons and weather on the growth rate of a ryegrass and clover pasture. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 2, 283-296.
7. BROWN, K. R. 1997. Parent and weight, plant growth and seedling, in “Grasslands Tama” Westerwolds ryegrass. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture* 5, 143-6.
8. BRYANT, J. A. 1985. Seed physiology. London: Edward Arnold

9. CARÁMBULA, M. 1977. Producción y Manejo de Pasturas Sembradas. Editorial Hemisferio Sur, Montevideo, Uruguay. 464 p.
10. \_\_\_\_\_. 1997. Pasturas Naturales Mejoradas. Editorial Hemisferio Sur, Montevideo, Uruguay. 524 p.
11. CHARLTON, J. F. L.; HAMPTON, J. G.; SCOTT, D. J. 1986. Temperature effects on germination of New Zealand herbage grasses. Proceedings of the New Zealand Grassland Association 47, 165 – 72
12. CLARKSON, D. T.; WARNER, A. J., 1969. Relationships between root temperature on the transport of ammonium nitrate ions by Italian and perennial ryegrasses (*Lolium multiflorum* and *L. perenne*). Plant Physiology 64, 557-61.
13. CONSTANTIN, J. I.; DÍAZ, E. J.; MOUSSAYAN, S.; 2001. Tesis. Estudio de la producción inicial de *Bromus auleticus* cv El Potrillo en mezclas forrajeras. Facultad de Agronomía, Universidad de la República Oriental del Uruguay.
14. COVAS, G., 1981. *Bromus auleticus*. In Apuntes para la flora de la Pampa. INTA. Estación experimental de Anguil . Pp 253-256.
15. D.N.M, 2003. <http://www.dnalmeteorologia.gub.uy>
16. DAVIDSON, J. L.; MILTHORPE, F. L., 1965. Carbohydrate reserves in the regrowth of cocksfoot (*Dactylis glomerata*). Journal of the British Grassland Society 20, 15-18.
17. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 1966 Leaf Growth in *Dactylis glomerata* following defoliation. Annals of Botany 30, 173-84.

18. DÍAZ, J.E. 1995. Estudios sobre la producción de forraje estacional y anual de leguminosas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Uruguay. 102 p.
19. DIEA, 2003. <http://www.mgap.gub.uy/diea/anuario2003>
20. EVANS, P. S. 1976. The effect of management on root activity. Massey Dairy Farming Annual 28, 123-30.
21. EVANS, P. S., 1978. Plant root distribution and water use patterns of some pasture and crop species. New Zealand journal o Agricultural Research 21, 261-265.
22. FALLOON, R. E. 1980. Seedling emergence responses in ryegrasses (*Lolium* spp.) to fungicide seed treatments. Ibid. 23, 138 – 47
23. FORMOSO, F. 1983. Effect of defoliation in *Lotus corniculatus* L. Lotus Newsletter N° 14, 3-4.
24. \_\_\_\_\_. 1988. Manejo de especies y mezclas. CIAAB. Jornada de forrajeras. 9 de setiembre de 1988.
25. \_\_\_\_\_. 1993. *Lotus corniculatus*. INIA la Estanzuela. Serie Técnica 37.
26. \_\_\_\_\_. 1995 Epoca de diferenciación floral y alargamiento de entrenudos en *Festuca arundinacea* cv Estanzuela Tacuabé, *Phalaris aquatica* cv Estanzuela Urunday y *Dactylis glomerata* cv INIA LE Oberón. INIA La Estanzuela, Uruguay. Serie Técnica 59. 15 p.

27. \_\_\_\_\_. 1996. Producción y manejo de pasturas. Serie Técnica 80, INIA Tacuarembó, Uruguay. Pp 1-20.
28. \_\_\_\_\_. 2000. TECNOLOGÍA EN ALFALFA. INIA LA ESTANZUELA. BOLETÍN DE DIVULGACIÓN 69. 159 P.
29. \_\_\_\_\_.; ALLEGRI, M. 1980. Leguminosas en la región noreste. I. Comportamiento de leguminosas en suelos arenosos, pesados e hidromórficos. Miscelánea N° 21 CIAAB. EEAN. P 1-8.
30. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 1984. Estudio comparativo de gramíneas perennes invernales en suelos arenosos, pesados e hidromórficos. In: Gramíneas perennes del noreste. MAP CIABB miscelánea 56. Pp 1-11.
31. FREIRE, A.; METHOL, M., 1982. Evaluación primaria de *Bromus auleticus*. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Montevideo, 1982, 124 p.
32. GARCÍA, F. O.; RUFFO, M. L.; DAVEREDE I. C. 1999. Fertilización de Pasturas y Verdeos Informaciones Agronómicas del Cono Sur Número 1..
33. GARCÍA, J. 1979. Manejo estival de *Festuca arundinacea*. 2<sup>da</sup> Reunión técnica Facultad de Agronomía, Noviembre 1979. p.13.
34. \_\_\_\_\_ 1995. *Dactylis Glomerta* L. INIA LE Oberón. Boletín de Divulgación N° 49. INIA La Estanzuela, Uruguay. 50 p.

35. \_\_\_\_\_. 1995. Estructura del tapiz de praderas. INIA La Estanzuela, Uruguay. Serie Técnica 66.
36. \_\_\_\_\_. 1996. Variedades de Trébol Blanco. INIA La Estanzuela. Serie Técnica 70.
37. \_\_\_\_\_.; REBUFFO, M.; FORMOSO, F. 1991. Las Forrajeras de la Estanzuela. INIA La Estanzuela.
38. GARDNER, A. L.; CENTENO, G. A.; DE LUCÍA, G. R.; ALBURQUERQUE, H. E. 1968. Comportamiento de once variedades de *Lotus corniculatus* en La Estanzuela. MGA. CIAAB. Boletín Técnico N°8, 23 p.
39. HAYNES, R.J. 1980. Competitive aspects of the grass-legume association. Academic Press, Inc p. 227-261.
40. HODGSON, J. 1990. Grazing Management. Science into practice. Essex: Longman Scientific & Technical. 203 p.
41. \_\_\_\_\_.; ILLIUS, A. W. 1996. The Ecology and Management of Grazing Systems. Lemaire, G. and Chapman, D. 1996. Capítulo 1, Tissue Flows in Grazed Plant Communities. Editado por Hodgson, J. e Illius, A. W. 1996. CAB International
42. HOLMES, W. 1989. Grass: it's production and utilization. Blackwell Scientific Publications. p. 305
43. HUGHES, R. 1965. Climatic factors in relation to growth and survivor of pasture plants. Journal of The British Grassland Society 20, 263-72.

44. HUGHES, H. D. 1969. Birdsfoot trefoil. In Hughes H.D.; Heat, M.E. and Metcalfe, D.S. eds. Forages. 2<sup>ed</sup> Ames, Iowa State University Press. Pp. 187-204.
45. HUNT, L. A., 1965. Some implication of death and decay in pasture production. Journal of the British Grassland Society, 20, 27-31.
46. JACOBO, E.; BLANCO, M. A.; RODRÍGUEZ, A. 2001a. Forrajes y Granos. Tomo 3: Especies Forrajeras Cultivadas. Agribusiness Journal. Agro Medios Argentina SRL.
47. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_., 2001b. Forrajes y Granos. Tomo 8: Fertilización de pasturas y pastizales. Agribusiness Journal. Agro Medios Argentina SRL.
48. LANGER, R.H. 1990. Pastures and pastures plants. Oxford University Press. Oxford, UK. 134 p.
49. MARTEN, G. C.; JORDAN, R. M., 1979. Substitution value of birdsfoot trefoil for alfalfa-grass in pasture system. Agr. J. 71, 50-55.
50. \_\_\_\_\_.; EHELE, F. R., 1984. Influence of quality variation in four legume species on weight gains of grazing heifers. Abstract American Society. Agron., Madison. Wisconsin, p 159.
51. MAY, L. H.; DAVIDSON, J. L. 1958. The role of carbohydrate reserves in regeneration of plant. 1. Carbohydrate changes in subterranean clover following defoliation. Australian Journal of Agriculture Research 9, 767-77.

52. McCREE, K. J. TROUGHTON, J. H., 1966. Non-existence of an optimum leaf area index for the production rate of white clover grown under constant conditions. *Plant Physiology*, 41, 1615-1622.
53. MITCHELL, K.J. 1956. Growth of pasture species under controlled environment: I. Growth at various levels of constant temperature. *N.Z. J. Sci. Technol.* 38A: 1037–1046.
54. MOLITERNO, E. A. 1998. Intensificación de la producción forrajera en el país. Antecedentes y evolución de los últimos años. *CANGÜE* N° 12. pp. 8–12.
55. \_\_\_\_\_. 2002. Variables básicas que definen el comportamiento productivo de mezclas forrajeras en su primer año. *Agrociencia*. (2002) Vol. VI N°1 pág. 40-52
56. MULSERA PARDO, E.; RATERA GARCÍA, C. 1984. *Praderas y Forrajeras*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España. 702 p.
57. MUSTAFA, E.; BALL, R.; FELD, T. R. O. 1969. The use of acetylene reduction to study the effect of nitrogen fertilizer and defoliation on nitrogen fixation by field grown white clover. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 12, 691-6.
58. OLMOS, F. 1993. *Bromus auleticus*. INIA, Uruguay. Serie Técnica N° 35. 30 p.
59. \_\_\_\_\_. 2001. Tecnología para la mejora de la producción de forraje de Brunosoles del Noreste. En: *Tecnologías forrajeras para sistemas ganaderos del Uruguay*. INIA, Montevideo, Uruguay. Bol. Div N° 76. pp. 123-148.

60. PARSONS, A. J.; PENNING, P. D. 1988. The effect of the duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and the average rate of growth in a rotationally grazed sward. *Grass and Forage Science*, 43, 15-27.
61. \_\_\_\_\_.; ROBSON, M. J. 1982. Seasonal changes in the physiology of S24 Perennial Ryegrass (*Lolium perenne L.*) *Annals of Botany*, 50, 167-177.
62. PEARSON, C. J.; ISON, R. L. 1987. *Agronomy of Grassland Systems*. Cambridge University Press, Cambridge.
63. PUIG, A.; FERRANDO, A. 1983. Requerimientos de fósforo en trébol blanco, lotus y trébol carretilla implantados puros y en mezcla. Tesis Facultad Agronomía. Universidad de la República Oriental del Uruguay.
64. REBUFFO, M. 2000. Implantación. In: Tecnología en alfalfa. INIA La Estanzuela. Boletín de divulgación 69. pp. 29-36.
65. ROBSON, M. J., 1973. The growth and development of simulated swards of perennial ryegrass I. Leaf growth and dry matter weight as related to the ceiling yield of a seedling sward. *Annals of Botany* 37, 487-500.
66. ROSENGURTT, B. 1946. Gramíneas y leguminosas de J. Jackson: comportamiento en el campo y en el cultivo. Estudio sobre praderas naturales del Uruguay. Montevideo p. 47-53.
67. ROVIRA, J. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 288 p.

68. SEANEY, R. R.; HENSON, P. R, 1970. Birdsfoot Trefoil. *Adv. Agron.* 22 119-15
69. SMETHAM, M. L., 1990. Pasture management. In *Pastures*. ed. Langer R. H. M. páginas 197 – 240.
70. SMITH, D.. Forage Management in the North. Ed. Kendal/Hunt Publishing Company, Iowa, EEUU. 258 páginas.
71. TAITON, N. M. 1974. Effects of different grazing rotations on pasture production. *Journal of the British Grassland Society*, 29, 191–202.
72. THOMAS, R. G. 1987. The Structure of the Mature plant in White Clover, ed. Baker M. J. Y Williams, W. M.
73. VOISIN, A. 1962. Productividad de la hierba. 1<sup>ra</sup> ed. Editorial Tecnos S.A. 552 p.
74. WATSON, D. J. 1947. Comparative Physiology Studies on the Growth of Field Crops. *Annals of Botany London (N.S.)* 11, 41-76
75. WINCH, J. E. 1960. Birdsfoot Trefoil, Establishment and Techniques. Ontario Agricultural College. Guelph. P 1-6.

9. ANEXOS

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOFIGURA.....	4
2.1 ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS DE LAS ESPECIES FORRAJERAS QUE DETERMINAN EL MANEJO DE DEFOLIACIÓN.....	4
2.1.1 Factores que afectan la cobertura del suelo.....	4
2.1.1.1 Área Foliar.....	4
2.1.1.2 Área foliar remanente y estructuras morfofisiológicas refoliadoras.....	6
2.1.1.3 Tasa de Asimilación Neta (TAN).....	9
2.1.1.4 Sustancias de reserva.....	10
2.1.2 Factores que afectan la estructura de la pastura.....	11
2.1.2.1 Factores que afectan la disponibilidad de forraje del tapiz.....	11
2.1.3 Estructura del tapiz y su relación con la estimación de la disponibilidad de forraje y altura de corte.....	12
2.1.4 Factores que afectan la producción de materia seca.....	15
2.1.4.1 Factores que afectan el crecimiento foliar.....	15
2.1.5 Factores que determinan el crecimiento de la pastura al rendimiento techo...	19
2.2 ESPECIES Y MEZCLAS FORRAJERAS.....	22
2.2.1 <i>Festuca arundinacea</i> .....	22
2.2.1.1 Descripción de la planta.....	22
2.2.1.2 Adaptación y manejo.....	23
2.2.2 <i>Dactylis glomerata</i> .....	24
2.2.2.1 Descripción de la planta.....	24
2.2.2.2 Adaptación y manejo.....	25
2.2.3 <i>Phalaris aquatica</i> .....	27
2.2.3.1 Descripción de la planta.....	27
2.2.3.2 Adaptación y manejo.....	27
2.2.4 <i>Bromus auleticus</i> .....	28
2.2.4.1 Descripción de la planta.....	28

2.2.4.2	Adaptación y manejo.....	29
2.2.5	<i>Trifolium repens</i> .....	31
2.2.5.1	Descripción de la planta.....	31
2.2.5.2	Adaptación y manejo.....	32
2.2.6	<i>Lotus corniculatus</i> .....	35
2.2.6.1	Descripción de la planta.....	35
2.2.6.2	Adaptación y manejo.....	36
2.2.7	<i>Medicago sativa</i> .....	38
2.2.7.1	Descripción de la planta.....	38
2.2.7.2	Adaptación y manejo.....	39
2.2.8	Mezclas forrajeras.....	42
2.2.8.1	Características generales.....	42
2.2.8.2	Tipos de mezclas.....	43
2.2.8.3	Diferencias morfofisiológicas entre los componentes de las mezclas...	44
2.2.8.4	Complementariedad entre componentes.....	45
2.2.8.5	Competencia entre componentes.....	47
2.3	MANEJO DE PRADERAS CULTIVADAS.....	49
2.3.1	Implantación y establecimiento.....	49
2.3.2	Fertilización – basal y refertilización.....	51
2.3.3	Frecuencia, intensidad y manejo de la defoliación.....	54
2.4	MODELO DE ACUMULACIÓN DE MATERIA SECA.....	57
2.4.1	Adaptación morfofisiológica a la defoliación.....	59
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	63
3.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	63
3.2	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	63
3.3	TRATAMIENTOS.....	64
3.4	HISTORIA DE CHACRA, FERTILIZACIÓN Y USO DE AGROQUÍMICOS.....	66
3.5	DETERMINACIONES.....	67
3.5.1	Altura del perfil de pastura.....	67
3.5.2	Porcentaje de suelo cubierto.....	68

3.5.3	Rendimiento total del horizonte de cosecha.....	68
3.5.4	Tasa de crecimiento promedio (TCP).....	69
3.5.5	Relación entre altura y cobertura con el rendimiento del HC.....	70
3.5.6	Profundidad del horizonte de cosecha.....	70
3.5.7	Densidad del horizonte de cosecha.....	70
3.6	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS.....	70
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	72
4.1	PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE LAS MEZCLAS Y SUS FRACCIONES DURANTE EL PRIMER AÑO.....	72
4.1.1	Rendimiento total de las mezclas.....	73
4.1.2	Rendimiento gramínea – <i>Festuca arundinacea</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Phalaris aquatica</i> y <i>Bromus auleticus</i> .....	76
4.1.3	Rendimiento de <i>Trifolium repens</i> .....	79
4.1.4	Rendimiento <i>Lotus corniculatus</i> .....	82
4.1.5	Rendimiento <i>Medicago sativa</i> .....	83
4.2	PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE LAS MEZCLAS Y SUS FRACCIONES DURANTE EL OTOÑO DE SEGUNDO AÑO SEGÚN MANEJO.....	85
4.2.1	Rendimiento total de las mezclas.....	85
4.2.1.1	Manejo A.....	85
4.2.1.2	Manejo B.....	87
4.2.1.3	Comparación entre manejos.....	89
4.2.2	Rendimiento gramínea – <i>Festuca arundinacea</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Phalaris aquatica</i> y <i>Bromus auleticus</i> .....	91
4.2.2.1	Manejo A.....	91
4.2.2.2	Manejo B.....	93
4.2.2.3	Comparación entre manejos.....	94
4.2.3	Rendimiento <i>Trifolium repens</i> .....	95
4.2.3.1	Manejo A.....	95
4.2.3.2	Manejo B.....	97
4.2.3.3	Comparación entre manejos.....	99

4.2.4	Rendimiento <i>Lotus corniculatus</i> .....	100
4.2.4.1	Manejo A.....	100
4.2.4.2	Manejo B.....	102
4.2.4.3	Comparación entre manejos.....	103
4.2.5	Rendimiento <i>Medicago sativa</i> .....	105
4.2.5.1	Manejo A.....	105
4.2.5.2	Manejo B.....	107
4.2.5.3	Comparación entre manejos.....	108
4.3	TASA DE CRECIMIENTO DE LAS MEZCLAS PARA PRIMER Y OTOÑO DEL SEGUNDO AÑO, SEGÚN FRECUENCIA DE DEFOLIACIÓN.....	110
4.3.1	Evolución de la TCP de las mezclas.....	110
4.3.2	Evolución de la TCP gramínea.....	116
4.3.3	Evolución TCP <i>Trifolium repens</i> .....	121
4.3.4	Evolución TCP <i>Lotus corniculatus</i> .....	125
4.3.5	Evolución TCP <i>Medicago sativa</i> .....	129
4.4	ECUACIONES DE REGRESIÓN DE RENDIMIENTO A PARTIR DE LA ALTURA PROMEDIO Y PORCENTAJE DE SUELO CUBIERTO.....	133
4.5	DENSIDAD DEL HORIZONTE DE COSECHA DURANTE EL PRIMER AÑO..	142
5.	CONCLUSIONES.....	155
6.	RESUMEN.....	157
6.1	COMPARACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE MEZCLAS FORRAJERAS BAJO MANEJOS DE DEFOLIACIÓN BASADOS EN LA COBERTURA DEL SUELO Y ALTURA DEL TAPIZ.....	157
7.	SUMMARY.....	159
7.1	SEEDING MIXTURES YIELD COMPARATIONS UNDER DEFOLIATION TREATMENTS BASED ON SOIL COVERAGE AND SWARD CANOPY HEIGHT	
	159	
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	161
9.	ANEXOS.....	170

## TABLA DE FIGURAS

Figura 1:	Modelo de acumulación de materia seca.....	58
Figura 2:	Plano general del ensayo para primer (a) y segundo año (b).....	65
Figura 3:	Producción total del HC promedio de todas las mezclas por corte para primer año.	75
Figura 4:	Producción del HC del promedio de la fracción gramínea por corte durante el primer año.....	79
Figura 5:	Producción del HC del promedio de la fracción trébol blanco por corte durante el primer año.....	81
Figura 6:	Producción del HC del promedio de la fracción lotus por corte durante el primer año.....	83
Figura 7:	Producción del HC del promedio de la fracción alfalfa por corte durante el primer año.....	84
Figura 8:	Producción total del HC promedio de todas las mezclas por corte durante el otoño del segundo año – Manejo A.....	87
Figura 9:	Producción total del HC promedio de todas las mezclas por corte durante el otoño del segundo año – Manejo B.....	89
Figura 10:	Producción total acumulada del HC del promedio de todas las mezclas para el otoño del segundo año según manejo.....	90
Figura 11:	Producción total acumulada del HC de las mezclas para el otoño del segundo año según manejo.....	91
Figura 12:	Producción del HC promedio de la fracción gramínea por corte durante el otoño del segundo – Manejo A.....	92
Figura 13:	Producción del HC promedio de la fracción gramínea por corte durante el otoño del segundo – Manejo B.....	94
Figura 14:	Producción total acumulada del HC promedio de la fracción gramínea durante el otoño del segundo año según manejo.....	94
Figura 15:	Producción total acumulada del HC de la fracción gramínea durante el otoño del segundo año según manejo.....	95
Figura 16:	Producción del HC promedio de la fracción trébol blanco por corte durante el otoño del segundo – Manejo A.....	97

Figura 17: Producción del HC promedio de la fracción trébol blanco por corte durante el otoño del segundo – Manejo B.....	98
Figura 18: Producción total acumulada del HC promedio de la fracción trébol blanco durante el otoño del segundo año según manejo.....	99
Figura 19: Producción total acumulada del HC de la fracción trébol blanco durante el otoño del segundo año según manejo.....	100
Figura 20: Producción del HC promedio de la fracción lotus por corte durante el otoño del segundo – Manejo A.....	101
Figura 21: Producción del HC promedio de la fracción lotus por corte durante el otoño del segundo – Manejo B.....	103
Figura 22: Producción total acumulada del HC promedio de la fracción lotus durante el otoño del segundo año según manejo.....	103
Figura 23: Producción total acumulada del HC de la fracción lotus para durante el otoño del segundo año según manejo.....	105
Figura 24: Producción del HC promedio de la fracción alfalfa por corte durante el otoño del segundo – Manejo A.....	106
Figura 25: Producción del HC promedio de la fracción alfalfa por corte durante el otoño del segundo – Manejo B.....	108
Figura 26: Producción total acumulada del HC promedio de la fracción alfalfa durante el otoño del segundo año según manejo.....	109
Figura 27: Producción total acumulada del HC de la fracción alfalfa durante el otoño del segundo año según manejo.....	109
Figura 28: TCP total (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) para la media de todas las mezclas durante el primer año.....	112
Figura 29: TCP total (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) para la media de todas las mezclas durante el otoño de segundo año – Manejo A.....	112
Figura 30: TCP total (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) para la media de todas las mezclas durante el otoño de segundo año – Manejo B.....	113
Figura 31: TCP de la fracción gramínea (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) para la media de todas las mezclas durante el primer año.....	117

Figura 32: TCP de la fracción gramínea (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) para la media de todas las mezclas durante el otoño de segundo año – Manejo A.....	118
Figura 33: TCP de la fracción gramínea (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) para la media de todas las mezclas durante el otoño de segundo año – Manejo B.....	118
Figura 34: TCP de la fracción trébol blanco (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) para la media de todas las mezclas durante el primer año.....	121
Figura 35: TCP de la fracción trébol blanco (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) para la media de todas las mezclas durante el otoño de segundo año – Manejo A.....	122
Figura 36: TCP de la fracción trébol blanco (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) para la media de todas las mezclas durante el otoño de segundo año – Manejo B.....	123
Figura 37: TCP de la fracción lotus (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) para la media de todas las mezclas durante el primer año.....	126
Figura 38: TCP de la fracción lotus (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) para la media de todas las mezclas durante el otoño del segundo año – Manejo A.....	127
Figura 39: TCP de la fracción lotus (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) para la media de todas las mezclas durante el otoño del segundo año – Manejo B.....	127
Figura 40: TCP de la fracción alfalfa (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) para la media de todas las mezclas durante el primer año.....	129
Figura 41: TCP de la fracción alfalfa (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) para la media de todas las mezclas durante el otoño del segundo año – Manejo A.....	131
Figura 42: TCP de la fracción alfalfa (Kg MS del HC.Ha <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> ) para la media de todas las mezclas durante el otoño del segundo año – Manejo B.....	131
Figura 43: Relación entre altura al corte y rendimiento total del horizonte de cosecha (HC) durante la primavera del primer año.....	135
Figura 44: Relación entre porcentaje de suelo cubierto al corte y rendimiento total del HC durante la primavera del primer año.....	137
Figura 45: Relación entre altura al corte y rendimiento total del horizonte de cosecha (HC) durante el verano del primer año.....	138
Figura 46: Relación entre altura al corte y rendimiento total del horizonte de cosecha (HC) durante el otoño del segundo año.....	140

Figura 47: Relación entre porcentaje de suelo cubierto al corte y rendimiento total del horizonte de cosecha (HC) durante el otoño del segundo año.....	141
Figura 48: Densidad del horizonte de cosecha de todas las mezclas en promedio por corte durante el primer año.....	144
Figura 49: Densidad del horizonte de cosecha de todas las mezclas en promedio por corte durante el otoño del segundo año – Manejo A.....	146
Figura 50: Densidad del horizonte de cosecha de todas las mezclas en promedio por corte durante el otoño del segundo año – Manejo B.....	147
Figura 51: Densidad del horizonte de cosecha de todas las mezclas en promedio según manejo para el último corte del otoño de segundo año.....	149
Figura 52: Densidad del horizonte de cosecha de todas las mezclas según manejo para el último corte del otoño de segundo año.....	150

ANEXO I: Altura del perfil por mezcla (centímetros)

Período invierno-primaveral de primer año																
Mezcla	16/09	08/10	17/10	20/10	24/10	30/10	03/11	07/11	12/11	17/11	20/11	26/11	01/12	08/12	12/12	16/12
1	8,06	16,26	10,59	12,07	11,94	17,02	5,86	7,38	7,56	10,77	12,44	16,32	20,57	25,26	5,28	11,45
2	6,51	17,11	9,18	11,04	10,57	15,26	5,74	6,76	8,24	11,34	12,26	16,78	21,23	27,22	5,52	12,17
3	7,78	21,16	10,36	12,26	11,14	16,73	5,89	6,88	8,71	11,19	16,23	17,18	19,56	26,75	5,29	14,08
4	4,97	16,77	8,64	11,00	9,84	12,69	19,29	15,74	17,35	6,34	8,75	14,52	17,09	22,56	22,68	24,51
5	7,96	17,83	10,77	12,52	12,48	14,77	17,98	18,15	22,50	6,49	9,72	15,21	20,11	24,18	25,32	24,10
6	4,42	16,66	6,73	10,41	10,02	11,88	14,20	17,60	18,75	6,01	9,19	14,20	21,73	25,56	31,59	27,74

Verano de primer año		
Mezcla	28/01	20/03
1	22,76	18,76
2	22,74	17,53
3	22,41	19,09
4	29,34	29,30
5	31,24	28,54
6	32,71	33,64

 Corte

Otoño de segundo año - Manejo A											
Mezcla	27/03	02/04	10/04	02/05	09/05	15/05	22/05	30/05	06/06	12/06	18/06
1	4,60	5,33	8,02	10,47	5,42	5,40	6,15	9,21	6,15	6,93	8,76
2	5,45	6,53	8,38	11,64	5,70	6,19	7,32	9,68	6,07	8,59	8,74
3	4,60	6,15	9,40	11,48	5,32	5,64	6,40	11,15	6,20	7,10	8,54
4	5,20	9,17	15,89	21,01	5,04	5,42	6,10	10,55	4,96	6,73	7,99
5	5,49	10,52	21,28	27,23	4,85	6,42	8,34	12,17	4,43	6,03	7,99
6	3,61	8,00	15,56	20,97	4,39	4,97	6,66	10,30	5,47	5,67	7,46

<b>Otoño de segundo año - Manejo B</b>											
<b>Mezcla</b>	<b>27/03</b>	<b>02/04</b>	<b>10/04</b>	<b>02/05</b>	<b>09/05</b>	<b>15/05</b>	<b>22/05</b>	<b>30/05</b>	<b>06/06</b>	<b>12/06</b>	<b>18/06</b>
<b>1</b>	5,20	5,27	6,53	9,29	10,60	13,11	10,38	8,15	9,49	10,63	12,73
<b>2</b>	5,09	6,34	9,67	12,24	14,50	14,26	13,06	9,63	11,23	12,14	14,63
<b>3</b>	4,57	5,97	8,07	11,07	13,58	13,71	12,16	8,67	9,02	10,52	12,86
<b>4</b>	5,17	8,53	13,73	18,07	22,35	17,89	14,87	7,19	8,68	10,71	12,83
<b>5</b>	4,55	10,50	19,96	21,05	24,32	19,48	16,46	8,56	10,50	12,95	15,11
<b>6</b>	4,13	10,66	18,69	21,31	24,02	20,43	16,16	7,79	9,56	12,28	15,54

ANEXO II: Porcentaje de suelo cubierto

<b>Período invierno-primaveral de primer año</b>																
<b>Mezcla</b>	<b>16/09</b>	<b>08/10</b>	<b>17/10</b>	<b>20/10</b>	<b>24/10</b>	<b>30/10</b>	<b>03/11</b>	<b>07/11</b>	<b>12/11</b>	<b>17/11</b>	<b>20/11</b>	<b>26/11</b>	<b>01/12</b>	<b>08/12</b>	<b>12/12</b>	<b>16/12</b>
<b>1</b>	73,4	94,4	83,9	81,9	85,3	95,3	60,9	66,9	78,8	84,1	87,2	89,4	93,1	99,1	57,2	73,4
<b>2</b>	71,9	94,7	85,0	80,0	85,3	94,4	67,2	74,7	86,3	84,4	89,7	96,6	97,5	99,7	60,3	75,0
<b>3</b>	77,5	99,1	74,7	73,8	83,4	94,4	58,1	63,8	73,8	81,6	84,1	92,8	94,1	98,1	54,1	69,4
<b>4</b>	50,9	79,4	72,5	70,9	69,7	79,1	83,4	85,3	86,3	60,6	63,4	72,2	77,8	87,8	86,9	91,9
<b>5</b>	65,6	92,8	72,5	75,9	76,3	83,8	88,4	89,4	90,9	53,4	56,9	68,1	73,4	84,4	83,1	90,9
<b>6</b>	50,3	80,6	60,6	68,4	61,9	76,3	84,1	84,4	89,7	63,1	65,9	81,9	91,9	92,8	97,2	100,0

<b>Verano de primer año</b>		
<b>Mezcla</b>	<b>28/01</b>	<b>20/03</b>
<b>1</b>	98,4	92,2
<b>2</b>	98,4	98,1
<b>3</b>	98,1	97,5
<b>4</b>	88,4	97,8
<b>5</b>	85,0	94,7
<b>6</b>	93,1	96,3

 Corte

<b>Otoño de segundo año - Manejo A</b>											
<b>Mezcla</b>	<b>27/03</b>	<b>02/04</b>	<b>10/04</b>	<b>02/05</b>	<b>09/05</b>	<b>15/05</b>	<b>22/05</b>	<b>30/05</b>	<b>06/06</b>	<b>12/06</b>	<b>18/06</b>
<b>1</b>	59,6	58,8	79,2	88,3	88,3	85,8	84,2	95,0	93,8	90,8	92,5
<b>2</b>	65,0	62,5	85,4	90,0	87,9	80,0	83,8	97,1	95,4	90,8	93,8
<b>3</b>	56,3	54,2	80,4	90,0	81,7	77,2	84,2	92,5	91,3	86,7	91,7
<b>4</b>	52,5	55,4	71,7	93,8	65,4	57,5	68,3	74,2	72,9	68,8	74,6
<b>5</b>	37,9	55,8	71,3	92,1	70,8	55,0	71,7	73,3	57,5	67,1	62,1
<b>6</b>	50,8	58,8	72,5	94,6	73,8	64,6	71,7	79,2	78,3	75,8	73,8

<b>Otoño de segundo año - Manejo B</b>											
<b>Mezcla</b>	<b>27/03</b>	<b>02/04</b>	<b>10/04</b>	<b>02/05</b>	<b>09/05</b>	<b>15/05</b>	<b>22/05</b>	<b>30/05</b>	<b>06/06</b>	<b>12/06</b>	<b>18/06</b>
<b>1</b>	65,4	60,4	76,7	86,7	92,5	91,3	76,7	90,8	97,1	99,2	97,9
<b>2</b>	65,4	66,7	84,6	94,2	95,0	99,2	70,4	89,6	97,1	98,3	97,9
<b>3</b>	57,9	57,1	76,3	92,5	91,7	99,6	68,8	90,0	95,0	96,7	97,9
<b>4</b>	49,2	52,9	76,7	89,2	86,7	97,9	55,8	60,0	70,8	75,8	78,3
<b>5</b>	37,9	55,4	76,3	88,8	81,3	97,5	58,3	65,0	74,6	75,4	79,2
<b>6</b>	47,5	55,8	77,1	94,2	79,6	99,2	55,0	58,8	73,3	80,0	81,7

 **Corte**

ANEXO III: Producción de materia seca del horizonte de cosecha durante el primer año

Corte: 8 de octubre de 2002

Bloque	Mezcla	Total	% MS	Pastura	Gramínea	T. Blanco	Lotus	Alfalfa	Maleza	Sp. Esp
1	1	1072,0	16%	931,2	390,0	236,3	304,9		7,2	133,6
1	2	1116,9	16%	1057,3	142,3	203,5	711,6		40,0	19,6
1	3	1780,4	15%	1628,1	1028,7	337,6	261,7		101,5	50,8
1	4	1197,0	18%	1084,6	466,5			618,1	17,5	94,9
1	5	934,2	19%	874,2	267,1			607,1	38,9	21,2
1	6	828,7	18%	681,0	9,0	148,1		524,0	100,0	47,7
2	1	1575,6	15%	1446,7	512,6	265,3	668,8		25,7	103,1
2	2	1777,3	14%	1460,9	207,0	243,4	1010,5		168,2	148,2
2	3	1388,5	17%	1098,3	473,1	124,9	500,3		48,9	3,7
2	4	1368,8	19%	1066,0	112,0			954,0	200,3	102,5
2	5	1483,9	17%	1370,3	686,5			683,7	97,7	16,0
2	6	948,2	17%	884,7	19,3	47,6		817,9	24,3	39,2
3	1	1771,7	14%	1580,5	676,9	161,8	741,8		5,3	186,0
3	2	1418,2	17%	958,1	296,4	194,3	467,3		178,9	281,3
3	3	1718,9	16%	1675,5	598,2	122,4	954,9		12,9	30,5
3	4	774,0	20%	705,1	387,2			317,9	17,0	51,9
3	5	1188,7	21%	1122,8	627,7			495,1	4,6	61,2
3	6	957,8	20%	726,9	32,7	61,0		633,2	140,5	90,4
4	1	1320,2	17%	1287,2	211,1	170,7	905,4		7,8	25,2
4	2	1418,1	16%	1191,5	424,9	398,2	368,4		136,1	90,4
4	3	1855,7	15%	1758,1	997,5	374,1	386,5		37,3	60,2
4	4	1421,3	19%	968,8	212,0			756,8	90,0	362,4
4	5	1494,9	19%	765,9	360,5			405,4	24,6	704,5
4	6	1342,6	17%	1137,7	5,3	692,6		439,8	55,6	149,2

Corte: 30 de octubre de 2002

Bloque	Mezcla	Total	% MS	Pastura	Gramínea	T. Blanco	Lotus	Maleza	Sp. Esp
1	1	1802,6	21%	1517,2	574,9	578,8	363,5	115,7	112,6
1	2	1035,2	22%	938,1	131,4	283,3	523,4	22,6	37,7
1	3	1037,2	21%	966,3	313,5	412,5	240,3	2,0	5,2
2	1	1210,3	21%	1051,2	473,8	343,6	233,7	47,4	65,0
2	2	1119,5	19%	981,7	193,0	357,4	431,3	74,6	40,1
2	3	1188,7	22%	929,9	247,4	441,7	240,8	11,3	0
3	1	1008,0	22%	950,7	460,3	398,4	92,0	0	15,8
3	2	1125,2	21%	1072,2	167,8	276,3	628,1	15,7	7,7
3	3	960,2	23%	863,1	389,8	246,8	226,5	4,2	7,1
4	1	1028,5	22%	976,6	140,3	780,2	56,1	6,6	20,7
4	2	1249,8	21%	1098,4	150,1	448,9	499,5	70,2	14,3
4	3	1141,6	22%	991,2	763,2	86,0	142,1	22,0	84,5

Corte: 12 de noviembre de 2002

Bloque	Mezcla	Total	% MS	Pastura	Gramínea	T. Blanco	Alfalfa	Maleza	Sp. Esp
1	4	1397,8	22%	1110,0	210,6		899,4	22,0	252,9
1	5	1298,5	28%	1032,3	396,6		635,8	91,3	90,3
1	6	1213,7	24%	611,7	3,5	265,7	342,5	129,2	459,2
2	4	1114,3	26%	412,1	77,9		334,2	302,1	395,4
2	5	1564,0	25%	1181,7	535,8		645,9	189,2	130,1
2	6	1253,9	26%	749,5	0	91,0	658,5	310,4	177,8
3	4	818,0	32%	462,1	327,5		134,6	6,6	268,9
3	5	1257,7	31%	1009,4	644,5		364,9	33,4	36,9
3	6	1356,9	28%	1270,9	1,2	537,0	732,7	30,3	34,4
4	4	1175,4	26%	716,9	286,4		430,5	180,1	242,3
4	5	1720,6	26%	1170,2	519,1		651,1	114,7	389,1
4	6	1525,3	22%	721,8	2,6	265,8	453,4	229,4	502,9

Corte: 9 de diciembre de 2002

Bloque	Mezcla	Total	% MS	Pastura	Gramínea	T. Blanco	Lotus	Maleza	Sp. Esp
1	1	2155,1	18%	1890,6	450,5	992,0	448,1	83,1	157,2
1	2	2289,2	19%	1836,6	378,3	837,9	620,4	202,2	34,8
1	3	1934,7	19%	1761,5	539,1	834,4	387,9	53,7	27,0
2	1	2014,3	18%	1758,8	172,3	825,7	760,8	55,9	26,7
2	2	2504,0	16%	1945,1	350,2	941,9	653,0	340,2	68,1
2	3	1882,9	19%	1256,1	230,0	816,8	209,3	3,2	56,5
3	1	1891,7	22%	1685,8	237,0	986,3	462,5	3,4	2,3
3	2	2110,1	21%	2042,3	188,0	759,7	1094,6	15,6	15,2
3	3	1823,2	22%	1664,3	472,9	153,4	1037,9	89,9	0
4	1	1724,6	21%	1488,8	125,7	1094,2	268,8	66,9	8,5
4	2	1965,2	21%	1510,8	221,2	871,0	418,6	196,1	22,4
4	3	1794,1	20%	1412,9	515,1	780,3	117,5	14,3	238,4

Corte: 16 de diciembre de 2002

Bloque	Mezcla	Total	% MS	Pastura	Gramínea	T. Blanco	Alfalfa	Maleza	Sp. Esp
1	4	2382,2	24%	1660,2	280,5		1379,7	236,5	421,0
1	5	1667,4	29%	1299,7	425,9		873,8	72,8	206,9
1	6	2091,9	25%	1505,4	32,9	770,4	702,1	244,4	248,7
2	4	2075,5	29%	1239,3	208,5		1030,7	671,5	122,1
2	5	1840,9	28%	1530,3	353,7		1176,6	116,5	141,5
2	6	2177,6	23%	1538,8	0	726,4	812,4	500,3	51,2
3	4	1079,9	33%	886,2	584,5		301,7	18,5	99,0
3	5	1386,4	35%	1167,8	292,6		875,2	9,8	144,9
3	6	2285,2	24%	1846,1	16,8	1217,3	612,1	65,0	130,0
4	4	1669,1	27%	1348,8	335,7		1013,1	180,8	73,0
4	5	1353,8	29%	1127,9	480,9		647,0	61,8	103,6
4	6	2422,0	21%	1761,5	4,8	729,6	1027,1	265,6	350,4

Corte: 28 de enero de 2003

Bloque	Mezcla	Total	% MS	Pastura	Gramínea	T. Blanco	Lotus	Alfalfa	Maleza	Sp. Esp
1	1	1685,5	33%	1116,4	102,3	554,3	459,7		131,4	183,8
1	2	1761,5	34%	1245,4	68,4	535,8	641,2		23,6	196,7
1	3	1532,2	32%	963,9	418,3	425,9	119,7		71,6	176,8
1	4	1563,6	35%	1335,7	99,6			1236,1	0	193,6
1	5	1259,5	36%	1104,1	70,3			1033,8	10,5	111,8
1	6	1653,0	33%	1300,0	0	189,9		1110,2	25,6	238,3
2	1	2250,5	32%	1966,3	44,7	773,3	1148,3		4,6	66,2
2	2	2415,1	34%	1954,3	27,9	970,2	956,2		102,6	95,3
2	3	2039,8	34%	1029,1	147,2	508,7	373,3		247,7	12,8
2	4	1440,0	34%	1260,2	101,8			1158,4	117,2	20,4
2	5	1587,2	37%	1486,3	151,4			1334,8	13,6	30,6
2	6	1375,8	36%	1268,6	0	42,2		1226,4	26,7	52,3
3	1	2476,6	32%	1844,4	70,6	1225,8	548,0		52,4	122,2
3	2	2259,5	35%	1649,9	51,9	1117,2	480,8		0	13,7
3	3	2495,0	35%	2401,9	121,9	151,8	2128,2		18,2	0
3	4	1093,9	36%	783,9	276,0			508,0	5,7	220,7
3	5	1253,0	41%	874,5	111,8			762,7	15,6	269,6
3	6	1596,5	36%	1362,3	0	175,3		1187,0	62,1	63,7
4	1	2323,1	32%	1904,8	68,5	778,8	1057,4		110,4	35,6
4	2	2022,8	35%	1390,0	76,1	920,3	393,5		159,0	20,4
4	3	2160,1	32%	1724,0	246,9	1004,6	472,5		90,1	0
4	4	1591,7	35%	1070,8	276,6			794,2	141,9	270,0
4	5	1555,9	37%	1294,4	239,8			1054,6	76,4	127,2
4	6	2299,3	31%	1973,3	0	237,4		1735,9	176,7	62,5

Corte: 20 de marzo de 2003

Bloque	Mezcla	Total	% MS	Pastura	Gramínea	T. Blanco	Lotus	Alfalfa	Maleza	Sp. Esp
1	1	621,2	21%	360,2	6,2	199,6	154,5		127,9	93,4
1	2	1317,8	21%	1085,9	62,4	439,2	584,3		52,1	114,9
1	3	867,9	24%	621,7	212,6	318,6	90,5		51,0	80,3
1	4	1490,1	26%	1312,3	119,5			1192,8	136,6	23,5
1	5	1114,9	25%	1053,3	61,0			992,3	0	22,6
1	6	1680,1	27%	1086,1	0	31,9		1054,2	179,3	391,2
2	1	836,7	21%	763,7	0,4	496,2	267,0		9,8	0
2	2	1212,2	21%	1100,4	71,7	364,7	664,1		29,5	51,2
2	3	1210,5	21%	957,4	167,4	232,7	557,4		10,8	98,1
2	4	1380,5	24%	1303,7	34,5			1269,2	54,7	10,0
2	5	1092,2	25%	1011,8	20,3			991,5	10,9	35,2
2	6	1666,8	26%	1377,2	0	14,0		1363,2	123,2	128,5
3	1	1225,2	20%	1102,5	23,3	640,6	438,6		16,8	55,9
3	2	1341,9	21%	1261,9	29,6	629,6	602,7		12,7	11,5
3	3	1583,0	23%	1446,0	74,1	488,0	883,8		57,0	0
3	4	1172,6	28%	749,9	82,2			667,7	45,1	342,8
3	5	1317,3	28%	841,2	88,7			752,5	145,1	284,6
3	6	1495,7	26%	1260,3	6,4	114,5		1139,4	87,3	110,1
4	1	818,6	23%	677,6	9,6	344,1	323,9		53,5	0
4	2	879,3	23%	671,0	132,6	155,2	383,2		126,4	9,3
4	3	1235,9	22%	1119,2	213,2	281,0	625,0		54,3	2,1
4	4	1509,4	27%	1289,4	93,6			1195,8	68,4	129,3
4	5	1396,4	27%	1097,2	139,3			957,9	176,5	61,3
4	6	1738,7	27%	1392,1	0	7,8		1384,4	307,9	19,6

ANEXO IV: Producción de materia seca del horizonte de cosecha durante el otoño de segundo año

Corte: 2 de mayo de 2003 – Manejo A

Bloque	Mezcla	Total	% MS	Pastura	Gramínea	T. Blanco	Lotus	Alfalfa	Maleza	Sp. Esp
1	1	433,0	21%	399,7	44,1	319,1	36,5		33,4	38,5
1	2	646,8	19%	473,4	48,5	239,5	185,4		14,8	0
1	3	600,2	22%	231,0	135,6	82,4	13,1		16,3	9,5
1	4	1032,6	22%	1523,3	269,0			1254,3	19,3	142,4
1	5	1139,2	22%	2030,2	40,2			1990,0	0	26,3
1	6	873,2	21%	525,6	0	52,0		473,6	4,6	9,2
2	1	226,0	25%	182,6	22,9	122,6	37,1		8,8	3,5
2	2	615,5	20%	579,9	145,9	277,7	156,4		26,0	0
2	3	401,8	22%	370,6	35,5	202,4	132,7		2,8	0
2	4	1052,7	22%	1030,1	15,7			1014,4	7,7	0
2	5	1061,3	22%	1033,5	5,9			1027,7	2,9	4,8
2	6	1053,1	20%	977,0	0	135,7		841,3	14,5	27,4
3	1	607,1	18%	518,2	36,7	340,4	141,1		8,0	0
3	2	645,0	19%	281,3	2,7	174,2	104,4		15,2	0
3	3	639,8	18%	574,6	25,8	399,3	149,5		0	0
3	4	939,9	20%	850,6	35,7			814,9	5,7	44,3
3	5	817,9	22%	1015,1	30,3			984,8	0	0
3	6	1086,8	21%	1872,0	0	71,8		1800,3	9,4	47,9
4	1	290,4	22%	256,7	4,7	120,2	131,8		14,3	0
4	2	305,1	22%	276,0	18,6	90,2	167,2		4,4	0
4	3	684,6	19%	612,7	81,3	231,8	299,7		14,9	0
4	4	952,0	23%	867,3	25,3			842,0	13,5	34,5
4	5	1096,7	23%	1028,8	13,1			1015,7	38,0	7,0
4	6	802,6	22%	660,0	0	101,1		558,9	97,5	17,7

Corte: 30 de mayo de 2003 – Manejo A

Bloque	Mezcla	Total	% MS	Pastura	Gramínea	T. Blanco	Lotus	Alfalfa	Maleza	Sp. Esp
1	1	306,9	22%	273,2	33,8	210,6	28,8		2,9	25,4
1	2	407,8	21%	395,9	46,1	275,7	74,1		0	0
1	3	290,4	22%	246,9	118,8	100,2	27,9		4,7	21,5
1	4	391,8	20%	333,3	13,6			319,7	2,8	50,9
1	5	509,2	22%	441,7	39,7			402,0	8,6	28,3
1	6	302,4	23%	215,5	2,5	55,6		157,4	5,7	5,6
2	1	298,7	21%	271,1	1,7	215,7	53,6		2,3	0
2	2	337,4	21%	300,6	25,9	250,0	24,6		1,6	29,4
2	3	294,8	21%	205,1	31,5	146,0	27,6		0	0
2	4	561,5	21%	523,3	41,3			482,1	0	0
2	5	598,5	20%	561,9	9,7			552,2	23,5	0
2	6	460,6	19%	449,5	1,0	173,3		275,2	7,0	1,7
3	1	488,9	17%	445,6	36,1	339,5	70,0		31,4	4,5
3	2	347,6	19%	329,1	2,6	283,8	42,6		6,7	6,9
3	3	285,9	18%	263,0	22,9	202,0	38,0		2,4	0
3	4	264,6	23%	202,0	47,9			154,1	3,6	30,5
3	5	317,7	23%	303,7	9,9			293,8	0,8	9,8
3	6	349,4	21%	244,4	9,1	59,5		175,7	78,4	7,4
4	1	313,4	19%	283,3	7,0	185,0	91,3		6,1	3,6
4	2	297,2	20%	259,0	37,4	163,6	57,9		29,9	0
4	3	345,5	21%	289,6	48,0	175,0	66,6		30,0	0
4	4	487,2	19%	457,9	7,1			450,7	0	19,1
4	5	701,7	18%	637,8	12,7			625,1	8,9	3,9
4	6	405,3	19%	353,3	24,3	72,1		256,9	31,1	8,4

Corte: 18 de junio de 2003 – Manejo A

Bloque	Mezcla	Total	% MS	Pastura	Gramínea	T. Blanco	Lotus	Alfalfa	Maleza	Sp. Esp
1	1	311,8	17%	255,1	55,8	181,4	17,9		0	10,7
1	2	241,2	17%	216,7	46,9	155,7	14,0		1,2	1,3
1	3	281,6	18%	215,8	77,5	138,4	0,0		0	27,4
1	4	203,5	17%	163,1	46,6			116,5	3,1	37,3
1	5	286,6	18%	229,8	11,4			218,4	7,8	16,4
1	6	185,4	16%	149,6	3,1	49,0		97,5	0	13,3
2	1	225,4	16%	196,4	45,1	112,7	38,7		2,3	0
2	2	191,6	18%	178,1	31,4	128,9	17,7		2,4	0
2	3	224,5	15%	96,5	17,1	61,7	17,7		0	0
2	4	199,0	17%	190,6	4,3			186,4	0	4,0
2	5	269,4	16%	253,0	2,0			251,0	0	2,1
2	6	213,8	16%	191,8	1,3	65,3		125,1	3,4	2,7
3	1	347,6	13%	311,5	39,8	205,3	66,4		6,9	3,9
3	2	190,4	15%	164,5	3,2	151,0	10,3		8,8	1,1
3	3	216,8	15%	204,4	12,2	145,7	46,5		0	0
3	4	204,8	15%	138,4	43,0			95,4	0	47,0
3	5	221,7	15%	212,2	20,0			192,2	0	2,0
3	6	202,3	17%	170,2	25,3	32,0		112,9	1,7	18,8
4	1	197,3	14%	181,3	10,5	139,9	30,9		6,1	0,0
4	2	198,4	14%	186,5	12,8	150,6	23,1		0	2,3
4	3	217,4	14%	198,9	40,5	100,4	58,0		0	0
4	4	151,9	15%	133,0	7,8			125,2	0	15,0
4	5	230,7	15%	216,5	5,2			211,3	3,1	4,0
4	6	157,2	17%	109,9	20,2	50,8		38,9	14,1	18,8

Corte: 15 de mayo de 2003 – Manejo B

Bloque	Mezcla	Total	% MS	Pastura	Gramínea	T. Blanco	Lotus	Alfalfa	Maleza	Sp. Esp
1	1	672,4	20%	565,2	31,8	301,8	231,7		12,2	63,8
1	2	1144,7	16%	1037,1	51,6	544,6	441,0		3,0	45,2
1	3	1005,3	18%	904,4	201,6	688,0	14,7		3,1	72,1
1	4	1329,5	21%	1259,2	68,8			1190,5	3,8	47,1
1	5	1164,1	21%	1088,2	42,2			1046,0	0	49,6
1	6	1026,1	21%	906,6	6,0	21,5		879,2	8,4	82,6
2	1	335,5	20%	268,6	26,8	181,0	60,8		7,9	33,3
2	2	1171,1	18%	1078,8	155,9	682,3	240,6		17,7	74,7
2	3	699,3	16%	639,8	73,0	338,0	228,8		0	21,4
2	4	1145,0	21%	1036,7	50,5			986,2	35,8	64,6
2	5	1257,1	22%	1217,1	15,6			1201,5	6,2	13,7
2	6	985,0	20%	934,9	8,6	90,3		836,0	5,1	10,0
3	1	687,5	17%	581,1	74,5	457,7	48,9		65,2	6,8
3	2	912,8	17%	837,5	73,8	690,7	73,0		14,2	29,2
3	3	646,2	18%	608,7	42,3	258,8	307,6		24,1	0
3	4	813,4	18%	634,2	92,4			541,8	3,9	168,8
3	5	1032,0	22%	921,0	40,8			880,2	6,0	100,7
3	6	1120,1	20%	1060,0	13,1	60,2		986,8	15,0	9,7
4	1	541,4	19%	455,9	5,1	279,1	171,7		34,5	8,9
4	2	414,0	20%	336,0	15,1	168,7	152,2		48,4	2,0
4	3	582,7	19%	531,4	60,3	179,2	291,9		33,9	3,9
4	4	730,1	22%	631,6	46,3			585,3	70,6	23,1
4	5	837,5	20%	759,7	28,7			731,0	46,2	19,6
4	6	1493,7	19%	1267,6	0,7	10,6		1256,3	178,2	28,7

Corte: 18 de junio de 2003 – Manejo B

Bloque	Mezcla	Total	% MS	Pastura	Gramínea	T. Blanco	Lotus	Alfalfa	Maleza	Sp. Esp
1	1	489,6	13%	451,5	66,5	295,3	89,7		0	0
1	2	905,3	13%	872,6	73,0	587,7	211,9		0	0
1	3	703,0	14%	671,7	170,7	486,5	14,4		0	6,8
1	4	727,9	13%	691,6	75,3			616,3	0	31,5
1	5	712,8	13%	704,3	22,4			681,9	0	1,9
1	6	544,8	14%	523,4	4,8	45,8		472,8	2,6	10,7
2	1	472,0	14%	447,1	55,4	288,8	102,9		1,9	2,2
2	2	771,2	12%	716,1	120,0	524,1	72,1		9,7	0
2	3	748,8	14%	598,5	28,0	507,2	63,3		0	0
2	4	614,6	14%	588,7	13,2			575,5	0	12,3
2	5	652,7	13%	648,5	5,2			643,4	0	0,5
2	6	542,2	14%	513,2	0	48,1		465,1	2,5	0
3	1	811,4	12%	747,6	35,2	683,4	29,0		4,0	7,5
3	2	651,2	12%	596,5	49,2	450,0	97,3		3,3	15,1
3	3	474,2	14%	423,6	104,9	139,9	178,7		0	19,8
3	4	192,2	15%	82,8	37,9			44,9	0	100,9
3	5	555,2	17%	471,2	16,0			455,2	0	70,9
3	6	643,2	14%	627,9	2,4	28,0		597,5	4,2	4,8
4	1	546,2	12%	511,4	9,1	408,3	94,0		0	6,7
4	2	436,8	14%	406,3	41,4	246,9	118,0		8,7	2,7
4	3	427,6	13%	399,3	32,1	228,0	139,3		0	7,5
4	4	549,9	15%	486,8	10,6			476,2	3,5	52,6
4	5	779,8	14%	745,6	109,8			635,8	5,8	15,1
4	6	1076,3	13%	1055,5	1,3	70,3		983,9	17,3	0

ANEXO V: Serie climática junio de 2002 a junio de 2003

Fecha	Lluvia (mm)	Temperatura (°C)			T_Suelo (°C)		
		Min	Prom	Max	Min	Prom	Max
01/06/02	0,2	12,41	16,47	22,00	15,27	16,01	17,02
02/06/02	6,2	17,42	18,81	21,91	17,01	17,51	18,24
03/06/02	0	17,54	20,27	24,37	17,80	18,36	19,19
04/06/02	0,6	20,52	23,33	27,51	18,81	19,57	20,63
05/06/02	13,6	9,74	18,06	21,34	18,69	19,67	20,07
06/06/02	0,4	5,98	10,96	18,39	16,02	16,90	18,41
07/06/02	0	7,44	12,48	18,65	15,15	15,75	16,46
08/06/02	0	4,42	11,21	18,47	13,48	14,63	15,54
09/06/02	0,4	5,85	11,26	16,32	14,18	14,83	15,76
10/06/02	0,2	0,48	5,04	10,35	12,14	13,20	14,44
11/06/02	0	0,71	5,29	11,55	10,92	11,87	13,00
12/06/02	0	-0,28	5,17	11,14	9,53	10,70	11,80
13/06/02	0,2	-2,03	5,71	13,38	8,69	9,86	11,07
14/06/02	0,2	0,07	7,30	14,64	8,67	9,86	11,29
15/06/02	0	-0,24	7,18	14,54	8,67	9,81	11,02
16/06/02	0,2	-0,77	8,88	17,35	8,81	10,29	11,79
17/06/02	0	10,42	12,67	15,59	11,74	12,32	13,02
18/06/02	0,2	4,32	11,16	18,49	11,11	12,17	13,17
19/06/02	0	3,73	10,76	19,58	10,60	11,78	13,02
20/06/02	0,2	4,83	11,21	18,28	10,68	11,83	13,05
21/06/02	0	1,09	7,37	11,12	10,90	11,73	12,61
22/06/02	0	-0,68	4,30	10,01	8,69	9,84	10,98
23/06/02	0,2	-2,56	4,21	11,51	7,56	8,79	10,02
24/06/02	0	-1,11	5,35	12,07	7,13	8,38	9,75
25/06/02	0,2	-0,73	5,68	12,52	7,50	8,55	9,79
26/06/02	0	2,01	8,49	16,60	7,91	9,02	10,29
27/06/02	0	8,32	15,23	22,97	9,58	10,77	12,36
28/06/02	0,2	13,21	17,68	24,03	11,58	12,83	14,33
29/06/02	0	11,21	12,28	16,58	12,75	13,12	13,69
30/06/02	0	5,84	9,83	11,78	11,57	12,27	12,71
<b>Total</b>	<b>23,2</b>	<b>5,31</b>	<b>10,79</b>	<b>16,77</b>	<b>11,77</b>	<b>12,74</b>	<b>13,82</b>
<b>Rango</b>		<b>-2,56</b>		<b>27,51</b>	<b>7,13</b>		<b>20,63</b>

Fecha	Lluvia (mm)	Temperatura (°C)			T_Suelo (°C)		
		Min	Prom	Max	Min	Prom	Max
01/07/02	0,2	6,39	9,01	11,66	10,51	11,06	11,46
02/07/02	8,6	11,01	12,60	14,25	11,31	11,81	12,47
03/07/02	28,4	11,23	12,05	12,76	12,46	12,62	12,81
04/07/02	31	9,97	10,97	11,96	12,09	12,29	12,65
05/07/02	7,6	11,10	11,60	12,43	12,15	12,56	13,10
06/07/02	0,2	8,35	10,20	11,75	12,18	12,59	12,90
07/07/02	0	3,21	7,40	12,41	10,77	11,54	12,26
08/07/02	0,2	4,31	7,94	12,91	9,96	11,00	11,99
09/07/02	0,6	4,36	7,21	11,42	10,31	10,86	11,60
10/07/02	0	1,51	6,59	13,09	8,65	9,68	10,68
11/07/02	0	2,64	6,75	12,45	8,74	9,44	10,31
12/07/02	0	4,75	10,06	17,09	9,07	10,18	11,65
13/07/02	0	6,24	12,46	21,28	9,99	11,20	12,60
14/07/02	0,2	7,37	13,33	21,28	10,54	11,74	13,21
15/07/02	0,2	6,68	12,88	21,00	10,72	11,95	13,33
16/07/02	0,2	7,25	12,60	20,55	10,87	12,16	13,56
17/07/02	0	6,33	10,00	15,55	10,95	11,67	12,36
18/07/02	0	5,43	10,57	17,26	10,30	11,28	12,42
19/07/02	0,2	6,55	13,48	21,40	10,31	11,83	13,38
20/07/02	1,6	13,54	16,50	21,46	12,60	13,33	14,28
21/07/02	1,4	15,10	16,85	19,87	14,17	14,66	15,46
22/07/02	0,6	7,40	13,55	17,23	13,52	14,54	15,10
23/07/02	0	4,96	12,05	19,90	11,46	12,74	13,86
24/07/02	0,6	10,87	14,45	16,88	13,57	14,06	14,66
25/07/02	0	4,49	10,34	16,20	12,05	13,05	13,96
26/07/02	0	3,42	8,02	11,51	10,35	11,03	11,98
27/07/02	0,4	0,68	7,90	16,44	9,43	10,76	12,22
28/07/02	0	1,84	8,34	15,90	8,89	10,28	11,68
29/07/02	0	4,19	11,69	21,16	9,19	10,55	12,01
30/07/02	1	11,15	14,82	21,01	11,11	12,36	14,16
31/07/02	0,2	7,25	9,46	11,85	11,27	11,96	12,66
<b>Total</b>	<b>83,4</b>	<b>6,77</b>	<b>11,02</b>	<b>16,34</b>	<b>10,97</b>	<b>11,83</b>	<b>12,84</b>
<b>Rango</b>		<b>0,68</b>		<b>21,46</b>	<b>8,65</b>		<b>15,46</b>

Fecha	Lluvia (mm)	Temperatura (°C)			T_Suelo (°C)		
		Min	Prom	Max	Min	Prom	Max
01/08/02	0	3,01	7,90	12,05	10,49	11,07	12,02
02/08/02	0	-0,17	5,55	12,03	9,09	10,23	11,52
03/08/02	0,2	0,64	8,55	16,48	8,48	10,09	11,69
04/08/02	0,2	7,59	10,75	15,57	10,47	11,16	12,15
05/08/02	0,4	4,05	8,95	15,29	9,93	11,09	12,66
06/08/02	0	2,07	9,41	17,67	9,12	10,76	12,47
07/08/02	0	6,70	10,71	14,17	10,49	11,30	12,03
08/08/02	4,6	10,42	13,99	17,02	12,01	12,63	13,22
09/08/02	0	6,42	11,41	18,49	11,10	12,54	14,04
10/08/02	0	3,97	12,55	21,85	10,51	12,08	13,67
11/08/02	0	5,69	14,21	23,89	11,03	12,75	14,74
12/08/02	0	7,96	10,77	16,46	12,29	13,02	14,01
13/08/02	0,2	2,51	11,29	20,40	11,26	12,85	14,65
14/08/02	0,2	1,36	8,21	14,76	10,61	11,97	13,15
15/08/02	0	1,10	9,99	17,99	9,79	11,16	12,40
16/08/02	0,8	6,40	14,23	20,22	10,97	12,28	13,85
17/08/02	2	16,90	20,02	23,48	13,90	14,83	16,05
18/08/02	2,8	18,63	22,50	26,46	16,02	16,43	17,19
19/08/02	16,8	10,92	16,06	22,80	15,40	16,45	17,01
20/08/02	0	7,29	12,04	17,42	13,81	14,87	16,09
21/08/02	0	5,58	12,18	18,26	12,34	13,98	15,73
22/08/02	0	5,51	13,02	19,93	12,17	13,64	14,96
23/08/02	0	11,51	18,18	25,88	13,55	15,20	17,44
24/08/02	0,2	18,15	23,22	29,96	16,29	17,52	19,10
25/08/02	0	21,82	25,51	31,10	18,23	19,22	20,51
26/08/02	0	21,19	25,75	32,89	18,85	19,74	20,81
27/08/02	0	19,58	23,98	30,40	18,67	19,62	20,66
28/08/02	25,8	16,39	19,72	25,41	18,35	18,71	19,37
29/08/02	0,4	9,09	13,92	17,59	16,36	17,48	18,27
30/08/02	0	6,18	9,48	14,44	14,21	15,39	16,67
31/08/02	0	3,93	7,13	10,69	12,69	13,67	14,56
<b>Total</b>	<b>54,6</b>	<b>8,65</b>	<b>13,91</b>	<b>20,30</b>	<b>12,93</b>	<b>13,99</b>	<b>15,36</b>
<b>Rango</b>		<b>-0,17</b>		<b>32,89</b>	<b>8,48</b>		<b>20,81</b>

Fecha	Lluvia (mm)	Temperatura (°C)			T_Suelo (°C)		
		Min	Prom	Max	Min	Prom	Max
01/09/02	0	3,47	6,72	10,87	11,91	12,64	13,28
02/09/02	0	-0,43	8,20	15,55	10,68	12,23	13,80
03/09/02	0	6,03	11,46	18,10	11,52	12,92	14,69
04/09/02	0	6,39	14,14	22,62	11,95	13,48	15,14
05/09/02	0	8,68	15,79	23,82	13,02	14,72	16,75
06/09/02	1,2	7,56	10,30	13,05	12,86	14,16	15,53
07/09/02	0,2	2,06	10,18	17,49	11,24	13,07	15,03
08/09/02	0	4,98	11,33	18,42	11,81	13,34	14,92
09/09/02	0	6,48	13,17	20,19	12,08	13,63	15,24
10/09/02	0	11,39	15,71	19,82	13,29	14,27	15,34
11/09/02	93,8	14,70	17,23	18,20	15,26	15,65	16,07
12/09/02	2	9,26	13,48	17,21	14,49	15,84	17,37
13/09/02	0,2	6,16	12,80	19,00	13,37	15,26	17,16
14/09/02	0	6,54	13,84	20,10	13,70	15,58	17,41
15/09/02	0	7,48	13,46	19,34	14,08	15,39	16,53
16/09/02	0	9,97	15,20	21,22	14,22	15,60	17,15
17/09/02	0	15,99	19,55	23,17	16,25	17,04	17,95
18/09/02	4,8	15,27	19,88	25,45	16,83	17,87	19,39
19/09/02	23,4	9,79	14,49	19,08	15,69	17,47	18,73
20/09/02	0,2	6,36	12,34	17,81	13,98	15,66	17,41
21/09/02	0	6,85	14,13	20,79	14,12	16,00	18,06
22/09/02	0	9,57	15,01	22,19	14,69	16,40	18,36
23/09/02	0	7,84	12,60	20,94	14,69	15,67	17,05
24/09/02	0	8,66	15,85	23,55	15,11	16,65	18,17
25/09/02	0	10,02	17,75	25,53	15,20	17,11	19,22
26/09/02	0	11,26	19,30	26,93	16,10	18,08	20,10
27/09/02	0	14,25	21,25	28,69	17,05	18,85	20,77
28/09/02	1	15,34	19,82	25,06	18,14	19,47	20,89
29/09/02	24,2	15,66	16,71	18,81	17,82	18,36	19,27
30/09/02	0	13,09	17,85	23,86	17,14	18,68	20,65
<b>Total</b>	<b>151</b>	<b>9,02</b>	<b>14,65</b>	<b>20,56</b>	<b>14,28</b>	<b>15,70</b>	<b>17,25</b>
<b>Rango</b>		<b>-0,43</b>		<b>28,69</b>	<b>10,68</b>		<b>20,89</b>

Fecha	Lluvia (mm)	Temperatura (°C)			T_Suelo (°C)		
		Min	Prom	Max	Min	Prom	Max
01/10/02	0,4	12,32	18,23	24,81	17,62	19,22	20,92
02/10/02	5	13,76	18,24	24,27	17,74	18,81	19,51
03/10/02	0	12,93	17,95	22,80	17,92	19,22	20,69
04/10/02	0	15,29	20,70	27,51	18,32	19,59	20,97
05/10/02	0	16,11	21,16	27,24	19,38	20,50	21,67
06/10/02	24,6	18,47	21,99	27,86	19,85	20,56	21,08
07/10/02	3,6	14,01	17,44	20,34	18,36	19,25	20,59
08/10/02	0	16,32	20,04	24,34	18,80	19,89	21,11
09/10/02	15,8	17,65	20,10	22,09	19,92	20,18	20,48
10/10/02	0,4	16,65	20,19	23,89	19,37	20,00	20,78
11/10/02	0	17,86	21,20	26,23	19,71	20,75	22,20
12/10/02	0,4	17,37	23,12	29,31	20,29	21,99	23,89
13/10/02	0	20,43	25,77	31,67	21,85	23,35	25,09
14/10/02	0	21,34	25,16	29,79	22,42	23,73	25,02
15/10/02	17,8	19,42	23,41	29,09	22,58	23,27	23,93
16/10/02	15,6	12,25	15,74	20,88	20,60	21,46	23,02
17/10/02	0,2	6,83	15,94	23,48	18,52	20,07	21,50
18/10/02	0	12,45	19,55	26,54	18,82	20,94	23,20
19/10/02	7	17,54	20,79	24,30	21,23	21,88	22,32
20/10/02	12,2	9,26	17,48	24,88	20,26	21,03	21,95
21/10/02	0	7,32	10,72	15,48	18,20	19,52	20,95
22/10/02	0	7,63	13,84	20,22	17,06	19,02	21,03
23/10/02	0,2	7,29	16,51	23,75	17,33	19,11	20,72
24/10/02	0	15,10	20,75	26,73	18,93	20,80	23,03
25/10/02	0,2	13,93	20,86	27,44	19,81	21,29	22,44
26/10/02	0	17,73	23,85	29,61	20,97	22,66	24,54
27/10/02	7,4	18,44	22,04	26,89	21,90	22,67	23,37
28/10/02	0,2	17,02	20,91	26,54	22,13	22,59	23,24
29/10/02	0	12,46	15,81	20,31	20,54	21,55	22,63
30/10/02	0	9,19	15,31	22,34	19,25	20,46	21,51
31/10/02	0	9,99	17,99	25,10	18,96	20,61	22,33
<b>Total</b>	<b>111</b>	<b>14,40</b>	<b>19,44</b>	<b>25,03</b>	<b>19,70</b>	<b>20,84</b>	<b>22,16</b>
<b>Rango</b>		<b>6,83</b>		<b>31,67</b>	<b>17,06</b>		<b>25,09</b>

Fecha	Lluvia (mm)	Temperatura (°C)			T_Suelo (°C)		
		Min	Prom	Max	Min	Prom	Max
01/11/02	0,2	13,60	19,49	26,11	19,53	21,19	22,92
02/11/02	0	15,45	21,25	28,26	20,36	21,97	23,79
03/11/02	20,6	15,90	18,30	20,67	20,78	21,14	22,16
04/11/02	0,8	10,01	14,66	18,97	19,63	20,57	21,63
05/11/02	0	5,05	13,55	20,73	18,15	20,01	21,82
06/11/02	0	9,66	17,05	23,51	18,55	20,08	21,66
07/11/02	0	13,27	21,13	28,78	19,02	20,75	22,51
08/11/02	10,2	18,10	23,37	29,83	20,69	21,99	23,50
09/11/02	39,4	13,25	18,43	24,16	20,31	21,58	22,81
10/11/02	0	9,52	14,23	18,28	19,85	20,74	21,61
11/11/02	0	11,84	17,47	24,37	18,92	20,86	23,14
12/11/02	0	10,74	20,30	29,00	19,09	21,13	23,30
13/11/02	0	13,91	22,53	30,82	20,16	22,09	24,19
14/11/02	0	17,70	26,22	34,28	21,43	23,58	25,94
15/11/02	19,8	18,34	23,13	27,43	22,59	23,71	24,60
16/11/02	0,2	20,31	25,86	31,98	22,86	24,69	26,87
17/11/02	0	20,28	23,29	26,70	23,66	24,31	25,33
18/11/02	0	18,47	23,58	29,26	22,81	24,43	26,39
19/11/02	2,4	18,15	22,65	28,82	23,06	24,06	24,82
20/11/02	24,8	18,89	21,40	25,88	22,51	23,39	24,27
21/11/02	0,2	14,27	20,00	25,72	22,14	23,51	25,01
22/11/02	0	12,10	19,82	26,89	21,37	22,97	24,60
23/11/02	0	14,80	23,46	30,68	21,69	23,71	25,96
24/11/02	1	20,64	27,04	33,27	23,20	25,00	26,74
25/11/02	116,4	19,00	21,09	25,06	22,96	23,83	25,71
26/11/02	0,2	16,37	23,09	29,70	22,13	23,88	25,93
27/11/02	0	18,12	21,87	26,93	23,42	24,26	25,22
28/11/02	0	13,80	19,41	25,25	22,43	23,63	24,88
29/11/02	0	15,95	22,02	27,01	22,30	23,42	24,49
30/11/02	30,6	18,10	22,88	30,30	23,22	24,22	25,66
<b>Total</b>	<b>266,8</b>	<b>15,19</b>	<b>20,95</b>	<b>26,96</b>	<b>21,29</b>	<b>22,69</b>	<b>24,25</b>
<b>Rango</b>		<b>5,05</b>		<b>34,28</b>	<b>18,15</b>		<b>26,87</b>

Fecha	Lluvia (mm)	Temperatura (°C)			T_Suelo (°C)		
		Min	Prom	Max	Min	Prom	Max
01/12/02	12	15,57	20,22	25,22	22,63	23,19	23,79
02/12/02	0	10,99	18,98	26,15	21,53	23,03	24,70
03/12/02	0,8	15,50	20,91	26,50	21,98	22,88	23,69
04/12/02	48	16,02	19,29	22,40	20,93	21,70	22,77
05/12/02	10,6	19,53	23,12	30,59	21,61	22,68	24,23
06/12/02	0,2	18,57	24,01	29,31	22,46	23,57	24,73
07/12/02	0	15,73	22,25	27,69	23,14	24,15	25,39
08/12/02	0	12,01	18,11	24,16	22,26	23,41	24,44
09/12/02	0	13,85	20,30	26,42	21,83	23,06	24,26
10/12/02	0	16,97	20,92	27,05	22,36	23,20	24,15
11/12/02	0,2	15,76	22,61	28,87	21,96	23,75	25,82
12/12/02	0	14,01	20,49	27,99	22,62	24,12	25,63
13/12/02	0,2	14,40	20,79	29,00	22,70	23,95	25,19
14/12/02	0	15,24	22,19	29,26	22,75	24,11	25,71
15/12/02	0	18,02	25,60	32,15	23,02	24,62	26,47
16/12/02	0,2	18,57	24,69	30,98	23,79	25,32	27,24
17/12/02	0	15,52	22,82	28,74	23,48	25,03	26,56
18/12/02	0	16,72	24,43	32,53	22,89	24,12	25,24
19/12/02	32	17,04	21,98	28,52	22,14	23,27	24,43
20/12/02	0	15,10	21,04	27,20	22,21	23,56	25,23
21/12/02	0	14,11	22,46	29,79	21,88	23,52	25,24
22/12/02	3,6	19,53	21,17	22,76	22,74	23,27	24,15
23/12/02	0,4	15,88	20,65	25,25	22,37	23,05	24,02
24/12/02	0,2	9,93	18,40	25,45	21,30	22,79	24,32
25/12/02	0	13,58	21,59	29,26	21,07	22,57	24,13
26/12/02	0	15,45	23,51	31,87	21,73	23,14	24,68
27/12/02	0,2	17,00	26,48	34,39	22,36	24,22	26,30
28/12/02	0,2	20,43	22,21	25,80	23,29	24,08	25,22
29/12/02	0,2	19,77	22,28	25,29	22,90	23,26	23,61
30/12/02	0	18,07	21,47	25,10	23,21	23,76	24,56
31/12/02	0	17,37	20,32	24,10	22,97	23,39	23,79
<b>Total</b>	<b>109</b>	<b>16,02</b>	<b>21,78</b>	<b>27,82</b>	<b>22,38</b>	<b>23,54</b>	<b>24,86</b>
<b>Rango</b>		<b>9,93</b>		<b>34,39</b>	<b>20,93</b>		<b>27,24</b>

Fecha	Lluvia (mm)	Temperatura (°C)			T_Suelo (°C)		
		Min	Prom	Max	Min	Prom	Max
01/01/03	---	18,18	22,50	28,48	22,84	23,72	24,77
02/01/03	---	16,39	22,09	28,21	22,93	24,10	25,44
03/01/03	---	17,91	22,76	27,32	23,10	23,86	24,44
04/01/03	---	17,83	24,95	31,05	22,64	24,15	25,88
05/01/03	---	17,83	25,34	31,76	23,38	24,81	26,23
06/01/03	---	16,90	23,87	30,35	23,61	24,86	26,30
07/01/03	---	15,92	24,47	31,75	22,97	24,65	26,44
08/01/03	---	16,39	25,04	33,23	23,31	24,71	26,01
09/01/03	---	18,73	26,18	34,11	23,96	25,33	26,95
10/01/03	---	21,19	25,64	32,44	24,46	25,49	26,80
11/01/03	---	19,71	25,17	32,90	24,44	25,67	27,15
12/01/03	---	14,68	23,19	31,21	23,92	25,44	27,00
13/01/03	---	16,83	25,48	34,14	23,51	25,18	26,91
14/01/03	---	18,20	26,56	34,52	23,92	25,54	27,18
15/01/03	---	19,29	27,27	34,51	24,19	25,81	27,67
16/01/03	---	19,95	28,27	35,92	24,63	26,23	28,06
17/01/03	---	20,94	27,18	36,47	25,26	26,78	28,63
18/01/03	---	18,10	23,24	29,57	24,90	26,25	27,82
19/01/03	---	15,64	23,24	32,52	23,68	24,96	26,15
20/01/03	---	18,73	23,76	30,25	23,72	24,92	26,51
21/01/03	---	19,34	25,95	32,49	24,53	25,63	26,75
22/01/03	---	18,65	23,30	27,39	24,74	25,47	26,08
23/01/03	---	15,92	21,64	27,90	23,99	25,11	26,45
24/01/03	---	12,32	21,03	28,34	22,69	24,11	25,46
25/01/03	---	14,36	23,05	31,51	22,45	24,02	25,69
26/01/03	---	17,02	25,19	32,65	22,89	24,55	26,30
27/01/03	---	16,25	26,67	34,41	23,51	25,07	26,81
28/01/03	---	19,02	27,98	35,86	23,94	25,55	27,35
29/01/03	---	21,40	27,94	35,32	24,74	25,98	27,21
30/01/03	---	21,88	28,98	36,72	24,95	26,47	28,27
31/01/03	---	23,00	30,48	38,54	25,50	27,06	28,93
<b>Total</b>	<b>100 *</b>	<b>18,01</b>	<b>25,11</b>	<b>32,45</b>	<b>23,88</b>	<b>25,21</b>	<b>26,76</b>
<b>Rango</b>		<b>12,32</b>		<b>38,54</b>	<b>22,45</b>		<b>28,93</b>

*datos de lluvia no disponibles*

*\* estimado*

Fecha	Lluvia (mm)	Temperatura (°C)			T_Suelo (°C)		
		Min	Prom	Max	Min	Prom	Max
01/02/03	0	21,10	26,87	33,96	25,84	26,60	27,41
02/02/03	0	22,16	29,64	38,33	24,94	26,57	28,60
03/02/03	0	19,87	24,02	30,25	24,69	25,56	27,31
04/02/03	0	19,92	22,17	24,54	24,39	24,93	25,69
05/02/03	0	20,28	22,17	26,27	23,99	24,19	24,47
06/02/03	0	18,31	25,80	33,60	23,39	24,65	26,27
07/02/03	2,4	20,19	23,81	26,97	24,95	25,26	25,79
08/02/03	0	19,26	24,96	31,62	24,19	25,04	26,18
09/02/03	0	22,56	28,00	34,26	25,06	26,08	27,24
10/02/03	2,6	21,22	24,54	31,91	25,39	26,03	26,61
11/02/03	0,2	20,91	22,54	27,01	25,33	25,51	25,92
12/02/03	0,2	19,84	23,69	29,44	24,64	25,42	26,55
13/02/03	0,2	18,39	24,42	31,10	23,68	25,66	27,79
14/02/03	0	16,93	24,76	32,29	24,10	26,15	28,61
15/02/03	12,6	17,65	22,41	30,89	24,54	25,58	26,71
16/02/03	2,4	12,60	17,23	22,31	22,24	23,77	25,33
17/02/03	0	14,34	20,77	27,95	21,53	23,24	25,07
18/02/03	0	14,76	23,16	32,14	21,69	23,90	26,54
19/02/03	1,6	14,36	19,19	24,95	22,43	23,39	24,63
20/02/03	0	7,88	15,23	22,49	19,94	21,49	22,99
21/02/03	0	8,98	18,24	26,85	19,44	21,59	23,94
22/02/03	0	13,05	20,10	26,97	20,71	22,32	24,11
23/02/03	1,8	17,18	19,38	21,76	21,98	22,71	23,41
24/02/03	0	17,94	22,28	28,83	22,03	23,67	25,91
25/02/03	0	16,88	25,38	33,79	22,66	24,94	27,58
26/02/03	0	22,31	29,05	35,86	24,49	26,41	28,59
27/02/03	2,2	23,41	26,60	35,89	25,64	26,64	27,88
28/02/03	7,6	21,70	22,90	25,33	25,00	25,36	26,16
<b>Total</b>	<b>33,8</b>	<b>18,00</b>	<b>23,19</b>	<b>29,56</b>	<b>23,53</b>	<b>24,74</b>	<b>26,19</b>
<b>Rango</b>		<b>7,88</b>		<b>38,33</b>	<b>19,44</b>		<b>28,61</b>

Fecha	Lluvia (mm)	Temperatura (°C)			T_Suelo (°C)		
		Min	Prom	Max	Min	Prom	Max
01/03/03	0	20,67	22,96	27,44	24,03	24,87	25,98
02/03/03	19,4	18,41	21,43	25,80	23,67	24,13	24,88
03/03/03	0	16,95	23,49	30,90	22,23	23,96	26,03
04/03/03	0	18,31	24,83	31,55	22,86	24,72	26,79
05/03/03	6,8	20,88	25,53	32,06	24,11	25,25	26,27
06/03/03	25	21,49	24,88	29,70	24,40	25,22	25,95
07/03/03	0	20,79	25,22	30,30	24,32	25,42	26,65
08/03/03	0,4	22,66	25,86	30,10	24,95	25,92	26,96
09/03/03	13,8	22,80	25,31	29,96	25,30	25,98	26,78
10/03/03	37,4	20,31	23,32	30,15	24,65	25,60	26,87
11/03/03	47,8	18,20	21,71	28,04	23,87	24,74	25,61
12/03/03	0,2	12,50	18,31	22,73	22,38	23,21	24,25
13/03/03	0,2	10,90	16,89	23,86	20,60	22,07	23,37
14/03/03	0	12,45	19,41	26,77	20,62	22,31	24,13
15/03/03	6,6	18,79	20,72	24,34	22,36	22,96	23,52
16/03/03	5,2	18,23	22,09	27,56	22,36	23,15	24,34
17/03/03	0	12,23	20,34	27,43	21,00	22,63	24,28
18/03/03	0	12,28	20,07	27,95	20,65	22,32	24,03
19/03/03	0	14,07	21,32	28,17	21,11	22,60	24,21
20/03/03	1,2	10,78	18,62	22,62	20,93	21,96	22,84
21/03/03	0	8,20	15,00	21,88	19,05	20,25	21,41
22/03/03	0	9,77	16,80	23,79	18,81	20,32	21,97
23/03/03	0	9,93	18,92	26,30	19,21	20,74	22,31
24/03/03	0	15,38	20,92	27,32	19,98	21,28	22,69
25/03/03	0	16,53	20,93	27,08	20,66	21,78	23,06
26/03/03	0	15,36	20,86	27,16	20,72	21,97	23,30
27/03/03	0	17,51	23,05	30,25	21,26	22,65	24,33
28/03/03	0	19,87	24,77	32,36	22,18	23,51	25,17
29/03/03	26,2	18,94	20,22	22,40	21,86	22,69	23,93
30/03/03	5,4	13,95	17,31	19,85	20,16	20,99	21,83
31/03/03	0	10,04	15,97	22,66	18,79	19,80	20,82
<b>Total</b>	<b>195,6</b>	<b>15,95</b>	<b>21,19</b>	<b>27,03</b>	<b>21,84</b>	<b>23,06</b>	<b>24,29</b>
<b>Rango</b>		<b>8,20</b>		<b>32,36</b>	<b>18,79</b>		<b>26,96</b>

Fecha	Lluvia (mm)	Temperatura (°C)			T_Suelo (°C)		
		Min	Prom	Max	Min	Prom	Max
01/04/03	0	10,62	17,28	23,17	18,97	19,95	20,93
02/04/03	0	11,64	16,64	22,07	18,99	19,76	20,47
03/04/03	7,6	14,11	16,05	18,39	19,10	19,46	19,77
04/04/03	0,6	13,74	17,47	22,97	18,97	19,56	20,36
05/04/03	0,2	13,13	16,88	23,48	18,79	19,57	20,55
06/04/03	0,2	10,17	17,13	24,47	18,18	19,43	20,75
07/04/03	0	10,81	18,06	25,33	18,28	19,55	20,87
08/04/03	0	11,96	18,50	25,68	18,44	19,63	20,97
09/04/03	0	9,87	16,78	22,19	18,89	19,48	20,24
10/04/03	0	7,56	13,74	20,76	16,95	17,96	18,81
11/04/03	0	7,15	12,23	18,81	16,38	17,14	17,79
12/04/03	0,2	6,22	12,41	19,26	15,69	16,77	17,93
13/04/03	0	6,29	14,21	22,66	15,30	16,72	18,25
14/04/03	0	7,36	16,05	24,74	15,55	16,95	18,46
15/04/03	0,2	9,52	17,99	26,85	15,99	17,45	19,07
16/04/03	0	12,62	19,34	27,60	16,87	18,15	19,59
17/04/03	14,4	13,85	18,61	24,64	17,48	18,29	19,02
18/04/03	3,6	14,58	17,74	20,85	18,38	18,83	19,40
19/04/03	0,8	10,51	15,15	20,34	17,46	18,16	18,83
20/04/03	0,2	7,41	14,81	23,48	16,11	17,20	18,27
21/04/03	0	10,47	16,95	24,88	16,39	17,40	18,58
22/04/03	0	12,37	19,56	28,30	16,76	17,92	19,38
23/04/03	48,2	17,00	19,26	21,55	18,51	18,70	18,91
24/04/03	13,6	16,39	18,04	21,82	18,10	18,27	18,51
25/04/03	8,4	15,69	17,66	19,08	17,92	18,25	18,63
26/04/03	69,4	13,27	16,34	19,03	16,99	17,54	18,25
27/04/03	41,2	15,27	16,78	18,12	17,39	17,63	17,85
28/04/03	0,4	15,85	17,64	20,61	17,57	18,19	19,05
29/04/03	20	14,97	16,34	18,15	17,48	18,04	18,57
30/04/03	2,2	14,29	16,40	19,00	17,22	17,60	18,06
<b>Total</b>	<b>231,4</b>	<b>11,82</b>	<b>16,73</b>	<b>22,28</b>	<b>17,50</b>	<b>18,32</b>	<b>19,20</b>
<b>Rango</b>		<b>6,22</b>		<b>28,30</b>	<b>15,30</b>		<b>20,97</b>

Fecha	Lluvia (mm)	Temperatura (°C)			T_Suelo (°C)		
		Min	Prom	Max	Min	Prom	Max
01/05/03	0,6	12,41	15,57	18,97	17,03	17,63	18,18
02/05/03	0,2	9,37	13,76	19,71	15,75	16,43	17,15
03/05/03	0	7,33	12,96	20,04	14,63	15,60	16,71
04/05/03	0	7,70	13,82	20,67	14,67	15,65	16,84
05/05/03	0,2	8,34	13,36	19,66	14,42	15,40	16,23
06/05/03	0	6,11	10,71	16,32	14,22	14,91	15,59
07/05/03	0,2	4,85	11,63	18,94	12,74	13,87	14,95
08/05/03	0	3,56	12,04	19,95	12,27	13,47	14,65
09/05/03	0	4,83	12,60	20,70	12,66	13,68	14,73
10/05/03	0	9,96	14,73	21,98	13,43	14,27	15,37
11/05/03	0	11,42	17,36	25,29	14,10	15,04	16,35
12/05/03	0	13,93	18,66	25,37	15,04	15,93	17,08
13/05/03	0	14,23	19,21	24,30	16,15	16,89	17,72
14/05/03	0	13,76	19,94	27,04	16,49	17,29	18,08
15/05/03	26,6	17,28	18,71	21,97	17,15	17,46	17,66
16/05/03	87	18,39	19,11	20,76	17,54	17,81	18,04
17/05/03	30	13,99	16,44	18,57	17,14	17,69	17,97
18/05/03	0,2	11,73	14,65	17,33	16,10	16,57	17,06
19/05/03	56,8	14,11	15,62	17,07	16,11	16,24	16,51
20/05/03	6,8	16,06	17,36	19,61	16,31	16,82	17,41
21/05/03	16,8	16,88	18,64	20,85	17,09	17,35	17,66
22/05/03	3,2	14,60	17,55	18,86	17,34	17,59	17,78
23/05/03	0	10,83	14,13	18,65	16,08	16,65	17,26
24/05/03	0	8,37	11,86	16,88	14,66	15,24	15,91
25/05/03	0	5,40	10,46	15,67	13,52	14,29	15,03
26/05/03	0,2	6,77	11,84	18,47	13,38	13,98	14,88
27/05/03	0	3,91	11,06	18,57	12,16	13,17	13,98
28/05/03	0	6,52	13,22	19,95	12,17	13,22	14,19
29/05/03	0	11,51	16,63	23,21	13,70	14,47	15,55
30/05/03	0	9,66	16,15	22,97	14,04	14,82	15,57
31/05/03	0	15,45	19,17	24,27	15,16	15,94	16,98
<b>Total</b>	<b>228,8</b>	<b>10,56</b>	<b>15,13</b>	<b>20,45</b>	<b>14,87</b>	<b>15,66</b>	<b>16,36</b>
<b>Rango</b>		<b>3,56</b>		<b>27,04</b>	<b>12,16</b>		<b>18,18</b>

Fecha	Lluvia (mm)	Temperatura (°C)			T_Suelo (°C)		
		Min	Prom	Max	Min	Prom	Max
01/06/03	0,6	10,72	16,40	24,78	14,36	15,05	15,90
02/06/03	0,2	7,59	12,17	17,59	12,18	12,76	13,52
03/06/03	0,2	4,23	13,25	20,16	11,56	12,43	13,32
04/06/03	8,6	8,04	17,07	20,94	13,34	14,18	15,09
05/06/03	0,2	4,91	10,85	18,71	11,91	12,69	13,59
06/06/03	0,2	4,47	10,50	17,70	11,55	12,19	12,97
07/06/03	1,8	12,19	13,88	15,45	12,51	13,06	13,68
08/06/03	0	12,99	14,63	16,30	13,67	13,99	14,47
09/06/03	0	12,66	15,57	19,45	14,15	14,51	15,01
10/06/03	0,2	9,33	14,25	17,19	14,13	14,61	15,10
11/06/03	0,2	7,87	14,80	22,69	13,02	13,98	14,98
12/06/03	0	12,60	17,61	20,34	14,92	15,40	16,03
13/06/03	0	14,17	17,22	22,52	15,01	15,46	16,19
14/06/03	0	14,70	17,51	20,94	15,01	15,53	16,01
15/06/03	0	13,85	15,92	19,45	15,48	15,84	16,23
16/06/03	0	15,31	18,61	24,03	15,63	16,21	17,05
17/06/03	0,2	11,08	14,28	17,02	15,67	16,09	16,58
18/06/03	0	10,47	12,87	16,91	14,82	15,18	15,58
<b>Total</b>	<b>12,4</b>	<b>10,40</b>	<b>14,86</b>	<b>19,57</b>	<b>13,83</b>	<b>14,40</b>	<b>15,07</b>
<b>Rango</b>		<b>4,23</b>		<b>24,78</b>	<b>11,55</b>		<b>17,05</b>